JAEA-Data/Code
2019-021
DOI:10.11484/jaea-data-code-2019-021

JAEA-Data/Code

TRU 廃棄物地層処分の性能評価のための バリア材への核種の収着データの取得

Data Acquisition for Radionuclide Sorption on Barrier Materials for Performance Assessment of Geological Disposal of TRU Wastes

舘 幸男　陶山 忠宏　三原 守弘

Yukio TACHI, Tadahiro SUYAMA and Morihiro MIHARA

核燃料・バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所
環境技術開発センター
基盤技術研究開発部

Radioactive Waste Processing and Disposal Research Department
Nuclear Backend Technology Center
Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

March 2020

Japan Atomic Energy Agency　日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ（https://www.jaea.go.jp）
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2020

JAEA-Data/Code 2019-021

TRU 廃棄物地層処分の性能評価のためのバリア材への核種の収着データの取得

日本原子力研究開発機構　核燃料・バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所　環境技術開発センター
基盤技術研究開発部

舘　幸男，陶山　忠宏[*1]，三原　守弘

（2019 年 12 月 12 日受理）

TRU 廃棄物や高レベル放射性廃棄物の地層処分を対象とした性能評価において，人工バリアであるセメントやベントナイト，天然バリアである岩石中での核種の収着現象は，核種の移行遅延を支配する重要な現象の一つである。収着の程度は一般的に収着分配係数（K_d）によって表され，バリア材や環境条件に応じて大きく変動するため，それぞれの条件での K_d データを取得し，性能評価解析では関連する不確実性も考慮して収着パラメータ値を設定する必要がある。

TRU 廃棄物の処分システムでは，高レベル放射性廃棄物で検討されるベントナイトや岩石に加えて，バリア材として利用されるセメント系材料への収着や，一部の廃棄物に含まれる硝酸塩等の化学物質が地下水に溶解して収着に影響を及ぼすことなどを考慮する必要が生じる。本報告書では，このような TRU 廃棄物の処分において考慮すべきバリア材料や，硝酸塩等の影響物質，評価対象核種の組み合わせを対象として，K_d データをバッチ式収着試験により取得した結果を報告する。バリア材としては，普通ポルトランドセメント硬化体，通水で劣化させた普通ポルトランドセメント硬化体，凝灰岩を対象とし，液性については，蒸留水や模擬海水とバリア材料との平衡液に加え，硝酸塩やアンモニウム塩を含む液性条件を対象とした。元素は，C（有機形態），C（無機形態），Cl，I，Cs，Ni，Se，Sr，Sn，Nb，Am，Th を対象とした。

ここで報告する収着データの一部は，TRU 廃棄物処分技術検討書の性能評価における核種移行解析に用いたパラメータである核種移行データセット（RAMDA : Radionuclide Migration Datasets）の一部として取得・報告されているものであり，ここでは，これらのデータ取得の方法，条件，結果の詳細を報告する。

核燃料サイクル工学研究所：〒319-1194　茨城県那珂郡東海村村松 4-33
*1　現在，検査開発株式会社

JAEA-Data/Code 2019-021

Data Acquisition for Radionuclide Sorption on Barrier Materials for Performance Assessment of Geological Disposal of TRU Wastes

Yukio TACHI, Tadahiro SUYAMA[*1] and Morihiro MIHARA

Radioactive Waste Processing and Disposal Research Department,
Nuclear Backend Technology Center, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories,
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development,
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 12, 2019)

Sorption of radionuclides in cement and bentonite as engineered barrier materials, and rocks as natural barrier is the one of key processes in the performance assessment of geological disposal of TRU and high-level waste. The magnitude of sorption, expressed normally by a distribution coefficient (K_d), needs to be measured and determined taking into account the properties of barrier materials and geochemical conditions and associated uncertainty in the performance assessment.

The basic concept for TRU waste disposal contains cementitious materials as an engineered barrier materials, in addition to bentonite and rock. It is therefore needed to consider the effects of the cement degradation and co-existing substances such as nitrates on radionuclide sorption. This report focused on data acquisition of distribution coefficient (K_d) by batch sorption experiments for the systems coupling barrier material-chemical condition-radionuclides that are needed to consider for the performance assessment of geological disposal of TRU waste. The barrier materials considered are ordinary Portland cement (OPC), degraded OPC and tuff rock. The chemical conditions are distilled water and synthetic seawater equilibrated with OPC and those containing nitrates and ammonium salts, etc. The radionuclides considered are organic carbon, inorganic carbon, Cl, I, Cs, Ni, Se, Sr, Sn, Nb, Am and Th.

Although K_d values have been partly reported previously as RAMDA (Radionucldie Migration Datasets) for the performance assessment in the TRU-2 report, these results and addition K_d data are reported with the details of experimental methods and conditions.

Keywords: Sorption, Distribution Coefficient, Radionuclide, Cement, Rock, TRU Waste, Geological Disposal

---

*1 Present affiliation: Inspection Development Corporation Ltd.

目次

1. はじめに 1
2. データ取得の対象条件の設定 2
2.1 データ取得の対象とするバリア材や化学条件 2
2.2 データ取得の対象とする核種 3
3. 収着試験に用いるセメント浸漬液および凝灰岩浸漬液の作製 4
3.1 セメント浸漬液の作製 4
3.2 通水劣化セメント浸漬液の作製 6
3.3 凝灰岩浸漬液の作製 7
3.4 OPC－凝灰岩浸漬液の作製 9
4. 核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 12
4.1 遷移金属核種等の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 12
4.1.1 OPC 浸漬液における対象核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 12
4.1.2 凝灰岩浸漬液における対象核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 18
4.2 アクチニド核種の溶解度の取得および収着実験の初期濃度の設定 22
4.2.1 トリウムの溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 22
4.2.2 アメリシウムの溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定 23
5. OPC および凝灰岩の収着試験の方法と条件 24
5.1 OPC 浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件 24
5.2 DOPC 浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件 26
5.3 凝灰岩浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件 27
5.4 OPC－凝灰岩浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件 28
6. 核種の収着試験の結果 30
6.1 有機炭素（有機 C） 30
6.2 無機炭素（無機 C） 33
6.3 塩素（Cl） 37
6.4 ヨウ素（I） 41
6.5 セシウム（Cs） 45
6.6 ニッケル（Ni） 49
6.7 セレン（Se） 52
6.8 ストロンチウム（Sr） 55
6.9 スズ（Sn） 58
6.10 ニオブ（Nb） 61
6.11 アメリシウム（Am） 65
6.12 トリウム（Th） 68
7. まとめ 71
謝辞 71
参考文献 72
付録 73

Contents

1. Introduction 1
2. Setting of target condition for data acquisition 2
2.1 Barrier material and chemical condition tarteted for data acquisition 2
2.2 Nuclide targeted for data acquisition 3
3. Preparation of cement and tuff equilibrated solution for sorption experiments 4
3.1 Preparation of cement (OPC) equilibrated solution 4
3.2 Preparation of degradated cement (DOPC) equilibrated solution 6
3.3 Preparation of tuff equilibrated solution 7
3.4 Preparation of OPC-tuff equilibrated solution 9
4. Acquisition of solubility data and setting of initial concentration for sorption experiments 12
4.1 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments of transition metals 12
4.1.1 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments in OPC equilibrated solution 12
4.1.2 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments in tuff equilibrated solution 18
4.2 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments of actinides 22
4.2.1 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments of thorium 22
4.2.2 Acquisition of solubility and setting of initial concentration for sorption experiments of americium 23
5. Method and condition of sorption experiments for OPC and tuff 24
5.1 Method and condition of sorption experiments for OPC equilibrated solution 24
5.2 Method and condition of sorption experiments for DOPC equilibrated solution 26
5.3 Method and condition of sorption experiments for tuff equilibrated solution 27
5.4 Method and condition of sorption experiments for OPC-tuff equilibrated solution 28
6. Result of sorption experiments 30
6.1 Organic carbon (Organic C) 30
6.2 Inorganic carbon (Inorganic C) 33
6.3 Chlorine (Cl) 37
6.4 Iodine (I) 41
6.5 Cesium (Cs) 45
6.6 Nickel (Ni) 49
6.7 Selenium (Se) 52
6.8 Strontium (Sr) 55
6.9 Tin (Sn) 58
6.10 Niobium (Nb) 61
6.11 Americium (Am) 65
6.12 Thorium (Th) 68
7. Summary 71
Acknowledgements 71
References 72
Appendix 73

図リスト

図 2.1-1　セメント間隙水中の pH 変化と 4 つの化学状態 2
図 3.1-1　浸漬液の作製手順 4
図 3.4-1　OPC－凝灰岩浸漬液の作製手順 10
図 4.1-1　溶解度測定試験手順 12
図 4.1-2　OPC 浸漬液における核種の溶解度測定結果 15
図 4.1-3　DOPC 浸漬液における核種の溶解度測定結果 17
図 4.1-4　凝灰岩浸漬液における核種の溶解度測定結果 20
図 4.1-5　OPC－凝灰岩浸漬液における核種の溶解度測定結果 21
図 5.1-1　収着試験手順 24
図 6.1-1　DOPC に対する有機 C の分配係数 31
図 6.1-2　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する有機 C の分配係数 33
図 6.2-1　OPC に対する無機 C の分配係数 34
図 6.2-2　DOPC に対する無機 C の分配係数 35
図 6.2-3　凝灰岩に対する無機 C の分配係数 36
図 6.2-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する無機 C の分配係数 37
図 6.3-1　OPC に対する Cl の分配係数 38
図 6.3-2　DOPC に対する Cl の分配係数 39
図 6.3-3　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cl の分配係数 40
図 6.4-1　OPC に対する I の分配係数 42
図 6.4-2　DOPC に対する I の分配係数 42
図 6.4-3　凝灰岩に対する I の分配係数 43
図 6.4-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する I の分配係数 44
図 6.5-1　OPC に対する Cs の分配係数 46
図 6.5-2　DOPC に対する Cs の分配係数 46
図 6.5-3　凝灰岩に対する Cs の分配係数 47
図 6.5-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cs の分配係数 48
図 6.6-1　OPC に対する Ni の分配係数 49
図 6.6-2　DOPC に対する Ni の分配係数 50
図 6.6-3　凝灰岩に対する Ni の分配係数 51
図 6.6-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Ni の分配係数 52
図 6.7-1　OPC に対する Se の分配係数 53
図 6.7-2　DOPC に対する Se の分配係数 53
図 6.8-1　OPC に対する Sr の分配係数 55
図 6.8-2　DOPC に対する Sr の分配係数 56
図 6.8-3　凝灰岩に対する Sr の分配係数 57
図 6.8-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sr の分配係数 58
図 6.9-1　OPC に対する Sn の分配係数 59
図 6.9-2　DOPC に対する Sn の分配係数 59
図 6.9-3　凝灰岩に対する Sn の分配係数 60
図 6.9-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sn の分配係数 61
図 6.10-1　OPC に対する Nb の分配係数 62
図 6.10-2　DOPC に対する Nb の分配係数 63
図 6.10-3　凝灰岩に対する Nb の分配係数 64

図 6.10-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Nb の分配係数 64
図 6.11-1　OPC に対する Am の分配係数 65
図 6.11-2　DOPC に対する Am の分配係数 66
図 6.11-3　凝灰岩に対する Am の分配係数 67
図 6.11-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Am の分配係数 67
図 6.12-1　OPC に対する Th の分配係数 68
図 6.12-2　DOPC に対する Th の分配係数 69
図 6.12-3　凝灰岩に対する Th の分配係数 70
図 6.12-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Th の分配係数 70

表リスト

表 2.2-1　収着分配係数の設定における評価対象元素の化学的類似性の考え方 3
表 3.1-1　各 OPC 浸漬液の作製条件 4
表 3.1-2　模擬海水の成分 5
表 3.1-3　各 OPC 浸漬液の pH および Eh の結果 5
表 3.1-4　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした
試験用の OPC 浸漬液中の元素分析結果 5
表 3.1-5　アクチニド核種を対象とした試験用の各 OPC 浸漬液中の元素分析結果 6
表 3.2-1　DOPC 浸漬液の作製条件 6
表 3.2-2　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした
試験用の DOPC 浸漬液（DCW）の pH および Eh の測定結果 6
表 3.2-3　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした
試験用の DOPC 浸漬液（DCW）中の元素分析結果 7
表 3.2-4　アクチニド核種を対象とした試験用の DOPC 浸漬液中元素分析結果 7
表 3.3-1　凝灰岩浸漬液の作製条件 8
表 3.3-2　各凝灰岩浸漬液の pH および Eh の結果 8
表 3.3-3　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした
試験用の凝灰岩浸漬液中の元素分析結果 8
表 3.3-4　アクチニド核種を対象とした試験用の凝灰岩浸漬液中の元素分析結果 9
表 3.4-1　OPC－凝灰岩の浸漬液の作製条件 9
表 3.4-2　各 OPC－各溶液浸漬液の pH および Eh の結果 10
表 3.4-3　各 OPC－凝灰岩浸漬液の pH および Eh の結果 11
表 3.4-4　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした
試験用の OPC－凝灰岩浸漬液中の元素分析結果 11
表 3.4-5　アクチニド核種を対象とした試験用の OPC－凝灰岩浸漬液中の元素分析結果 11
表 4.1-1　OPC 浸漬液における溶解度試験条件 12
表 4.1-2　OPC－浸漬液で使用した核種標準溶液 13
表 4.1-3　DOPC－浸漬液で使用した遷移金属核種等の仕様 13
表 4.1-4　OPC 浸漬液での溶解度測定試験における核種初期濃度 13
表 4.1-5　DOPC 浸漬液での溶解度測定試験における核種の初期濃度 13
表 4.1-6　OPC 浸漬液における溶解度測定結果 14
表 4.1-7　OPC 浸漬液における溶解度測定後の pH 16
表 4.1-8　OPC 浸漬液における溶解度測定後の Eh 16
表 4.1-9　DOPC 浸漬液（DCW）における溶解度測定結果 17
表 4.1-10　DOPC 浸漬液（DCW）における溶解度測定後 pH および Eh 18
表 4.1-11　凝灰岩浸漬液における溶解度試験条件 18
表 4.1-12　凝灰岩浸漬液における溶解度測定結果 19
表 4.1-13　凝灰岩浸漬液における溶解度測定後の pH および Eh 19
表 4.1-14　蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）における溶解度測定結果 21
表 4.1-15　蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）における
溶解度測定後の pH および Eh 22
表 5.1-1　OPC 浸漬液における可溶性核種の収着試験条件 25
表 5.1-2　OPC 浸漬液における遷移金属核種の収着試験条件 25
表 5.1-3　OPC 浸漬液におけるアクチニド核種の収着試験条件 26

表 5.1-4　RI 標準溶液 26
表 5.1-5　核種添加量 26
表 5.2-1　DOPC に対する分配係数取得試験条件 27
表 5.2-2　可溶性核種の仕様 27
表 5.2-3　核種添加量 27
表 5.3-1　可溶性核種の凝灰岩に対する分配係数試験条件 28
表 5.3-2　遷移金属核種の凝灰岩に対する分配係数取得試験条件 28
表 5.3-3　アクチニド核種の凝灰岩に対する分配係数取得試験条件 28
表 5.4-1　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対する可溶性核種の収着試験条件 29
表 5.4-2　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対する遷移金属核種等の収着試験条件 29
表 5.4-3　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対するアクチニド核種の収着試験条件 29
表 6.1-1　OPC 浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh 30
表 6.1-2　OPC に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数 30
表 6.1-3　DOPC 浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh 30
表 6.1-4　DOPC に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数 31
表 6.1-5　凝灰岩浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh 31
表 6.1-6　凝灰岩に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数 32
表 6.1-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh 32
表 6.1-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数 32
表 6.2-1　OPC 浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh 33
表 6.2-2　OPC に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数 34
表 6.2-3　DOPC 浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh 34
表 6.2-4　DOPC に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数 34
表 6.2-5　凝灰岩浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh 35
表 6.2-6　凝灰岩に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数 35
表 6.2-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh 36
表 6.2-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数 36
表 6.3-1　OPC 浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh 37
表 6.3-2　OPC に対する Cl の限外ろ過後の分配係数 38
表 6.3-3　DOPC 浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh 38
表 6.3-4　DOPC に対する Cl の限外ろ過後の分配係数 38
表 6.3-5　凝灰岩浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh 39
表 6.3-6　凝灰岩に対する Cl の限外ろ過後の分配係数 39
表 6.3-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh 40
表 6.3-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cl の限外ろ過後の分配係数 40
表 6.4-1　OPC 浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh 41
表 6.4-2　OPC に対する I の限外ろ過後の分配係数 41
表 6.4-3　DOPC 浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh 42
表 6.4-4　DOPC に対する I の限外ろ過後の分配係数 42
表 6.4-5　凝灰岩浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh 43
表 6.4-6　凝灰岩に対する I の限外ろ過後の分配係数 43
表 6.4-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh 44
表 6.4-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する I の限外ろ過後の分配係数 44
表 6.5-1　OPC 浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh 45
表 6.5-2　OPC に対する Cs の限外ろ過後の分配係数 45

表 6.5-3　DOPC 浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh 46
表 6.5-4　DOPC に対する Cs の限外ろ過後の分配係数 46
表 6.5-5　凝灰岩浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh..... 47
表 6.5-6　凝灰岩に対する Cs の限外ろ過後の分配係数 47
表 6.5-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh 48
表 6.5-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cs の限外ろ過後の分配係数 48
表 6.6-1　OPC 浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh 49
表 6.6-2　OPC に対する Ni の限外ろ過後の分配係数 49
表 6.6-3　DOPC 浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh 50
表 6.6-4　DOPC に対する Ni の限外ろ過後の分配係数..... 50
表 6.6-5　凝灰岩浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh 50
表 6.6-6　凝灰岩に対する Ni の限外ろ過後の分配係数 51
表 6.6-7　OPC－凝灰岩浸漬液での Ni の収着試験時の pH および Eh 51
表 6.6-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Ni の限外ろ過後の分配係数..... 51
表 6.7-1　OPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh 52
表 6.7-2　OPC に対する Se の限外ろ過後の分配係数 52
表 6.7-3　DOPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh 53
表 6.7-4　DOPC に対する Se の限外ろ過後の分配係数..... 53
表 6.7-5　凝灰岩 OPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh 54
表 6.7-6　凝灰岩に対する Se の限外ろ過後の分配係数 54
表 6.7-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh 54
表 6.7-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Se の限外ろ過後の分配係数..... 54
表 6.8-1　OPC 浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh..... 55
表 6.8-2　OPC に対する Sr の限外ろ過後の分配係数..... 55
表 6.8-3　DOPC 浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh..... 56
表 6.8-4　DOPC に対する Sr の限外ろ過後の分配係数 56
表 6.8-5　凝灰岩浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh 56
表 6.8-6　凝灰岩に対する Sr の限外ろ過後の分配係数..... 57
表 6.8-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh..... 57
表 6.8-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sr の限外ろ過後の分配係数 57
表 6.9-1　OPC 浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh 58
表 6.9-2　OPC に対する Sn の限外ろ過後の分配係数 58
表 6.9-3　DOPC 浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh 59
表 6.9-4　DOPC に対する Sn の限外ろ過後の分配係数 59
表 6.9-5　凝灰岩浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh..... 60
表 6.9-6　凝灰岩に対する Sn の限外ろ過後の分配係数 60
表 6.9-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh 60
表 6.9-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sn の限外ろ過後の分配係数 61
表 6.10-1　OPC 浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh 61
表 6.10-2　OPC に対する Nb の限外ろ過後の分配係数..... 62
表 6.10-3　DOPC 浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh 62
表 6.10-4　DOPC に対する Nb の限外ろ過後の分配係数..... 62
表 6.10-5　凝灰岩浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh 63
表 6.10-6　凝灰岩に対する Nb の限外ろ過後の分配係数 63
表 6.10-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh 64

表 6.10-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Nb の限外ろ過後の分配係数 64
表 6.11-1　OPC 浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh 65
表 6.11-2　OPC に対する Am の限外ろ過後の分配係数 65
表 6.11-3　DOPC 浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh 65
表 6.11-4　DOPC に対する Am の限界ろ過後の分配係数 66
表 6.11-5　凝灰岩浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh 66
表 6.11-6　凝灰岩に対する Am の限外ろ過後の分配係数 66
表 6.11-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh 67
表 6.11-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Am の限外ろ過後の分配係数 67
表 6.12-1　OPC 浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh 68
表 6.12-2　OPC に対する Th の限外ろ過後の分配係数 68
表 6.12-3　DOPC 浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh 68
表 6.12-4　DOPC に対する Th の限外ろ過後の分配係数 69
表 6.12-5　凝灰岩浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh 69
表 6.12-6　凝灰岩に対する Th の限外ろ過後の分配係数 69
表 6.12-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh 70
表 6.12-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Th の限外ろ過後の分配係数 70

1. はじめに

原子力発電所から発生する使用済み燃料の再処理やウラン及びプルトニウム混合酸化物燃料の加工において発生する超ウラン元素を含む低レベルの放射性廃棄物（以下，「TRU 廃棄物」）のうち，その放射能濃度の高いものについては，地下数百メートルの安定な地層中へ処分（以下，「地層処分」）するための技術的な検討が進められてきた。その結果は，2005 年に TRU 廃棄物処分技術検討書（以下，「第 2 次 TRU レポート」）として取りまとめられた [1)]。

地層処分の対象となる TRU 廃棄物は，高レベル放射性廃棄物と比べて発熱量が 100 分の 1 以下と小さいため，直径十数メートルの地下空洞内に処分施設を建設し，廃棄物を集積して施設内に定置することが考えられている [1)]。処分施設には，構造材（覆工，構造躯体，充填材等）にセメント系材料（コンクリートやセメントモルタル）が，さらには，処分施設内の地下水の移動を長期的に抑制するために，緩衝材（締め固められたベントナイト系材料）の使用が検討されている [1)]。

TRU 廃棄物の地層処分を対象とした性能評価においては，セメント系材料やベントナイト系材料，天然バリアである岩石中での放射性核種の移行特性を設定する必要がある。核種移行特性の一つである収着パラメータは，核種の移行遅延を支配する最重要のパラメータである。収着の程度は一般的に収着分配係数（K_d）によって表され，バリア材や環境条件に応じて大きく変動するため，それぞれの条件での K_d データを取得し，性能評価解析では関連する不確実性も考慮して収着パラメータ値を設定する必要がある。

TRU 廃棄物の処分システムでは，高レベル放射性廃棄物で検討されるベントナイトや岩石に加えて，バリア材として利用されるセメント系材料への収着や，一部の廃棄物に含まれる硝酸塩等化学物質が地下水に溶解して収着に影響を及ぼすことなどを考慮する必要が生じる。本報告では，このような TRU 廃棄物の処分において考慮すべきバリア材や，硝酸塩等の影響物質，評価対象核種の組み合わせを対象として，K_d データをバッチ法収着試験により取得した結果について報告する。ここで報告する収着データの一部は，第 2 次 TRU レポートの性能評価における核種移行解析に用いたパラメータである核種移行データセット（RAMDA：Radionuclide Migration Datasets）の一部として取得・報告されているものであり [2)]，ここでは，これらのデータ取得の方法，条件，結果の詳細を報告する。

2. データ取得の対象条件の設定

2.1 データ取得の対象とするバリア材や化学条件

TRU 廃棄物処分においては，高レベル廃棄物処分とは異なり，廃棄体の性状が多種多様かつ，セメント系材料を多量に使用する概念であるために，想定される化学的条件が多様である。具体的には，セメント系材料の影響による高アルカリ条件，一部の TRU 廃棄物に含まれる硝酸塩の地下水への溶解の影響に加え，地質条件や地下水条件の多様性についても考慮が必要である [2),3)]。

セメント系材料を多量に使用するために，セメントと地下水の反応によって決定される処分施設のバリア材の化学条件が，核種移行を検討するうえでは重要となる。水和セメントと平衡になった溶液は，pH13以上の高アルカリ条件となり，図2.1-1に示すように，セメントの間隙水のpHはセメントと地下水の反応の進展とともに，徐々に低下していく[2),4),5),6)]。このようなセメントの間隙水の化学条件の変遷は，4つの化学状態（Region）として識別され，その特徴から以下のように整理できる[2)]。

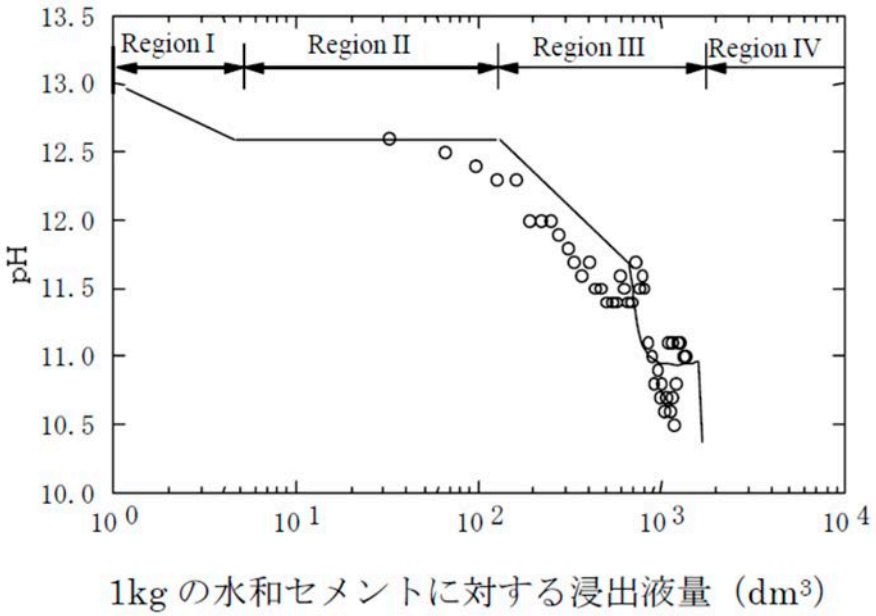

図 2.1-1　セメント間隙水中の pH 変化と 4 つの化学状態 [2)]

• Region I

pHは，13.3～12.5の範囲である。地下水の組成を支配するのは，Na及びKであり，$Ca(OH)_2$が飽和溶解している。主たるセメント水和物の固相は，C-S-H ゲル及び水酸化カルシウムであり，それらのCa/Si モル比（以下，「C/S比」）は2.5 以上である。

• Region II

pHはポルトランダイトにより緩衝され12.5の値となり，C/S比は約1.5である。

• Region III

pHはCSH相の溶解により緩衝され，pHは12.5～10となる。

• Region IV

初期の地下水組成と同じである。セメント水和物は全て溶脱したものとする。

このようなセメント系材料とその間隙水化学の長期的な変化を踏まえると，変質したセメント系材料に加え，ベントナイトや岩石に対する影響も考慮する必要がある。

さらに，地下水のバリエーションとしては，第 2 次 TRU レポートでも検討されているように，降水系地下水（降水系高 pH 型地下水：FRHP）や海水系地下水（海水系高 pH 型地下水：SRHP）などを考慮する必要がある。また，TRU 廃棄物の特徴として，多様な影響物質が含まれる可能性を考慮する必要がある。例えば，硝酸塩が含まれる影響として，硝酸イオンと核種の錯体形成の

影響，硝酸イオンが酸化剤として作用した場合の酸化性環境の影響，硝酸イオンが還元されてアンモニウムイオンが生成した場合の影響を考慮する必要がある。これらの複合的な条件も考慮しておく必要がある。ここで報告する収着データの取得では，図 2.1-1 に示したセメント変質状態におけるそれぞれの条件での収着挙動の把握と収着パラメータの設定に資するために，以下のような液性の異なる浸漬液の条件で普通ポルトランドセメント（OPC）及び通水劣化させた普通ポルトランドセメント（DOPC）を対象に収着試験を実施した。

・Region I：（固相）OPC，（液相）OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）
・Region II：（固相）OPC，（液相）OPC－蒸留水浸漬液（CW）
　　：（固相）OPC，（液相）OPC－模擬海水浸漬液（SCW）
　　：（固相）OPC，（液相）OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）
　　：（固相）OPC，（液相）OPC－アンモニア溶液浸漬液（NHCW）
・Region III：（固相）DOPC，（液相）DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）

ここで，Region I～III に対応した試験条件に加え，Region II においては，海水系地下水の影響に加え，硝酸塩が含まれる影響として，硝酸イオン及び硝酸イオンの還元で生成するアンモニウムイオンの影響を考慮した条件を設定した。

さらに，TRU 廃棄物に含まれる可能性がある影響物質等が岩石への収着に及ぼす影響を把握するため，以下に示すようなセメントによる高アルカリ溶液，硫酸イオンやアンモニウムイオンが共存する条件下における凝灰岩への核種の収着データを取得した。

・（固相）凝灰岩，（液性）凝灰岩－蒸留水（TW）
・（固相）凝灰岩，（液性）凝灰岩－模擬海水（STW）
・（固相）凝灰岩，（液性）凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）
・（固相）凝灰岩，（液性）凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）
・（固相）凝灰岩，（液性）OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）
・（固相）凝灰岩，（液性）OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）
・（固相）凝灰岩，（液性）OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）

2.2　データ取得の対象とする核種

TRU 廃棄物地層処分の評価対象核種は，高レベル廃棄物地層処分の場合は多くの核種は共通であるが，TRU 廃棄物固有の核種として，C-14, Cl-36, Co-60, Ni-59, Sr-90, Mo-93, I-129, Cs-137 等も評価対象核種となる。TRU 廃棄物地層処分の評価対象元素の化学的類似性を，Bradbury and Sarrot[7] に基づき，整理したものを表 2.2-1 に示す[2]。ここでは，この化学的類似性の考え方をもとに，各グループの代表元素として，C（有機），C（無機），Cl，I，Cs，Ni，Se，Sr，Sn，Nb，Am，Th を試験対象元素として選定した。

表 2.2-1　収着分配係数の設定における評価対象元素の化学的類似性の考え方[2]

グループ		元素		主たる化学的特性
		還元	酸化性	
		C(有機)		
ハロゲン		Cl，I		典型的な陰イオン
陰イオン		C(無機)，Se，Mo		
			Tc	
陽イオン		Cs Ca，Sr，Ra		典型的な陽イオン
遷移金属元素	II	Co，Ni，Pb，Pd		水酸化物溶存化学種が支配
	IV	Sn，Zr		
		Tc		
	V	Nb		水酸化物溶存化学種が支配
ランタノイド＋アクチノイド	III	Sm，Ac，Am，Cm		
	IV	Th		
		Pu，U，Np，Pa		
	V	－	Np，Pa	
	VI	－	Pu，U	

3. 収着試験に用いるセメント浸漬液および凝灰岩浸漬液の作製

3.1 セメント浸漬液の作製

浸漬液の作製手順を図 3.1-1 に示す。雰囲気制御グローブボックス内（酸素濃度 10ppm 以下）において，アルカリ溶液，蒸留水，模擬海水，硝酸イオン溶液およびアンモニア溶液に普通ポルトランドセメント（OPC）を浸漬させ浸漬液を作製した（順番に，ACW，CW，SCW，NCW および NHCW とする）。OPC 浸漬液の作製条件を表 3.1-1 に示す。可溶性元素および遷移金属元素を対象とした試験用の浸漬液の浸漬期間中の pH，Eh の経時変化を表 3.1-3 に示す。可溶性元素および遷移金属元素を対象とした浸漬液の浸漬期間 1 ヶ月後の pH，Eh および元素分析結果を表 3.1-4 に示す。また，別途準備したアクチニド核種を対象とした試験用の浸漬液の元素分析結果を表 3.1-5 に示す。

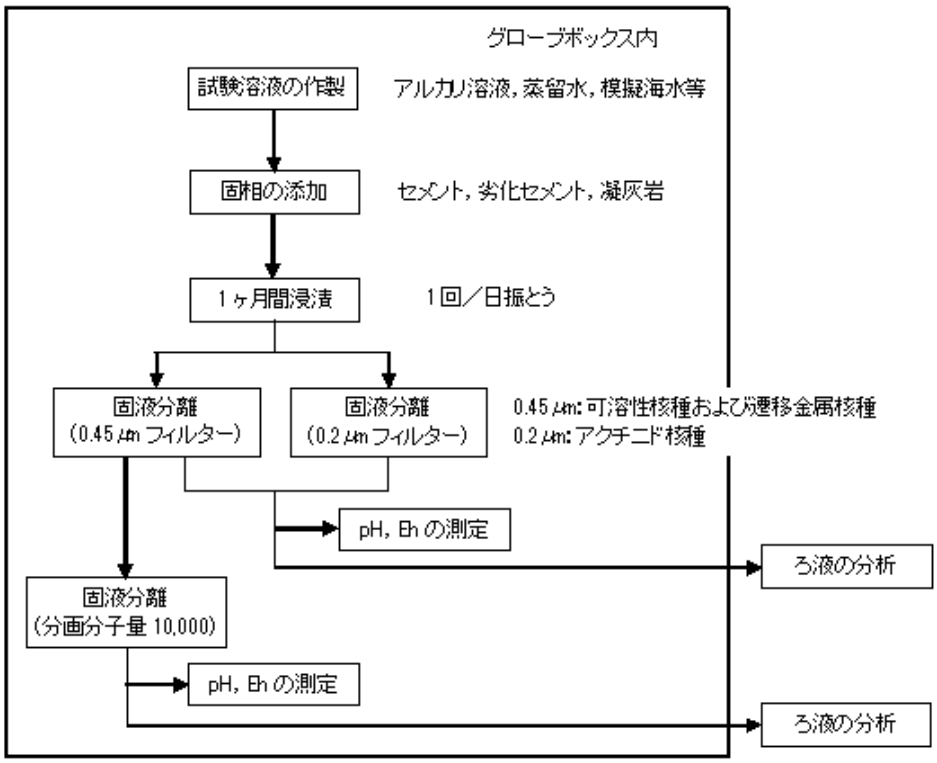

図 3.1-1　浸漬液の作製手順

表 3.1-1　各 OPC 浸漬液の作製条件

浸漬液	下記の 5 種類 ・アルカリ溶液（0.1M の NaOH 溶液及び KOH 溶液を等量混合し，pH 13.3 程度とした溶液） ・蒸留水 ・模擬海水（ASTM の模擬海水相当のもの， 八洲薬品（株）の商品名アクアマリンを使用*1） ・硝酸イオン溶液(3M の硝酸ナトリウム溶液) ・アンモニア溶液(1M のアンモニア水)
セメント系材料	普通ポルトランドセメントペースト硬化体（OPC）
液固比	100：1
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月
分析項目	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過後の溶液の pH，Eh，各元素濃度，各イオン濃度，全有機炭素濃度，無機炭素濃度 Am および Th の試験に用いる浸漬液については，目開き 0.2μm のろ過，各元素濃度，各イオン濃度

*1：模擬海水の成分を表 3.1-2 に示す。

表 3.1-2　模擬海水の成分*1

薬品	重量[g]
塩化マグネシウム（6 水塩）	222.23
塩化カルシウム（2 水塩）	30.70
塩化ストロンチウム（5 水塩）	0.85
塩化カリウム	13.89
炭酸水素ナトリウム	4.02
臭化カリウム	2.01
ホウ酸	0.54
フッ化ナトリウム	0.06
塩化ナトリウム	490.68
硫酸ナトリウム（無水）	81.88
純水	残り*2

*1：八洲薬品（株）製
*2：全量を 20L に調整

表 3.1-3　各 OPC 浸漬液の pH および Eh の結果*

浸漬液の種類	OPC－アルカリ溶液（ACW）		OPC－蒸留水（CW）		OPC－模擬海水（SCW）		OPC－硝酸イオン溶液（NCW）		OPC－アンモニア溶液（NHCW）	
浸漬期間[日]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]
浸漬直後	13.1	-128	12.3	-111	10.3	4	12.2	52	12.4	3
3	13.2	148	12.4	193	10.4	119	12.4	145	12.6	11
7	13.3	185	12.8	194	10.6	140	12.7	157	12.9	8
14	13.1	182	12.7	179	10.5	131	12.6	151	12.8	4
20	13.2	184	12.7	195	10.8	135	12.7	162	12.8	10
28	13.2	171	12.8	179	11.2	128	12.7	157	12.9	9
33	13.2	162	12.8	173	11.2	124	12.8	147	13	2

*：Eh は水素電極基準酸化還元電位。0.45μm フィルターでろ過した浸漬液を測定。

表 3.1-4　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の OPC 浸漬液中の元素分析結果

固相	普通ポルトランドセメントペースト				
浸漬液の種類	OPC－アルカリ溶液（ACW）	OPC－蒸留水（CW）	OPC－模擬海水（SCW）	OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	OPC－アンモニア溶液（NHCW）
ろ過条件	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過
pH	13.2	12.7	11.3	12.7	12.9
H^+	6.31×10^{-14}	2.00×10^{-13}	5.01×10^{-12}	2.00×10^{-13}	1.26×10^{-13}
OH^-	1.58×10^{-1}	5.01×10^{-2}	2.00×10^{-3}	5.01×10^{-2}	7.94×10^{-2}
Eh[mV]	130	125	112	125	112
元素濃度[mol/L]					
Na	5.00×10^{-2}	3.62×10^{-4}	4.61×10^{-1}	3.41×10^{0}	8.13×10^{-4}
K	1.81×10^{-3}	1.92×10^{-5}	4.32×10^{-4}	1.54×10^{-4}	1.82×10^{-5}
Ca	3.17×10^{-3}	1.61×10^{-2}	3.89×10^{-2}	1.02×10^{-2}	1.53×10^{-2}
Mg	$<6.17\times10^{-6}$	$<6.17\times10^{-6}$	2.34×10^{-5}	$<6.17\times10^{-6}$	$<6.17\times10^{-6}$
Al	1.15×10^{-5}	6.41×10^{-6}	$<3.34\times10^{-6}$	$<3.34\times10^{-6}$	4.82×10^{-6}
Fe	$<1.79\times10^{-7}$	$<1.79\times10^{-7}$	$<1.79\times10^{-7}$	$<1.79\times10^{-7}$	$<1.79\times10^{-7}$
Si	9.26×10^{-6}	$<2.21\times10^{-5}$	3.31×10^{-5}	$<2.21\times10^{-6}$	7.01×10^{-5}
SO_4^{2-}	1.18×10^{-4}	2.96×10^{-5}	2.72×10^{-2}	9.80×10^{-4}	2.96×10^{-5}
Cl^-	3.39×10^{-4}	4.40×10^{-5}	4.06×10^{-1}	$<9.31\times10^{-5}$	3.78×10^{-4}
NO_3^-	2.97×10^{-5}	1.38×10^{-5}	3.93×10^{-3}	2.70×10^{0}	3.74×10^{-4}
NO_2^-	$<1.91\times10^{-5}$	$<1.91\times10^{-6}$	$<9.55\times10^{-4}$	$<1.91\times10^{-4}$	$<1.91\times10^{-6}$
NH_4^+	$<7.29\times10^{-7}$	$<7.29\times10^{-7}$	$<7.29\times10^{-4}$	$<7.29\times10^{-4}$	6.17×10^{-1}
全有機 C	2.82×10^{-3}	3.17×10^{-3}	2.39×10^{-3}	4.53×10^{-3}	3.61×10^{-3}
無機 C	6.12×10^{-3}	1.02×10^{-3}	9.83×10^{-4}	3.82×10^{-3}	2.50×10^{-3}
Σ（陽イオン電荷）	5.82×10^{-2}	3.26×10^{-2}	5.39×10^{-1}	3.43×10^{0}	3.14×10^{-2}
Σ（陰イオン電荷）	1.71×10^{-1}	5.23×10^{-2}	4.68×10^{-1}	2.76×10^{0}	8.52×10^{-2}

表 3.1-5　アクチニド核種を対象とした試験用の各 OPC 浸漬液中の元素分析結果[mol/L]

元素	OPC－模擬海水（SCW）	OPC－アンモニア溶液（NHCW）	元素	OPC－模擬海水（SCW）	OPC－アンモニア溶液（NHCW）
Al	2.15×10^{-5}	8.15×10^{-6}	Si	4.98×10^{-4}	$<1.78\times10^{-4}$
As	$<2.67\times10^{-7}$	1.33×10^{-7}	Sr	4.91×10^{-4}	-
Ba	2.40×10-6	4.44×10^{-6}	Tl	$<1.47\times10^{-7}$	$<1.96\times10^{-7}$
Be	<1.11×10-6	$<1.11\times10^{-6}$	Sn	-	$<8.42\times10^{-8}$
B	<9.25×10-6	$<9.25\times10^{-6}$	V	2.06×10^{-5}	1.77×10^{-6}
Cd	<8.90×10-8	$<8.90\times10^{-8}$	Zn	$<1.53\times10^{-7}$	5.96×10^{-6}
Cr	8.27×10-6	7.69×10^{-7}	Na	7.61×10^{-1}	3.91×10^{-4}
Co	<1.70×10-7	$<1.70\times10^{-7}$	K	1.07×10^{-2}	6.91×10^{-4}
Cu	1.57×10^{-7}	1.57×10^{-6}	Ca	5.47×10^{-2}	6.99×10^{-3}
Fe	5.19×10-6	8.95×10^{-7}	Mg	4.85×10^{-3}	$<4.11\times10^{-5}$
Pb	2.90×10-7	$<1.45\times10^{-7}$	SO_4^{2-}	1.64×10^{-2}	8.33×10^{-6}
Mn	1.46×10^{-6}	$<1.82\times10^{-7}$	Br^-	$<6.26\times10^{-5}$	$<6.26\times10^{-7}$
Ag	1.85×10^{-7}	$<9.27\times10^{-9}$	Cl^-	5.64×10^{-1}	$<2.82\times10^{-5}$
Ni	1.36×10^{-6}	5.11×10^{-7}	F^-	$<2.63\times10^{-4}$	$<5.26\times10^{-6}$
Sb	-	$<1.64\times10^{-7}$	I^-	$<7.88\times10^{-6}$	1.58×10^{-3}
Se	$<5.07\times10^{-7}$	$<6.33\times10^{-5}$	NH_4^-	-	1.11×10^{0}

3.2　通水劣化セメント浸漬液の作製

浸漬液の作製手順は上記 3.1 節と同様である（図 3.1-1 参照）。通水劣化普通ポルトランドセメント（DOPC）を蒸留水に浸漬させて浸漬液（DCW）を作製した。これら作業は雰囲気制御グローブボックス内（酸素濃度 10ppm 以下）で実施した。DOPC 浸漬液の作製条件を表 3.2-1 に示す。ろ過した後のろ液中の pH，Eh，元素分析，イオン濃度を測定した。

可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 3.2-2 に示す。可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の浸漬液についての浸漬開始から 1 ヶ月後の浸漬液の元素およびイオンの分析結果を表 3.2-3 に示す。また，アクチニド核種を対象とした試験用の浸漬液の元素分析結果を表 3.2-4 に示す。

表 3.2-1　DOPC 浸漬液の作製条件

浸漬液	蒸留水
セメント系材料	通水劣化後の普通ポルトランドセメントペースト*1（DOPC）
液固比	100 [mL/g]
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月
分析項目	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過後の溶液の pH，Eh，各元素濃度，各イオン濃度，全有機炭素濃度，無機炭素濃度 Am および Th については目開き 0.2μm のろ過，各元素濃度，各イオン濃度

*1：250μm 以下に粉砕したもの。

表 3.2-2　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の DOPC 浸漬液（DCW）の pH および Eh の測定結果*

浸漬期間[日]	ろ過方法	pH	Eh[mV]
7	ろ過なし	11.5	158
14	ろ過なし	11.2	199
21	ろ過なし	11.5	159
30	ろ過なし	11.5	131
30	0.45μm	11.5	177
30	限外ろ過	11.4	178

*：Eh は水素電極基準酸化還元電位。

表 3.2-3　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の DOPC 浸漬液（DCW）中の元素分析結果

固相	劣化セメント(DOPC)
浸漬液の種類	蒸留水(DCW)
ろ過条件	限外ろ過
pH	11.4
H^+	3.98×10^{-12}
OH^-	2.51×10^{-3}
Eh[mV]	178
元素濃度[mol/L]	
Na^+	2.12×10^{-5}
K^+	1.07×10^{-6}
Ca^{2+}	1.79×10^{-3}
Mg^{2+}	$<4.98\times10^{-6}$
Al	3.71×10^{-5}
Fe^{2+}/Fe^{3+}	$<2.86\times10^{-7}$
Si	4.38×10^{-4}
SO_4^{2-}	$<1.56\times10^{-6}$
Cl^-	1.66×10^{-5}
NO_3^-	1.23×10^{-5}
NO_2^-	$<1.52\times10^{-6}$
NH_4^+	2.07×10^{-4}
全有機 C	3.43×10^{-3}
無機 C	1.20×10^{-3}
Σ（陽イオン電荷）	3.60×10^{-3}
Σ（陰イオン電荷）	2.53×10^{-3}

表 3.2-4　アクチニド核種を対象とした試験用の DOPC 浸漬液中元素分析結果[mol/L]

元素	DOPC－蒸留水（DCW）	元素	DOPC－蒸留水（DCW）
Al	9.19×10^{-5}	Si	8.90×10^{-4}
As	$<2.67\times10^{-7}$	Sr	$<1.14\times10^{-5}$
Ba	$<7.28\times10^{-8}$	Tl	$<1.47\times10^{-7}$
Be	$<1.11\times10^{-6}$	Sn	$<1.68\times10^{-7}$
B	$<9.25\times10^{-6}$	V	$<1.96\times10^{-7}$
Cd	$<8.90\times10^{-8}$	Zn	$<1.53\times10^{-7}$
Cr	9.62×10^{-7}	Na	4.35×10^{-4}
Co	$<1.70\times10^{-7}$	K	5.12×10^{-5}
Cu	1.57×10^{-7}	Ca	3.42×10^{-3}
Fe	3.58×10^{-6}	Mg	$<4.11\times10^{-5}$
Pb	1.11×10^{-6}	SO_4^{2-}	8.33×10^{-4}
Mn	$<1.82\times10^{-7}$	Br^-	$<6.26\times10^{-7}$
Ag	1.85×10^{-7}	Cl^-	-
Ni	$<1.70\times10^{-7}$	F^-	-
Se	$<5.07\times10^{-7}$	I^-	$<7.88\times10^{-6}$

3.3　凝灰岩浸漬液の作製

凝灰岩として、日本に幅広く分布している緑色凝灰岩であり、試験試料として入手がしやすい大谷石を選定した。雰囲気制御グローブボックス内（酸素濃度 10ppm 以下）において，凝灰岩を蒸留水，模擬海水，硝酸イオン溶液およびアンモニア溶液に浸漬させて浸漬液を作製した（順番に，TW，STW，NTW および NHTW）。浸漬液の作製手順は，上記 3.1 節と同様である（図 3.1-1 参照）。凝灰岩の浸漬液の作製条件を表 3.3-1 に示す。可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 3.3-2 に示す。可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の浸漬液についての浸漬開始から 1 ヶ月後の浸漬液の元素およびイオンの分析結果を表 3.3-3 に示す。また，アクチニド核種を対象とした試験用の浸漬液の元素分析結果を表 3.3-4 に示す。

表 3.3-1　凝灰岩浸漬液の作製条件

浸漬液	下記の 4 種類 ・蒸留水 ・模擬海水（ASTM の模擬海水相当のもの） ・硝酸イオン溶液(3M の硝酸ナトリウム溶液) ・アンモニア溶液(1M のアンモニア水)
液固比	100：1
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月
分析項目	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過後の溶液の pH，Eh，各元素濃度，各イオン濃度，全有機炭素濃度，無機炭素濃度 Am および Th については目開き 0.2μm のろ過，各元素濃度，各イオン濃度

表 3.3-2　各凝灰岩浸漬液の pH および Eh の結果*

浸漬液の種類	凝灰岩－蒸留水（TW）		凝灰岩－模擬海水（STW）		凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）		凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	
浸漬期間[日]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]
浸漬直後	9.6	-135	8.4	42	8.9	132	12.1	-10
3	9.8	203	8.3	136	8.6	222	12.2	-21
7	9.8	217	8.4	136	8.8	234	12.3	-6
14	9.7	178	8.4	129	8.7	232	12.1	-20
20	9.8	215	8.4	134	8.4	247	12.1	-9
28	9.8	209	8.4	128	8.6	239	12.1	-19
33	9.5	200	8.4	118	8.7	224	12.1	-13

*：Eh は水素電極基準酸化還元電位。

表 3.3-3　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の凝灰岩浸漬液中の元素分析結果

固相	凝灰岩			
浸漬液の種類	凝灰岩－蒸留水（TW）	凝灰岩－模擬海水（STW）	凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）
ろ過条件	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過
pH	9.7	8.4	8.6	12.2
H^+	2.00×10^{-10}	3.98×10^{-9}	2.51×10^{-9}	6.31×10^{-13}
OH^-	5.01×10^{-5}	2.51×10^{-6}	3.98×10^{-6}	1.58×10^{-2}
Eh[mV]	121	124	219	26
元素濃度[mol/L]				
Na^+	$<2.65\times10^{-4}$	4.12×10^{-1}	3.38×10^{0}	6.52×10^{-3}
K^+	$<1.02\times10^{-6}$	3.48×10^{-4}	2.29×10^{-4}	2.81×10^{-5}
Ca^{2+}	$<4.99\times10^{-7}$	7.24×10^{-3}	5.09×10^{-4}	6.81×10^{-5}
Mg^{2+}	1.15×10^{-5}	6.99×10^{-2}	6.17×10^{-5}	$<6.17\times10^{-6}$
Al	5.56×10^{-6}	$<3.34\times10^{-6}$	$<3.34\times10^{-6}$	5.56×10^{-6}
Fe^{2+}/Fe^{3+}	$<1.79\times10^{-7}$	$<1.79\times10^{-7}$	1.79×10^{-7}	3.58×10^{-7}
Si	8.15×10^{-4}	1.56×10^{-4}	6.84×10^{-5}	4.91×10^{-3}
SO_4^{2-}	1.42×10^{-5}	2.88×10^{-2}	$<1.78\times10^{-3}$	1.18×10^{-5}
Cl^-	4.06×10^{-5}	4.71×10^{-1}	$<9.31\times10^{-4}$	2.76×10^{-5}
NO_3^-	2.07×10^{-5}	$<1.97\times10^{-3}$	2.54×10^{0}	3.90×10^{-4}
NO_2^-	$<1.91\times10^{-6}$	$<1.91\times10^{-6}$	$<1.91\times10^{-3}$	$<1.91\times10^{-6}$
NH_4^+	1.83×10^{-4}	$<7.29\times10^{-4}$	$<7.29\times10^{-4}$	8.17×10^{-1}
全有機 C	7.64×10^{-3}	7.64×10^{-3}	4.94×10^{-3}	8.21×10^{-4}
無機 C	1.11×10^{-3}	1.11×10^{-3}	7.12×10^{-4}	3.66×10^{-3}
Σ（陽イオン電荷）	2.90×10^{-4}	5.67×10^{-1}	3.38×10^{0}	6.70×10^{-3}
Σ（陰イオン電荷）	1.19×10^{-4}	5.29×10^{-1}	2.54×10^{0}	1.62×10^{-2}

表 3.3-4　アクチニド核種を対象とした試験用の凝灰岩浸漬液中の元素分析結果[mol/L]

元素	凝灰岩－模擬海水（STW）	元素	凝灰岩－模擬海水（STW）
Al	4.37×10^{-5}	Si	7.83×10^{-4}
As	$<2.67\times10^{-7}$	Sr	6.05×10^{-4}
Ba	$<7.28\times10^{-8}$	Tl	$<1.47\times10^{-7}$
Be	$<1.11\times10^{-6}$	Sn	-
B	5.27×10^{-4}	V	1.19×10^{-4}
Cd	$<8.90\times10^{-8}$	Zn	2.68×10^{-5}
Cr	1.92×10^{-7}	Na	8.46×10^{-1}
Co	$<1.70\times10^{-7}$	K	1.15×10^{-2}
Cu	$<1.57\times10^{-7}$	Ca	2.59×10^{-2}
Fe	8.54×10^{-5}	Mg	8.77×10^{-2}
Pb	2.41×10^{-7}	SO_4^{2-}	6.03×10^{-2}
Mn	1.98×10^{-5}	Br^-	$<6.26\times10^{-5}$
Ag	1.85×10^{-7}	Cl^-	5.08×10^{-1}-5.92×10^{-1}
Ni	5.11×10^{-7}	F^-	1.74×10^{-3}
Se	$<5.07\times10^{-7}$	I^-	$<7.88\times10^{-6}$

3.4　OPC－凝灰岩浸漬液の作製

浸漬液の作製手順を図 3.4-1 に示す。溶液としての蒸留水，硝酸イオン溶液およびアンモニア溶液に OPC を 1 ヶ月間浸漬させることにより OPC 浸漬液を作製した。これらの各 OPC 浸漬液を 0.45μm フィルターで固液分離した後，更に凝灰岩を浸漬させて OPC－凝灰岩浸漬液を作製した（蒸留水－OPC－凝灰岩は CTW，硝酸イオン溶液－OPC－凝灰岩は NCTW およびアンモニア溶液－OPC－凝灰岩は NHCTW）。これら作業は雰囲気制御グローブボックス内（酸素濃度 10ppm 以下）で実施した。OPC－凝灰岩浸漬液の作製条件を表 3.4-1 に示す。1 ヶ月間浸漬後，目開き 0.45μm フィルターおよび分画分子量 10,000 限外ろ過フィルターでろ過した後，ろ液中の pH，Eh，元素およびイオン濃度を測定した。

表 3.4-1　OPC－凝灰岩の浸漬液の作製条件

(1) OPC 浸漬液

浸漬液	下記の 3 種類 ・蒸留水 ・硝酸イオン溶液（3mol/l　硝酸ナトリウム溶液） ・アンモニア溶液（1mol/l　アンモニア水）
セメント系物質	普通ポルトランドセメントペースト*1（OPC）
液固比	100 [mL/g]
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月

*1：250μm 以下に粉砕したもの。

(2) OPC－凝灰岩浸漬液

浸漬液*1	下記の 3 種類 ・OPC－蒸留水浸漬液（CW） ・OPC－硝酸イオン溶液（NCW） ・OPC－アンモニア溶液（NHCW）
地質媒体	凝灰岩*2
液固比	100 [mL/g]
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月
分析項目	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過後の溶液の pH，Eh，各元素濃度，各イオン濃度，全有機炭素濃度，無機炭素濃度 Am および Th については目開き 0.2μm のろ過，各元素濃度，各イオン濃度

*1：浸漬液を目開き 0.45μm でろ過。
*2：250μm 以下に粉砕したもの。

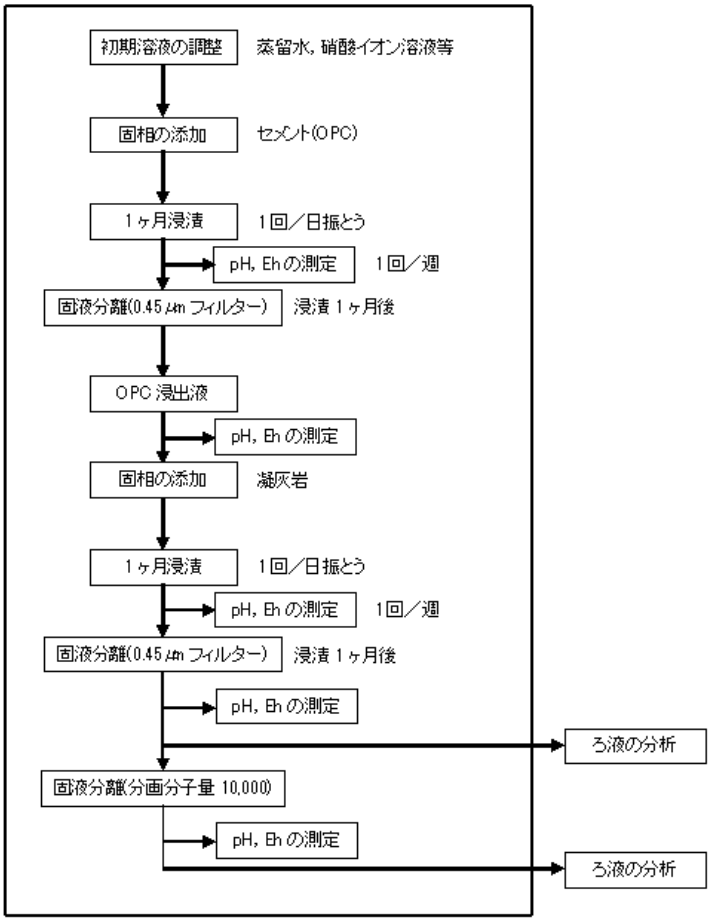

図 3.4-1　OPC－凝灰岩浸漬液の作製手順

各 OPC－各溶液浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 3.4-2 に示す。次に，この浸漬液を用いて作製した OPC－凝灰岩浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 3.4-3 に示す。浸漬期間中，浸漬液中の pH と Eh はほぼ一定の値で推移した。また，浸漬開始から 1 ヶ月後の可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の OPC－凝灰岩浸漬液の元素分析結果を表 3.4-4 に示す。また，アクチニド核種を対象とした試験用の OPC－凝灰岩浸漬液の元素分析結果を表 3.4-5 に示す。

表 3.4-2　各 OPC－各溶液浸漬液の pH および Eh の結果*

浸漬液の種類		OPC－凝灰岩－蒸留水（CW）		OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCW）		OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCW）	
浸漬期間[日]	ろ過方法	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]
7	ろ過なし	12.7	188	12.6	143	12.8	85
14	ろ過なし	12.7	111	12.6	104	12.8	29
21	ろ過なし	12.8	129	12.7	117	12.9	74
28	ろ過なし	12.9	139	12.9	128	12.9	77
30	ろ過なし	13.1	113	13.1	119	13	66
30	0.45μm	13	96	13	102	13	62

*：Eh は水素電極基準酸化還元電位。

表 3.4-3　各 OPC－凝灰岩浸漬液の pH および Eh の結果*

浸漬液の種類		OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）		OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）		OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	
浸漬期間[日]	ろ過方法	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]	pH	Eh[mV]
7	ろ過なし	12.7	222	12.4	196	12.7	82
14	ろ過なし	12.6	175	12.3	165	12.7	82
21	ろ過なし	12.4	164	12.3	164	12.5	43
30	ろ過なし	12.3	151	12.2	160	12.3	122
30	0.45μm	12.3	80	12.1	69	12.3	22
30	限外ろ過	12.2	82	11.9	94	12.2	27

*：Eh は水素電極基準酸化還元電位。

表 3.4-4　可溶性核種および遷移金属核種を対象とした試験用の OPC－凝灰岩浸漬液中の元素分析結果

固相	OPC－凝灰岩		
浸漬液の種類	OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）
ろ過条件	限外ろ過	限外ろ過	限外ろ過
pH	12.2	11.9	12.2
H^+	6.31×10^{-13}	1.26×10^{-12}	6.31×10^{-13}
OH^-	1.58×10^{-2}	7.94×10^{-3}	1.58×10^{-2}
Eh[mV]	82	94	27
元素濃度[mol/L]			
Na^+	5.31×10^{-3}	3.43×10^{0}	5.83×10^{-3}
K^+	2.20×10^{-5}	2.10×10^{-4}	3.27×10^{-5}
Ca^{2+}	2.97×10^{-3}	5.76×10^{-3}	2.17×10^{-3}
Mg^{2+}	$<6.91\times10^{-6}$	$<6.91\times10^{-6}$	$<6.91\times10^{-6}$
Al	1.73×10^{-4}	$<2.37\times10^{-6}$	1.69×10^{-4}
Fe^{2+}/Fe^{3+}	$<2.86\times10^{-7}$	$<2.86\times10^{-7}$	$<2.86\times10^{-7}$
Si	1.77×10^{-4}	4.98×10^{-5}	2.29×10^{-4}
SO_4^{2-}	2.54×10^{-4}	$<1.25\times10^{-2}$	2.54×10^{-5}
Cl^-	1.41×10^{-6}	$<3.84\times10^{-3}$	$<4.80\times10^{-7}$
NO_3^-	3.25×10^{-5}	3.41×10^{0}	1.17×10^{-5}
NO_2^-	$<1.52\times10^{-6}$	$<1.22\times10^{-2}$	$<1.52\times10^{-6}$
NH_4^+	6.12×10^{-4}	$<1.44\times10^{-3}$	4.41×10^{-1}
全有機 C	1.59×10^{-3}	1.74×10^{-3}	6.16×10^{-4}
無機 C	3.51×10^{-3}	3.06×10^{-3}	3.81×10^{-3}
Σ（陽イオン電荷）	1.19×10^{-2}	3.44×10^{0}	4.51×10^{-1}
Σ（陰イオン電荷）	1.64×10^{-2}	3.42×10^{0}	1.59×10^{-2}

表 3.4-5　アクチニド核種を対象とした試験用の OPC－凝灰岩浸漬液中の元素分析結果[mol/L]

元素	OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	元素	OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）
Al	1.48×10^{-4}	Si	7.12×10^{-5}
As	$<2.67\times10^{-7}$	Sr	$<1.14\times10^{-5}$
Ba	$<7.28\times10^{-8}$	Tl	$<1.47\times10^{-7}$
Be	$<1.11\times10^{-6}$	Sn	$<1.68\times10^{-7}$
B	$<9.25\times10^{-6}$	V	$<1.96\times10^{-7}$
Cd	$<8.90\times10^{-8}$	Zn	$<1.53\times10^{-7}$
Cr	7.69×10^{-7}	Na	6.22×10^{-3}
Co	$<1.70\times10^{-7}$	K	3.58×10^{-4}
Cu	6.29×10^{-7}	Ca	4.07×10^{-3}
Fe	5.91×10^{-6}	Mg	$<4.11\times10^{-5}$
Pb	$<1.45\times10^{-7}$	SO_4^{2-}	$<5.21\times10^{-4}$
Mn	$<1.82\times10^{-7}$	Br^-	$<6.26\times10^{-7}$
Ag	4.64×10^{-7}	Cl^-	2.82×10^{-5}
Ni	$<1.70\times10^{-7}$	F^-	$<2.63\times10^{-5}$
Se	$<5.07\times10^{-7}$	I^-	$<7.88\times10^{-6}$

4. 核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

4.1 遷移金属核種等の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

4.1.1 OPC 浸漬液における対象核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

溶解度の測定手順を図 4.1-1 に示す。3.1 節および 3.2 節で準備した溶液に対象核種を，既往の研究から想定される溶解度に対して過飽和になるように添加し，各対象核種の溶解度を測定した。浸漬期間は，最長で 1 ヶ月とし，1 週，2 週，3 週後にもサンプリングを行い，目開き 0.45μm および限外ろ過を順次行い，各ろ過後における各対象核種の濃度を測定した。試験条件を表 4.1-1 に示す。また，OPC 浸漬液の溶解度試験に用いた核種標準溶液の仕様を表 4.1-2 に示す。DOPC 浸漬液での溶解度測定に使用した核種を表 4.1-3 に示す。OPC 浸漬液での核種添加時の初期濃度を表 4.1-4，DOPC 浸漬液での核種添加時の初期濃度を表 4.1-5 に示す。

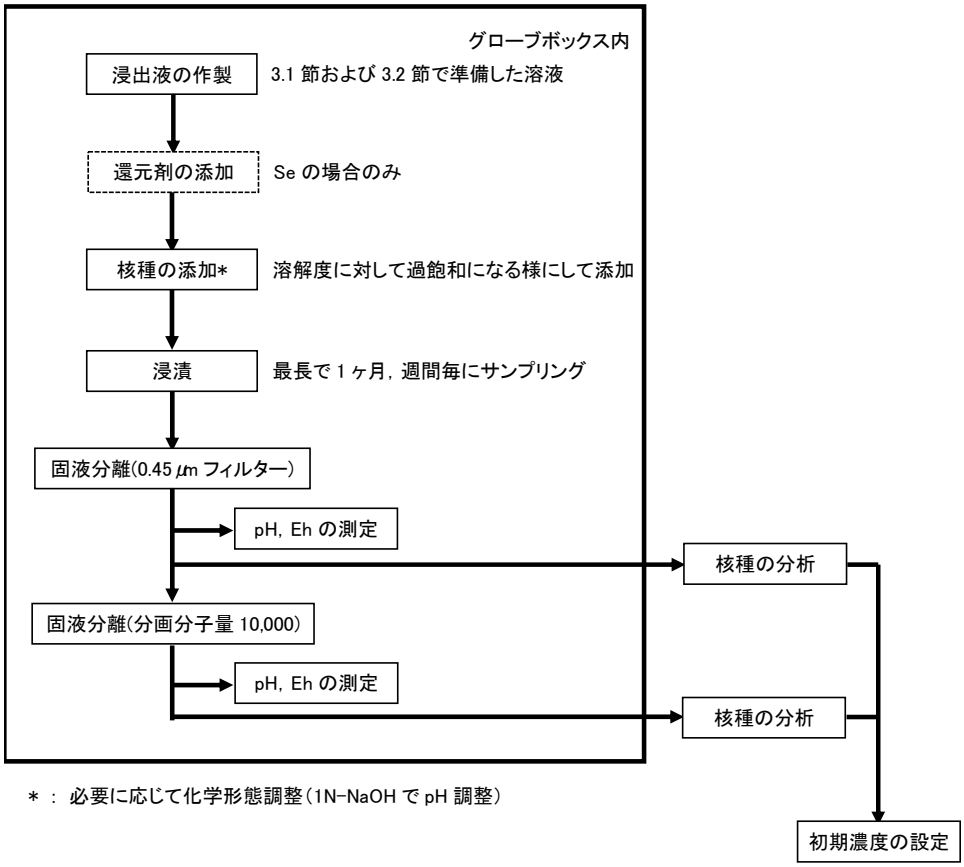

図 4.1-1 溶解度測定試験手順

表 4.1-1 OPC 浸漬液における溶解度試験条件

対象核種	Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb
浸漬液	下記の 3 種類* ・アルカリ溶液を使用した OPC 浸漬液（ACW） ・蒸留水を使用した OPC 浸漬液（CW） ・模擬海水を使用した OPC 浸漬液（SCW）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月（サンプリングは 1 週，2 週，3 週についても実施）
ろ過方法	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

＊ ： Se については還元剤（$Na_2S_2O_4$）を 10^{-3} M になるように添加して Eh を調整した。

表 4.1-2　OPCー浸漬液で使用した核種標準溶液

核種	半減期	放射能量 [MBq]	化学形	液量 [g]	備考
Ni-63	100y	2.32	Ni in 0.1M-HCl(1.7×10^{-3}M)	5.03	
Se-75	119.8d	5.08	Na_2SeO_3(2.9×10^{-4}M)	1.02	基準日 2001 年 12 月 12 日 12：00
Sr-90	28.8y	2.02	Sr in 0.1M-HCl(1.1×10^{-3}M)	5.07	
Sn-113	115.1d	4.88	Sn in 4M-HCl(8.4×10^{-4}M)	1.06	基準日 2001 年 12 月 1 日 12：00
安定 Nb	―	―	Nb in 1M-HF(1000mg/L)	―	

表 4.1-3　DOPCー浸漬液で使用した遷移金属核種等の仕様

核種	半減期	放射能量 [MBq]	化学形	液量 [g]	備考
Ni-63	100y	2.33	Ni in 0.1M-HCl(100μg/mL)	5.04	基準日 1994 年 9 月 1 日 12：00
Se-75	119.8d	5.08	Na_2SeO_3(50μg/mL)	1.03	基準日 2002 年 11 月 1 日 12：00
Sr-90	28.8y	0.205	Sr in 0.1M-HCl(100μg/mL)	5.03	基準日 2002 年 6 月 1 日 12：00
Sn-113	115.1d	4.77	Sn in 4M-HCl(290μg/mL)	1.08	基準日 2002 年 10 月 1 日 12：00
安定 Nb*	―	―	Nb in 1M-HF(1000mg/L)	―	

＊ ： 放射性核種(Nb-95)の入手が困難なため安定 Nb を使用した。

表 4.1-4　OPC 浸漬液での溶解度測定試験における核種初期濃度

核種	核種濃度[Bq/mL]	キャリア濃度[M]*	1 試料あたりの浸漬液量[mL]
Ni-63	9.06×10^{2}	4.24×10^{-6}	50
Se-75	6.55×10^{2}	4.42×10^{-3}	50
Sr-90	1.79×10^{3}	1.84×10^{-3}	50
Sn-113	1.21×10^{3}	8.39×10^{-3}	50
安定 Nb	―	1.08×10^{-5}	50

＊ ： Se，Sr，Sn についてはキャリアを添加して濃度調整した。

表 4.1-5　DOPC 浸漬液での溶解度測定試験における核種の初期濃度

核種	核種濃度[Bq/mL]	キャリア濃度[M]*	1 試料あたりの浸漬液量[M]
Ni-63	7.57×10^{2}	2.79×10^{-6}	50
Se-75	2.54×10^{3}	2.25×10^{-3}	50
Sr-90	2.56×10^{3}	9.38×10^{-4}	50
Sn-113	2.39×10^{3}	1.43×10^{-4}	50
安定 Nb	―	1.08×10^{-6}	50

＊ ： Se，Sr，Sn についてはキャリアを添加して濃度調整した。

添加した核種のうち，Se-75，Sr-90 および Sn-113 については，RI 標準溶液にキャリアとして，それぞれ SeO_2，$SrCl_2$ および $SnCl_4$ を添加し，キャリア初期濃度が想定される溶解度よりも高い濃度になるように調整した。Ni については，RI 標準溶液に含まれているキャリアで充分であると考えられるため，キャリアは添加しなかった。溶液中の Se-75 および Sn-113 の測定には Ge 半導体検出器（セイコーEG&G 社製）を使用した。Ni-63 および Sr-90 の測定には液体シンチレーションカウンタ（アロカ社製 LSC-5100）を使用した。安定 Nb の測定には ICP-MS（パーキンエルマー社製 ELAN-5000）を使用した。

OPC 浸漬期間中の核種の分析結果を表 4.1-6 および図 4.1-2 に示す。また，pH と Eh の測定結果をそれぞれ表 4.1-7 および表 4.1-8 に示す。そして DOPC 浸漬期間中の核種濃度の測定結果を表 4.1-9 および図 4.1-3 に示す。また，浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 4.1-10 に示す。OPC 浸漬期間中，若干濃度のばらつきが見られるが，いずれの核種もほぼ一定濃度になる傾向がみられ，ほぼ溶解平衡に達していると推定される。また，ろ過方法による溶解度の差は顕著ではなかった。DOPC 浸漬液での Se および Sn の場合，RI 添加により pH が顕著に低下したため，1N-NaOH 溶液を添加して，RI 添加前の pH に調整した。浸漬期間中，Ni，Se および Sr の濃度はほぼ一定の濃度で推移し，ろ過方法による濃度の差はほとんど見られなかった。一方，Sn および Nb については，0.45μm フィルターでろ過した場合に比べて，限外ろ過した場合の方が，濃度が低くなる傾向が見

られた。また，浸漬期間中の濃度に若干ばらつきがあるが，ほぼ一定濃度になる傾向にあった。

5 章で実施する分配係数の測定は，ここで得られた溶解度よりも低い値を初期濃度として設定した。ただし，Sn-113 の蒸留水系，模擬海水系については放射能濃度が検出限界に近いため，Sn-113 添加量を増やし初期放射能濃度を高く調整した。

表 4.1-6　OPC 浸漬液における溶解度測定結果

核種	溶液の種類	ろ過方法	核種添加時濃度[mol/L]	浸漬期間中の核種濃度[mol/L]			
			0 日	7 日	14 日	21 日	28 日
Ni-63	アルカリ溶液（ACW）	0.45μm	4.24×10^{-6}	1.45×10^{-8}	2.02×10^{-8}	2.66×10^{-8}	2.70×10^{-8}
		限外ろ過		1.41×10^{-8}	2.05×10^{-8}	2.41×10^{-8}	2.04×10^{-8}
	蒸留水（CW）	0.45μm	4.24×10^{-6}	7.02×10^{-9}	1.02×10^{-8}	1.18×10^{-8}	1.39×10^{-8}
		限外ろ過		7.58×10^{-9}	9.97×10^{-9}	1.14×10^{-8}	1.12×10^{-8}
	模擬海水（SCW）	0.45μm	4.24×10^{-6}	1.73×10^{-8}	1.63×10^{-8}	1.66×10^{-8}	1.98×10^{-8}
		限外ろ過		1.47×10^{-8}	1.48×10^{-8}	1.41×10^{-8}	1.29×10^{-8}
Se-75	アルカリ溶液（ACW）	0.45μm	4.42×10^{-3}	5.06×10^{-3}	4.10×10^{-3}	2.67×10^{-3}	3.28×10^{-3}
		限外ろ過		5.26×10^{-3}	4.31×10^{-3}	2.99×10^{-3}	3.13×10^{-3}
	蒸留水（CW）	0.45μm	4.42×10^{-3}	5.40×10^{-4}	4.26×10^{-4}	3.19×10^{-4}	3.98×10^{-4}
		限外ろ過		5.53×10^{-4}	4.27×10^{-4}	2.96×10^{-4}	4.09×10^{-4}
	模擬海水（SCW）	0.45μm	4.42×10^{-3}	8.13×10^{-4}	5.57×10^{-4}	4.67×10^{-4}	5.22×10^{-4}
		限外ろ過		1.06×10^{-3}	5.61×10^{-4}	4.32×10^{-4}	5.49×10^{-4}
Sr-90	アルカリ溶液（ACW）	0.45μm	1.84×10^{-3}	1.83×10^{-3}	1.81×10^{-3}	1.82×10^{-3}	1.79×10^{-3}
		限外ろ過		1.85×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.78×10^{-3}
	蒸留水（CW）	0.45μm	1.84×10^{-3}	1.82×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.81×10^{-3}	1.78×10^{-3}
		限外ろ過		1.84×10^{-3}	1.81×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.81×10^{-3}
	模擬海水（SCW）	0.45μm	1.84×10^{-3}	1.79×10^{-3}	1.76×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.82×10^{-3}
		限外ろ過		1.87×10^{-3}	1.80×10^{-3}	1.83×10^{-3}	1.82×10^{-3}
Sn-113	アルカリ溶液（ACW）	0.45μm	8.39×10^{-3}	3.45×10^{-3}	3.21×10^{-3}	3.15×10^{-3}	3.49×10^{-3}
		限外ろ過		4.47×10^{-3}	3.52×10^{-3}	3.61×10^{-3}	3.07×10^{-3}
	蒸留水（CW）	0.45μm	8.39×10^{-3}	3.44×10^{-6}	1.75×10^{-6}	1.01×10^{-6}	8.11×10^{-7}
		限外ろ過		$<1.93\times10^{-6}$	1.75×10^{-6}	7.77×10^{-7}	1.59×10^{-6}
	模擬海水（SCW）	0.45μm	8.39×10^{-3}	$<3.15\times10^{-6}$	4.80×10^{-6}	6.58×10^{-7}	4.59×10^{-7}
		限外ろ過		$<1.98\times10^{-6}$	9.29×10^{-6}	4.46×10^{-7}	5.64×10^{-7}
安定 Nb	アルカリ溶液（ACW）	0.45μm	1.08×10^{-5}	1.68×10^{-8}	1.51×10^{-8}	3.77×10^{-9}	1.94×10^{-8}
		限外ろ過		2.17×10^{-8}	2.48×10^{-8}	1.72×10^{-8}	1.07×10^{-8}
	蒸留水（CW）	0.45μm	1.08×10^{-5}	2.54×10^{-8}	1.05×10^{-8}	1.33×10^{-8}	8.07×10^{-9}
		限外ろ過		2.03×10^{-8}	4.81×10^{-8}	8.07×10^{-9}	1.13×10^{-8}
	模擬海水（SCW）	0.45μm	1.08×10^{-5}	6.41×10^{-8}	4.25×10^{-8}	6.76×10^{-8}	5.68×10^{-8}
		限外ろ過		6.22×10^{-8}	5.56×10^{-8}	3.87×10^{-8}	4.68×10^{-8}

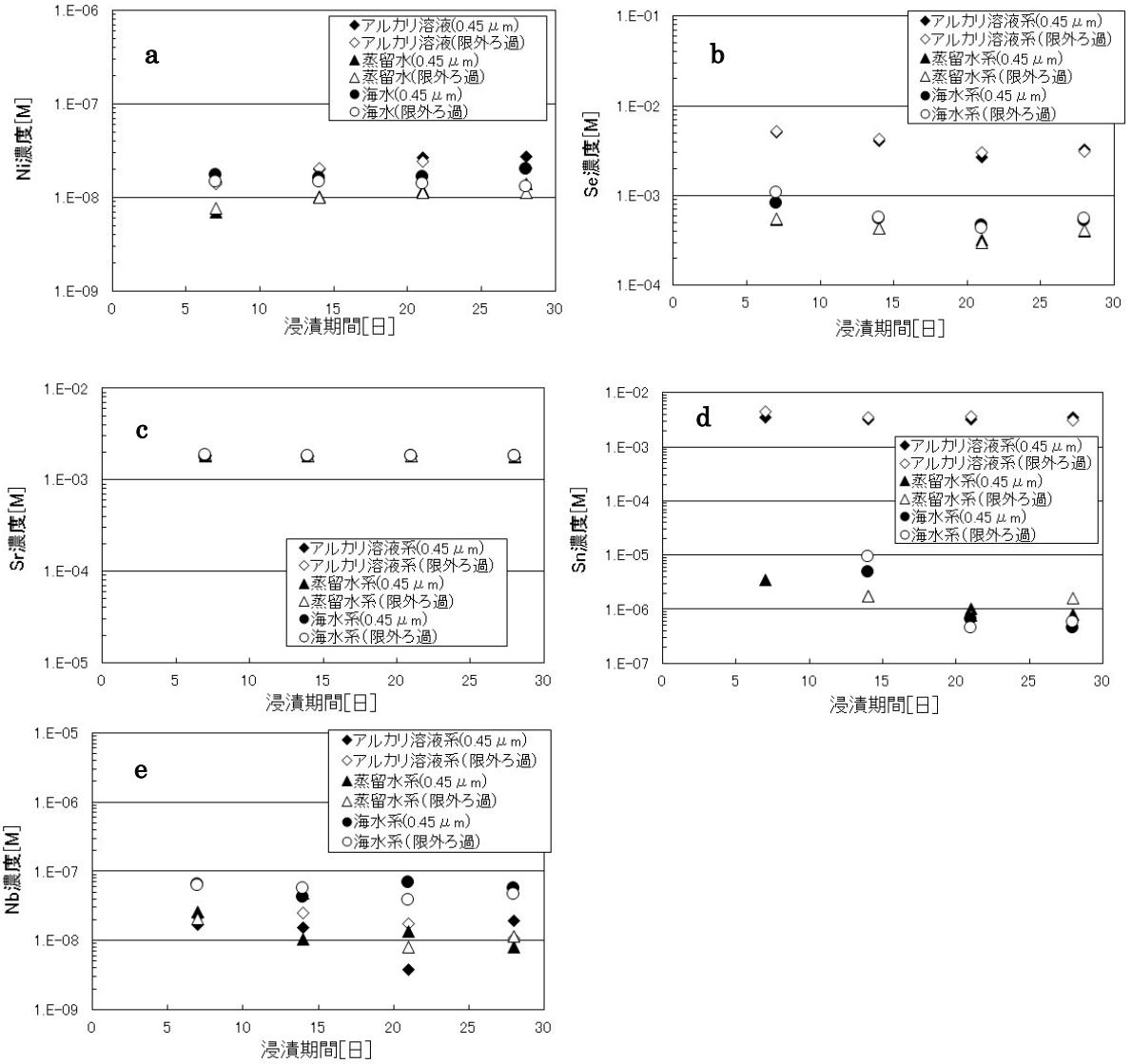

図 4.1-2　OPC 浸漬液における核種の溶解度測定結果(a：Ni，b：Se，c：Sr，d：Sn，e：Nb)

表 4.1-7　OPC 浸漬液における溶解度測定後の pH

核種	浸漬期間 [日]	pH					
		アルカリ溶液（ACW）		蒸留水（CW）		模擬海水（SCW）	
		0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過
Ni-63	7	12.9	12.9	12.5	12.5	10.8	10.8
	14	13.0	13.0	12.6	12.6	10.9	10.9
	21	13.0	12.9	12.5	12.5	10.8	10.8
	28	12.9	13.0	12.5	12.5	10.8	10.8
Se-75	7	13.0	13.0	12.5	12.5	11.0	11.0
	14	12.8	12.8	12.4	12.3	10.8	10.8
	21	12.8	12.8	12.4	12.4	10.8	10.8
	28	12.8	12.8	12.4	12.4	10.8	10.8
Sr-90	7	12.9	12.9	12.5	12.5	10.7	10.7
	14	13.0	13.0	12.6	12.6	10.9	10.9
	21	13.0	12.9	12.6	12.5	10.8	10.8
	28	13.0	13.0	12.5	12.5	10.8	10.8
Sn-113	7	12.7	12.8	12.3	12.3	10.9	10.9
	14	12.5	12.5	12.1	12.1	10.8	10.8
	21	12.6	12.6	12.2	12.2	10.8	10.8
	28	12.6	12.6	12.2	12.2	10.7	10.8
安定 Nb	7	13.1	13.1	12.7	12.6	11.1	11.1
	14	12.8	12.8	12.4	12.4	10.9	10.9
	28	13.3	13.4	12.9	12.9	11.2	11.3
	35	13.1	13.1	12.7	12.7	11.1	11.1

表 4.1-8　OPC 浸漬液における溶解度測定後の Eh[mV]

核種	浸漬期間 [日]	Eh					
		アルカリ溶液（ACW）		蒸留水（CW）		模擬海水（SCW）	
		0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過
Ni-63	7	176	169	180	170	153	155
	14	172	127	171	123	127	127
	21	151	134	162	125	135	116
	28	83	122	81	125	73	91
Se-75	7	50	27	-121	-133	-35	-56
	14	38	58	-8	39	75	93
	21	48	28	54	18	82	80
	28	69	51	70	71	90	80
Sr-90	7	140	131	146	143	144	141
	14	133	122	134	128	131	121
	21	133	119	137	93	130	97
	28	81	100	82	100	77	86
Sn-113	7	234	226	216	219	166	170
	14	65	63	53	56	78	66
	21	67	50	70	49	98	90
	28	58	68	72	71	85	82
安定 Nb	7	179	169	186	182	131	125
	14	243	192	216	210	140	138
	21	193	182	187	177	133	117
	28	205	196	197	194	122	124

表 4.1-9　DOPC 浸漬液（DCW）における溶解度測定結果

核種	ろ過方法	核種添加時濃度 [M]	浸漬期間中の核種濃度[M]			
			7 日	14 日	21 日	28 日
Ni-63	0.45μm	2.80×10^{-6}	1.36×10^{-8}	1.44×10^{-8}	1.43×10^{-8}	1.38×10^{-8}
	限外ろ過		1.09×10^{-8}	1.14×10^{-8}	1.25×10^{-8}	1.34×10^{-8}
Se-75	0.45μm	2.25×10^{-3}	9.05×10^{-4}	9.39×10^{-4}	9.30×10^{-4}	9.73×10^{-4}
	限外ろ過		8.80×10^{-4}	9.05×10^{-4}	9.22×10^{-4}	9.14×10^{-4}
Sr-90	0.45μm	1.08×10^{-3}	1.05×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.07×10^{-3}
	限外ろ過		1.07×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.06×10^{-3}
Sn-113	0.45μm	1.42×10^{-4}	8.86×10^{-7}	6.19×10^{-7}	8.31×10^{-7}	5.05×10^{-7}
	限外ろ過		4.68×10^{-7}	2.26×10^{-7}	3.34×10^{-7}	2.99×10^{-7}
安定 Nb*	0.45μm	1.08×10^{-6}	3.99×10^{-8}	1.29×10^{-8}	4.79×10^{-8}	1.43×10^{-8}
	限外ろ過		1.29×10^{-8}	1.38×10^{-9}	4.74×10^{-9}	$<9.68\times10^{-10}$

*　：　浸漬液中の Nb-93 バックグラウンドは検出限界以下（$<9.68\times10^{-10}$M）であった。

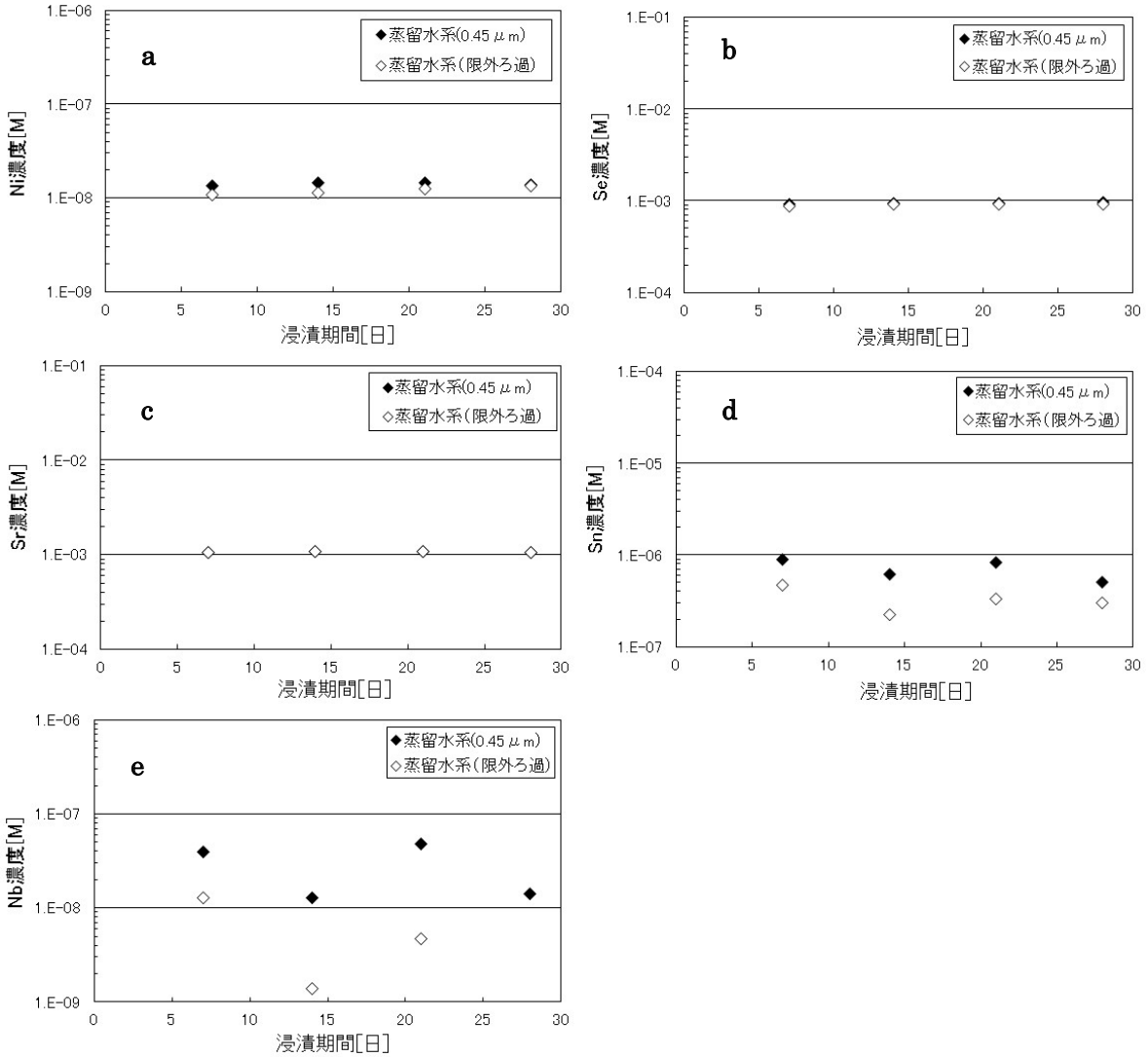

図 4.1-3　DOPC 浸漬液における核種の溶解度測定結果(a：Ni，b：Se，c：Sr，d：Sn，e：Nb)

表 4.1-10　DOPC 浸漬液（DCW）における溶解度測定後 pH および Eh

核種	浸漬期間 [日]	pH		Eh[mV]		備考
		0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	
Ni-63	7	11.3	11.3	154	154	RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施せず
	14	11.4	11.4	238	235	
	21	11.3	11.3	67	60	
	28	11.5	11.5	251	253	
Se-75	7	11.1	11.1	105	57	RI 添加により pH が低下したため，NaOH 溶液で pH を調整
	14	11.0	11.0	118	104	
	21	11.1	11.1	107	91	
	28	11.0	11.0	119	119	
Sr-90	7	11.4	11.4	230	230	RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施せず
	14	11.3	11.3	184	184	
	21	11.2	11.2	165	160	
	28	11.2	11.2	121	125	
Sn-113	7	11.3	11.3	198	204	RI 添加により pH が低下したため，NaOH 溶液で pH を調整
	14	11.2	11.2	318	313	
	21	11.1	11.1	172	167	
	28	11.2	11.2	167	170	
安定 Nb	7	11.4	11.4	223	217	RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施せず
	14	11.3	11.3	191	189	
	21	11.4	11.4	71	68	
	28	11.4	11.4	126	136	

4.1.2　凝灰岩浸漬液における対象核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

3.3 節で準備した 2 種類の溶液に対象核種を表 4.1-1 に示した溶解度に対して過飽和になるように添加し，各対象核種の溶解度を取得した。溶解度の測定手順は 4.1.1 項と同様である（図 4.1-1 参照）。浸漬期間は，最長で 1 ヶ月とし，1 週，2 週，3 週後においてもサンプリングを行い，目開き 0.45μm および限外ろ過を順次行い，各ろ過後における各対象核種の濃度を測定した。試験条件を表 4.1-11 に示す。核種の添加量は上記 4.1.1 項と同様である。

表 4.1-11　凝灰岩浸漬液における溶解度試験条件

対象核種	Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb
浸漬液	下記の 2 種類* ・蒸留水を使用した凝灰岩浸漬液（TW） ・模擬海水を使用した凝灰岩浸漬液（STW）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 ヶ月（サンプリングは 1 週，2 週，3 週についても実施）
ろ過方法	目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*　：　Se については還元剤（$Na_2S_2O_4$）を 10^{-3} M になるように添加して Eh を調整した。

セメント浸漬期間中の核種の分析結果を表 4.1-12 および図 4.1-4 に示す。また，pH と Eh の測定結果を表 4.1-13 に示す。浸漬期間中，若干濃度のばらつきが見られるが，いずれの核種もほぼ一定濃度になる傾向がみられ，ほぼ溶解平衡に達していると推定される。また，ろ過方法の影響については，蒸留水系の Ni の溶解度で差がみられたが，これ以外の条件では溶解度の差は顕著ではなかった。

表 4.1-12　凝灰岩浸漬液における溶解度測定結果

核種	溶液の種類	ろ過方法	核種添加時濃度 [mol/L]	浸漬期間中の核種濃度[mol/L]			
				7 日	14 日	21 日	28 日
Ni	蒸留水（TW）	0.45μm	4.24×10^{-6}	4.02×10^{-6}	4.02×10^{-6}	3.96×10^{-6}	4.06×10^{-6}
		限外ろ過		1.30×10^{-8}	1.17×10^{-8}	1.09×10^{-8}	1.02×10^{-8}
	模擬海水（STW）	0.45μm	4.24×10^{-6}	4.42×10^{-6}	4.30×10^{-6}	4.34×10^{-6}	4.14×10^{-6}
		限外ろ過		4.52×10^{-6}	4.28×10^{-6}	4.36×10^{-6}	4.15×10^{-6}
Se	蒸留水（TW）	0.45μm	4.42×10^{-3}	5.13×10^{-3}	4.32×10^{-3}	3.78×10^{-3}	4.31×10^{-3}
		限外ろ過		5.26×10^{-3}	4.35×10^{-3}	3.33×10^{-3}	4.39×10^{-3}
	模擬海水（STW）	0.45μm	4.42×10^{-3}	4.99×10^{-3}	4.14×10^{-3}	1.75×10^{-3}	1.62×10^{-3}
		限外ろ過		5.16×10^{-3}	4.52×10^{-3}	1.45×10^{-3}	1.46×10^{-3}
Sr	蒸留水（TW）	0.45μm	1.84×10^{-3}	1.71×10^{-3}	1.76×10^{-3}	1.75×10^{-3}	1.73×10^{-3}
		限外ろ過		1.83×10^{-3}	1.76×10^{-3}	1.74×10^{-3}	1.75×10^{-3}
	模擬海水（STW）	0.45μm	1.84×10^{-3}	1.83×10^{-3}	1.82×10^{-3}	1.85×10^{-3}	1.82×10^{-3}
		限外ろ過		1.86×10^{-3}	1.83×10^{-3}	1.87×10^{-3}	1.80×10^{-3}
Sn	蒸留水（TW）	0.45μm	8.39×10^{-3}	4.26×10^{-3}	8.53×10^{-3}	8.32×10^{-3}	7.63×10^{-3}
		限外ろ過		3.14×10^{-3}	3.98×10^{-3}	3.37×10^{-3}	2.73×10^{-3}
	模擬海水（STW）	0.45μm	8.39×10^{-3}	4.40×10^{-3}	4.85×10^{-7}	3.80×10^{-6}	5.28×10^{-6}
		限外ろ過		4.40×10^{-3}	2.79×10^{-7}	2.46×10^{-6}	7.21×10^{-6}
安定 Nb	蒸留水（TW）	0.45μm	1.08×10^{-5}	9.41×10^{-6}	1.09×10^{-5}	8.93×10^{-6}	8.57×10^{-6}
		限外ろ過		7.45×10^{-6}	7.87×10^{-6}	7.52×10^{-6}	6.82×10^{-6}
	模擬海水（STW）	0.45μm	1.08×10^{-5}	2.65×10^{-6}	2.39×10^{-6}	6.91×10^{-7}	7.71×10^{-7}
		限外ろ過		1.12×10^{-6}	1.41×10^{-6}	6.44×10^{-7}	4.91×10^{-7}

表 4.1-13　凝灰岩浸漬液における溶解度測定後の pH および Eh

核種	浸漬期間 [日]	pH				Eh[mV]			
		蒸留水（TW）		模擬海水（STW）		蒸留水（TW）		模擬海水（STW）	
		0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過
Ni-63	7	9.6	9.6	8.3	8.3	199	191	177	174
	14	9.7	9.8	8.4	8.4	176	159	160	147
	21	9.7	9.8	8.4	8.4	156	126	156	136
	28	9.7	9.7	8.4	8.4	105	129	90	106
Se-75	7	9.9	9.9	8.9	8.9	-27	-35	98	106
	14	9.8	9.8	8.9	8.9	59	83	113	125
	21	9.8	9.8	8.7	8.7	79	55	109	99
	28	9.8	9.8	8.7	8.7	92	68	103	91
Sr-90	7	9.6	9.6	8.3	8.3	172	160	147	142
	14	9.8	9.7	8.4	8.4	144	143	133	126
	21	9.7	9.7	8.3	8.4	156	107	148	115
	28	9.7	9.7	8.3	8.3	108	114	92	98
Sn-113	7	10.4	10.4	8.6	8.6	177	182	176	179
	14	10.2	10.2	8.6	8.6	80	52	104	111
	21	10.3	10.3	8.6	8.6	52	43	119	109
	28	10.3	10.3	8.7	8.7	63	53	107	97
安定 Nb	7	10.7	10.1	8.7	8.8	220	189	143	135
	14	10.5	10.5	8.7	8.7	216	218	148	147
	28	10.9	10.8	9.1	9.0	191	199	140	135
	35	10.6	10.6	8.9	8.9	193	207	140	140

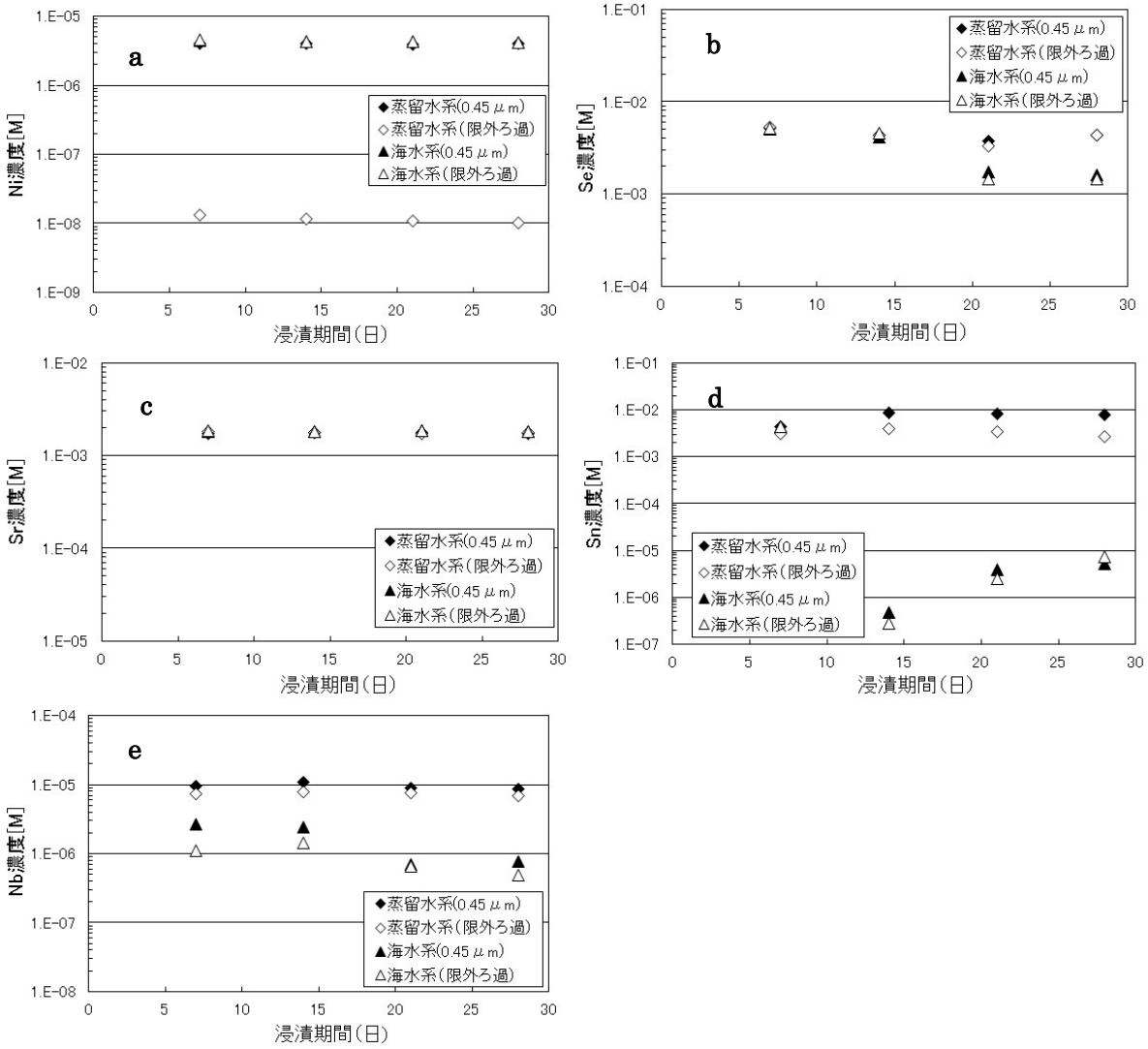

図 4.1-4　凝灰岩浸漬液における核種の溶解度測定結果(a：Ni，b：Se，c：Sr，d：Sn，e：Nb)

OPC－凝灰岩浸漬期間中の核種濃度の測定結果を表 4.1-14 および図 4.1-5 に示す。また，浸漬液の pH と Eh の測定結果を表 4.1-15 に示す。いずれの核種も RI 添加による pH の変化はほとんどみられなかったため，pH 調整はしなかった。浸漬期間中，Ni，Se および Sr の濃度は，ほぼ一定の濃度で推移し，ろ過方法による濃度の差はほとんど見られなかった。一方，Sn と Nb については，0.45μm フィルターでろ過した場合に比べて，限外ろ過した場合の方が，濃度が低くなる傾向が見られた。また，浸漬期間中の濃度に若干ばらつきがあるが，ほぼ一定濃度になる傾向にあった。

5 章で実施する分配係数の測定は，ここで得られた溶解度よりも低い値を初期濃度として設定した。ただし，Sn-113 の蒸留水系，模擬海水系については放射能濃度が検出限界に近いため，Sn-113 添加量を増やし初期放射能濃度を高く調整した。

表 4.1-14　蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）における溶解度測定結果

核種	ろ過方法	核種添加時濃度 [mol/L]	浸漬期間中の核種濃度[mol/L]			
			7 日	14 日	21 日	28 日
Ni-63	0.45μm	2.80×10^{-6}	1.14×10^{-8}	1.40×10^{-8}	1.58×10^{-8}	1.26×10^{-8}
	限外ろ過		1.04×10^{-8}	1.08×10^{-8}	1.36×10^{-8}	1.29×10^{-8}
Se-75	0.45μm	2.25×10^{-3}	8.97×10^{-4}	8.63×10^{-4}	9.39×10^{-4}	9.30×10^{-4}
	限外ろ過		8.34×10^{-4}	8.13×10^{-4}	9.39×10^{-4}	9.39×10^{-4}
Sr-90	0.45μm	1.08×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.07×10^{-3}
	限外ろ過		1.08×10^{-3}	1.09×10^{-3}	1.08×10^{-3}	1.06×10^{-3}
Sn-113	0.45μm	1.42×10^{-4}	1.25×10^{-6}	4.68×10^{-7}	4.48×10^{-7}	5.72×10^{-7}
	限外ろ過		1.24×10^{-6}	4.34×10^{-7}	4.82×10^{-7}	3.63×10^{-7}
安定 Nb *	0.45μm	1.08×10^{-6}	1.26×10^{-8}	4.11×10^{-9}	7.70×10^{-9}	7.14×10^{-9}
	限外ろ過		5.71×10^{-9}	3.33×10^{-9}	3.76×10^{-9}	4.55×10^{-9}

＊ ： 浸漬液中の Nb-93 バックグラウンドは検出限界以下（$<9.68\times10^{-10}$M）であった。

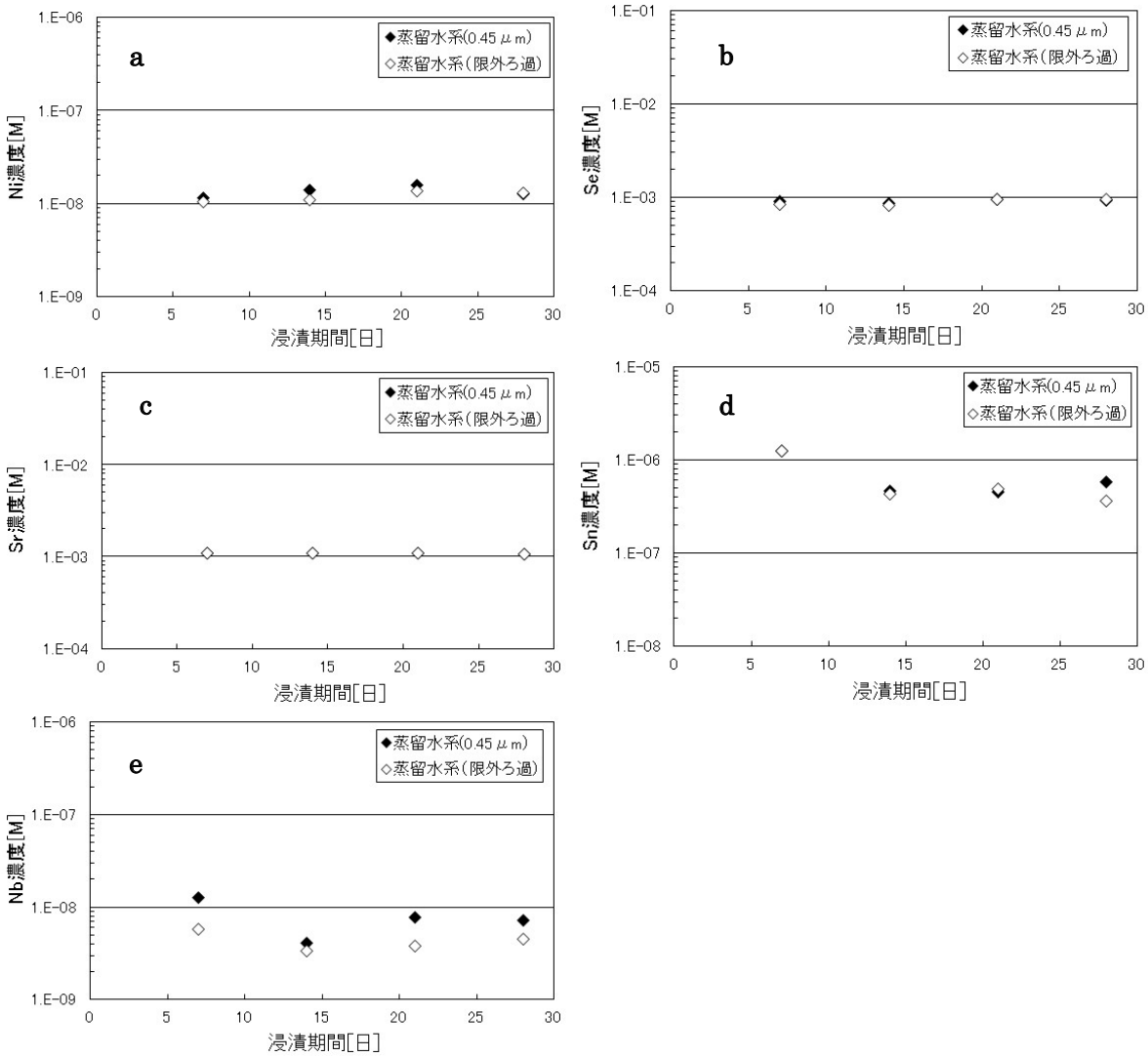

図 4.1-5　OPC－凝灰岩浸漬液における核種の溶解度測定結果
(a：Ni，b：Se，c：Sr，d：Sn，e：Nb)

表 4.1-15　蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）における溶解度測定後の pH および Eh

核種	浸漬期間 [日]	pH		Eh[mV]		備考
		0.45μm	限外ろ過	0.45μm	限外ろ過	
Ni-63	7	12.2	12.2	161	147	*1
	14	12.2	12.2	228	225	
	21	12.2	12.2	41	30	
	28	12.4	12.4	212	207	
Se-75	7	11.9	11.9	80	41	*1
	14	11.8	11.8	80	75	
	21	12.0	11.9	84	77	
	28	11.9	11.9	83	85	
Sr-90	7	12.4	12.4	213	203	*1
	14	12.3	12.3	229	229	
	21	12.2	12.1	150	143	
	28	12.2	12.1	107	97	
Sn-113	7	12.2	12.1	182	173	*1
	14	12.1	12.1	245	242	
	21	12.0	12.0	121	113	
	28	12.1	12.1	148	141	
安定 Nb	7	12.3	12.3	185	185	*1
	14	12.2	12.2	166	159	
	21	12.3	12.3	43	42	
	28	12.3	12.2	160	164	

*1 ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施せず。

4.2　アクチニド核種の溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

4.2.1 トリウムの溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

pH が 7 から 13 の範囲において，溶液中のトリウムの溶解度は，有機錯体等が共存しない条件では一定であると予測され，溶液中の中性電荷化学種である $Th(OH)_4$ およびアモルファス ThO_2 または $Th(OH)_2$ 固相間での平衡によって制御される [8]。地球化学計算コード HARPHRQ[9]および熱力学データベース HATCHES [10]（version NEA15）を使用した計算では，降水系地下水条件下での ThO_2 溶解度は約 5×10^{-9} mol/L と評価される [11]。

先行研究において実施された Th の過飽和側からの溶解度試験 [12]では，OPC－蒸留水浸漬液中の Th の溶解度は，0.45μm ろ過後の結果として，$5.8(\pm0.7)\times10^{-10}$(31 日)から $9.5(\pm5.1)\times10^{-10}$ mol/L（7 日）の範囲，10,000 分画分子量（NMWCO）ろ過後の結果として，$4.7(\pm0.7)\times10^{-10}$（31 日）から $5.2(\pm0.6)\times10^{-10}$ mol/L（7 日）の範囲の値が得られている。これらの試験での pH 範囲は 12.6 から 13.0 であり，Eh は－100 から+300 mV の範囲であった。

一方で，先行研究における Th の溶解度試験の結果として，30,000 NMWCO のろ過後の溶解度として以下の値が得られている。

・pH 12.9 での OPC－蒸留水浸漬液で 4.1×10^{-10} mol/L,
・pH 12.6 での OPC－硝酸イオン溶液浸漬液で 8.4×10^{-10} mol/L[13],
・pH 10.4 での凝灰岩－蒸留水浸漬液で 2.8×10^{-10} mol/L,
・pH 9.6～10.4 での凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 4.2×10^{-10} mol/L[12]。

また，OPC－アンモニア溶液浸漬液中の Th の溶解度については，pH 12，Eh が+120 mV での凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液中の 0.45μm ろ過後の結果として，1.7×10^{-11} mol/L の値が報告されている [14]。

上記のような先行研究で取得された溶解度の値と，液体シンチレーション計測での Th 検出下限の 5×10^{-15} mol/L を考慮して，pH 12 以上での Th の収着試験での初期濃度を 3×10^{-11} mol/L，そして pH 約 10 での Th 収着試験での初期濃度を 4×10^{-11} mol/L と設定した。

以下の条件での収着試験における Th の初期濃度を 3×10^{-11} mol/L に設定する。

・OPC－海水浸漬液（SCW），
・DOPC－蒸留水浸漬液（DCW），
・OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW），

・OPC－アンモニア溶液浸漬液（NHCW）

以下の条件での収着試験における Th の初期濃度を 4×10^{-11} mol/L に設定する。

・凝灰岩－海水浸漬液（STW）

4.2.2 アメリシウムの溶解度の取得および収着試験の初期濃度の設定

pH に対する Am の溶解度は，炭酸塩の存在しない場合，高 pH で減少すると予測される。炭酸塩が存在する場合は，Am の炭酸錯体を形成して溶解度を更に増加すると考えられる。Am のスペシエーション計算では，pH 12 以上において，中性電荷 $Am(OH)_3^0$ 錯体が主な化学種であると予測される。pH 10 から 11.5 において，主な化学種は $Am(OH)_2^+$であると予測される。海水において，$Am(CO_3)^+$と $Am(CO_3)_2^-$が pH 7 と 11 の間で主な化学種と予測され，そして pH 11 と 14 の間では $Am(OH)_3^0$ が支配的であると予測される [14]。

先行研究における Am の溶解試験では，pH が 12 から 13 の範囲での OPC 浸漬液において，Am 溶解度は 7×10^{-12} から 2×10^{-10} mol/L の範囲内であった [12]。

Baker et al.[12,13]はアメリシウムの溶解度において 30,000 NMWCO ろ過に基づいた以下のような溶解度を報告している。

・pH 12.9 での OPC－蒸留水浸漬液において 9.8×10^{-12} mol/L

・pH 12.6 での OPC－硝酸イオン溶液浸漬液において 2.0×10^{-11} mol/L

・pH 10.4～10.7 での凝灰岩－蒸留水浸漬液において 3.7×10^{-10} mol/L

・pH 10.2～10.5 での凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液において 2.2×10^{-10} mol/L

また，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液の実験において，0.45μm ろ過後のアメリシウムの濃度は 2.6×10^{-12} mol/L であった [14]。この時の pH は 11.8 であり，Eh は+122 mV であった。

地球化学計算コード HARPHRQ[9]及び熱力学データベース（HATCHES version NEN15[10]）を用いた計算では，降水系地下水条件下での $Am(OH)_3(s)$についての溶解度は約 5×10^{-11} mol/L であると評価される。

上記の溶解度を考慮して，pH 12 以上での Am の収着試験における初期濃度を 3×10^{-12} mol/L，そして pH 約 10 での Am の収着試験における初期濃度を 3×10^{-11} mol/L に設定した。

以下の条件での収着試験における Am の初期濃度を 3×10^{-12} mol/L に設定する。

・OPC－海水浸漬液（SCW）

・DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）

・OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）

・OPC－アンモニア溶液浸漬液（NHCW）

以下の条件での収着試験における Am の初期濃度を 3×10^{-11} mol/L に設定する。

・凝灰岩－海水浸漬液（STW）

5. OPC および凝灰岩の収着試験の方法と条件

5.1 OPC 浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件

分配係数取得のための収着試験の手順は図 5.1-1 に示す通りである。核種を含む各浸漬液に固相を添加し，分配係数測定試験を開始した。温度は室温，不活性ガス雰囲気下（酸素濃度 10ppm 以下）で試験期間は，1 週間とし，繰り返し数は 3 回，固液分離は遠心分離，目開き 0.45μm のろ過，限外ろ過を順次行い，対象核種の濃度を測定した。その後，容器壁への核種の収着量を把握するために，容器の洗い出しを実施した。C（無機），I および Se 以外の核種については，容器を浸漬液で洗浄して固相を取り除いた後，4N-HNO_3 に一昼夜浸漬させ，浸漬液中の核種濃度を測定した。C（無機），I および Se については，酸性領域ではこれらの核種がガス状になって気相中に放出される懸念があるため，4N-HNO_3 の代わりに蒸留水を使用した。

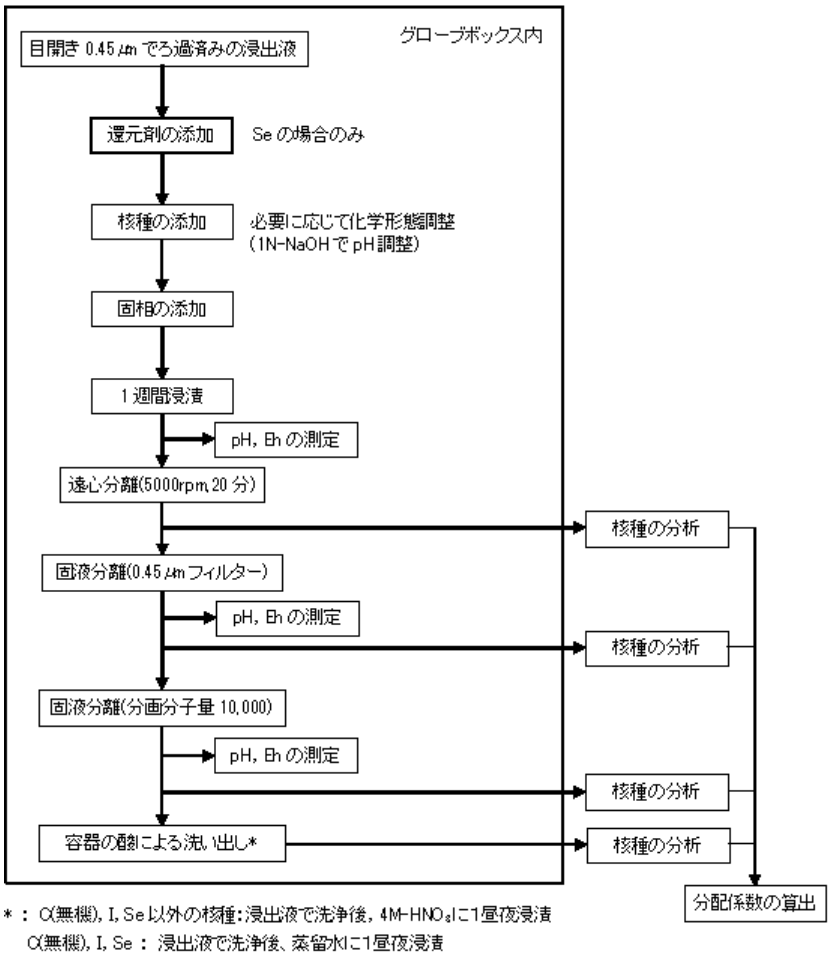

図 5.1-1　収着試験手順

測定された核種濃度から，下式を用いて分配係数を算出した。

$$K_d = \frac{(C_0 - C_1) \times V - S}{C_1 \times W} \quad (5\text{-}1)$$

ここで，K_d：分配係数（mL/g）
C_0：液相の初期濃度（Bq/mL）
C_1：各固液分離後の液相中の核種濃度（Bq/mL）
S：容器壁への収着量（Bq）
V：試験液量（mL）
W：固相重量（g）

可溶性核種，遷移金属核種およびアクチニド核種における収着試験条件を表 5.1-1，表 5.1-2 および表 5.1-3 に示す。全ての核種に対して，使用した固相は粉砕した普通ポルトランドセメントペーストである。可溶性の核種（C-14（無機），C-14（有機），Cl-36，I-125，Cs-137）では OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW），OPC－蒸留水浸漬液（CW），OPC－模擬海水浸漬液（SCW），OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）および OPC－アンモニア溶液浸漬液（NHCW）の 5 種類の浸漬液で分配係数を測定した。遷移元素（Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb）では OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW），OPC－蒸留水浸漬液（CW）および OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の 3 種類の浸漬液で分配係数を測定した。そしてアクチニド核種（Am-241，Th-228）では OPC－模擬海水浸漬液（SCW）および OPC－アンモニア溶液浸漬液（NHCW）の 2 種類の浸漬液で分配係数を測定した。液固比は可溶性核種では 100：1（50mL/0.5g），遷移金属核種では 100：1（20mL/0.2g），そしてアクチニド核種では 100：1（40mL/0.4g）で行った。試験に用いた RI 標準溶液の仕様を表 5.1-4 に示す。表 5.1-4 の標準溶液を用いて，表 5.1-5 に示す核種を添加した。

表 5.1-1　OPC 浸漬液における可溶性核種の収着試験条件

対象核種	C-14（無機），C-14（有機*1），Cl-36，I-125，Cs-137
浸漬液	下記の 5 種類（目開き 0.45μm のろ過済みのもの） ・アルカリ溶液を使用した OPC 浸漬液(ACW) ・蒸留水を使用した OPC 浸漬液（CW） ・模擬海水を使用した OPC 浸漬液（SCW） ・硝酸イオン溶液を使用した OPC 浸漬液（NCW） ・アンモニア溶液を使用した OPC 浸漬液（NHCW）
セメント系材料	粉砕した普通ポルトランドセメントペースト
液固比	100：1（50mL/0.5g）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
固液分離方法	遠心分離、目開き 0.45μm，分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各固液分離後の核種濃度

*1：有機の化学形態は，ホルムアルデヒドとした。

表 5.1-2　OPC 浸漬液における遷移金属核種の収着試験条件

対象核種	Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb
浸漬液	下記の 3 種類（目開き 0.45μm のろ過済みのもの）* ・アルカリ溶液を使用した OPC 浸漬液（ACW） ・蒸留水を使用した OPC 浸漬液（CW） ・模擬海水を使用した OPC 浸漬液（SCW）
セメント系材料	粉砕した普通ポルトランドセメントペースト
液固比	100：1（20mL/0.2g）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*　：　Se については還元剤（$Na_2S_2O_4$）を 10^{-3} M になるように添加して Eh を調整した。

表 5.1-3　OPC 浸漬液におけるアクチニド核種の収着試験条件

対象核種	Am-241，Th-228
浸漬液	下記の 2 種類（目開き 0.2μm のろ過済みのもの） ・アンモニア溶液を使用した OPC 浸漬液（NHCW） ・模擬海水を使用した OPC 浸漬液（SCW）
セメント系材料	粉砕した普通ポルトランドセメントペースト
液固比	100：1（40mL/0.4g）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

表 5.1-4　RI 標準溶液

核種	半減期	放射能量 [MBq]	化学形	液量[g]
C-14（有機）	5.73×10^{3}y	9.01	HCOH (0.346M)	0.014
C-14（無機）	5.73×10^{3}y	2.34	Na_2CO_3 (4.72×10^{-2}M)	5.0
Cl-36	3.01×10^{3}y	0.24	NaCl (1.54×10^{-3}M)	5.07
I-125	60.1d	2.5	NaI (6.66×10^{-4}M)	5.0
Cs-137	30.0y	5.29	Cs in 0.1M-HCl (7.52×10^{-4}M)	1.02

表 5.1-5　核種添加量

核種	1 試料あたりの核種添加量 [Bq]	1 試料あたりの浸漬液量 [mL]	核種の初期濃度 [Bq/mL]	キャリア初期濃度 [mol/L]
C-14（有機）	9.60×10^{4}	50	1.92×10^{3}	1.03×10^{-6}
C-14（無機）	9.15×10^{4}	50	1.83×10^{3}	1.85×10^{-4}
Cl-36	6.65×10^{3}	50	1.33×10^{2}	4.33×10^{-6}
I-125	1.25×10^{4}	50	2.50×10^{2}	3.33×10^{-7}
Cs-137	1.03×10^{5}	50	2.06×10^{3}	2.99×10^{-7}

5.2　DOPC 浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件

分配係数取得のための収着試験手順は上記 5.1 節に示した方法と同じである（図 5.1-1 参照）。通水劣化後の普通ポルトランドセメントペースト（DOPC）に対する可溶性核種，遷移金属核種等およびアクチニド核種のバッチ法による収着試験条件を表 5.2-1 に示す。可溶性核種には表 5.2-2 に示す 5 核種を使用した。溶液は DOPC を蒸留水で浸漬させた浸漬液（DCW）を使用した。液固比は 100：1（可溶性核種と遷移金属核種等では 50mL/0.5g，アクチニド核種では 40mL/0.4g）で行った。収着試験での核種添加量を表 5.2-3 に示す。遷移金属核種等については，4.1 節の溶解度測定に使用したものと同じである（表 4.1-4 参照）。

表 5.2-1　DOPC に対する分配係数取得試験条件

対象核種	C-14（無機），C-14（有機*1），Cl-36，I-125，Cs-137，Ni-63，Se-75，Sr-90， Sn-113，安定 Nb，Am-241，Th-228
浸漬液	3.2 節で準備した 1 種類の溶液 ・蒸留水を使用した OPC 浸漬液（DCW）
セメント系材料	通水劣化後の普通ポルトランドセメントペースト*2
液固比	100：1（50 [mL]/0.5 [g]）（アクチニド核種については 40[mL]/0.4[g]）
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）（可溶性核種および遷移金属核種） N_2 ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）（アクチニド核種）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離*3，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*1：化学形態はホルムアルデヒドとする。
*2：250μm 以下に粉砕したもの。
*3：5000rpm で 20 分程度（Am および Th については 4500rpm で 30 分程度）。

表 5.2-2　可溶性核種の仕様

核種	半減期	放射能量 [MBq]	化学形	液量 [g]	備考
C-14（有機）	5.73×10^3y	9.44	HCOH(10mg/mL)	0.015	基準日 1997 年 12 月 1 日 12：00
C-14（無機）	5.73×10^3y	2.34	Na_2CO_3(5mg/mL)	5.0	―
Cl-36	3.01×10^3y	0.20	NaCl(100μg/mL)	5.03	基準日 2002 年 3 月 1 日 12：00
I-125	60.1d	2.52	NaI(100μg/mL)	5.03	基準日 2002 年 11 月 1 日 12：00
Cs-137	30.0y	4.36	Cs in 0.1M-HCl(100μg/mL)	1.02	基準日 2000 年 9 月 1 日 12：00

表 5.2-3　核種添加量

核種	1 試料あたりの核種添加量 [Bq]	1 試料あたりの浸漬液量 [mL]	核種の初期濃度 [Bq/mL]	キャリア初期濃度 [mol/L]
C-14（有機）	1.51×10^5	50	3.02×10^3	1.65×10^{-6}
C-14（無機）	7.02×10^4	50	1.40×10^3	1.81×10^{-4}
Cl-36	5.15×10^3	50	1.03×10^2	4.30×10^{-6}
I-125	1.26×10^4	50	2.52×10^2	3.36×10^{-7}
Cs-137	8.52×10^4	50	1.70×10^3	3.07×10^{-7}

5.3　凝灰岩浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件

3.3 節で準備した溶液において凝灰岩に対する各核種の分配係数をバッチ法収着試験により取得した。収着試験手順は上記 5.1 節に示した方法と同じである（図 5.1-1 参照）。試験期間は，1 週間とし，遠心分離，目開き 0.45μm ろ過，限外ろ過を順次行い，核種の濃度を測定した。可溶性核種，遷移金属核種およびアクチニド核種における試験条件を表 5.3-1，表 5.3-2 および表 5.3-3 に示す。可溶性核種（C-14（無機），C-14（有機），Cl-36，I-125，Cs-137）では凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW），凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW），凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）および凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の 4 種類の浸漬液で測定した。遷移金属核種等（Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb）では凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）および凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の 2 種類の浸漬液で測定した。そしてアクチニド核種（Am-241，Th-228）では凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の 1 種類の浸漬液で測定した。液固比は可溶性核種では 100：1（50mL/0.5g），遷移金属核種では 100：1（20mL/0.2g）そしてアクチニド核種では 100：1（40mL/0.4g）で行った。

その後，容器を浸漬液で洗浄して固相を取り除き，4N-HNO_3（10mL）に浸漬させることにより容器壁への可溶性核種の収着量を測定した。ただし，Se については容器に収着した Se が酸性領域で H_2Se ガスとなって気相中に放出されることが考えられるため，洗い出しには蒸留水を使用した。

表 5.3-1　可溶性核種の凝灰岩に対する分配係数試験条件

対象核種	C-14（無機），C-14（有機*），Cl-36，I-125，Cs-137
浸漬液	下記の 4 種類（目開き 0.45μm のろ過済みのもの） ・蒸留水を使用した凝灰岩浸漬液（TW） ・模擬海水を使用した凝灰岩浸漬液（STW） ・硝酸イオン溶液を使用した凝灰岩浸漬液（NTW） ・アンモニア溶液を使用した凝灰岩浸漬液（NHTW）
地質媒体	凝灰岩
液固比	100：1（50mL/0.5g）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
固液分離方法	遠心分離，目開き 0.45μm，分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各固液分離後の核種濃度

＊ ： 有機の化学形態は，ホルムアルデヒドとした。

表 5.3-2　遷移金属核種の凝灰岩に対する分配係数取得試験条件

対象核種	Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb
浸漬液	下記の 2 種類（目開き 0.45μm のろ過済みのもの）* ・蒸留水を使用した凝灰岩浸漬液（TW） ・模擬海水を使用した凝灰岩浸漬液（STW）
地質媒体	凝灰岩
液固比	100：1（20mL/0.2g）
温度	室温
雰囲気	不活性ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

＊ ：Se については還元剤($Na_2S_2O_4$)を 10^{-3} M になるように添加して Eh を調整した。

表 5.3-3　アクチニド核種の凝灰岩に対する分配係数取得試験条件

対象核種	Am-241，Th-228
浸漬液	下記の 1 種類（目開き 0.2μm のろ過済みのもの） ・模擬海水を使用した凝灰岩浸漬液（STW）
地質媒体	凝灰岩
液固比	100：1（40mL/0.4g）
温度	室温
雰囲気	N_2 ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

5.4　OPC－凝灰岩浸漬液における対象核種の収着試験の方法と条件

3.4 節で準備した溶液を用いて凝灰岩に対する各核種の分配係数を取得した。収着試験の手順は上記 5.1 節で述べた方法と同様である（図 5.1-1 参照）。試験期間は，1 週間とし，遠心分離，目開き 0.45μm ろ過，限外ろ過を順次行い，対象核種の濃度を測定した。容器への対象核種の収着量を把握し，(5-1)式を用いて分配係数を算出した。可溶性核種，遷移金属核種等およびアクチニド核種の試験条件を表 5.4-1，表 5.4-2 および表 5.4-3 に示す。可溶性核種（C-14（無機），C-14（有機），Cl-36，I-125，Cs-137）では OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW），OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）および OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の 3 種類の浸漬液で

測定した。遷移金属核種等（Ni-63，Se-75，Sr-90，Sn-113，安定 Nb）とアクチニド核種（Am-241，Th-228）では OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の 1 種類の浸漬液で測定した。液固比は可溶性核種では 100：1（50mL/0.5g），遷移元素では 100：1（50mL/0.5g）そしてアクチニド核種では 100：1（40mL/0.4g）で行った。

表 5.4-1　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対する可溶性核種の収着試験条件

対象核種	C-14（無機），C-14（有機*1），Cl-36，I-125，Cs-137
浸漬液	3.4 節で準備した 3 種類の溶液 ・蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW） ・硝酸イオン溶液を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（NCTW） ・アンモニア溶液を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（NHCTW）
地質媒体	凝灰岩*2
液固比	100：1（50mL/0.5g）
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離*3，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*1：化学形態はホルムアルデヒドとする。
*2：250μm 以下に粉砕したもの。
*3：5000rpm で 20 分程度。

表 5.4-2　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対する遷移金属核種等の収着試験条件

対象核種	Ni-63，Se-75*1，Sr-90，Sn-113，安定 Nb
浸漬液	3.4 節で準備した 1 種類の溶液 ・蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）
地質媒体	凝灰岩*2
液固比	100：1（50mL/0.5g）
温度	室温
雰囲気	Ar ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離*3，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*1：Se の試験については還元剤($Na_2S_2O_4$)を約 10^{-3}mol/l になる様に添加し，低 Eh を維持する。
*2：250μm 以下に粉砕したもの。
*3：5000rpm で 20 分程度。

表 5.4-3　OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩に対するアクチニド核種の収着試験条件

対象核種	Am-241，Th-228
浸漬液	3.4 節で準備した 1 種類の溶液 ・蒸留水を使用した OPC－凝灰岩浸漬液（CTW）
地質媒体	凝灰岩*1
液固比	100：1（40mL/0.4g）
温度	室温
雰囲気	N_2 ガス雰囲気（酸素濃度 10ppm 以下）
浸漬期間	1 週間
繰り返し数	3 回
ろ過方法	遠心分離*2，目開き 0.45μm 及び分画分子量 10,000 のろ過
分析項目	pH，Eh，各ろ過後の核種濃度

*1：250μm 以下に粉砕したもの。
*2：4500rpm で 30 分程度。

6. 核種の収着試験の結果

6.1 有機炭素（有機 C）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 1 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.1-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.9～13.1，Eh は 53～176mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.5～12.7，Eh は 39～174mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.1～12.8，Eh は 59～137mV，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）の pH は 12.4～12.6，Eh は 90～182mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.5～12.8，Eh は 36～67mV であった。

表 6.1-1　OPC 浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.1	13.1	12.9	12.9	12.9	12.9
	Eh[mV]	103	122	176	88	53	63
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.7	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	106	54	174	90	39	98
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.1	12.8	12.2	12.2	12.2	12.3
	Eh[mV]	96	75	137	87	59	91
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	pH	12.5	12.6	12.4	12.4	12.4	12.4
	Eh[mV]	147	153	182	116	90	105
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	12.6
	Eh[mV]	36	50	52	67	47	56

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への有機 C の収着試験結果を表 6.1-2 に示す。一部の条件において，繰り返し数のうちの 1 試料で分配係数（K_d）値が導出されたが，ほとんどの条件と試料で K_d 値が導出できなかった。有機炭素については，いずれの液性条件でも OPC へはほとんど収着しないことが分かった。

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.1-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.3，Eh は 100～151mV あった。

表 6.1-2　OPC に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.95(\pm0.001)\times10^3$ $1.92(\pm0.001)\times10^3$ $1.94(\pm0.001)\times10^3$	- - -	-
OPC－蒸留水（CW）	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.89(\pm0.001)\times10^3$ $1.95(\pm0.001)\times10^3$ $1.93(\pm0.001)\times10^3$	1.59×10^{-3} - -	$1.59(\pm0.00)\times10^{-3}$
OPC－模擬海水（SCW）	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.92(\pm0.001)\times10^3$ $1.97(\pm0.001)\times10^3$ $1.98(\pm0.001)\times10^3$	- - -	-
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.93(\pm0.001)\times10^3$ $1.94(\pm0.001)\times10^3$ $1.95(\pm0.001)\times10^3$	- - -	-
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$2.03(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$	- - -	-

表 6.1-3　DOPC 浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
	Eh[mV]	100	116	137	147	151	149

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への有機 C の収着試験結果を表 6.1-4 および図 6.1-1 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液での収着では，液固分離方法による違いは，ほとんど見られなかった。算出した K_d 値の平均値は 3.84×10^{-3}～4.18×10^{-3} m^3/kg であった。DOPC への K_d 値は，OPC－蒸留水浸漬液での OPC への K_d 値よりは高い結果となった。

表 6.1-4　DOPC に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$3.16(\pm0.001)\times10^3$	$3.05(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$ $3.02(\pm0.001)\times10^3$	3.61×10^{-3} 4.29×10^{-3} 4.64×10^{-3}	$4.18(\pm0.86)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

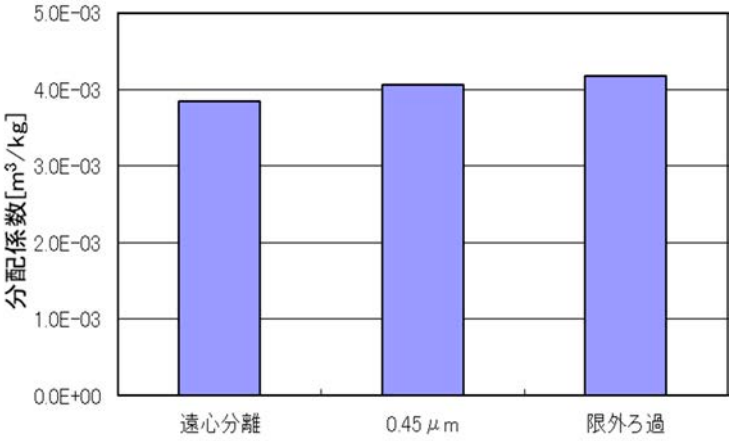

図 6.1-1　DOPC に対する有機 C の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.1-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.0～10.4，Eh は 7～128mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.3～8.5，Eh は 17～135mV，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）の pH は 8.0～8.5，Eh は 86～227mV，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の pH は 11.8～12.1，Eh は 8～62mV であった。

表 6.1-5　凝灰岩浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.2	10.1	10.0	10.4	10.0	10.0
	Eh[mV]	96	117	112	7	112	128
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.4	8.4	8.3	8.5	8.3	8.4
	Eh[mV]	124	135	127	17	111	112
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	pH	8.5	8.4	8.0	8.3	8.3	8.5
	Eh[mV]	222	227	214	86	178	154
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	pH	12.1	12.0	11.8	11.8	11.9	11.9
	Eh[mV]	34	62	29	8	28	42

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への有機 C の収着試験結果を表 6.1-6 に示す。いずれの液性条件でも，ほとんどの試料で K_d 値が導出できず，有意な収着が認められなかった。有機炭素については，いずれの液性条件でも凝灰岩へはほとんど収着しないことが分かった。

表 6.1-6　凝灰岩に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水 （TW）	1.92(±0.001)×10^3	1.98(±0.001)×10^3 2.01(±0.001)×10^3 2.02(±0.001)×10^3	- - -	-
凝灰岩－模擬海水 （STW）	1.92(±0.001)×10^3	1.83(±0.001)×10^3 1.96(±0.001)×10^3 2.02(±0.001)×10^3	4.92×10^{-3} - -	4.92(±0.00)×10^{-3}
凝灰岩－硝酸イオン溶液 （NTW）	1.92(±0.001)×10^3	1.99(±0.001)×10^3 2.04(±0.001)×10^3 2.03(±0.001)×10^3	- - -	-
凝灰岩－アンモニア溶液 （NHTW）	1.92(±0.001)×10^3	1.92(±0.001)×10^3 2.03(±0.001)×10^3 2.04(±0.001)×10^3	- - -	-

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.1-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 12.0，Eh は 106～151mV，OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）の pH は 11.9，Eh は 121～168mV，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の pH は 12.1，Eh は 59～112mV であった。

表 6.1-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での有機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
	Eh[mV]	106	116	151	150	148	151
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	pH	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
	Eh[mV]	125	121	168	165	157	151
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	pH	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	Eh[mV]	59	63	94	97	99	112

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩への収着の収着試験結果を表 6.1-8 および図 6.1-2 に示す。固液分離の違いによる収着の影響は OPC－凝灰岩アンモニア溶液浸漬液で若干見られたが，他の浸漬液では見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液では 3.21×10^{-3}～3.90×10^{-3} m^3/kg，OPC－凝灰岩硝酸イオン溶液浸漬液では 2.25×10^{-4}～1.51×10^{-3} m^3/kg および OPC－凝灰岩アンモニア溶液浸漬液では 5.43×10^{-3}～6.38×10^{-3} m^3/kg となった。いずれの条件でも低い K_d 値が得られ，特に，OPC－凝灰岩硝酸イオン溶液浸漬液での K_d 値が低い結果となった。

表 6.1-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する有機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水 （CTW）	3.11(±0.001)×10^3	2.99(±0.001)×10^3 3.00(±0.001)×10^3 2.99(±0.001)×10^3	4.01×10^{-3} 3.67×10^{-3} 4.01×10^{-3}	3.90(±0.33)×10^{-3}
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液 （NCTW）	2.98(±0.001)×10^3	2.86(±0.001)×10^3 2.97(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3	4.20×10^{-3} 3.37×10^{-4} -	2.27(±3.86)×10^{-3}
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液 （NHCTW）	3.17(±0.001)×10^3	2.98(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3	6.38×10^{-3} 6.38×10^{-3} 6.38×10^{-3}	6.38(±0.00)×10^{-3}

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

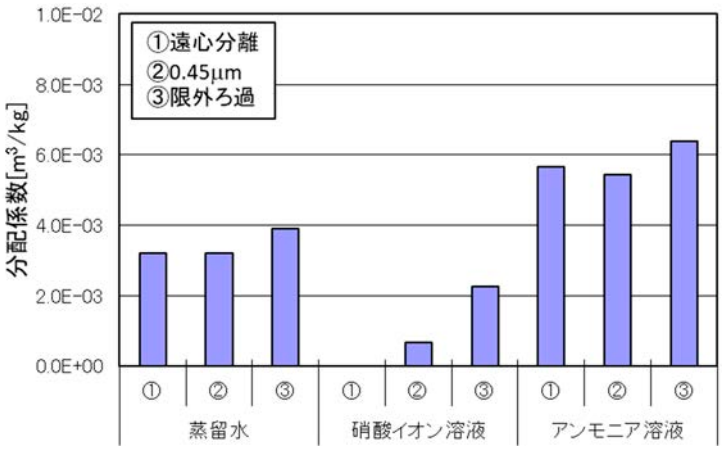

図 6.1-2　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する有機 C の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.2 無機炭素（無機 C）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 2 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.2-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.9～13.1，Eh は 46～163mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.5～12.7，Eh は 96～305mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.2～12.3，Eh は 50～171mV，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液(NCW)の pH は 12.3～12.6，Eh は 79～224mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.5～12.8，Eh は 30～63mV であった。

表 6.2-1　OPC 浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.1	13.1	12.9	12.9	12.9	12.9
	Eh[mV]	163	125	46	91	115	68
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.7	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	144	305	119	96	132	119
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.2	12.2	12.3	12.2	12.3	12.3
	Eh[mV]	124	123	88	50	171	66
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	pH	12.6	12.5	12.4	12.3	12.4	12.3
	Eh[mV]	192	179	92	79	224	92
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	46	30	42	44	60	63

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への無機 C の収着試験結果を表 6.2-2 および図 6.2-1 に示す。いずれの溶液においても，固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－蒸留水浸漬液で 4.54×10^{0}～4.88×10^{0} m^3/kg，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 4.45×10^{0}～4.91×10^{0} m^3/kg と同程度の K_d 値であった。その他の 3 つの液性では，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 1.75×10^{0}～1.80×10^{0} m^3/kg, OPC－模擬海水浸漬液で 1.50×10^{0}～1.73×10^{0} m^3/kg, OPC－硝酸イオン溶液浸漬液で 1.23×10^{0}～1.41×10^{0} m^3/kg と，上記 2 種類の浸漬液より若干低い K_d 値となった。

表 6.2-2　OPC に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$8.81(\pm0.02)\times10^1$ $1.01(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$	1.98×10^0 1.71×10^0 1.68×10^0	$1.79(\pm0.27)\times10^0$
OPC－蒸留水（CW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$4.18(\pm0.01)\times10^1$ $4.10(\pm0.01)\times10^1$ $3.35(\pm0.02)\times10^1$	4.28×10^0 4.36×10^0 5.36×10^0	$4.67(\pm0.99)\times10^0$
OPC－模擬海水（SCW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.10(\pm0.001)\times10^2$ $9.98(\pm0.02)\times10^1$ $1.00(\pm0.002)\times10^2$	1.56×10^0 1.73×10^0 1.73×10^0	$1.68(\pm0.16)\times10^0$
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.14(\pm0.002)\times10^2$ $1.40(\pm0.002)\times10^2$ $1.22(\pm0.002)\times10^2$	1.51×10^0 1.21×10^0 1.40×10^0	$1.37(\pm0.25)\times10^0$
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$3.80(\pm0.01)\times10^1$ $3.72(\pm0.01)\times10^1$ $3.45(\pm0.01)\times10^1$	4.72×10^0 4.82×10^0 5.20×10^0	$4.91(\pm0.42)\times10^0$

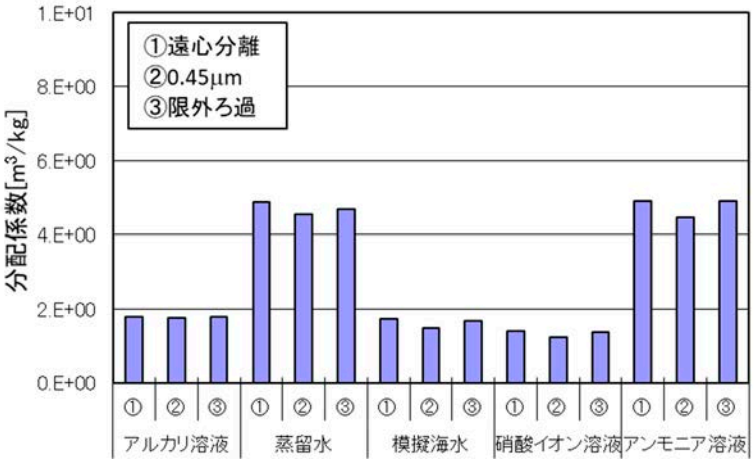

図 6.2-1　OPC に対する無機 C の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.2-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.2～11.4，Eh は 128～180mV であった。

表 6.2-3　DOPC 浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.2	11.2	11.4	11.4	11.4	11.4
	Eh[mV]	146	180	128	135	137	148

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への無機 C の収着試験結果を表 6.2-4 および図 6.2-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。DOPC－蒸留水浸漬液で得られた無機 C の分配係数の平均値は，4.83×10^0～4.97×10^0 m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液での OPC への K_d 値と同程度の値となった。

表 6.2-4　DOPC に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$1.40(\pm0.001)\times10^3$	$2.75(\pm0.01)\times10^1$ $3.01(\pm0.01)\times10^1$ $2.74(\pm0.01)\times10^1$	4.97×10^0 4.54×10^0 4.98×10^0	$4.83(\pm0.41)\times10^0$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

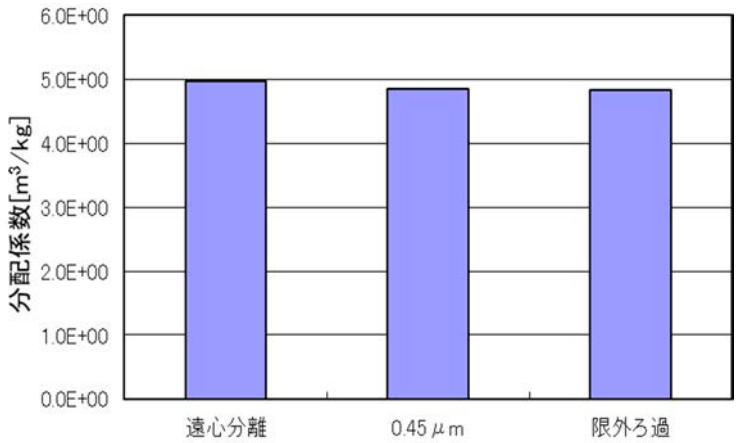

図 6.2-2　DOPC に対する無機 C の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.2-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.0～10.3，Eh は 48～149mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.3～8.8，Eh は 72～160mV，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）の pH は 8.5～9.5，Eh は 89～225mV，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の pH は 11.8～12.1，Eh は 16～50mV であった。

表 6.2-5　凝灰岩浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.3	10.3	10.0	10.3	10.1	10.0
	Eh[mV]	67	48	149	90	106	122
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.4	8.5	8.3	8.8	8.3	8.6
	Eh[mV]	109	95	160	72	126	121
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	pH	8.6	8.9	8.9	9.5	8.5	8.8
	Eh[mV]	225	146	200	89	191	169
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	pH	12.0	12.1	11.9	11.8	11.8	11.8
	Eh[mV]	16	20	32	40	50	46

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への無機 C の収着試験結果を表 6.2-6 および図 6.2-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液で 4.61×10^{-2}～4.77×10^{-2} m^3/kg，凝灰岩－模擬海水浸漬液で 5.25×10^{-2}～8.58×10^{-2} m^3/kg，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 5.43×10^{-2}～5.60×10^{-2} m^3/kg と同程度であるのに対し，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 2.51×10^{-2}～2.68×10^{-2} m^3/kg と若干低い K_d 値となった。OPC－蒸留水浸漬液や DOPC－蒸留水浸漬液の K_d 値と比較し，凝灰岩への K_d 値は約 2 桁低い結果となった。

表 6.2-6　凝灰岩に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.20(\pm0.001)\times10^3$ $1.26(\pm0.001)\times10^3$ $1.27(\pm0.001)\times10^3$	5.25×10^{-2} 4.52×10^{-2} 4.41×10^{-2}	$4.73(\pm0.74)\times10^{-2}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.18(\pm0.007)\times10^3$ $9.10(\pm0.006)\times10^2$ $9.10(\pm0.006)\times10^2$	5.51×10^{-2} 1.01×10^{-1} 1.01×10^{-1}	$8.58(\pm4.34)\times10^{-2}$
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.20(\pm0.001)\times10^3$ $1.16(\pm0.001)\times10^3$ $1.18(\pm0.001)\times10^3$	5.25×10^{-2} 5.78×10^{-2} 5.51×10^{-2}	$5.51(\pm0.43)\times10^{-2}$
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.41(\pm0.001)\times10^3$ $1.49(\pm0.001)\times10^3$ $1.49(\pm0.001)\times10^3$	2.98×10^{-2} 2.28×10^{-2} 2.28×10^{-2}	$2.51(\pm0.66)\times10^{-2}$

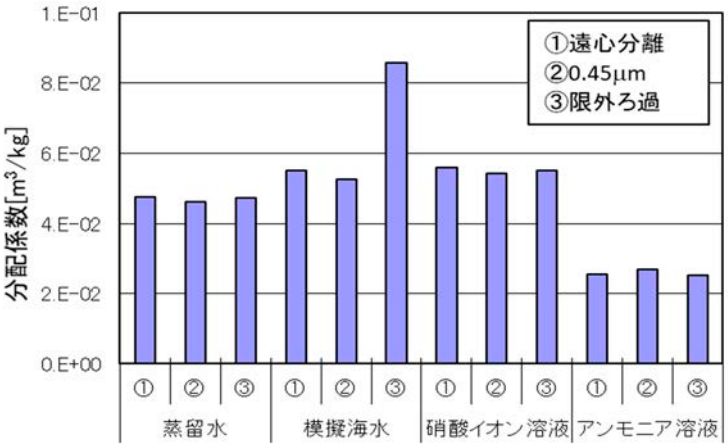

図 6.2-3　凝灰岩に対する無機 C の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.2-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 12.0～12.1, Eh は 137～171mV, OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）の pH は 11.9～12.0，Eh は 138～160mV，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の pH は 12.1～12.2，Eh は 77～113mV であった。

表 6.2-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での無機 C の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.1	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0
	Eh[mV]	139	171	147	147	143	137
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	pH	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9
	Eh[mV]	138	157	160	147	145	142
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	pH	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.1
	Eh[mV]	77	113	94	96	94	97

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩への無機 C の収着試験結果を表 6.2-8 および図 6.2-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 9.47×10^{-2}～9.55×10^{-2} m^3/kg，OPC－凝灰岩硝酸イオン溶液浸漬液で 9.39×10^{-2}～9.68×10^{-2} m^3/kg と同程度であるのに対し，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 7.37×10^{-3}～9.89×10^{-3} m^3/kg と約 1 桁低い K_d 値となった。蒸留水および硝酸イオン溶液系では，凝灰岩への収着より若干高い K_d 値となった。

表 6.2-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する無機 C の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m³/kg]	平均分配係数 [m³/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.41(\pm0.005)\times10^2$ $6.72(\pm0.005)\times10^2$ $7.49(\pm0.005)\times10^2$	8.89×10^{-2} 1.08×10^{-1} 8.69×10^{-2}	$9.47(\pm1.93)\times10^{-2}$
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.19(\pm0.005)\times10^2$ $7.10(\pm0.005)\times10^2$ $7.05(\pm0.005)\times10^2$	9.47×10^{-2} 9.72×10^{-2} 9.86×10^{-2}	$9.68(\pm0.32)\times10^{-2}$
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$1.27(\pm0.0007)\times10^3$ $1.28(\pm0.0007)\times10^3$ $1.27(\pm0.0007)\times10^3$	1.02×10^{-2} 9.19×10^{-3} 1.02×10^{-2}	$9.89(\pm0.99)\times10^{-3}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

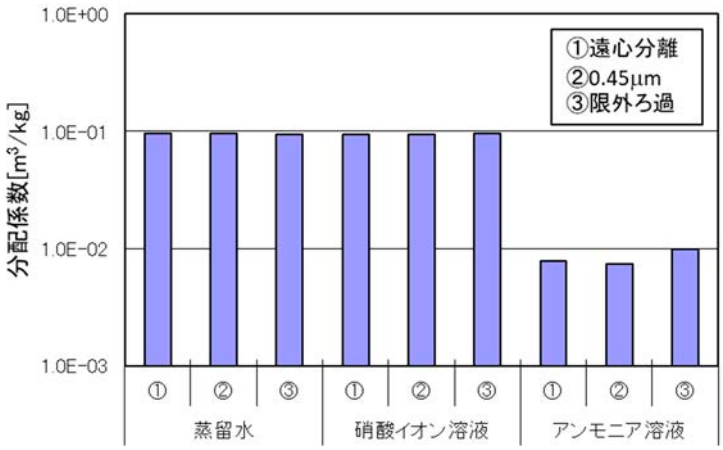

図 6.2-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する無機 C の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.3 塩素（Cl）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 3 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.3-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 13.2～13.3，Eh は 42～148mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.7～12.9，Eh は 41～153mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.3～12.6，Eh は 56～135mV，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）の pH は 12.6～12.7，Eh は 81～183mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.8～12.9，Eh は 24～53mV であった。

表 6.3-1　OPC 浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.2	13.2	13.3	13.2	13.2	13.2
	Eh[mV]	148	105	120	82	83	42
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.8	12.7	12.9	12.7	12.8	12.7
	Eh[mV]	153	89	105	79	79	41
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.3	12.3	12.6	12.5	12.5	12.6
	Eh[mV]	135	85	87	95	87	56
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	pH	12.6	12.6	12.7	12.6	12.6	12.7
	Eh[mV]	183	115	113	105	101	81
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.8	12.8	12.9	12.8	12.8	12.8
	Eh[mV]	53	26	27	47	32	24

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Cl の収着試験結果を表 6.3-2 および図 6.3-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－蒸留水浸漬液で 1.48×10^{-2}～1.68×10^{-2} m^3/kg，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 3.00×10^{-2}～3.76×10^{-2} m^3/kg と，これら 2 つの条件では明瞭な収着が認められた。一方で，OPC－アルカリ溶液浸漬液，OPC－模擬海水浸漬液および OPC－硝酸イオン溶液浸漬液の 3 つの条件では，ほとんど収着しておらず，K_d 値を導出できなかった。

表 6.3-2　OPC に対する Cl の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液 （ACW）	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$	- - -	-
OPC－蒸留水 （CW）	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.18(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.34(\pm0.003)\times10^{2}$ $9.97(\pm0.03)\times10^{1}$	1.27×10^{-2} - 3.34×10^{-2}	$2.31(\pm2.07)\times10^{-2}$
OPC－模擬海水 （SCW）	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.41(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.45(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.46(\pm0.003)\times10^{2}$	- - -	-
OPC－硝酸イオン溶液 （NCW）	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.36(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.36(\pm0.003)\times10^{2}$	- - -	-
OPC－アンモニア溶液 （NHCW）	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.02)\times10^{1}$ $1.19(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.08(\pm0.003)\times10^{2}$	7.45×10^{-2} 1.18×10^{-2} 2.31×10^{-2}	$3.65(\pm5.46)\times10^{-2}$

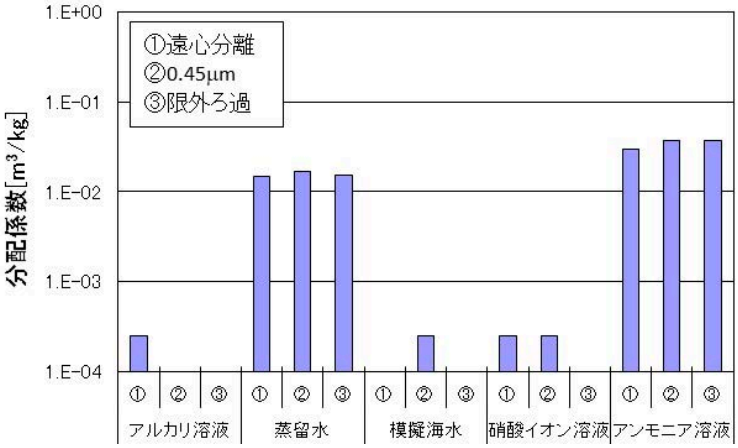

図 6.3-1　OPC に対する Cl の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.3-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.2～11.3，Eh は 117～158mV であった。

表 6.3-3　DOPC 浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水 （DCW）	pH	11.2	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3
	Eh[mV]	117	128	149	151	155	158

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Cl の収着試験結果を表 6.3-4 および図 6.3-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた分配係数の平均値は，DOPC－蒸留水浸漬液で 2.30×10^{-3}～2.63×10^{-3} m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液中での OPC への K_d 値より 1 桁近く低い結果となった。

表 6.3-4　DOPC に対する Cl の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水 （DCW）	$1.04(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.03(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.00(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.02(\pm0.002)\times10^{2}$	9.71×10^{-4} 4.00×10^{-3} 1.96×10^{-3}	$2.31(\pm2.52)\times10^{-3}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

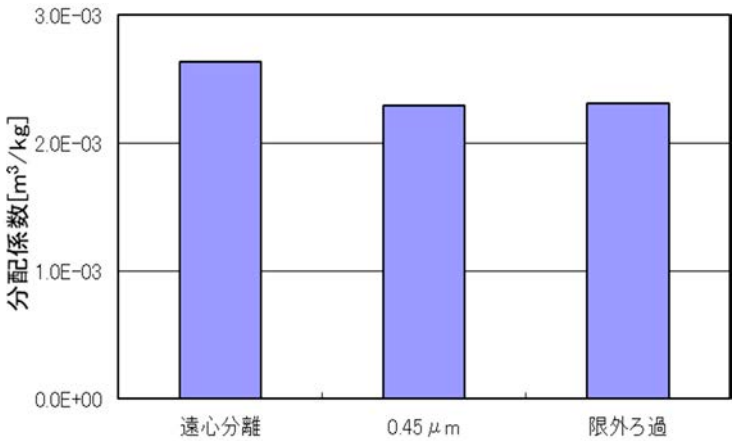

図 6.3-2　DOPC に対する Cl の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.3-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.3～10.4，Eh は 61～114mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.5～8.6，Eh は 107～133mV，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）の pH は 8.2～9.3，Eh は 162～219mV，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の pH は 12.1，Eh は 26～45mV あった。

表 6.3-5　凝灰岩浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.3	10.4	10.3	10.3	10.3	10.3
	Eh[mV]	114	75	98	88	86	61
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.6
	Eh[mV]	133	116	107	126	124	107
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	pH	8.3	8.2	9.2	9.2	9.0	9.3
	Eh[mV]	219	188	190	168	162	173
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	pH	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	Eh[mV]	35	26	29	45	40	36

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Cl の収着試験結果を表 6.3-6 に示す。各浸漬液（凝灰岩－蒸留水浸漬液，凝灰岩－模擬海水浸漬液，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液および凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液）の全ての条件で塩素の収着は見られなかった。

表 6.3-6　凝灰岩に対する Cl の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m³/kg]	平均分配係数 [m³/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.41(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.45(\pm0.003)\times10^2$	- - -	-
凝灰岩－模擬海水（STW）	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.43(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.45(\pm0.003)\times10^2$	- - -	-
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.43(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$ $1.49(\pm0.003)\times10^2$	- - -	-
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.45(\pm0.003)\times10^2$ $1.51(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$	- - -	-

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.3-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.9～12.0, Eh は 112～152mV, OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）の pH は 11.8～11.9，Eh は 120～163mV，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の pH

は 12.0～12.1，Eh は 68～104mV であった。

表 6.3-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Cl の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
	Eh[mV]	112	121	152	149	146	143
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	pH	11.9	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
	Eh[mV]	120	124	163	145	143	140
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	pH	12.1	12.0	12.1	12.1	12.1	12.0
	Eh[mV]	68	70	84	96	104	103

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩への Cl の収着試験結果を表 6.3-8 および図 6.3-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響は OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で若干見られた。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 2.23×10^{-3}～3.55×10^{-3} m^3/kg，OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 2.23×10^{-3}～4.52×10^{-3} m^3/kg，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 1.26×10^{-3}～3.22×10^{-3} m^3/kg となり，液性の違いによる影響は顕著ではなかった。OPC 共存の影響のない凝灰岩への Cl の収着がほとんど認められなかったのに対し，OPC 共存の影響を含む条件での Cl の収着は低い K_d 値ではあるが，有意な収着が認められた。

表 6.3-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cl の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.07(\pm0.002)\times10^2$	$1.04(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$	2.88×10^{-3} 3.88×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$3.55(\pm0.94)\times10^{-3}$
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	$1.08(\pm0.002)\times10^2$	$1.03(\pm0.002)\times10^2$ $1.04(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$	4.85×10^{-3} 3.85×10^{-3} 4.85×10^{-3}	$4.52(\pm0.95)\times10^{-3}$
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	$1.07(\pm0.002)\times10^2$	$1.05(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$	1.90×10^{-3} 3.88×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$3.22(\pm1.87)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

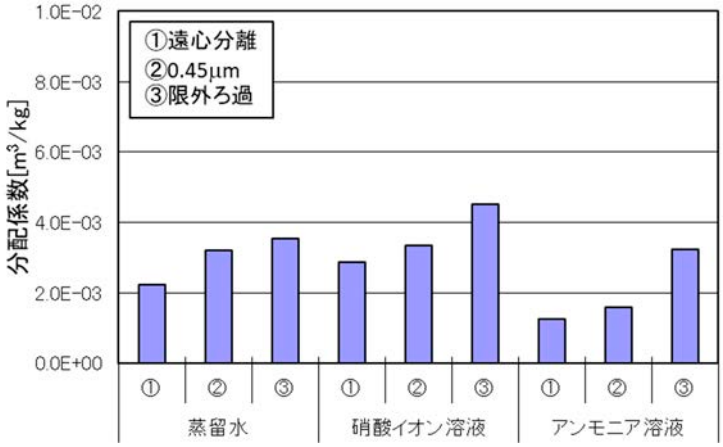

図 6.3-3　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cl の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

6.4 ヨウ素（I）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 4 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.4-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 13.1～13.3，Eh は 87～174mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.7～12.9，Eh は 70～181mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.2～12.6，Eh は 56～128mV，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）の pH は 12.5～12.7，Eh は 78～169mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.4～12.9，Eh は 22～101mV であった。

表 6.4-1　OPC 浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.3	13.2	13.3	13.1	13.2	13.2
	Eh[mV]	159	141	174	95	128	87
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.9	12.8	12.9	12.7	12.8	12.8
	Eh[mV]	170	144	181	106	123	70
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.2	12.2	12.6	12.4	12.5	12.5
	Eh[mV]	128	105	123	83	87	56
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	pH	12.6	12.6	12.7	12.5	12.6	12.6
	Eh[mV]	151	141	169	108	102	78
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.9	12.9	12.7	12.4	12.5	12.5
	Eh[mV]	101	76	73	84	75	22

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への I の収着試験結果を表 6.4-2 および図 6.4-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－蒸留水浸漬液で 7.81×10^{-2}～9.76×10^{-2} m^3/kg と最も高い K_d 値を示した。次いで，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 9.55×10^{-3}～2.67×10^{-2} m^3/kg，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 1.41×10^{-2}～2.23×10^{-2} m^3/kg とほぼ同じ程度の K_d 値となった。一方で，OPC－模擬海水浸漬液および OPC－硝酸イオン溶液浸漬液では，ほとんどの条件と試料で K_d 値が導出できず，有意な収着が認められなかった。

表 6.4-2　OPC に対する I の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$1.83(\pm0.06)\times10^2$ $1.81(\pm0.06)\times10^2$ $1.90(\pm0.06)\times10^2$	2.29×10^{-2} 2.43×10^{-2} 1.83×10^{-2}	$2.18(\pm0.51)\times10^{-2}$
OPC－蒸留水（CW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$1.75(\pm0.06)\times10^2$ $1.15(\pm0.05)\times10^2$ $1.05(\pm0.05)\times10^2$	2.86×10^{-2} 9.57×10^{-2} 1.14×10^{-1}	$7.94(\pm7.35)\times10^{-2}$
OPC－模擬海水（SCW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$2.32(\pm0.07)\times10^2$ $2.03(\pm0.06)\times10^2$ $2.36(\pm0.07)\times10^2$	- 1.07×10^{-2} -	$1.07(\pm0.00)\times10^{-2}$
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$2.00(\pm0.06)\times10^2$ $2.33(\pm0.07)\times10^2$ $2.25(\pm0.07)\times10^2$	1.26×10^{-2} - -	$1.26(\pm0.00)\times10^{-2}$
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$1.99(\pm0.06)\times10^2$ $1.85(\pm0.06)\times10^2$ $1.70(\pm0.06)\times10^2$	1.30×10^{-2} 2.17×10^{-2} 3.22×10^{-2}	$2.23(\pm1.57)\times10^{-2}$

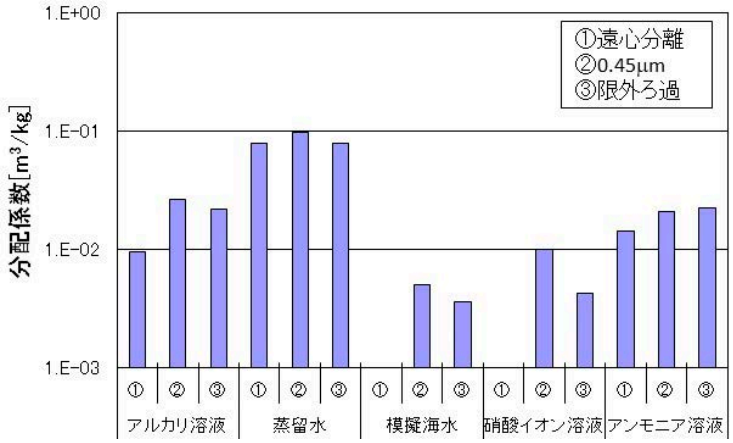

図 6.4-1　OPC に対する I の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.4-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.4～11.5，Eh は 117～237mV であった。

表 6.4-3　DOPC 浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.4	11.4	11.5	11.5	11.4	11.5
	Eh[mV]	124	117	237	135	147	143

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への I の収着試験結果を表 6.4-4 および図 6.4-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。得られた DOPC－蒸留水浸漬液での分配係数の平均値は 1.06×10^{-2}～1.42×10^{-2} m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液での OPC への分配係数より若干低い結果となった。

表 6.4-4　DOPC に対する I の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$9.65(\pm0.53)\times10^{1}$	$8.07(\pm0.44)\times10^{1}$ $8.46(\pm0.45)\times10^{1}$ $8.86(\pm0.47)\times10^{1}$	1.95×10^{-2} 1.40×10^{-2} 8.93×10^{-3}	$1.42(\pm0.87)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

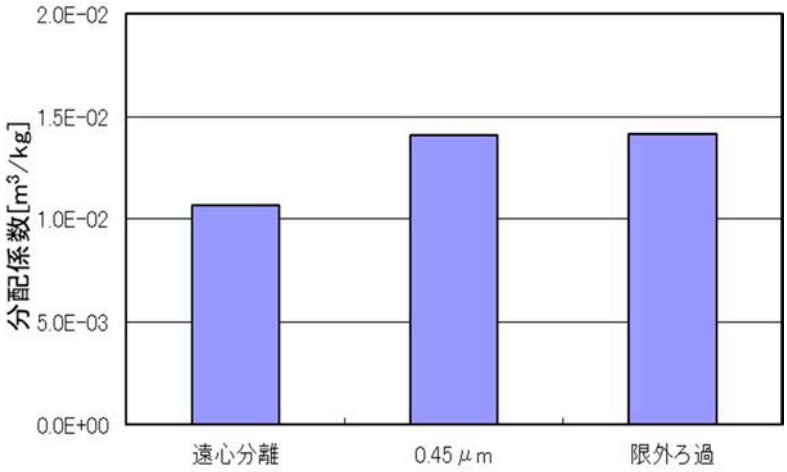

図 6.4-2　DOPC に対する I の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.4-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.2～10.3，Eh は 76～155mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.6～8.7，Eh は 97～166mV，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）の pH は 8.7～9.3，Eh は 154～211mV，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の pH は 11.9～12.2，Eh は 34～80mV であった。

表 6.4-5　凝灰岩浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
	Eh[mV]	155	127	130	76	127	87
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Eh[mV]	166	135	114	97	118	100
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	pH	8.8	8.7	8.9	9.3	9.1	9.1
	Eh[mV]	211	190	199	154	197	163
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	pH	11.9	12.1	12.2	12.0	12.0	12.1
	Eh[mV]	71	34	75	80	66	54

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への I の収着試験結果を表 6.4-6 および図 6.4-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 1.65×10^{-2}～2.77×10^{-2} m^3/kg と最も高い結果となった。次いで凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 6.62×10^{-3}～1.08×10^{-2} m^3/kg であった。一方で，凝灰岩－蒸留水浸漬液および凝灰岩－模擬海水浸漬液では，ほとんどの条件と試料で K_d 値が導出できず，有意な収着が認められなかった。

表 6.4-6　凝灰岩に対する I の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$2.01(\pm0.06)\times10^2$ $2.26(\pm0.07)\times10^2$ $2.36(\pm0.07)\times10^2$	1.19×10^{-2} - -	$1.19(\pm0.00)\times10^{-3}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$2.21(\pm0.06)\times10^2$ $2.35(\pm0.07)\times10^2$ $2.42(\pm0.07)\times10^2$	1.75×10^{-3} - -	$1.75(\pm0.00)\times10^{-3}$
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$1.89(\pm0.06)\times10^2$ $2.33(\pm0.07)\times10^2$ $2.23(\pm0.07)\times10^2$	1.90×10^{-2} - 8.17×10^{-4}	$9.93(\pm18.2)\times10^{-3}$
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	$2.25(\pm0.06)\times10^2$	$1.95(\pm0.10)\times10^2$ $2.00(\pm0.10)\times10^2$ $1.75(\pm0.09)\times10^2$	1.56×10^{-2} 1.27×10^{-2} 2.88×10^{-2}	$1.90(\pm1.41)\times10^{-2}$

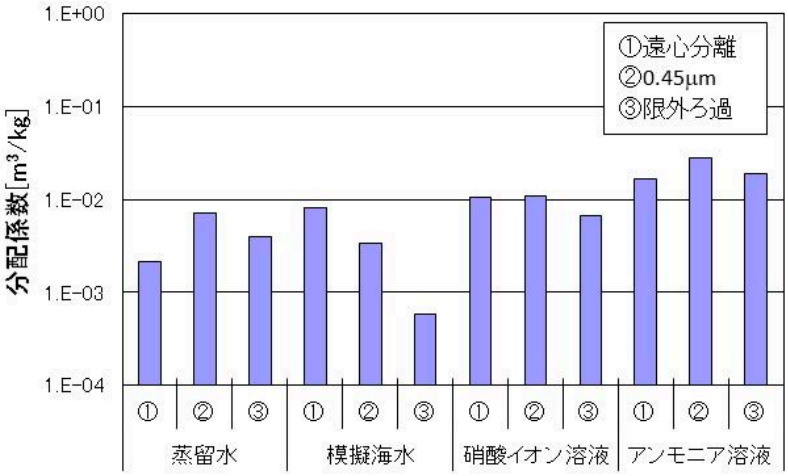

図 6.4-3　凝灰岩に対する I の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.4-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 12.2～12.3, Eh は 113～231mV, OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）の pH は 12.0～12.2，Eh は 125～205mV，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の pH は 12.3～12.5，Eh は 65～129mV であった。

表 6.4-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での I の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.3	12.2	12.3	12.2	12.2	12.3
	Eh[mV]	153	113	231	118	127	127
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	pH	12.1	12.1	12.2	12.0	12.1	12.1
	Eh[mV]	142	136	205	125	139	148
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	pH	12.3	12.3	12.5	12.3	12.3	12.3
	Eh[mV]	129	66	106	79	74	65

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩への I の収着試験結果を表 6.4-8 および図 6.4-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 1.03×10^{-2}～1.37×10^{-2} m^3/kg と最も低い値であった。次いで，OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 1.57×10^{-2}～3.05×10^{-2} m^3/kg，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 2.24×10^{-2}～3.11×10^{-2} m^3/kg と同程度の K_d 値となった。いずれの液性でも，OPC 共存の影響のない凝灰岩への収着に対し，OPC 共存の影響を含む条件での収着の方が若干高い K_d 値を示した。

表 6.4-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する I の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.01(\pm0.005)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.43)\times10^{1}$ $1.01(\pm0.05)\times10^{2}$ $9.67(\pm0.49)\times10^{1}$	3.25×10^{-2} - 4.45×10^{-3}	$1.85(\pm2.81)\times10^{-2}$
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	$1.08(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.98(\pm0.47)\times10^{1}$ $7.49(\pm0.44)\times10^{1}$ $8.50(\pm0.46)\times10^{1}$	2.03×10^{-2} 4.42×10^{-2} 2.71×10^{-2}	$3.05(\pm2.01)\times10^{-2}$
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	$1.14(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.75(\pm0.47)\times10^{1}$ $9.21(\pm0.48)\times10^{1}$ $8.19(\pm0.46)\times10^{1}$	3.03×10^{-2} 2.38×10^{-2} 3.92×10^{-2}	$3.11(\pm1.27)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

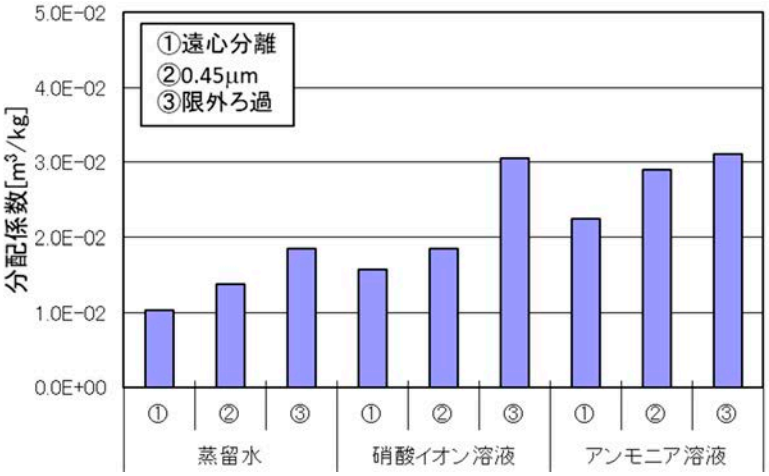

図 6.4-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する I の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

6.5 セシウム（Cs）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 5 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.5-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 13.0～13.1，Eh は 13～187mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.6～12.7，Eh は 41～188mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.1～12.5，Eh は 52～153mV，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液（NCW）の pH は 12.5～12.6，Eh は 87～197mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.6～12.8，Eh は 0～72mV であった。

表 6.5-1　OPC 浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.1	13.0	13.1	13.1	13.1	13.1
	Eh[mV]	171	56	186	187	13	110
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.6	12.6	12.7	12.6	12.6	12.6
	Eh[mV]	180	41	188	188	112	98
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.1	12.2	12.5	12.4	12.4	12.4
	Eh[mV]	136	52	153	147	102	102
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	pH	12.5	12.5	12.6	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	190	87	197	187	134	134
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.7	12.7	12.8	12.6	12.7	12.7
	Eh[mV]	45	0	52	72	45	44

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Cs の収着試験結果を表 6.5-2 および図 6.5-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 1.85×10^{-2}～2.46×10^{-2} m^3/kg，OPC－蒸留水浸漬液で 1.75×10^{-2}～2.88×10^{-2} m^3/kg，OPC－模擬海水浸漬液で 1.87×10^{-2}～2.31×10^{-2} m^3/kg，OPC－硝酸イオン溶液浸漬液で 1.74×10^{-2}～2.29×10^{-2} m^3/kg，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 2.08×10^{-2}～2.31×10^{-2} m^3/kg であった。それぞれの液性での分配係数の差異は顕著ではなかった。

表 6.5-2　OPC に対する Cs の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.62(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$	2.72×10^{-2} 2.30×10^{-2} 2.34×10^{-2}	$2.46(\pm0.36)\times10^{-2}$
OPC－蒸留水（CW）	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.58(\pm0.02)\times10^3$ $1.65(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$	3.04×10^{-2} 2.48×10^{-2} 2.19×10^{-2}	$2.57(\pm0.70)\times10^{-2}$
OPC－模擬海水（SCW）	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.68(\pm0.02)\times10^3$ $1.64(\pm0.02)\times10^3$ $1.70(\pm0.02)\times10^3$	2.26×10^{-2} 2.56×10^{-2} 2.12×10^{-2}	$2.31(\pm0.37)\times10^{-2}$
OPC－硝酸イオン溶液（NCW）	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.67(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$	2.34×10^{-2} 2.19×10^{-2} 2.34×10^{-2}	$2.29(\pm0.14)\times10^{-2}$
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.65(\pm0.02)\times10^3$ $1.74(\pm0.02)\times10^3$ $1.64(\pm0.02)\times10^3$	2.48×10^{-2} 1.84×10^{-2} 2.56×10^{-2}	$2.29(\pm0.65)\times10^{-2}$

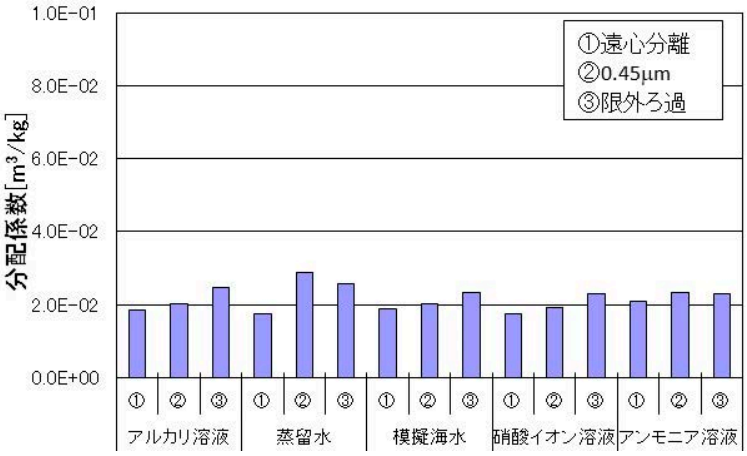

図 6.5-1　OPC に対する Cs の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.5-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.2～11.4，Eh は 120～195mV であった。

表 6.5-3　DOPC 浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.2	11.3	11.3	11.3	11.4	11.3
	Eh[mV]	195	132	120	124	132	134

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Cs の収着試験結果を表 6.5-4 および図 6.5-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた DOCP－蒸留水浸漬液での分配係数の平均値は 9.27×10^{-2}～9.72×10^{-2} m^3/kg であった。OPC－蒸留水浸漬液中の OPC への収着より約 1 桁近く高い値となった。

表 6.5-4　DOPC に対する Cs の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$1.89(\pm0.01)\times10^3$	$1.03(\pm0.009)\times10^3$ $9.30(\pm0.08)\times10^2$ $9.23(\pm0.08)\times10^2$	8.35×10^{-2} 1.03×10^{-1} 1.05×10^{-1}	$9.72(\pm1.94)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

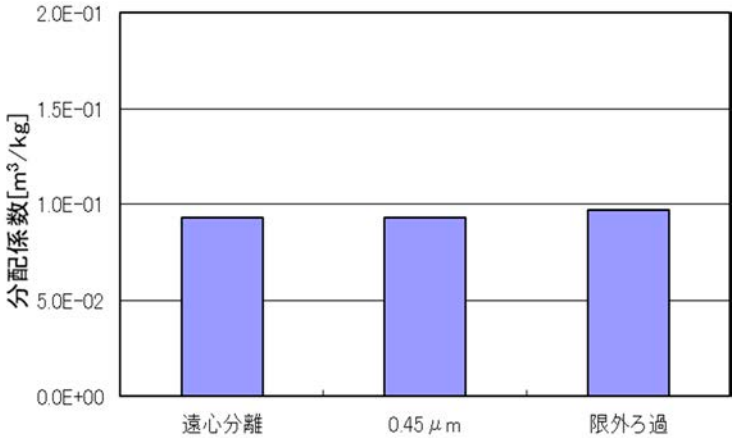

図 6.5-2　DOPC に対する Cs の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.5-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.5～10.8，Eh は 4～136mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.7～9.4，Eh は 90～143mV，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NTW）の pH は 9.0～10.1，Eh は 159～202mV，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHTW）の pH は 11.9～12.0，Eh は-2～68mV であった。

表 6.5-5　凝灰岩浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.5	10.6	10.7	10.8	10.7	10.7
	Eh[mV]	101	4	119	136	64	99
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.8	8.9	8.7	9.4	8.7	8.7
	Eh[mV]	120	90	137	143	109	127
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	pH	9.4	9.5	9.1	10.1	9.0	9.1
	Eh[mV]	195	159	200	202	161	172
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	pH	12.0	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0
	Eh[mV]	23	-2	34	68	43	47

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Cs の収着試験結果を表 6.5-6 および図 6.5-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響は凝灰岩－蒸留水浸漬液の限外ろ過で他の分離方法より約 1 桁高い結果となった。その他の浸漬液ではほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液で 2.68×10^{0}～4.04×10^{1} m^3/kg，凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 4.34×10^{0}～4.69×10^{0} m^3/kg と高く，次いで凝灰岩－模擬海水浸漬液で 3.20×10^{-1}～3.50×10^{-1} m^3/kg，凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 6.64×10^{-2}～7.46×10^{-2} m^3/kg と低下する傾向を示した。

表 6.5-6　凝灰岩に対する Cs の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$2.06(\pm0.02)\times10^{3}$	$1.30(\pm0.17)\times10^{1}$ $4.47(\pm1.08)\times10^{0}$ $3.46(\pm0.89)\times10^{0}$	1.57×10^{1} 4.60×10^{1} 5.94×10^{1}	$4.04(\pm3.65)\times10^{1}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$2.06(\pm0.02)\times10^{3}$	$4.67(\pm0.10)\times10^{2}$ $4.67(\pm0.10)\times10^{2}$ $4.67(\pm0.10)\times10^{2}$	3.41×10^{-1} 3.41×10^{-1} 3.41×10^{-1}	$3.41(\pm0.00)\times10^{-1}$
凝灰岩－硝酸イオン溶液（NTW）	$2.06(\pm0.02)\times10^{3}$	$1.16(\pm0.02)\times10^{3}$ $1.19(\pm0.02)\times10^{3}$ $1.19(\pm0.02)\times10^{3}$	7.76×10^{-2} 7.31×10^{-2} 7.31×10^{-2}	$7.46(\pm0.42)\times10^{-2}$
凝灰岩－アンモニア溶液（NHTW）	$2.06(\pm0.02)\times10^{3}$	$4.90(\pm0.33)\times10^{1}$ $4.23(\pm0.30)\times10^{1}$ $3.94(\pm0.29)\times10^{1}$	4.10×10^{0} 4.77×10^{0} 5.13×10^{0}	$4.67(\pm0.85)\times10^{0}$

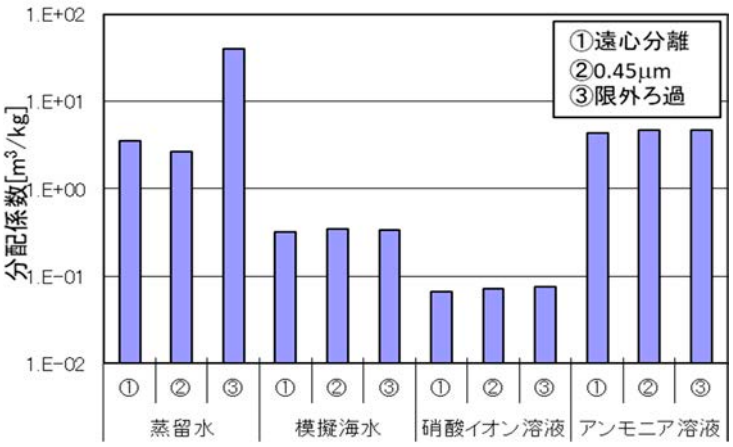

図 6.5-3　凝灰岩に対する Cs の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.5-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.9～12.1, Eh は 125～168mV, OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液（NCTW）の pH は 11.8～12.0，Eh は 136～150mV，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液（NHCTW）の pH は 12.1，Eh は 73～96mV であった。

表 6.5-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Cs の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加前	RI 添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9
	Eh[mV]	168	130	130	131	125	129
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	pH	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8
	Eh[mV]	144	136	150	145	136	137
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	pH	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	Eh[mV]	87	73	83	87	92	96

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩への Cs の収着試験結果を表 6.5-8 および図 6.5-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－アンモニア溶液浸漬液で 5.40×10^{0}～6.06×10^{0} m^3/kg と最も高く，次いで OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 8.15×10^{-1}～9.86×10^{-1} m^3/kg，OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液浸漬液で 8.17×10^{-2}～8.43×10^{-2} m^3/kg と低下する傾向を示した。凝灰岩－蒸留水浸漬液と比較して，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液では分配係数は低い値を示したが，他の浸漬液（硝酸イオン溶液とアンモニア溶液浸漬液）での差異は顕著ではなかった。

表 6.5-8　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cs の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.69(\pm0.11)\times10^{2}$	$1.94(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.70(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.61(\pm0.11)\times10^{1}$	7.71×10^{-1} 8.94×10^{-1} 9.50×10^{-1}	$8.72(\pm1.49)\times10^{-1}$
OPC－凝灰岩－硝酸イオン溶液（NCTW）	$1.69(\pm0.01)\times10^{3}$	$9.00(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.19(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.32(\pm0.08)\times10^{2}$	8.78×10^{-2} 8.39×10^{-2} 8.13×10^{-2}	$8.43(\pm0.53)\times10^{-2}$
OPC－凝灰岩－アンモニア溶液（NHCTW）	$1.76(\pm0.01)\times10^{3}$	$3.27(\pm0.16)\times10^{1}$ $3.10(\pm0.15)\times10^{1}$ $3.11(\pm0.15)\times10^{1}$	5.28×10^{0} 5.58×10^{0} 5.56×10^{0}	$5.47(\pm0.27)\times10^{0}$

* ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

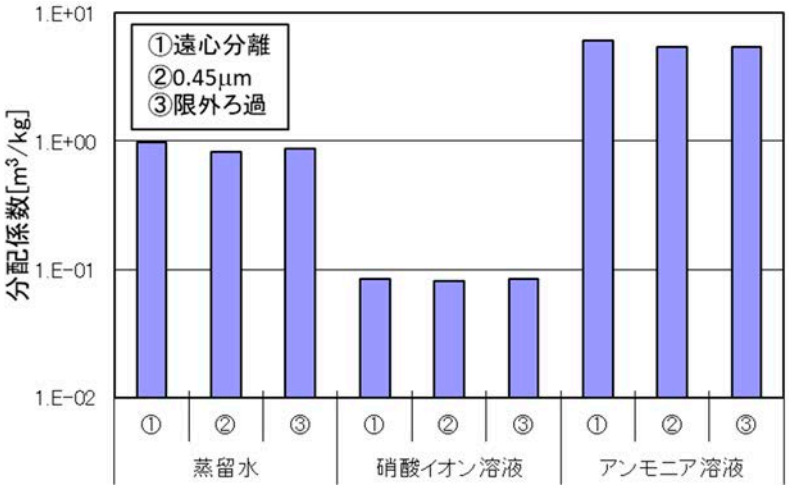

図 6.5-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cs の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.6 ニッケル（Ni）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 6 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.6-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.9～13.0，Eh は－11～79mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.5～12.8，Eh は 12～91mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 11.1～12.2，Eh は 24～96mV であった。

表 6.6-1　OPC 浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.0	13.0	13.0	12.9	12.9	12.9
	Eh[mV]	-3	-11	79	66	40	22
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.8	12.8	12.6	12.5	12.5	12.6
	Eh[mV]	23	12	91	58	48	17
OPC－模擬海水（SCW）	pH	11.1	12.2	12.2	12.1	12.2	12.2
	Eh[mV]	96	42	82	26	24	26

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Ni の収着試験結果を表 6.6-2 および図 6.6-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－模擬海水浸漬液で 1.79×10^{-1}～2.41×10^{-1} m^3/kg，OPC－蒸留水浸漬液で 1.05×10^{-1}～1.20×10^{-1} m^3/kg，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 7.11×10^{-2}～9.44×10^{-2} m^3/kg の順でわずかに減少する傾向を示した。

表 6.6-2　OPC に対する Ni の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$6.18(\pm0.07)\times10^0$	$3.10(\pm0.06)\times10^0$ $3.20(\pm0.06)\times10^0$ $3.24(\pm0.06)\times10^0$	9.94×10^{-2} 9.31×10^{-2} 9.07×10^{-2}	$9.44(\pm0.73)\times10^{-2}$
OPC－蒸留水（CW）	$3.15(\pm0.06)\times10^0$	$1.46(\pm0.05)\times10^0$ $1.28(\pm0.05)\times10^0$ $1.59(\pm0.05)\times10^0$	1.16×10^{-1} 1.46×10^{-1} 9.81×10^{-2}	$1.20(\pm0.40)\times10^{-1}$
OPC－模擬海水（SCW）	$4.93(\pm0.06)\times10^0$	$1.56(\pm0.05)\times10^0$ $1.64(\pm0.05)\times10^0$ $1.52(\pm0.05)\times10^0$	2.16×10^{-1} 2.01×10^{-1} 2.24×10^{-1}	$2.41(\pm0.20)\times10^{-1}$

* ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

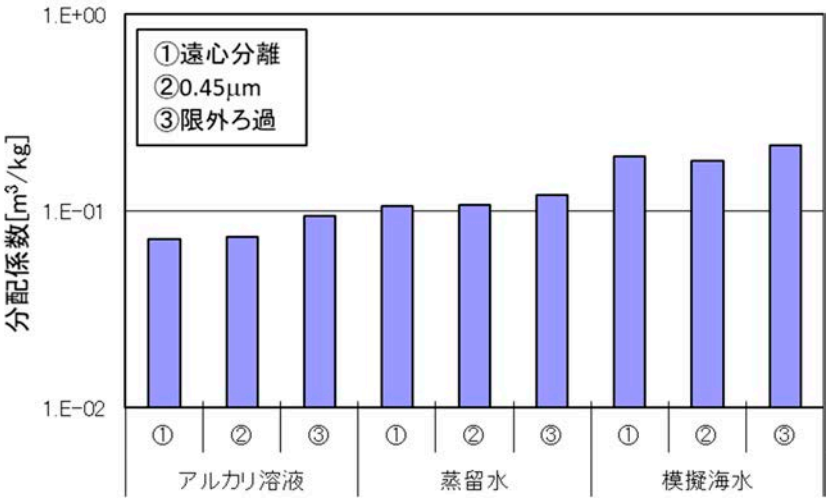

図 6.6-1　OPC に対する Ni の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.6-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.1～11.3，Eh は 73～179mV であった。

表 6.6-3　DOPC 浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.2	11.1	11.3	11.2	11.2	11.2
	Eh[mV]	172	179	73	82	77	85

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Ni の収着試験結果を表 6.6-4 および図 6.6-2 に示す。固液分離方法の違いによる若干の影響が認められた。得られた DOPC－蒸留水浸漬液での Ni の分配係数の平均値は 1.97×10^{-2}～6.28×10^{-2} m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液での OPC に対する分配係数より低い結果となった。ただし，これらの両条件では，試験に用いた Ni の初期濃度が異なっている点が影響している可能性，特に初期濃度が低い試験において誤差が大きくなっている点を考慮しておく必要がある。

表 6.6-4　DOPC に対する Ni の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$3.50(\pm0.04)\times10^0$	$2.16(\pm0.04)\times10^0$ $2.12(\pm0.04)\times10^0$ $2.17(\pm0.04)\times10^0$	6.20×10^{-2} 6.51×10^{-2} 6.13×10^{-2}	$6.28(\pm0.33)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

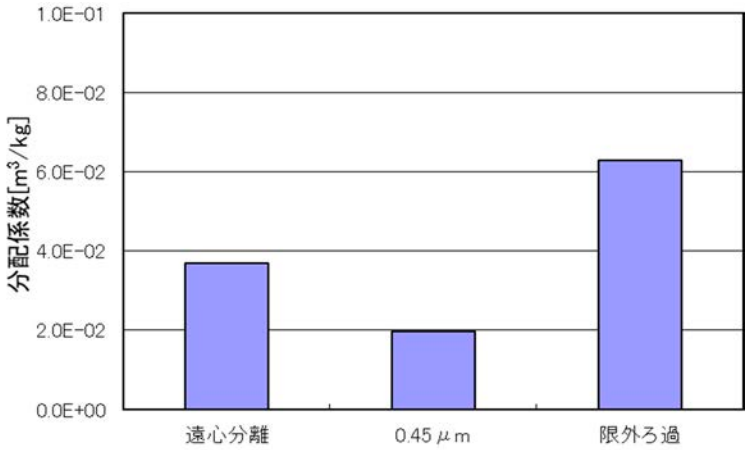

図 6.6-2　DOPC に対する Ni の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.6-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 9.9～10.4，Eh は 16～98mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.5～8.6，Eh は 90～148mV であった。

表 6.6-5　凝灰岩浸漬液中での Ni の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.1	10.4	10.2	10.0	9.9	10.1
	Eh[mV]	86	16	98	93	91	84
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.5
	Eh[mV]	148	114	90	146	144	146

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Ni の収着試験結果を表 6.6-6 および図 6.6-3 に示す。固液分離方法の分配係数への影響については，凝灰岩－蒸留水浸漬液での固液分離方法による大きな違いが生じた。限外ろ過による方法が他の方法（遠心分離および 0.45μm フィルター）より，分配係数が約 3 桁高くなる結

果となった。一方で，凝灰岩－模擬海水浸漬液における固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液で 5.11×10^{-2}～8.79×10^{1} m^3/kg，凝灰岩－模擬海水浸漬液で 4.01×10^{-1}～4.29×10^{-1} m^3/kg であった。

表 6.6-6　凝灰岩に対する Ni の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$9.20(\pm0.007)\times10^{2}$	$9.98(\pm0.84)\times10^{-1}$ $9.01(\pm0.44)\times10^{-1}$ $1.32(\pm0.05)\times10^{0}$	9.21×10^{1} 1.02×10^{2} 6.96×10^{1}	$8.79(\pm2.71)\times10^{1}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$9.64(\pm0.007)\times10^{2}$	$1.51(\pm0.003)\times10^{2}$ $2.31(\pm0.004)\times10^{2}$ $2.16(\pm0.004)\times10^{2}$	5.38×10^{-1} 3.17×10^{-1} 3.46×10^{-1}	$4.01(\pm1.96)\times10^{-1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

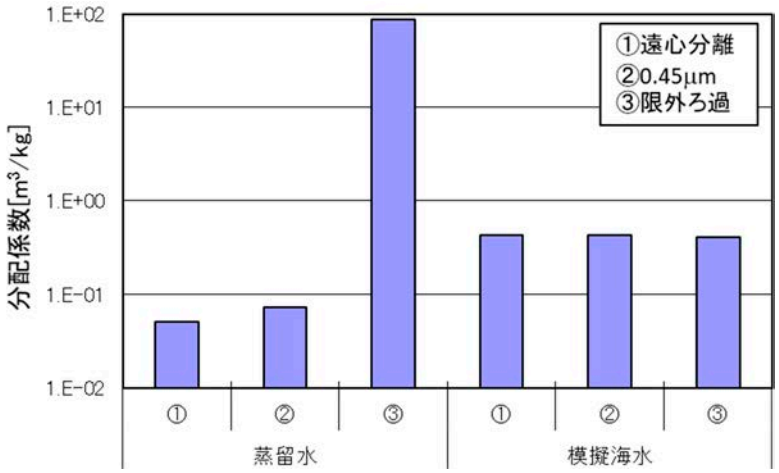

図 6.6-3　凝灰岩に対する Ni の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.6-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.9～12.1，Eh は 67～159mV であった。

表 6.6-7　OPC－凝灰岩浸漬液での Ni の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.1	12.1	11.9	11.9	11.9	11.9
	Eh [mV]	159	144	68	67	76	70

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩への Ni の収着試験結果を表 6.6-8 および図 6.6-4 に示す。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 0～2.27×10^{-2} m^3/kg であった。限外ろ過により得られた分配係数で比較すると，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液での収着は，OPC の影響を含まない凝灰岩－蒸留水浸漬液の結果と比較して 3 桁低い結果となった。ただし，これらの両条件では，試験に用いた Ni の初期濃度が異なっている点が影響している可能性，特に初期濃度が低い試験において誤差が大きくなっている点を考慮しておく必要がある。

表 6.6-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Ni の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$3.37(\pm0.04)\times10^{0}$	$2.64(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.64(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.99(\pm0.04)\times10^{0}$	2.77×10^{-2} 2.77×10^{-2} 1.27×10^{-2}	$2.27(\pm1.41)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

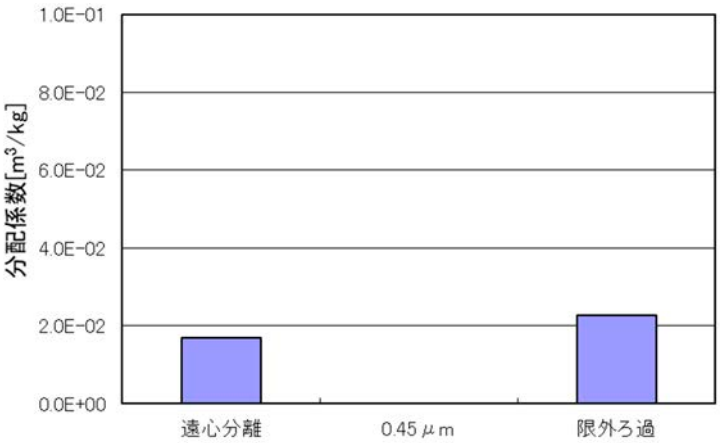

図 6.6-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Ni の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

6.7 セレン（Se）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 7 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.7-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.9～13.0，Eh は-537～-32mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.5，Eh は-530～-162mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 10.5～12.2，Eh は-514～-338mV であった。

表 6.7-1　OPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.0	13.0	12.9	12.9	12.9	12.9
	Eh[mV]	-537	-411	-37	-33	-32	-109
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	-530	-523	-475	-162	-168	-413
OPC－模擬海水（SCW）	pH	10.5	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2
	Eh[mV]	-464	-514	-501	-378	-338	-480

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Se の収着試験結果を表 6.7-2 および図 6.7-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－蒸留水浸漬液で 3.02×10^{-1}～3.10×10^{-1} m^3/kg と最も高く，次いで OPC－アルカリ溶液浸漬液では 2.70×10^{-2}～3.01×10^{-2} m^3/kg，模擬海水では 8.28×10^{-3}～1.24×10^{-2} m^3/kg と最も低い結果となった。

表 6.7-2　OPC に対する Se の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$4.03(\pm0.05)\times10^{2}$	$2.80(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.31(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.15(\pm0.04)\times10^{2}$	4.24×10^{-2} 2.09×10^{-2} 2.71×10^{-2}	$3.01(\pm1.80)\times10^{-2}$
OPC－蒸留水（CW）	$6.38(\pm0.18)\times10^{1}$	$1.39(\pm0.08)\times10^{1}$ $1.72(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.60(\pm0.09)\times10^{1}$	3.59×10^{-1} 2.71×10^{-1} 2.99×10^{-1}	$3.10(\pm0.74)\times10^{-1}$
OPC－模擬海水（SCW）	$6.87(\pm0.08)\times10^{1}$	$6.33(\pm0.18)\times10^{1}$ $6.31(\pm0.18)\times10^{1}$ $5.93(\pm0.18)\times10^{1}$	8.53×10^{-3} 8.87×10^{-3} 1.59×10^{-2}	$1.11(\pm0.68)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

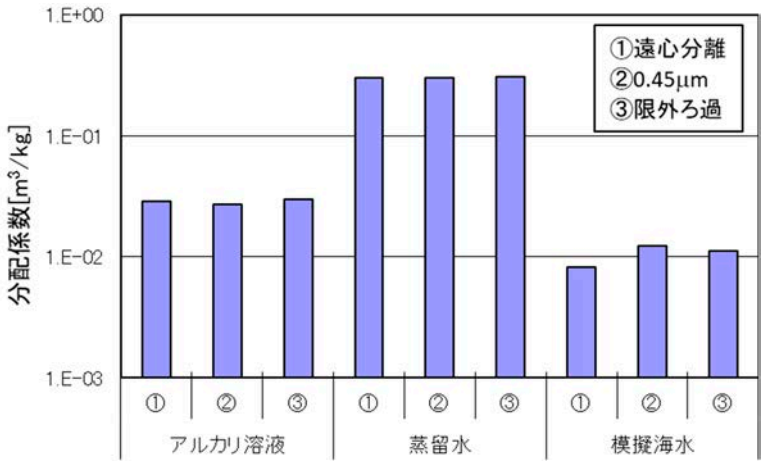

図 6.7-1　OPC に対する Se の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.7-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.0～11.2，Eh は 33～99mV であった。

表 6.7-3　DOPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*1	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.0	11.0*2	11.2	11.2	11.2	11.2
	Eh[mV]	42	33*2	99	96	80	82

*1　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。
*2　：　還元剤添加により pH が低下したため，1N-NaOH 溶液を 3×10^{-4}mol（液量 50mL あたり）添加した。

DOPC への Se の収着試験結果を表 6.7-4 および図 6.7-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，DOPC－蒸留水浸漬液で 1.31×10^{-2}～1.90×10^{-2} m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液中での OPC への分配係数より約 1 桁低い結果となった。

表 6.7-4　DOPC に対する Se の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$1.12(\pm0.006)\times10^3$	$1.00(\pm0.006)\times10^3$ $9.80(\pm0.06)\times10^2$ $9.91(\pm0.006)\times10^2$	1.20×10^{-2} 1.43×10^{-2} 1.30×10^{-2}	$1.31(\pm0.19)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

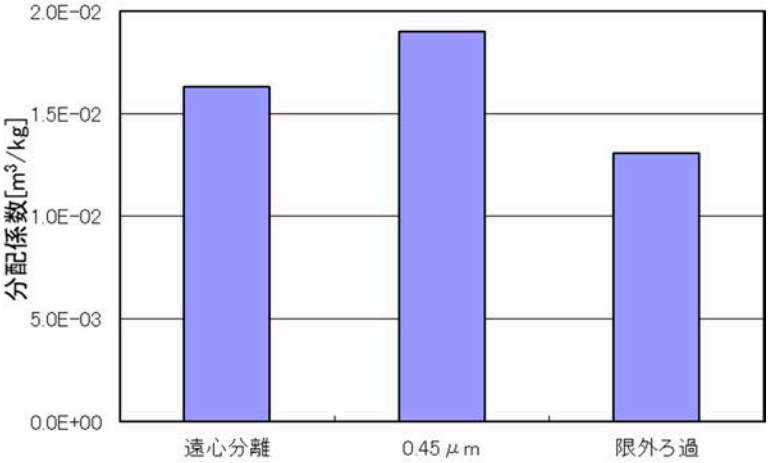

図 6.7-2　DOPC に対する Se の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.7-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 9.7～9.8，Eh は-287～-38mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.6～8.8，Eh は-125～13mV であった。

表 6.7-5　凝灰岩 OPC 浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	9.8	9.8	9.7	9.7	9.7	9.7
	Eh[mV]	-206	-279	-287	-179	-52	-38
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.8	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6
	Eh[mV]	-32	-125	-122	8	1	13

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Se の収着試験結果を表 6.7-6 に示す。凝灰岩－模擬海水浸漬液および凝灰岩－蒸留水浸漬液のいずれの条件も分配係数は非常に低く，一部の条件を除き，分配係数を導出することはできなかった。

表 6.7-6　凝灰岩に対する Se の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$6.30(\pm0.05)\times10^2$	$6.59(\pm0.06)\times10^2$ $6.63(\pm0.06)\times10^2$ $6.26(\pm0.06)\times10^2$	- - 6.39×10^{-4}	$6.39(\pm0.00)\times10^{-4}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$2.12(\pm0.03)\times10^2$	$2.32(\pm0.03)\times10^2$ $2.21(\pm0.06)\times10^2$ $2.33(\pm0.04)\times10^2$	- - -	-

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.7-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.8～12.0 で Eh は-415～79mV であった。

表 6.7-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Se の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		還元剤添加前	還元剤添加後*1
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.0	11.5
	Eh [mV]	111	-452

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*2	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.0	12.0	11.8	11.8	11.8	11.8
	Eh [mV]	-415	-3	79	76	66	72

*1　：還元剤添加により pH が低下したため，1N-NaOH 溶液により pH を調整した。
*2　：固相添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩への Se の収着試験結果を表 6.7-8 に示す。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 2.61×10^{-3}～5.37×10^{-3} m^3/kg の範囲の値を示したが，低い K_d 値において，ばらつきも大きい結果であった。

表 6.7-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Se の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.07(\pm0.006)\times10^3$	$9.70(\pm0.06)\times10^2$ $1.05(\pm0.006)\times10^3$ $1.03(\pm0.006)\times10^3$	1.03×10^{-2} 1.90×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$5.37(\pm7.18)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

6.8 ストロンチウム（Sr）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 8 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.8-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 13.0～13.2，Eh は-81～-9mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.6～12.8，Eh は-92～-8mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 10.8～12.4，Eh は-61～58mV であった。

表 6.8-1　OPC 浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	13.0	13.0	13.1	13.0	13.2	13.1
	Eh[mV]	-9	-17	-14	-34	-13	-81
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.6	12.8	12.7	12.6	12.7	12.7
	Eh[mV]	-12	-15	-8	-92	-83	-80
OPC－模擬海水（SCW）	pH	10.8	12.3	12.4	12.4	12.4	12.4
	Eh[mV]	58	31	-11	-61	-57	-42

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Se の収着試験結果を表 6.8-2 および図 6.8-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－蒸留水浸漬液で 6.09×10^{-3}～7.36×10^{-3} m^3/kg と若干低く，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 2.42×10^{-2}～2.44×10^{-2} m^3/kg，OPC－模擬海水浸漬液で 1.72×10^{-2}～2.00×10^{-2} m^3/kg と同程度の分配係数となった。

表 6.8-2　OPC に対する Sr の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.44(\pm0.001)\times10^3$ $1.46(\pm0.001)\times10^3$ $1.44(\pm0.001)\times10^3$	2.50×10^{-2} 2.33×10^{-2} 2.50×10^{-2}	$2.44(\pm0.16)\times10^{-2}$
OPC－蒸留水（CW）	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.68(\pm0.001)\times10^3$ $1.67(\pm0.001)\times10^3$ $1.68(\pm0.001)\times10^3$	7.14×10^{-3} 7.78×10^{-3} 7.14×10^{-3}	$7.36(\pm0.61)\times10^{-3}$
OPC－模擬海水（SCW）	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.52(\pm0.001)\times10^3$ $1.50(\pm0.001)\times10^3$ $1.48(\pm0.001)\times10^3$	1.84×10^{-2} 2.00×10^{-2} 2.16×10^{-2}	$2.00(\pm0.26)\times10^{-2}$

* ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

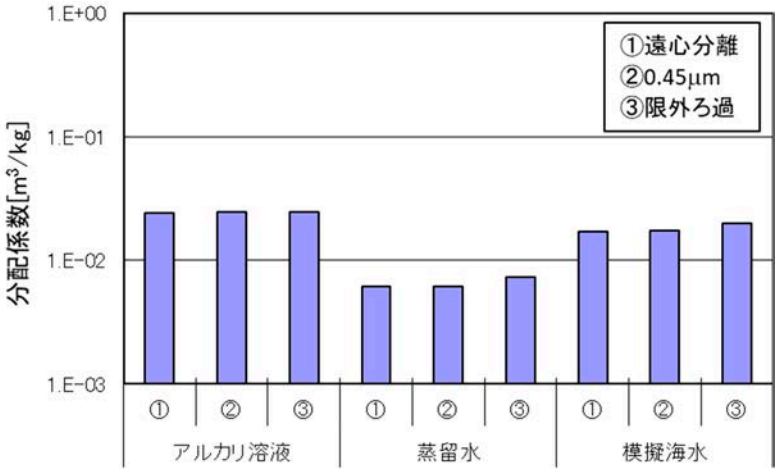

図 6.8-1　OPC に対する Sr の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.8-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH

は 11.0～11.4，Eh は 62～105mV であった。

表 6.8-3　DOPC 浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11	11	11.4	11.4	11.4	11.4
	Eh[mV]	66	62	93	102	102	105

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Sr の収着試験結果を表 6.8-4 および図 6.8-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた DOPC－蒸留水浸漬液での分配係数の平均値は 2.97×10^{-1}～2.98×10^{-1} m^3/kg であり，OPC－蒸留水浸漬液での値より約 1 桁高い結果となった。

表 6.8-4　DOPC に対する Sr の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$2.53(\pm0.003)\times10^{2}$	$6.43(\pm0.02)\times10^{1}$ $6.57(\pm0.02)\times10^{1}$ $6.09(\pm0.02)\times10^{1}$	2.93×10^{-1} 2.85×10^{-1} 3.15×10^{-1}	$2.98(\pm0.26)\times10^{-1}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

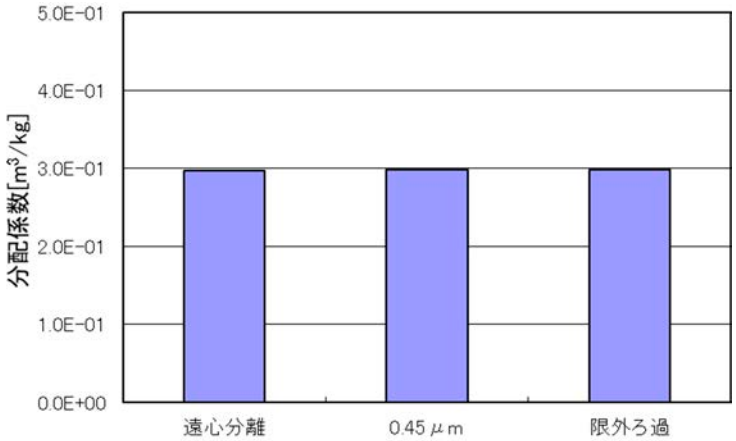

図 6.8-2　DOPC に対する Sr の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.8-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 9.8～10.1，Eh は-37～72mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.4～8.6，Eh は 41～140mV であった。

表 6.8-5　凝灰岩浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	9.8	10.1	9.8	9.8	9.8	9.8
	Eh[mV]	72	67	-14	-37	-16	0
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.5
	Eh[mV]	82	140	41	50	65	79

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Sr の収着試験結果を表 6.8-6 および図 6.8-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液では 2.78×10^{0}～2.95×10^{0} m^3/kg となり，これに対して凝灰岩－模擬海水浸漬液で 3.30×10^{-2}～3.71×10^{-2} m^3/kg と約 2 桁低い値となった。

表 6.8-6　凝灰岩に対する Sr の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$1.76(\pm0.002)\times10^3$	$6.41(\pm0.04)\times10^1$ $5.61(\pm0.02)\times10^1$ $5.38(\pm0.02)\times10^1$	2.65×10^0 3.04×10^0 3.14×10^0	$2.95(\pm0.45)\times10^0$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.30(\pm0.001)\times10^3$ $1.32(\pm0.001)\times10^3$ $1.32(\pm0.001)\times10^3$	3.85×10^{-2} 3.64×10^{-2} 3.64×10^{-2}	$3.71(\pm0.20)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

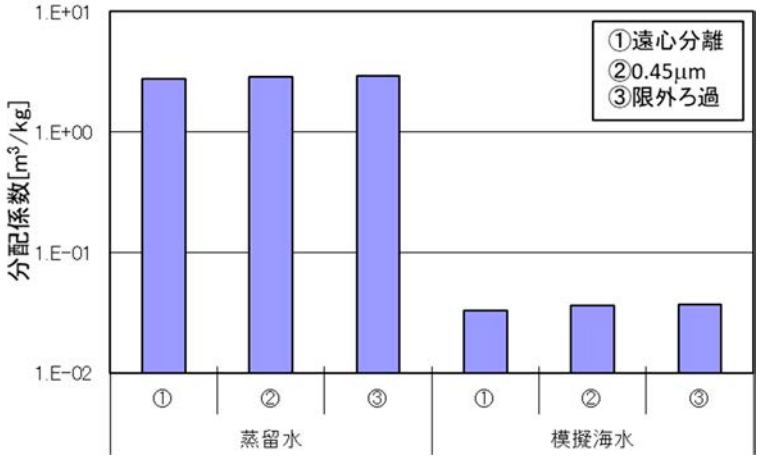

図 6.8-3　凝灰岩に対する Sr の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.8-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.8～12.1，Eh は 56～103mV であった。

表 6.8-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Sr の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.1	12.1	11.8	11.8	11.8	11.8
	Eh [mV]	61	56	101	101	103	103

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩への Sr の収着試験結果を表 6.8-8 および図 6.8-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液で 7.35×10^{-1}～7.49×10^{-1} m^3/kg となり，凝灰岩－蒸留水浸漬液での分配係数より若干低くなった。

表 6.8-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sr の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$2.56(\pm0.003)\times10^2$	$2.58(\pm0.01)\times10^1$ $2.77(\pm0.01)\times10^1$ $4.06(\pm0.01)\times10^1$	8.92×10^{-1} 8.24×10^{-1} 5.31×10^{-1}	$7.49(\pm3.14)\times10^{-1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

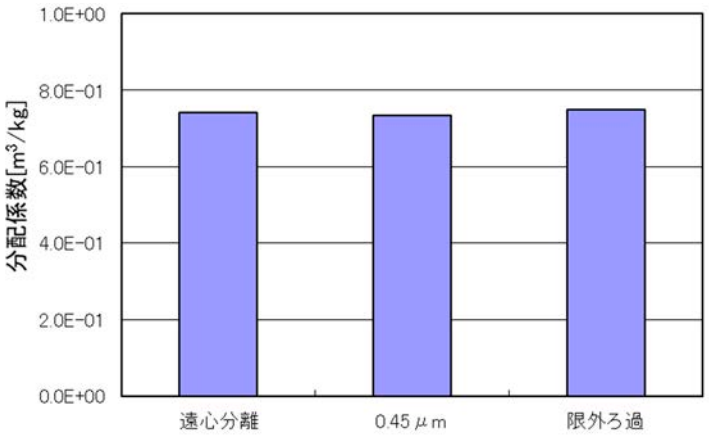

図 6.8-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sr の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.9 スズ（Sn）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 9 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.9-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.8～12.9，Eh は-53～13mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.3～12.6，Eh は-33～40mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.2～12.4，Eh は-14～30mV であった。

表 6.9-1　OPC 浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	12.8	12.8	12.9	12.9	12.8	12.9
	Eh[mV]	-53	-24	-8	9	13	5
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.3	12.4	12.6	12.6	12.6	12.6
	Eh[mV]	-33	-4	-18	20	30	40
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.2	12.3	12.4	12.4	12.4	12.4
	Eh[mV]	-14	4	-8	24	30	22

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Sn の収着試験結果を表 6.9-2 および図 6.9-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 2.69×10^{2}～3.75×10^{2} m^3/kg，OPC－蒸留水浸漬液で 3.31×10^{1}～4.75×10^{1} m^3/kg，OPC－模擬海水浸漬液で 4.03×10^{1}～4.34×10^{1} m^3/kg と，いずれの条件でも高い値を示し，ほとんどの試料で K_d の下限値として評価される結果となった。ここで，評価された K_d の下限値が条件によって異なるのは，主に試験に用いた Sn の初期濃度の違いに起因するものであり，このため K_d の下限値の比較によって K_d の大小関係を評価することはできない。

表 6.9-2　OPC に対する Sn の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$5.52(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.23(\pm0.40)\times10^{-1}$ $<1.63\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$	4.47×10^{2} $>3.38\times10^{2}$ $>3.22\times10^{2}$	$>3.69(\pm1.12)\times10^{2}$
OPC－蒸留水（CW）	$6.78(\pm0.21)\times10^{1}$	$<1.15\times10^{-1}$ $<1.56\times10^{-1}$ $<1.67\times10^{-1}$	$>5.88\times10^{1}$ $>4.33\times10^{1}$ $>4.05\times10^{1}$	$>4.75(\pm1.61)\times10^{1}$
OPC－模擬海水（SCW）	$6.30(\pm0.20)\times10^{1}$	$<1.15\times10^{-1}$ $<1.64\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$	$>5.47\times10^{1}$ $>3.83\times10^{1}$ $>3.67\times10^{1}$	$>4.32(\pm1.62)\times10^{1}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

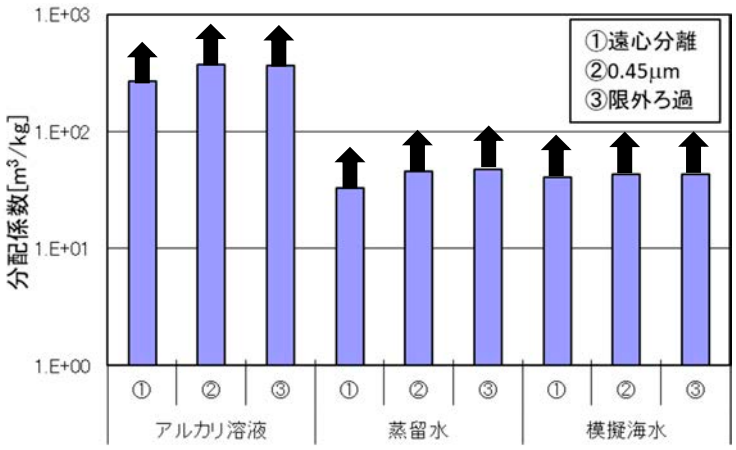

図 6.9-1　OPC に対する Sn の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.9-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 10.9～11.1，Eh は 104～153mV であった。

表 6.9-3　DOPC 浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11	10.9	11	11	11.1	11.1
	Eh[mV]	148	153	104	106	104	115

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Sn の収着試験結果を表 6.9-4 および図 6.9-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，DOPC－蒸留水浸漬液で 2.95×10^{0}～3.04×10^{0} m^3/kg であった。得られた分配係数の下限値は，OPC－蒸留水浸漬液での OPC への値より約 1 桁低い結果であるが，これらの K_d の下限値が差異は，試験に用いた Sn の初期濃度の違いに起因するものであり，K_d の大小関係を評価することはできない。

表 6.9-4　DOPC に対する Sn の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$5.47(\pm0.51)\times10^{0}$	$<1.74\times10^{-1}$ $<1.78\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$	$>3.04\times10^{0}$ $>2.97\times10^{0}$ $>3.10\times10^{0}$	$>3.04(\pm0.10)\times10^{0}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

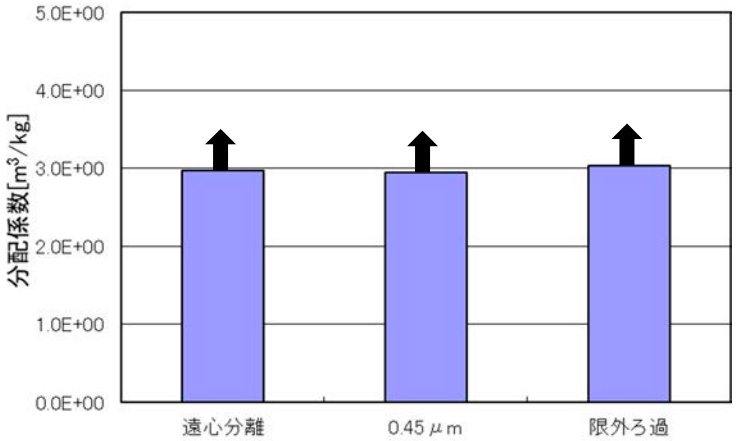

図 6.9-2　DOPC に対する Sn の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.9-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 9.5～10.5，Eh は-33～111mV，凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.5～8.9，Eh は 36～152mV であった。

表 6.9-5　凝灰岩浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.5	10.3	9.5	9.6	9.6	9.6
	Eh[mV]	-33	-30	1	70	96	111
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.9	8.8	8.5	8.6	8.6	8.6
	Eh[mV]	36	54	66	147	152	137

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Sn の収着試験結果を表 6.9-6 および図 6.9-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液で 5.08×10^{2}～7.33×10^{2} m^3/kg，凝灰岩－模擬海水浸漬液で 7.99×10^{0}～9.43×10^{0} m^3/kg となった。いずれの条件でも高い値を示し，ほとんどの試料で K_d の下限値として評価される結果となった。ここで，評価された K_d の下限値が条件によって異なるのは，主に試験に用いた Sn の初期濃度の違いに起因するものであり，このため K_d の下限値の比較によって K_d の大小関係を評価することはできない。

表 6.9-6　凝灰岩に対する Sn の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$1.23(\pm0.009)\times10^{3}$	$1.94(\pm0.40)\times10^{-1}$ $<1.51\times10^{-1}$ $<1.64\times10^{-1}$	6.34×10^{2} $>8.14\times10^{2}$ $>7.50\times10^{2}$	$>7.33(\pm1.49)\times10^{2}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$1.64(\pm0.11)\times10^{1}$	$2.03(\pm0.39)\times10^{-1}$ $<1.65\times10^{-1}$ $<1.55\times10^{-1}$	7.98×10^{0} $>9.84\times10^{0}$ $>1.05\times10^{1}$	$>9.43(\pm2.12)\times10^{0}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

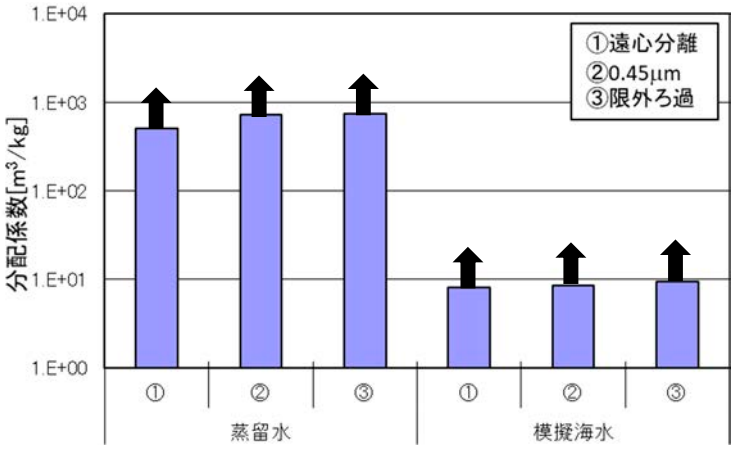

図 6.9-3　凝灰岩に対する Sn の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.9-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.6～11.9，Eh は 95～135mV であった。

表 6.9-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Sn の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	11.9	11.8	11.6	11.7	11.7	11.6
	Eh [mV]	153	142	96	98	99	95

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液での Sn の凝灰岩への収着試験結果を表 6.9-8 および図 6.9-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた分配係数の平均値は 3.14×10^{0}～3.49×10^{0} m^3/kg（下限値）となった。得られた分配係数の下限値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液での K_d 値より約 2 桁低い結果であるが，これらの K_d の下限値が差異は，試験に用いた Sn の初期濃度の違いに起因するものであり，K_d の大小関係を評価することはできない。

表 6.9-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sn の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$6.43(\pm0.55)\times10^{0}$	$2.31(\pm0.62)\times10^{-1}$ $<1.90\times10^{-1}$ $<1.81\times10^{-1}$	2.68×10^{0} $>3.28\times10^{0}$ $>3.45\times10^{0}$	$>3.14(\pm0.66)\times10^{0}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

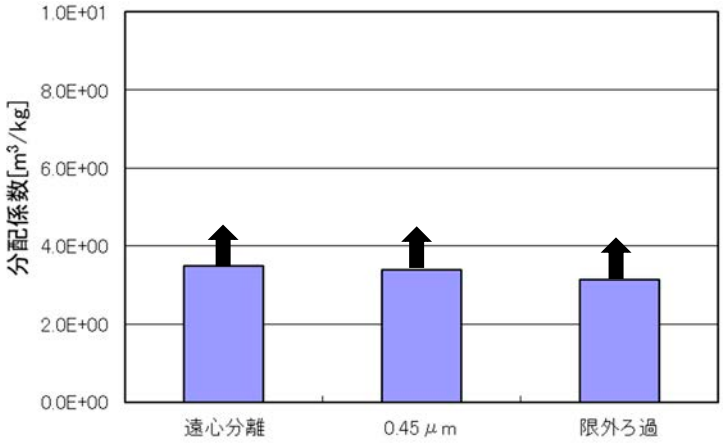

図 6.9-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sn の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.10 ニオブ（Nb）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 10 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.10-1 に示す。OPC－アルカリ溶液浸漬液（ACW）の pH は 12.8～12.9，Eh は 13～108mV，OPC－蒸留水浸漬液（CW）の pH は 12.5，Eh は 20～107mV，OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 10.9～12.2，Eh は 20～70mV であった。

表 6.10-1　OPC 浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－アルカリ溶液（ACW）	pH	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
	Eh[mV]	70	18	108	53	13	52
OPC－蒸留水（CW）	pH	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Eh[mV]	70	47	107	42	70	20
OPC－模擬海水（SCW）	pH	10.9	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2
	Eh[mV]	35	20	70	31	55	29

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC への Nb の収着試験結果を表 6.10-2 および図 6.10-1 に示す。得られた分配係数の平均値は，OPC－アルカリ溶液浸漬液で 1.39×10^{-2}～9.82×10^{-1} m^3/kg，OPC－蒸留水浸漬液で 3.40×10^{-1} m^3/kg，OPC－模擬海水浸漬液で 8.64×10^{-1}～3.77×10^{0} m^3/kg であった。ただし，安定 Nb を用いているため，初期濃度と平衡時の液相中濃度あるいはバックグラウンド濃度との差異が 1 桁程度の条件で試験

を行っていることから，いずれの条件でも誤差が大きい結果となっている点に留意が必要である。また，固液分離方法によっても，特に OPC－蒸留水浸漬液で K_d 値に大きな相違が生じた。

表 6.10-2　OPC に対する Nb の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]*1	バックグラウンド [mol/L]*2	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－アルカリ溶液（ACW）	$2.07(\pm0.03)\times10^{-8}$	1.29×10^{-9}	$2.15(\pm0.09)\times10^{-9}$ $3.55(\pm0.03)\times10^{-9}$ $1.08(\pm0.04)\times10^{-9}$	8.00×10^{-1} 4.45×10^{-1} 1.70×10^{0}	$9.82(\pm10.6)\times10^{-1}$
OPC－蒸留水（CW）	$8.07(\pm0.2)\times10^{-9}$	$<4.31\times10^{-10}$	$3.87(\pm0.05)\times10^{-9}$ $1.40(\pm0.03)\times10^{-9}$ $1.51(\pm0.03)\times10^{-9}$	1.08×10^{-1} 4.77×10^{-1} 4.36×10^{-1}	$3.40(\pm3.30)\times10^{-1}$
OPC－模擬海水（SCW）	$5.68(\pm0.8)\times10^{-8}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.58(\pm0.04)\times10^{-9}$ $2.69(\pm0.04)\times10^{-9}$ $1.63(\pm0.003)\times10^{-8}$	2.10×10^{0} 2.01×10^{0} 2.50×10^{-1}	$1.45(\pm1.70)\times10^{0}$

*1 ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。
*2 ： Nb を添加していない浸漬液に固相のみを添加したときの液相中 Nb 濃度。

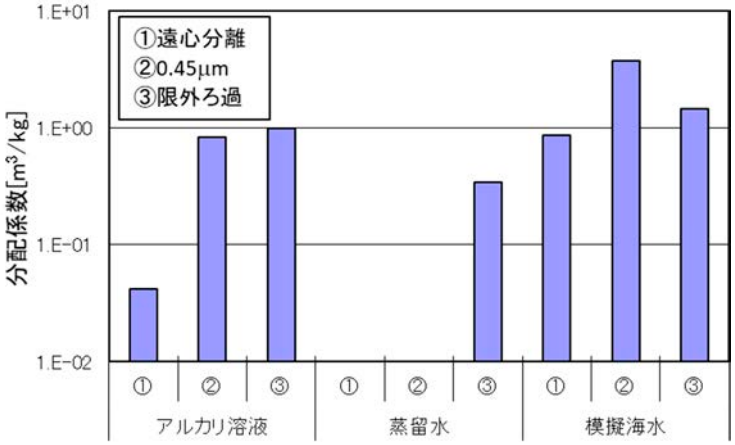

図 6.10-1　OPC に対する Nb の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.10-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.1～11.3，Eh は 80～107mV であった。

表 6.10-3　DOPC 浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.3	11.2	11.1	11.1	11.1	11.1
	Eh[mV]	80	92	101	97	107	97

* ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

DOPC への Nb の収着試験結果を表 6.10-4 および図 6.10-2 に示す。得られた分配係数値の平均値は 1.69×10^{0} m^3/kg（下限値）であり，固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。OCP－蒸留水浸漬液での OPC への Nb の分配係数と比較して K_d 値は高い値となったが，ここで，得られた K_d 値は下限値であり，また，上述したような K_d 値の誤差などを考慮すれば，双方の K_d 値を比較するのは適切ではない。

表 6.10-4　DOPC に対する Nb の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度[mol/L]*	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$5.77(\pm0.15)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$	$>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$	$>1.69(\pm0.00)\times10^{0}$

* ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

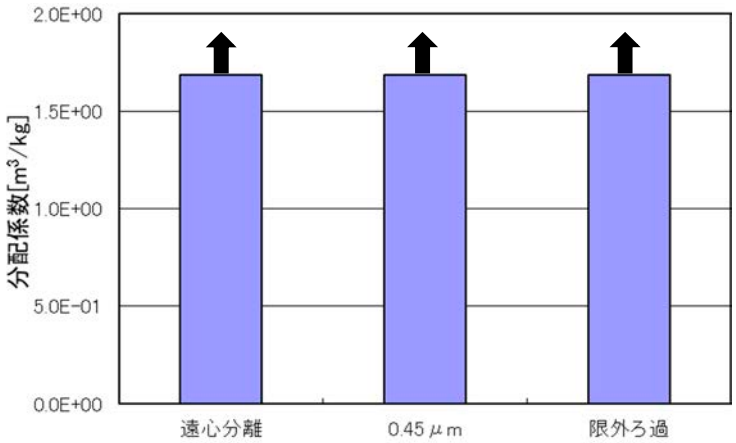

図 6.10-2　DOPC に対する Nb の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.10-5 に示す。凝灰岩－蒸留水浸漬液（TW）の pH は 10.3～10.5, Eh は 30～99mV, 凝灰岩－模擬海水浸漬液(STW)の pH は 8.4～8.7, Eh は 59～110mV であった。

表 6.10-5　凝灰岩浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
凝灰岩－蒸留水（TW）	pH	10.4	10.5	10.4	10.4	10.3	10.4
	Eh[mV]	76	47	99	52	30	42
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.7	8.7	8.4	8.4	8.4	8.4
	Eh[mV]	59	66	110	105	104	100

*　：　RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

凝灰岩への Nb の収着試験結果を表 6.10-6 および図 6.10-3 に示す。得られた分配係数の平均値は，凝灰岩－蒸留水浸漬液で 7.27×10^{-3}～6.07×10^{-2} m^3/kg，凝灰岩－模擬海水浸漬液で 9.03×10^{-4}～1.77×10^{0} m^3/kg であった。上記のような，安定 Nb を用いていることに起因して，いずれの条件でも誤差が大きく，固液分離方法の影響も非常に大きくなっている点に留意が必要である。

表 6.10-6　凝灰岩に対する Nb の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]*1	バックグラウンド [mol/L]*2	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－蒸留水（TW）	$8.57(\pm0.1)\times10^{-6}$	3.66×10^{-9}	$5.93(\pm0.1)\times10^{-6}$ $5.22(\pm0.08)\times10^{-6}$ $4.93(\pm0.07)\times10^{-6}$	4.44×10^{-2} 6.41×10^{-2} 7.37×10^{-2}	$6.07(\pm2.44)\times10^{-2}$
凝灰岩－模擬海水（STW）	$6.44(\pm0.09)\times10^{-7}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.60(\pm0.2)\times10^{-8}$ $3.07(\pm0.08)\times10^{-8}$ $6.12(\pm0.1)\times10^{-8}$	2.37×10^{0} 2.00×10^{0} 9.51×10^{-1}	$1.77(\pm1.20)\times10^{0}$

*1　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。
*2　：　浸漬液に固相のみを添加したときの液相中 Nb 濃度。

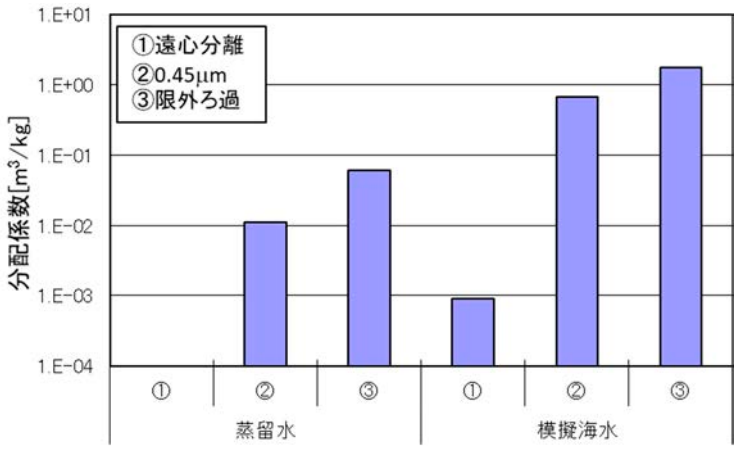

図 6.10-3　凝灰岩に対する Nb の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.10-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 11.8～12.1，Eh は 67～91mV であった。

表 6.10-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Nb の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		固相添加前	固相添加後*	浸漬終了時	遠心分離後	0.45μm ろ過後	限外ろ過後
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.1	12.1	11.8	11.8	11.8	11.8
	Eh [mV]	84	67	86	89	91	84

＊ ： RI 添加による pH 変化はほとんどなかったため，pH 調整は実施していない。

OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液中での凝灰岩への Nb の収着試験結果を表 6.10-8 および図 6.10-4 に示す。得られた分配係数の平均値は 6.09×10^{-1} m^3/kg（下限値）であり，固液分離方法の違いによる影響は見られなかった。凝灰岩－蒸留水浸漬液の OPC 共存の影響がない系での Nb の分配係数と比較して K_d 値は若干高い値となったが，ここで，得られた K_d 値は下限値であり，また，上述したような K_d 値の誤差などを考慮すれば，双方の K_d 値を比較するのは適切ではない。

表 6.10-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Nb の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]*	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$2.29(\pm0.03)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$	$>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$	$>6.09(\pm0.00)\times10^{-1}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

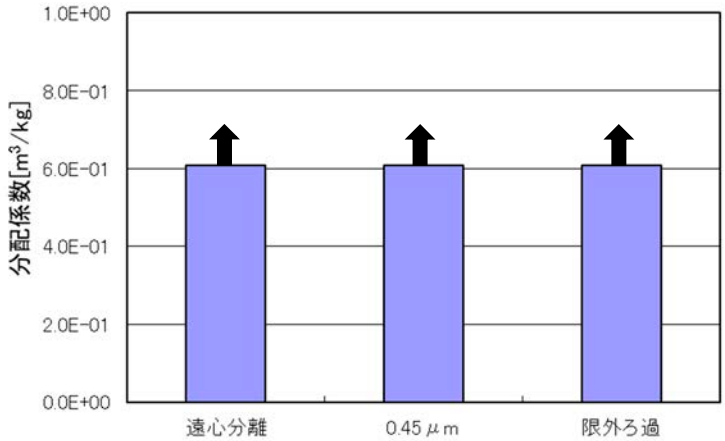

図 6.10-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Nb の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.11 アメリシウム（Am）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を導出した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 11 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.11-1 に示す。OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.3～12.4，Eh は 35～80mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.6～12.9，Eh は 40～80mV であった。

表 6.11-1　OPC 浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.3	12.3	12.4	12.4
	Eh[mV]	35	80	80	70
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.9	12.7	12.6	12.7
	Eh[mV]	80	45	40	40

全ての Eh 値は±20 mV。

OPC への Am の収着試験結果を表 6.11-2 および図 6.11-1 に示す。固液分離方法の違いによる影響は顕著ではなかった。得られた分配係数の平均値は，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 3.6×10^{0}～1.3×10^{2} m^3/kg，OPC－模擬海水浸漬液で 2.0×10^{1}～3.2×10^{1} m^3/kg であった。

表 6.11-2　OPC に対する Am の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－模擬海水（SCW）	$2.22(\pm0.11)\times10^{-12}$	$4.00(\pm1.7)\times10^{1}$ $2.90(\pm0.9)\times10^{1}$ $2.80(\pm0.6)\times10^{1}$	$3.23(\pm1.09)\times10^{1}$
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$3.25(\pm0.21)\times10^{-12}$	$\geq1.30\times10^{2}$ $\geq1.40\times10^{2}$ $\geq1.30\times10^{2}$	$\geq1.33(\pm0.09)\times10^{2}$

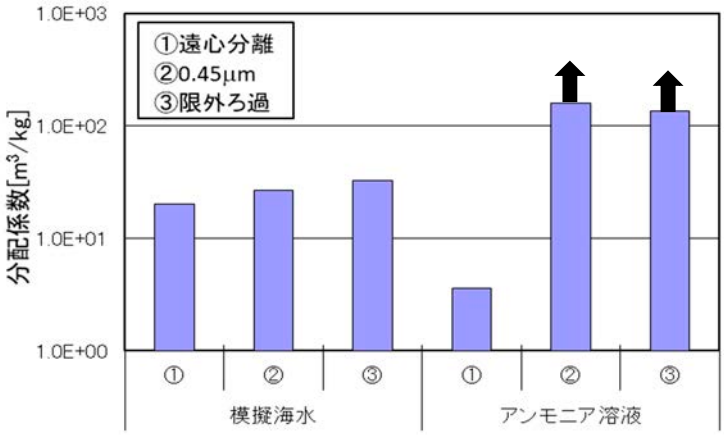

図 6.11-1　OPC に対する Am の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.11-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.5～11.6，Eh は 125～140mV であった。

表 6.11-3　DOPC 浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.5	11.6	11.6	11.6
	Eh[mV]	125	135	130	140

全ての Eh 値は±20 mV。

DOPC への Am の収着試験結果を表 6.11-4 および図 6.11-2 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。得られた DOPC－蒸留水浸漬液で分配係数の平均値は 7.8×10^{1}～＞9.5×10^{1} m^3/kg であった。ここで，OPC と DOPC で用いた液性が異なることと，得られた K_d 値の一部は下限値であることから，OPC と DOPC での K_d 値の比較は困難である。

表 6.11-4　DOPC に対する Am の限界ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$2.40(\pm0.14)\times10^{-12}$	$>1.00\times10^{2}$ $>5.80\times10^{1}$ $>1.30\times10^{2}$	$>9.60(\pm5.91)\times10^{1}$

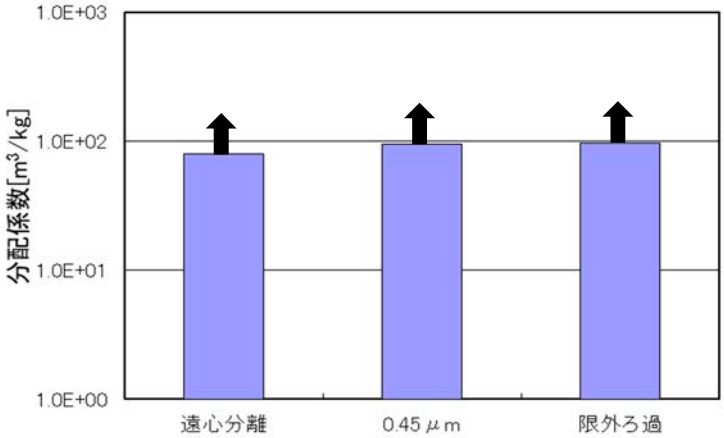

図 6.11-2　DOPC に対する Am の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.11-5 に示す。凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.1～8.4，Eh は 235～310mV であった。

表 6.11-5　凝灰岩浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.4	8.2	8.1	8.1
	Eh[mV]	310	235	240	240

全ての Eh 値は±20 mV。

凝灰岩への Am の収着試験結果を表 6.11-6 および図 6.11-3 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。凝灰岩－模擬海水浸漬液での分配係数の平均値は 5.0×10^{0}～6.5×10^{0} m^3/kg であった。

表 6.11-6　凝灰岩に対する Am の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－模擬海水（STW）	$2.45(\pm0.12)\times10^{-11}$	$6.60(\pm3.1)\times10^{0}$ $6.00(\pm2.5)\times10^{0}$ $6.90(\pm3.3)\times10^{0}$	$6.50(\pm0.75)\times10^{0}$

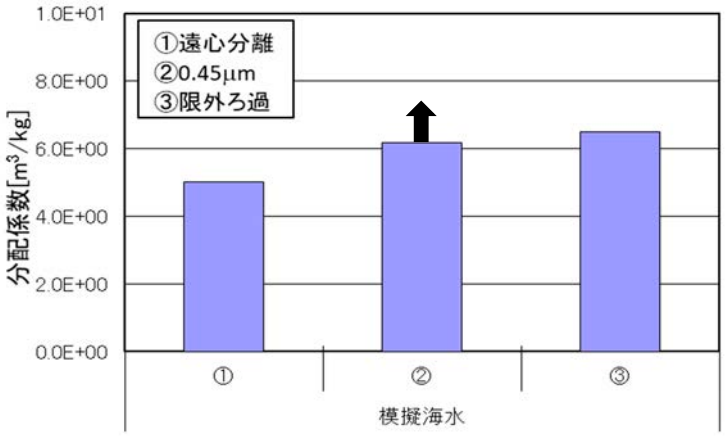

図 6.11-3　凝灰岩に対する Am の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.11-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 12.1～12.6，Eh は 80～230mV であった。

表 6.11-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Am の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.6	12.2	12.2	12.1
	Eh[mV]	230	80	85	80

全ての Eh 値は±20 mV。

OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩への Am の収着結果を表 6.11-8 および図 6.11-4 に示す。固液分離方法の違いによる影響はほとんど見られなかった。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液での分配係数の平均値は 4.3×10^{1} m^3/kg～＞7.2×10^{1} m^3/kg となった。ここで，OPC の影響を含む条件と含まない条件で用いた液性が異なることと，得られた K_d 値の一部は下限値であることから，両条件での K_d 値の比較は困難である。

表 6.11-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Am の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$2.56(\pm0.13)\times10^{-12}$	$>7.00\times10^{1}$ $>6.30\times10^{1}$ $>8.20\times10^{1}$	$>7.17(\pm1.57)\times10^{1}$

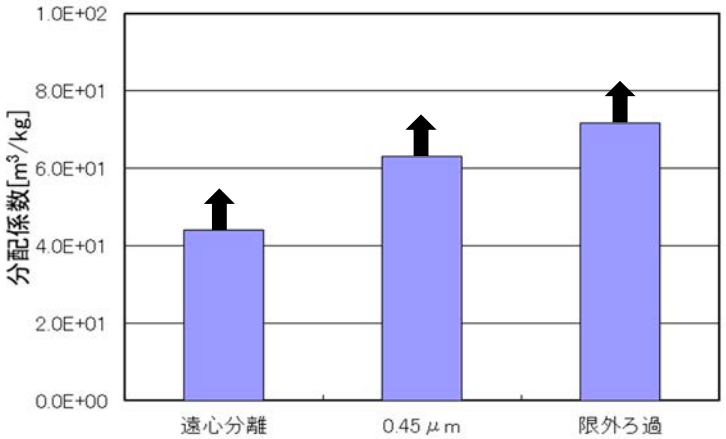

図 6.11-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Am の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

6.12 トリウム（Th）

試験結果から，(5.1)式を用いて各溶液中の OPC への分配係数，DOPC への分配係数および凝灰岩への分配係数を計算した。ここでは限外ろ過後のデータのみを例示し，遠心分離後，0.45μm フィルターによるろ過後の結果を含む全データは付録 12 に示す。

OPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.12-1 に示す。OPC－模擬海水浸漬液（SCW）の pH は 12.2～12.4，Eh は 30～50mV，OPC－アンモニア浸漬液（NHCW）の pH は 12.7～12.9，Eh は 45～130mV であった。

表 6.12-1　OPC 浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
OPC－模擬海水（SCW）	pH	12.3	12.3	12.4	12.2
	Eh[mV]	50	30	35	40
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	pH	12.9	12.7	12.7	12.7
	Eh[mV]	130	45	45	50

全ての Eh 値は±20 mV。

OPC への Th の収着試験結果を表 6.12-2 および図 6.12-1 に示す。いずれの液性でも，固液分離方法の違いによる影響が見られ，K_d 値は限外ろ過＞0.45μm フィルター＞遠心分離の順で低下する傾向であった。得られた分配係数の平均値は，OPC－模擬海水浸漬液で 3.3×10^{1}～4.3×10^{2} m^3/kg，OPC－アンモニア溶液浸漬液で 9.9×10^{2}～$>1\times10^{4}$ m^3/kg と非常に高い K_d 値となった。

表 6.12-2　OPC に対する Th の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－模擬海水（SCW）	$2.24(\pm0.11)\times10^{-11}$	$3.40(\pm1.2)\times10^{2}$ $4.70(\pm2.1)\times10^{2}$ $4.80(\pm2.0)\times10^{2}$	$4.30(\pm1.28)\times10^{2}$
OPC－アンモニア溶液（NHCW）	$2.27(\pm0.23)\times10^{-11}$	$\geq1.00\times10^{4}$ $2.00(\pm0.8)\times10^{4}$ $\geq1.00\times10^{4}$	$\geq1.33(\pm0.94)\times10^{4}$

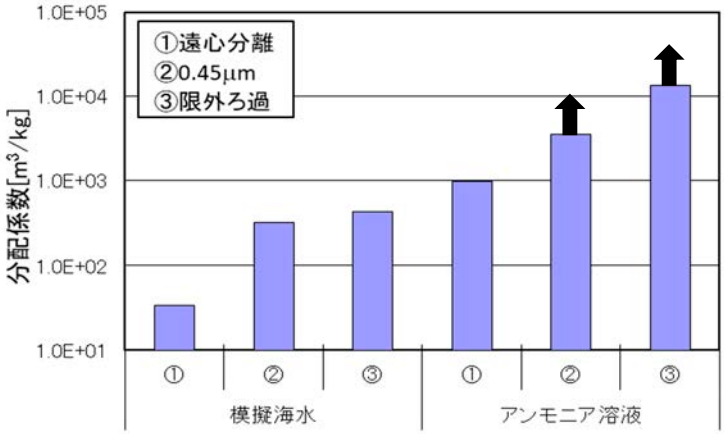

図 6.12-1　OPC に対する Th の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

DOPC 浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.12-3 に示す。DOPC－蒸留水浸漬液（DCW）の pH は 11.6～11.7，Eh は 105～140mV であった。

表 6.12-3　DOPC 浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
DOPC－蒸留水（DCW）	pH	11.7	11.6	11.6	11.6
	Eh[mV]	105	120	130	140

全ての Eh 値は±20 mV。

DOPC への Th の収着試験結果を表 6.12-4 および図 6.12-2 に示す。得られた分配係数の平均値は 1.0×10^{2}～$>1.1\times10^{3}$ m^3/kg であり, OPC への収着と同様に, 固液分離方法による違いが見られた。Am の場合と同様に，OPC と DOPC で用いた液性が異なることと，得られた K_d 値の一部は下限値であることから，OPC と DOPC での K_d 値の比較は困難である。

表 6.12-4　DOPC に対する Th の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
DOPC－蒸留水（DCW）	$2.41(\pm0.14)\times10^{-11}$	$>1.20\times10^{3}$ $>9.00\times10^{2}$ $>1.20\times10^{3}$	$>1.10(\pm0.28)\times10^{3}$

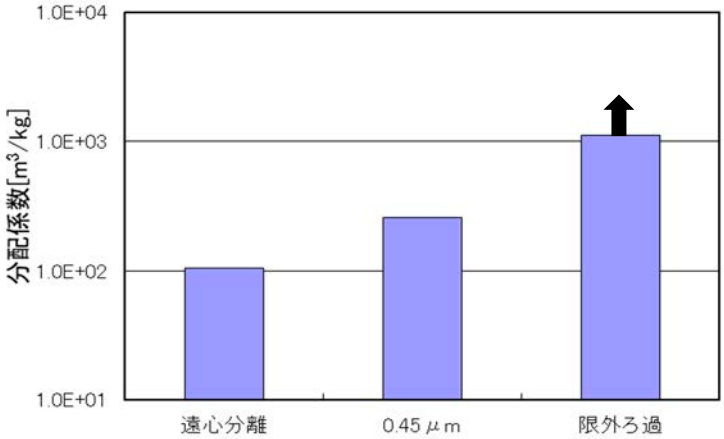

図 6.12-2　DOPC に対する Th の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.12-5 に示す。凝灰岩－模擬海水浸漬液（STW）の pH は 8.2～8.6，Eh は 235～315mV であった。

表 6.12-5　凝灰岩浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
凝灰岩－模擬海水（STW）	pH	8.6	8.5	8.3	8.2
	Eh[mV]	315	240	235	240

全ての Eh 値は±20 mV。

凝灰岩への Th の収着試験結果を表 6.12-6 および図 6.12-3 に示す。凝灰岩－模擬海水浸漬液での分配係数の平均値は 2.7×10^{1}～6.9×10^{1} m^3/kg であり，OPC への収着と同様に，固液分離方法による違いが見られた。

表 6.12-6　凝灰岩に対する Th の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
凝灰岩－模擬海水（STW）	$3.30(\pm0.20)\times10^{-11}$	$6.30(\pm1.0)\times10^{2}$ $7.70(\pm1.4)\times10^{2}$ $6.80(\pm1.0)\times10^{2}$	$6.93(\pm1.16)\times10^{1}$

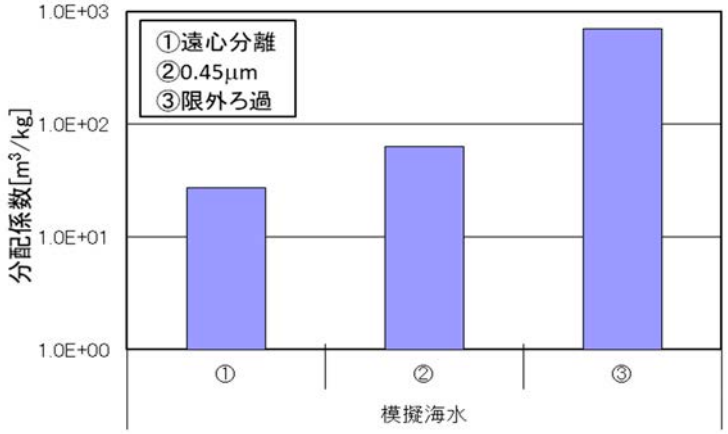

図 6.12-3　凝灰岩に対する Th の分配係数（固液分離方法の影響の確認）

OPC－凝灰岩浸漬液中の pH と Eh の測定結果を表 6.12-7 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液（CTW）の pH は 12.1～12.6，Eh は－25～190mV であった。

表 6.12-7　OPC－凝灰岩浸漬液中での Th の収着試験時の pH および Eh

浸漬液の種類		RI 添加後	試験 A	試験 B	試験 C
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	pH	12.6	12.1	12.2	12.1
	Eh[mV]	190	-20	15	-25

全ての Eh 値は±20 mV。

OPC－凝灰岩浸漬液中での凝灰岩への Th の収着試験結果を表 6.12-8 および図 6.12-4 に示す。OPC－凝灰岩－蒸留水浸漬液での分配係数の平均値は 7.5×10^{1} m^3/kg～3.3×10^{2} m^3/kg となり，固液分離方法による上記と同様の影響が見られた。ここで，OPC の影響を含む条件と含まない条件で用いた液性が異なることと，得られた K_d 値の一部は下限値であることから，両条件での K_d 値の比較は困難である。

表 6.12-8　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Th の限外ろ過後の分配係数

浸漬液の種類	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
OPC－凝灰岩－蒸留水（CTW）	$1.10(\pm0.08)\times10^{-11}$	$3.40(\pm2.0)\times10^{2}$ $2.90(\pm1.6)\times10^{2}$ $>4.60\times10^{2}$	$>3.63(\pm1.43)\times10^{2}$

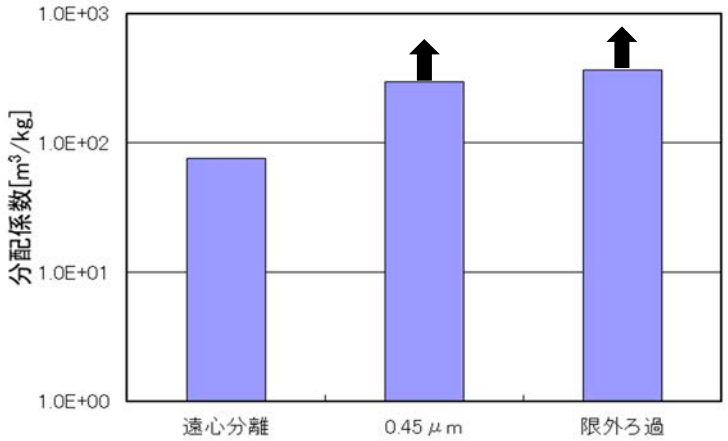

図 6.12-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Th の分配係数

（固液分離方法の影響の確認）

7. まとめ

TRU 廃棄物の地層処分を対象とした性能評価における核種移行パラメータの設定に資するため，TRU 廃棄物の処分システムにおいてバリア材として利用されるセメント系材料に着目して，セメント系材料への核種の収着，セメント系材料が共存する系での岩石の核種の収着，TRU 廃棄物に含まれる化学物質による収着影響を把握するための核種の収着データを取得した。

TRU 廃棄物の処分システムでは，高レベル放射性廃棄物で検討されるベントナイトや岩石に加えて，バリア材として利用されるセメント系材料への収着や，廃棄物の中に含まれる硝酸塩等が収着に及ぼす影響などを考慮する必要が生じる。本報告では，このような TRU 廃棄物の処分において考慮すべきバリア材や，硝酸塩等の影響物質，評価対象核種の組み合わせを対象として，K_d データをバッチ法収着試験により取得した。バリア材としては，普通ポルトランドセメント，劣化した普通ポルトランドセメント，凝灰岩を対象とし，液性については，蒸留水やセメント平衡液に加え，硝酸塩やアンモニウム塩を含む液性条件を対象とした。核種は，C（有機），C（無機），Cl，I，Cs，Ni，Se，Sr，Sn，Nb，Am，Th を対象とした。

これらの条件で実施した収着試験から，それぞれの対象核種に対し，セメントの変質状態の Region I（OPC－アルカリ溶液浸漬液，pH>13），Region II（OPC－蒸留水浸漬液，pH～12.5），Region III（DOPC－蒸留水浸漬液，pH～11.5）に対応した分配係数の条件に対応した分配係数を導出し，それらの条件変化に伴う分配係数の変化を把握した。また，地下水条件が海水系地下水である場合の影響，TRU 廃棄物に含まれる硝酸塩が含まれる影響として，硝酸イオン及び硝酸イオンの還元で生成するアンモニウムイオンの影響を考慮した条件において，分配係数を導出し，これらの影響を定量的に把握した。さらに，TRU 廃棄物に含まれる可能性がある影響物質等が岩石への収着に及ぼす影響を把握するため，凝灰岩を対象として，セメントによる高アルカリ溶液，硫酸イオンやアンモニウムイオンが共存する条件下において，それぞれの核種の分配係数を取得し，これらのセメント共存等による分配係数の変化を定量的に把握した。

ここで得られた多様な環境条件と核種を対象に取得された分配係数は，TRU 廃棄物や高レベル放射性廃棄物の地層処分の性能評価において，核種移行パラメータ設定を行ううえで，貴重なデータセットであり，これらのデータセットや国内外の最新のデータをもとに，核種移行パラメータの設定や不確実性の評価を，引き続き検討していくことが重要である。その際，今回報告したデータセットのうち，分配係数が非常に小さい，あるいは，非常に大きい核種や条件のデータについては，不確実性が非常に大きいことに留意が必要である。さらに，様々な環境条件における分配係数を取得し，環境条件による分配係数の変化を定量的に把握したが，その変化を裏付けるための収着メカニズムの解明研究やモデル化研究にも，今後取り組んでいく必要がある。

謝辞

本報告書で報告したデータ取得については，ニュークリア・デベロップメント株式会社，英国 Serco Assurance 社に協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1)電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構：TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－，JNC TY1400 2005-013, FEPC TRU-TR-2005-02 (2005), 2011p.
2)三原守弘：TRU 廃棄物処分システムの安全評価における核種移行データセット，JAEA-Review 2006-011 (2006), 51p.
3)亀井玄人，本田明，三原守弘，小田治恵，村上裕，増田賢太，山口耕平，中西博，佐々木良一，市毛悟，高橋邦明，目黒義弘，山口大美，青山佳男，小華和治：TRU 廃棄物処理・処分技術に関する研究開発　平成 18 年度報告，JAEA-Research 2007-067 (2007), 130p.
4) Atkinson, A. , Everitt, N. M. and Guppy, R. : Evolution of pH in a Radwaste Repository: Experimental Simulation of Cement Leaching: Part 1, DOE/RW/89/025 (1989).
5) Berner, U. : Evolution of pore water chemistry during degradation of cement in a radioactive waste repository environment, Waste Management, vol.12, pp.201–219 (1992).
6) Neall, F. B. : Modelling of the Near-Field Chemistry of the SMA Repository at the Wellenberg Site, PSI-Bericht Nr.94-18 (1994).
7) Bradbury, M. H. and Sarott, F. : Sorption Databases for the Cementitious Near-Field of a L/ILW Repository for Performance Assessment, PSI Bericht Nr.95-06 (1995).
8) Chambers, A. V. , Cowper, M. M. and Heath, T. G. : TRU waste studies – 2003, Serco Assurance Report SA/ENV-0649 (2004).
9) Haworth, A. , Heath, T. G. and Tweed, C. J. : HARPHRQ: A computer program for geochemical modelling, Nirex Report NSS/R380 (1995).
10) Bond, K. A. , Heath, T. G. and Tweed, C. J. : HATCHES: A reference thermodynamic database for chemical equilibrium studies, Nirex Report NSS/R379 (1997).
11) Cross, J. E. , Moreton, A. D. and Tweed, C. J. : Thermodynamic modelling of radioactive waste disposal: Assessment of near-field solubility, Nirex Report NSS/R311 (1995).
12) Baker, S. , Cowper, M. M. and Williams, S. J. : TRU waste studies 2002, AEA Technology Report AEAT/R/NS/0635 (2002).
13) Baker, S. , Cowper, M. M. and Williams, S. J. : TRU waste studies – 2001, AEA Technology Report AEAT/R/NS/0542 (2001).
14) Cowper, M. M. , Heath, T. G. and Williams, S. J. : TRU waste studies – 2004, Serco Assurance Report SA/ENV-0749 (2005).

付録

付録 1

付録表 1-1　OPC に対する有機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]*	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$9.88(\pm0.004)\times10^{-6}$ $1.02(\pm0.0004)\times10^{-5}$ $1.02(\pm0.0004)\times10^{-5}$		1.05×10^{-3} - -	$1.05(\pm0.00)\times10^{-3}$
	0.45μm	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$9.93(\pm0.006)\times10^{-6}$ $1.01(\pm0.006)\times10^{-5}$ $1.01(\pm0.006)\times10^{-5}$	<0.75 <0.75 <0.75	5.24×10^{-4} - -	$5.24(\pm0.00)\times10^{-4}$
	限外ろ過	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.01(\pm0.0006)\times10^{-5}$ $9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$ $1.01(\pm0.006)\times10^{-5}$		- - -	-
蒸留水（CW）	遠心分離	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.00(\pm0.0004)\times10^{-5}$ $1.02(\pm0.0004)\times10^{-5}$ $1.02(\pm0.0004)\times10^{-5}$		- - -	-
	0.45μm	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$9.77(\pm0.006)\times10^{-6}$ $1.01(\pm0.0006)\times10^{-5}$ $1.00(\pm0.0006)\times10^{-5}$	<0.75 <0.75 <0.75	2.13×10^{-3} - -	$2.13(\pm0.00)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.89(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.95(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.93(\pm0.001)\times10^{3}$		1.59×10^{-3} - -	$1.59(\pm0.00)\times10^{-3}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.94(\pm0.0008)\times10^{3}$ $2.01(\pm0.0008)\times10^{3}$ $2.00(\pm0.0008)\times10^{3}$		- - -	-
	0.45μm	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.99(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.99(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.94(\pm0.001)\times10^{3}$	<0.75 <0.75 <0.75	- - -	-
	限外ろ過	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.92(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.97(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.98(\pm0.001)\times10^{3}$		- - -	-
硝酸イオン溶液（NCW）	遠心分離	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.93(\pm0.0008)\times10^{3}$ $1.97(\pm0.0008)\times10^{3}$ $1.98(\pm0.0008)\times10^{3}$		- - -	-
	0.45μm	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.91(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.94(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.95(\pm0.001)\times10^{3}$	<0.75 <0.75 <0.75	5.24×10^{-4} - -	$5.24(\pm0.00)\times10^{-4}$
	限外ろ過	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.93(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.94(\pm0.001)\times10^{3}$ $1.95(\pm0.001)\times10^{3}$		- - -	-
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$2.04(\pm0.0009)\times10^{3}$ $2.08(\pm0.0009)\times10^{3}$ $2.08(\pm0.0009)\times10^{3}$		- - -	-
	0.45μm	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$1.96(\pm0.001)\times10^{3}$ $2.03(\pm0.001)\times10^{3}$ $2.02(\pm0.001)\times10^{3}$	<0.75 <0.75 <0.75	- - -	-
	限外ろ過	$9.98(\pm0.006)\times10^{-6}$	$2.03(\pm0.001)\times10^{3}$ $2.02(\pm0.001)\times10^{3}$ $2.02(\pm0.001)\times10^{3}$		- - -	-

*：容器壁への収着が生じていないことを一部の試料で確認。

付録表 1-2　DOPC に対する有機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$3.16(\pm0.001)\times10^3$	$3.07(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$		2.93×10^{-3} 4.29×10^{-3} 4.29×10^{-3}	$3.84(\pm1.28)\times10^{-3}$
	0.45μm	$3.16(\pm0.001)\times10^3$	$3.05(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$	<1.5 <1.5 <1.5	3.61×10^{-3} 4.29×10^{-3} 4.29×10^{-3}	$4.06(\pm0.65)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$3.16(\pm0.001)\times10^3$	$3.05(\pm0.001)\times10^3$ $3.03(\pm0.001)\times10^3$ $3.02(\pm0.001)\times10^3$		3.61×10^{-3} 4.29×10^{-3} 4.64×10^{-3}	$4.18(\pm0.86)\times10^{-3}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 1-3　凝灰岩に対する有機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.93(\pm0.001)\times10^3$ $2.03(\pm0.001)\times10^3$ $2.05(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
	0.45μm	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.92(\pm0.001)\times10^3$ $2.01(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	- - -	-
	限外ろ過	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.98(\pm0.001)\times10^3$ $2.01(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
模擬海水（STW）	遠心分離	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.98(\pm0.001)\times10^3$ $1.98(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
	0.45μm	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.92(\pm0.001)\times10^3$ $1.75(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	- 9.71×10^{-3} -	$9.71(\pm0.00)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.83(\pm0.001)\times10^3$ $1.96(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$		4.92×10^{-3} - -	$4.92(\pm0.00)\times10^{-3}$
硝酸イオン溶液（NTW）	遠心分離	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.97(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
	0.45μm	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.94(\pm0.001)\times10^3$ $2.05(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	- - -	-
	限外ろ過	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.99(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$ $2.03(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
アンモニア溶液（NHTW）	遠心分離	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$2.00(\pm0.001)\times10^3$ $2.05(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-
	0.45μm	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.98(\pm0.001)\times10^3$ $2.02(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	- - -	-
	限外ろ過	$1.92(\pm0.001)\times10^3$	$1.92(\pm0.001)\times10^3$ $2.03(\pm0.001)\times10^3$ $2.04(\pm0.001)\times10^3$		- - -	-

付録表 1-4　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する有機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	3.11(±0.001)×10^3	3.02(±0.001)×10^3 3.00(±0.001)×10^3 3.02(±0.001)×10^3		2.98×10^{-3} 3.67×10^{-3} 2.98×10^{-3}	3.21(±0.65)×10^{-3}
	0.45μm	3.11(±0.001)×10^3	3.02(±0.001)×10^3 3.00(±0.001)×10^3 3.02(±0.001)×10^3	<1.5 <1.5 <1.5	2.98×10^{-3} 3.67×10^{-3} 2.98×10^{-3}	3.21(±0.65)×10^{-3}
	限外ろ過	3.11(±0.001)×10^3	2.99(±0.001)×10^3 3.00(±0.001)×10^3 2.99(±0.001)×10^3		4.01×10^{-3} 3.67×10^{-3} 4.01×10^{-3}	3.90(±0.33)×10^{-3}
硝酸イオン溶液（NCTW）	遠心分離	2.98(±0.001)×10^3	2.99(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3 2.99(±0.001)×10^3		- - -	-
	0.45μm	2.98(±0.001)×10^3	3.01(±0.001)×10^3 2.96(±0.001)×10^3 2.99(±0.001)×10^3	<1.5 <1.5 <1.5	- 6.76×10^{-4} -	6.76(±0.00)×10^{-4}
	限外ろ過	2.98(±0.001)×10^3	2.86(±0.001)×10^3 2.97(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3		4.20×10^{-3} 3.37×10^{-4} -	2.27(±3.86)×10^{-3}
アンモニア溶液（NHCTW）	遠心分離	3.17(±0.001)×10^3	3.02(±0.001)×10^3 2.97(±0.001)×10^3 3.01(±0.001)×10^3		4.97×10^{-3} 6.73×10^{-3} 5.32×10^{-3}	5.67(±1.53)×10^{-3}
	0.45μm	3.17(±0.001)×10^3	3.01(±0.001)×10^3 3.00(±0.001)×10^3 3.01(±0.001)×10^3	<1.5 <1.5 <1.5	5.32×10^{-3} 5.67×10^{-3} 5.32×10^{-3}	5.43(±0.33)×10^{-3}
	限外ろ過	3.17(±0.001)×10^3	2.98(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3 2.98(±0.001)×10^3		6.38×10^{-3} 6.38×10^{-3} 6.38×10^{-3}	6.38(±0.00)×10^{-3}

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 2

付録表 2-1　OPC に対する無機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$8.81(\pm0.02)\times10^1$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$ $9.91(\pm0.02)\times10^1$		1.98×10^0 1.68×10^0 1.75×10^0	$1.80(\pm0.26)\times10^0$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$8.92(\pm0.02)\times10^1$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$ $1.06(\pm0.002)\times10^2$	<0.75 <0.75 <0.75	1.95×10^0 1.68×10^0 1.63×10^0	$1.75(\pm0.29)\times10^0$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$8.81(\pm0.02)\times10^1$ $1.01(\pm0.002)\times10^2$ $1.03(\pm0.002)\times10^2$		1.98×10^0 1.71×10^0 1.68×10^0	$1.79(\pm0.27)\times10^0$
蒸留水（CW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$3.80(\pm0.01)\times10^1$ $3.88(\pm0.01)\times10^1$ $3.38(\pm0.01)\times10^1$		4.72×10^0 4.62×10^0 5.31×10^0	$4.88(\pm0.62)\times10^0$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$4.21(\pm0.01)\times10^1$ $4.15(\pm0.01)\times10^1$ $3.55(\pm0.02)\times10^1$	<0.75 <0.75 <0.75	4.25×10^0 4.31×10^0 5.05×10^0	$4.54(\pm0.73)\times10^0$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$4.18(\pm0.01)\times10^1$ $4.10(\pm0.01)\times10^1$ $3.35(\pm0.02)\times10^1$		4.28×10^0 4.36×10^0 5.36×10^0	$4.67(\pm0.99)\times10^0$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.06(\pm0.002)$ $9.90(\pm0.02)\times10^1$ $9.54(\pm0.02)\times10^1$		1.63×10^0 1.75×10^0 1.82×10^0	$1.73(\pm0.16)\times10^0$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.16(\pm0.001)\times10^2$ $1.22(\pm0.002)\times10^2$ $1.07(\pm0.002)\times10^2$	<0.75 <0.75 <0.75	1.48×10^0 1.40×10^0 1.61×10^0	$1.50(\pm0.17)\times10^0$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.10(\pm0.001)\times10^2$ $9.98(\pm0.02)\times10^1$ $1.00(\pm0.002)\times10^2$		1.56×10^0 1.73×10^0 1.73×10^0	$1.68(\pm0.16)\times10^0$
硝酸イオン溶液（NCW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.15(\pm0.002)\times10^2$ $1.28(\pm0.002)\times10^2$ $1.22(\pm0.002)\times10^2$		1.49×10^0 1.33×10^0 1.40×10^0	$1.41(\pm0.13)\times10^0$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.28(\pm0.002)\times10^2$ $1.40(\pm0.002)\times10^2$ $1.46(\pm0.002)\times10^2$	<0.75 <0.75 <0.75	1.33×10^0 1.21×10^0 1.15×10^0	$1.23(\pm0.15)\times10^0$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.14(\pm0.002)\times10^2$ $1.40(\pm0.002)\times10^2$ $1.22(\pm0.002)\times10^2$		1.51×10^0 1.21×10^0 1.40×10^0	$1.37(\pm0.25)\times10^0$
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$3.80(\pm0.01)\times10^1$ $3.73(\pm0.01)\times10^1$ $3.46(\pm0.01)\times10^1$		4.72×10^0 4.81×10^0 5.19×10^0	$4.90(\pm0.41)\times10^0$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$3.91(\pm0.01)\times10^1$ $4.05(\pm0.01)\times10^1$ $4.11(\pm0.01)\times10^1$	<0.75 <0.75 <0.75	4.58×10^0 4.42×10^0 4.35×10^0	$4.45(\pm0.19)\times10^0$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$3.80(\pm0.01)\times10^1$ $3.72(\pm0.01)\times10^1$ $3.45(\pm0.01)\times10^1$		4.72×10^0 4.82×10^0 5.20×10^0	$4.91(\pm0.42)\times10^0$

付録表 2-2　DOPC に対する無機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$1.40(\pm0.001)\times10^3$	$2.70(\pm0.01)\times10^1$ $2.93(\pm0.01)\times10^1$ $2.63(\pm0.01)\times10^1$		5.06×10^0 4.67×10^0 5.20×10^0	$4.97(\pm0.45)\times10^0$
	0.45μm	$1.40(\pm0.001)\times10^3$	$2.78(\pm0.01)\times10^1$ $2.97(\pm0.01)\times10^1$ $2.70(\pm0.01)\times10^1$	7.1 3.1 7.3	4.91×10^0 4.60×10^0 5.06×10^0	$4.86(\pm0.38)\times10^0$
	限外ろ過	$1.40(\pm0.001)\times10^3$	$2.75(\pm0.01)\times10^1$ $3.01(\pm0.01)\times10^1$ $2.74(\pm0.01)\times10^1$		4.97×10^0 4.54×10^0 4.98×10^0	$4.83(\pm0.41)\times10^0$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 2-3　凝灰岩に対する無機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.20(\pm0.001)\times10^3$ $1.26(\pm0.001)\times10^3$ $1.26(\pm0.001)\times10^3$		5.25×10^{-2} 4.52×10^{-2} 4.52×10^{-2}	$4.77(\pm0.69)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.22(\pm0.001)\times10^3$ $1.26(\pm0.001)\times10^3$ $1.28(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	5.00×10^{-2} 4.52×10^{-2} 4.30×10^{-2}	$4.61(\pm0.59)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.20(\pm0.001)\times10^3$ $1.26(\pm0.001)\times10^3$ $1.27(\pm0.001)\times10^3$		5.25×10^{-2} 4.52×10^{-2} 4.41×10^{-2}	$4.73(\pm0.74)\times10^{-2}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.18(\pm0.001)\times10^3$ $1.19(\pm0.001)\times10^3$ $1.17(\pm0.001)\times10^3$		5.51×10^{-2} 5.38×10^{-2} 5.64×10^{-2}	$5.51(\pm0.22)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.18(\pm0.001)\times10^3$ $1.22(\pm0.001)\times10^3$ $1.20(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	5.51×10^{-2} 5.00×10^{-2} 5.25×10^{-2}	$5.25(\pm0.42)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.18(\pm0.007)\times10^3$ $9.10(\pm0.006)\times10^2$ $9.10(\pm0.006)\times10^2$		5.51×10^{-2} 1.01×10^{-1} 1.01×10^{-1}	$8.58(\pm4.34)\times10^{-2}$
硝酸イオン溶液（NTW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.19(\pm0.001)\times10^3$ $1.15(\pm0.001)\times10^3$ $1.18(\pm0.001)\times10^3$		5.38×10^{-2} 5.91×10^{-2} 5.51×10^{-2}	$5.60(\pm0.46)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.21(\pm0.001)\times10^3$ $1.16(\pm0.001)\times10^3$ $1.19(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	5.12×10^{-2} 5.78×10^{-2} 5.38×10^{-2}	$5.43(\pm0.54)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.20(\pm0.001)\times10^3$ $1.16(\pm0.001)\times10^3$ $1.18(\pm0.001)\times10^3$		5.25×10^{-2} 5.78×10^{-2} 5.51×10^{-2}	$5.51(\pm0.43)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHTW）	遠心分離	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.41(\pm0.001)\times10^3$ $1.45(\pm0.001)\times10^3$ $1.52(\pm0.001)\times10^3$		2.98×10^{-2} 2.62×10^{-2} 2.04×10^{-2}	$2.55(\pm0.77)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.41(\pm0.001)\times10^3$ $1.45(\pm0.001)\times10^3$ $1.47(\pm0.001)\times10^3$	<0.75 <0.75 <0.75	2.98×10^{-2} 2.62×10^{-2} 2.45×10^{-2}	$2.68(\pm0.44)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.83(\pm0.001)\times10^3$	$1.41(\pm0.001)\times10^3$ $1.49(\pm0.001)\times10^3$ $1.49(\pm0.001)\times10^3$		2.98×10^{-2} 2.28×10^{-2} 2.28×10^{-2}	$2.51(\pm0.66)\times10^{-2}$

付録表 2-4　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する無機 C の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 C 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.48(\pm0.005)\times10^2$ $6.60(\pm0.005)\times10^2$ $7.52(\pm0.005)\times10^2$		8.72×10^{-2} 1.12×10^{-1} 8.62×10^{-2}	$9.52(\pm2.40)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.37(\pm0.005)\times10^2$ $6.65(\pm0.005)\times10^2$ $7.53(\pm0.005)\times10^2$	<1.5 <1.5 <1.5	9.00×10^{-2} 1.11×10^{-1} 8.59×10^{-2}	$9.55(\pm2.15)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.41(\pm0.005)\times10^2$ $6.72(\pm0.005)\times10^2$ $7.49(\pm0.005)\times10^2$		8.89×10^{-2} 1.08×10^{-1} 8.69×10^{-2}	$9.47(\pm1.93)\times10^{-2}$
硝酸イオン溶液（NCTW）	遠心分離	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.21(\pm0.005)\times10^2$ $7.26(\pm0.005)\times10^2$ $7.17(\pm0.005)\times10^2$		9.42×10^{-2} 9.28×10^{-2} 9.53×10^{-2}	$9.41(\pm0.20)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.29(\pm0.005)\times10^2$ $7.15(\pm0.005)\times10^2$ $7.22(\pm0.005)\times10^2$	<1.5 <1.5 <1.5	9.20×10^{-2} 9.58×10^{-2} 9.39×10^{-2}	$9.39(\pm0.31)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$7.19(\pm0.005)\times10^2$ $7.10(\pm0.005)\times10^2$ $7.05(\pm0.005)\times10^2$		9.47×10^{-2} 9.72×10^{-2} 9.86×10^{-2}	$9.68(\pm0.32)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHCTW）	遠心分離	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$1.29(\pm0.0006)\times10^3$ $1.30(\pm0.0002)\times10^3$ $1.30(\pm0.0007)\times10^3$		8.53×10^{-3} 7.51×10^{-3} 7.69×10^{-3}	$7.91(\pm0.89)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$1.29(\pm0.0007)\times10^3$ $1.30(\pm0.0007)\times10^3$ $1.32(\pm0.0007)\times10^3$	<1.5 2.4 <1.5	8.53×10^{-3} 7.51×10^{-3} 6.06×10^{-3}	$7.37(\pm2.02)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.40(\pm0.0008)\times10^3$	$1.27(\pm0.0007)\times10^3$ $1.28(\pm0.0007)\times10^3$ $1.27(\pm0.0007)\times10^3$		1.02×10^{-2} 9.19×10^{-3} 1.02×10^{-2}	$9.89(\pm0.99)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 3

付録表 3-1　OPC に対する Cl の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.36(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.32(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.39(\pm0.003)\times10^{2}$		- 7.58×10^{-4} -	$7.58(\pm0.00)\times10^{-4}$
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.36(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.39(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.39(\pm0.003)\times10^{2}$	<1.4 <1.4 <1.4	- - -	-
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$		- - -	-
蒸留水（CW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.20(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.29(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.02(\pm0.003)\times10^{2}$		1.08×10^{-2} 3.10×10^{-3} 3.04×10^{-2}	$1.48(\pm2.30)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.16(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.30(\pm0.003)\times10^{2}$ $9.96(\pm0.03)\times10^{1}$	<1.4 <1.4 <1.4	1.47×10^{-2} 2.31×10^{-3} 3.35×10^{-2}	$1.68(\pm2.57)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.18(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.34(\pm0.003)\times10^{2}$ $9.97(\pm0.03)\times10^{1}$		1.27×10^{-2} - 3.34×10^{-2}	$2.31(\pm2.07)\times10^{-2}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.41(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.44(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.45(\pm0.003)\times10^{2}$		- - -	-
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.32(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.42(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.41(\pm0.003)\times10^{2}$	<1.4 <1.4 <1.4	7.58×10^{-4} - -	$7.58(\pm0.00)\times10^{-4}$
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.41(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.45(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.46(\pm0.003)\times10^{2}$		- - -	-
硝酸イオン溶液（NCW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.32(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.43(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.38(\pm0.003)\times10^{2}$		7.58×10^{-4} - -	$7.58(\pm0.00)\times10^{-4}$
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.32(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.39(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.36(\pm0.003)\times10^{2}$	<1.4 <1.4 <1.4	7.85×10^{-4} - -	$7.85(\pm0.00)\times10^{-4}$
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$1.36(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.36(\pm0.003)\times10^{2}$		- - -	-
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.02)\times10^{1}$ $1.32(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.16(\pm0.003)\times10^{2}$		7.45×10^{-2} 7.58×10^{-4} 1.47×10^{-2}	$3.00(\pm6.40)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.02)\times10^{1}$ $1.18(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.06(\pm0.003)\times10^{2}$	<1.4 <1.4 <1.4	7.45×10^{-2} 1.27×10^{-2} 2.55×10^{-2}	$3.76(\pm5.33)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.02)\times10^{1}$ $1.19(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.08(\pm0.003)\times10^{2}$		7.45×10^{-2} 1.18×10^{-2} 2.31×10^{-2}	$3.65(\pm5.46)\times10^{-2}$

付録表 3-2　DOPC に対する Cl の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$1.04(\pm0.002)\times10^2$	$1.02(\pm0.002)\times10^2$ $1.01(\pm0.002)\times10^2$ $1.01(\pm0.002)\times10^2$		1.96×10^{-3} 2.97×10^{-3} 2.97×10^{-3}	$2.63(\pm0.95)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.04(\pm0.002)\times10^2$	$1.02(\pm0.002)\times10^2$ $1.01(\pm0.002)\times10^2$ $1.02(\pm0.002)\times10^2$	<1.5 <1.5 <1.5	1.96×10^{-3} 2.97×10^{-3} 1.96×10^{-3}	$2.30(\pm0.95)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.04(\pm0.002)\times10^2$	$1.03(\pm0.002)\times10^2$ $1.00(\pm0.002)\times10^2$ $1.02(\pm0.002)\times10^2$		9.71×10^{-4} 4.00×10^{-3} 1.96×10^{-3}	$2.31(\pm2.52)\times10^{-3}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 3-3　凝灰岩に対する Cl の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.43(\pm0.003)\times10^2$ $1.49(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.38(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.44(\pm0.003)\times10^2$	<1.4 <1.4 <1.4	- - -	-
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.41(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.45(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
模擬海水（STW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.42(\pm0.003)\times10^2$ $1.45(\pm0.003)\times10^2$ $1.44(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.41(\pm0.003)\times10^2$ $1.40(\pm0.003)\times10^2$ $1.42(\pm0.003)\times10^2$	<1.4 <1.4 <1.4	- - -	-
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.43(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.45(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
硝酸イオン溶液（NTW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.47(\pm0.003)\times10^2$ $1.49(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.40(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$	<1.4 <1.4 <1.4	- - -	-
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.43(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$ $1.49(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
アンモニア溶液（NHTW）	遠心分離	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.50(\pm0.003)\times10^2$ $1.51(\pm0.003)\times10^2$ $1.47(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.42(\pm0.003)\times10^2$ $1.49(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$	<1.4 <1.4 <1.4	- - -	-
	限外ろ過	$1.33(\pm0.003)\times10^2$	$1.45(\pm0.003)\times10^2$ $1.51(\pm0.003)\times10^2$ $1.48(\pm0.003)\times10^2$		- - -	-

付録表 3-4　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cl の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.04(\pm0.002)\times10^{2}$		1.90×10^{-3} 1.90×10^{-3} 2.88×10^{-3}	$2.23(\pm0.92)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.03(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.04(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.04(\pm0.002)\times10^{2}$	<1.5 <1.5 <1.5	3.88×10^{-3} 2.88×10^{-3} 2.88×10^{-3}	$3.22(\pm0.94)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.04(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.03(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.03(\pm0.002)\times10^{2}$		2.88×10^{-3} 3.88×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$3.55(\pm0.94)\times10^{-3}$
硝酸イオン溶液（NCTW）	遠心分離	$1.08(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$		2.86×10^{-3} 2.86×10^{-3} 2.86×10^{-3}	$2.86(\pm0.00)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.08(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.07(\pm0.0002)\times10^{3}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.04(\pm0.002)\times10^{2}$	<1.5 <1.5 <1.5	- 2.86×10^{-3} 3.85×10^{-3}	$3.35(\pm0.99)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.08(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.03(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.04(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.03(\pm0.002)\times10^{2}$		4.85×10^{-3} 3.85×10^{-3} 4.85×10^{-3}	$4.52(\pm0.95)\times10^{-3}$
アンモニア溶液（NHCTW）	遠心分離	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.06(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.06(\pm0.002)\times10^{2}$		9.43×10^{-4} 1.90×10^{-3} 9.43×10^{-4}	$1.26(\pm0.91)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.06(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.002)\times10^{2}$	<1.5 <1.5 <1.5	9.43×10^{-4} 1.90×10^{-3} 1.90×10^{-3}	$1.58(\pm0.91)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.07(\pm0.002)\times10^{2}$	$1.05(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.03(\pm0.002)\times10^{2}$ $1.03(\pm0.002)\times10^{2}$		1.90×10^{-3} 3.88×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$3.22(\pm1.87)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 4

付録表 4-1　OPC に対する I の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.01(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.03(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.12(\pm0.06)\times10^{2}$		1.21×10^{-2} 1.06×10^{-2} 5.93×10^{-3}	$9.55(\pm5.18)\times10^{-3}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.69(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.77(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.88(\pm0.06)\times10^{2}$	<5.4 <5.4 <5.4	3.34×10^{-2} 2.69×10^{-2} 1.98×10^{-2}	$2.67(\pm1.11)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.83(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.81(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.90(\pm0.06)\times10^{2}$		2.29×10^{-2} 2.43×10^{-2} 1.83×10^{-2}	$2.18(\pm0.51)\times10^{-2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.38(\pm0.05)\times10^{2}$ $1.27(\pm0.05)\times10^{2}$ $1.15(\pm0.05)\times10^{2}$		6.26×10^{-2} 7.69×10^{-2} 9.49×10^{-2}	$7.81(\pm2.64)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.29(\pm0.05)\times10^{2}$ $1.07(\pm0.05)\times10^{2}$ $1.08(\pm0.05)\times10^{2}$	<5.4 <5.4 <5.4	7.48×10^{-2} 1.01×10^{-1} 1.08×10^{-1}	$9.76(\pm3.24)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.75(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.15(\pm0.05)\times10^{2}$ $1.05(\pm0.05)\times10^{2}$		2.86×10^{-2} 9.57×10^{-2} 1.14×10^{-1}	$7.94(\pm7.35)\times10^{-2}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.46(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.30(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.41(\pm0.07)\times10^{2}$		- - -	-
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.39(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.21(\pm0.07)\times10^{2}$ $1.99(\pm0.06)\times10^{2}$	<5.4 <5.4 <5.4	- 2.03×10^{-3} 1.28×10^{-2}	$7.42(\pm10.8)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.32(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.03(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.36(\pm0.07)\times10^{2}$		- 1.07×10^{-2} -	$1.07(\pm0.00)\times10^{-2}$
硝酸イオン溶液（NCW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.21(\pm0.006)\times10^{3}$ $2.45(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.39(\pm0.07)\times10^{2}$		- - -	-
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.83(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.30(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.10(\pm0.06)\times10^{2}$	<5.4 <5.4 <5.4	2.27×10^{-2} - 7.12×10^{-3}	$1.49(\pm1.55)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.00(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.33(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.25(\pm0.07)\times10^{2}$		1.26×10^{-2} - -	$1.26(\pm0.00)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.95(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.00(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.96(\pm0.06)\times10^{2}$		1.54×10^{-2} 1.24×10^{-2} 1.47×10^{-2}	$1.41(\pm0.26)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.86(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.90(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.82(\pm0.06)\times10^{2}$	<5.4 <5.4 <5.4	2.12×10^{-2} 1.82×10^{-2} 2.36×10^{-2}	$2.10(\pm0.44)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.99(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.85(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.70(\pm0.06)\times10^{2}$		1.30×10^{-2} 2.17×10^{-2} 3.22×10^{-2}	$2.23(\pm1.57)\times10^{-2}$

付録表 4-2　DOPC に対する I の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$9.65(\pm0.53)\times10^{1}$	$8.30(\pm0.46)\times10^{1}$ $8.34(\pm0.46)\times10^{1}$ $9.65(\pm0.49)\times10^{1}$		1.62×10^{-2} 1.57×10^{-2} -	$1.60(\pm0.05)\times10^{-2}$
	0.45μm	$9.65(\pm0.53)\times10^{1}$	$8.44(\pm0.46)\times10^{1}$ $8.35(\pm0.45)\times10^{1}$ $8.58(\pm0.46)\times10^{1}$	<10.4 <10.4 <10.4	1.43×10^{-2} 1.55×10^{-2} 1.24×10^{-2}	$1.41(\pm0.25)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$9.65(\pm0.53)\times10^{1}$	$8.07(\pm0.44)\times10^{1}$ $8.46(\pm0.45)\times10^{1}$ $8.86(\pm0.47)\times10^{1}$		1.95×10^{-2} 1.40×10^{-2} 8.93×10^{-3}	$1.42(\pm0.87)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 4-3　凝灰岩に対する I の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.21(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.30(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.15(\pm0.07)\times10^{2}$		1.78×10^{-3} - 4.56×10^{-3}	$3.17(\pm2.78)\times10^{-3}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.85(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.29(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.26(\pm0.07)\times10^{2}$	<5.2 <5.2 <5.2	2.16×10^{-2} - -	$2.16(\pm0.00)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.01(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.26(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.36(\pm0.07)\times10^{2}$		1.19×10^{-2} - -	$1.19(\pm0.00)\times10^{-2}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.08(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.00(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.17(\pm0.06)\times10^{2}$		8.28×10^{-3} 1.23×10^{-2} 3.56×10^{-3}	$8.06(\pm7.17)\times10^{-3}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.04(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.29(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.33(\pm0.07)\times10^{2}$	<5.2 <5.2 <5.2	1.00×10^{-2} - -	$1.00(\pm0.00)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.21(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.35(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.42(\pm0.07)\times10^{2}$		1.75×10^{-3} - -	$1.75(\pm0.00)\times10^{-3}$
硝酸イオン溶液（NTW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.03(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.10(\pm0.06)\times10^{2}$ $1.98(\pm0.06)\times10^{2}$		1.08×10^{-2} 7.37×10^{-3} 1.38×10^{-2}	$1.06(\pm0.52)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.74(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.19(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.29(\pm0.07)\times10^{2}$	<5.2 <5.2 <5.2	2.93×10^{-2} 2.95×10^{-3} -	$1.61(\pm2.64)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.89(\pm0.06)\times10^{2}$ $2.33(\pm0.07)\times10^{2}$ $2.23(\pm0.07)\times10^{2}$		1.90×10^{-2} - 8.17×10^{-4}	$9.93(\pm18.2)\times10^{-3}$
アンモニア溶液（NHTW）	遠心分離	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.95(\pm0.10)\times10^{2}$ $1.95(\pm0.10)\times10^{2}$ $1.90(\pm0.10)\times10^{2}$		1.54×10^{-2} 1.56×10^{-2} 1.86×10^{-2}	$1.65(\pm0.30)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$2.02(\pm0.10)\times10^{2}$ $1.53(\pm0.09)\times10^{2}$ $1.80(\pm0.10)\times10^{2}$	<5.2 <5.2 <5.2	1.15×10^{-2} 4.67×10^{-2} 2.49×10^{-2}	$2.77(\pm2.90)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.25(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.95(\pm0.10)\times10^{2}$ $2.00(\pm0.10)\times10^{2}$ $1.75(\pm0.09)\times10^{2}$		1.56×10^{-2} 1.27×10^{-2} 2.88×10^{-2}	$1.90(\pm1.41)\times10^{-2}$

付録表 4-4　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する I の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 I 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.01(\pm0.005)\times10^{2}$	$8.22(\pm0.46)\times10^{1}$ $9.64(\pm0.49)\times10^{1}$ $9.78(\pm0.49)\times10^{1}$		2.29×10^{-2} 4.77×10^{-3} 3.27×10^{-3}	$1.03(\pm1.78)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.01(\pm0.005)\times10^{2}$	$7.89(\pm0.44)\times10^{1}$ $9.70(\pm0.48)\times10^{1}$ $9.26(\pm0.48)\times10^{1}$	<9.7 <9.7 <9.7	2.80×10^{-2} 4.12×10^{-3} 9.07×10^{-3}	$1.37(\pm2.06)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.01(\pm0.005)\times10^{2}$	$7.62(\pm0.43)\times10^{1}$ $1.01(\pm0.05)\times10^{2}$ $9.67(\pm0.49)\times10^{1}$		3.25×10^{-2} - 4.45×10^{-3}	$1.85(\pm2.81)\times10^{-2}$
硝酸イオン溶液（NCTW）	遠心分離	$1.08(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.71(\pm0.47)\times10^{1}$ $9.38(\pm0.49)\times10^{1}$ $1.00(\pm0.05)\times10^{2}$		2.40×10^{-2} 1.51×10^{-2} 8.05×10^{-3}	$1.57(\pm1.31)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.08(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.85(\pm0.47)\times10^{1}$ $8.51(\pm0.46)\times10^{1}$ $1.01(\pm0.05)\times10^{2}$	<11 <11 <11	2.20×10^{-2} 2.68×10^{-2} 6.89×10^{-3}	$1.86(\pm1.70)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.08(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.98(\pm0.47)\times10^{1}$ $7.49(\pm0.44)\times10^{1}$ $8.50(\pm0.46)\times10^{1}$		2.03×10^{-2} 4.42×10^{-2} 2.71×10^{-2}	$3.05(\pm2.01)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHCTW）	遠心分離	$1.14(\pm0.06)\times10^{2}$	$9.79(\pm0.49)\times10^{1}$ $1.02(\pm0.05)\times10^{2}$ $8.18(\pm0.46)\times10^{1}$		1.65×10^{-2} 1.15×10^{-2} 3.94×10^{-2}	$2.24(\pm2.43)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.14(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.83(\pm0.47)\times10^{1}$ $8.90(\pm0.48)\times10^{1}$ $8.79(\pm0.47)\times10^{1}$	<11 <11 <11	2.90×10^{-2} 2.81×10^{-2} 2.97×10^{-2}	$2.89(\pm0.13)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.14(\pm0.06)\times10^{2}$	$8.75(\pm0.47)\times10^{1}$ $9.21(\pm0.48)\times10^{1}$ $8.19(\pm0.46)\times10^{1}$		3.03×10^{-2} 2.38×10^{-2} 3.92×10^{-2}	$3.11(\pm1.27)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 5

付録表 5-1　OPC に対する Cs の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.85(\pm0.02)\times10^3$		2.17×10^{-2} 2.23×10^{-2} 1.14×10^{-2}	$1.85(\pm1.00)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.72(\pm0.02)\times10^3$ $1.71(\pm0.02)\times10^3$ $1.70(\pm0.02)\times10^3$	<1.8 <1.8 <1.8	1.95×10^{-2} 2.02×10^{-2} 2.09×10^{-2}	$2.02(\pm0.12)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.62(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$		2.72×10^{-2} 2.30×10^{-2} 2.34×10^{-2}	$2.46(\pm0.36)\times10^{-2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.71(\pm0.02)\times10^3$ $1.74(\pm0.02)\times10^3$ $1.82(\pm0.02)\times10^3$		2.05×10^{-2} 1.87×10^{-2} 1.34×10^{-2}	$1.75(\pm0.61)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.59(\pm0.02)\times10^3$ $1.57(\pm0.02)\times10^3$ $1.63(\pm0.02)\times10^3$	<1.8 <1.8 <1.8	2.93×10^{-2} 3.09×10^{-2} 2.63×10^{-2}	$2.88(\pm0.39)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.58(\pm0.02)\times10^3$ $1.65(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$		3.04×10^{-2} 2.48×10^{-2} 2.19×10^{-2}	$2.57(\pm0.70)\times10^{-2}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.73(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.79(\pm0.02)\times10^3$		1.93×10^{-2} 2.20×10^{-2} 1.48×10^{-2}	$1.87(\pm0.59)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.71(\pm0.02)\times10^3$ $1.71(\pm0.02)\times10^3$ $1.72(\pm0.02)\times10^3$	<1.7 <1.7 <1.7	2.02×10^{-2} 2.01×10^{-2} 2.01×10^{-2}	$2.01(\pm0.01)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.68(\pm0.02)\times10^3$ $1.64(\pm0.02)\times10^3$ $1.70(\pm0.02)\times10^3$		2.26×10^{-2} 2.56×10^{-2} 2.12×10^{-2}	$2.31(\pm0.37)\times10^{-2}$
硝酸イオン溶液（NCW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.86(\pm0.02)\times10^3$ $1.73(\pm0.02)\times10^3$		2.21×10^{-2} 1.09×10^{-2} 1.92×10^{-2}	$1.74(\pm0.96)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.72(\pm0.02)\times10^3$ $1.72(\pm0.02)\times10^3$ $1.75(\pm0.02)\times10^3$	<1.5 <1.5 <1.5	1.98×10^{-2} 1.98×10^{-2} 1.77×10^{-2}	$1.91(\pm0.19)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.67(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.67(\pm0.02)\times10^3$		2.34×10^{-2} 2.19×10^{-2} 2.34×10^{-2}	$2.29(\pm0.14)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.66(\pm0.02)\times10^3$ $1.72(\pm0.02)\times10^3$ $1.73(\pm0.02)\times10^3$		2.37×10^{-2} 1.99×10^{-2} 1.88×10^{-2}	$2.08(\pm0.42)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.69(\pm0.02)\times10^3$ $1.64(\pm0.02)\times10^3$	<1.7 <1.7 <1.7	2.19×10^{-2} 2.19×10^{-2} 2.56×10^{-2}	$2.31(\pm0.35)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.65(\pm0.02)\times10^3$ $1.74(\pm0.02)\times10^3$ $1.64(\pm0.02)\times10^3$		2.48×10^{-2} 1.84×10^{-2} 2.56×10^{-2}	$2.29(\pm0.65)\times10^{-2}$

付録表 5-2　DOPC に対する Cs の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$1.89(\pm0.01)\times10^3$	$1.04(\pm0.009)\times10^3$ $9.77(\pm0.08)\times10^2$ $9.24(\pm0.08)\times10^2$		8.17×10^{-2} 9.34×10^{-2} 1.05×10^{-1}	$9.32(\pm1.86)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.89(\pm0.01)\times10^3$	$1.03(\pm0.009)\times10^3$ $9.69(\pm0.08)\times10^2$ $9.47(\pm0.08)\times10^2$	<0.94 <0.94 <0.94	8.35×10^{-2} 9.50×10^{-2} 9.96×10^{-2}	$9.27(\pm1.35)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.89(\pm0.01)\times10^3$	$1.03(\pm0.009)\times10^3$ $9.30(\pm0.08)\times10^2$ $9.23(\pm0.08)\times10^2$		8.35×10^{-2} 1.03×10^{-1} 1.05×10^{-1}	$9.72(\pm1.94)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 5-3　凝灰岩に対する Cs の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]	液相中 Cl 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.07(\pm0.05)\times10^2$ $5.47(\pm0.34)\times10^1$ $4.05(\pm0.29)\times10^1$		1.82×10^0 3.67×10^0 4.99×10^0	$3.49(\pm2.60)\times10^0$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$9.09(\pm0.44)\times10^1$ $7.36(\pm0.40)\times10^1$ $6.28(\pm0.36)\times10^1$	<1.8 <1.8 <1.8	2.17×10^0 2.70×10^0 3.18×10^0	$2.68(\pm0.83)\times10^0$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.30(\pm0.17)\times10^1$ $4.47(\pm1.08)\times10^0$ $3.46(\pm0.89)\times10^0$		1.57×10^1 4.60×10^1 5.94×10^1	$4.04(\pm3.65)\times10^1$
模擬海水（STW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.66(\pm0.10)\times10^2$ $4.90(\pm0.10)\times10^2$ $5.20(\pm0.10)\times10^2$		3.42×10^{-1} 3.20×10^{-1} 2.96×10^{-1}	$3.20(\pm0.38)\times10^{-1}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.38(\pm0.10)\times10^2$ $4.53(\pm0.10)\times10^2$ $4.84(\pm0.10)\times10^2$	<1.8 <1.8 <1.8	3.70×10^{-1} 3.55×10^{-1} 3.26×10^{-1}	$3.50(\pm0.37)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.67(\pm0.10)\times10^2$ $4.67(\pm0.10)\times10^2$ $4.67(\pm0.10)\times10^2$		3.41×10^{-1} 3.41×10^{-1} 3.41×10^{-1}	$3.41(\pm0.00)\times10^{-1}$
硝酸イオン溶液（NTW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.20(\pm0.02)\times10^3$ $1.26(\pm0.02)\times10^3$ $1.25(\pm0.02)\times10^3$		7.14×10^{-2} 6.30×10^{-2} 6.48×10^{-2}	$6.64(\pm0.72)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.17(\pm0.02)\times10^3$ $1.19(\pm0.02)\times10^3$ $1.23(\pm0.02)\times10^3$	<1.5 <1.5 <1.5	7.61×10^{-2} 7.31×10^{-2} 6.75×10^{-2}	$7.22(\pm0.71)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$1.16(\pm0.02)\times10^3$ $1.19(\pm0.02)\times10^3$ $1.19(\pm0.02)\times10^3$		7.76×10^{-2} 7.31×10^{-2} 7.31×10^{-2}	$7.46(\pm0.42)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHTW）	遠心分離	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.78(\pm0.32)\times10^1$ $4.43(\pm0.30)\times10^1$ $4.74(\pm0.32)\times10^1$		4.21×10^0 4.55×10^0 4.25×10^0	$4.34(\pm0.30)\times10^0$
	0.45μm	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.61(\pm0.31)\times10^1$ $3.96(\pm0.29)\times10^1$ $4.37(\pm0.31)\times10^1$	<1.9 <1.9 <1.9	4.37×10^0 5.10×10^0 4.61×10^0	$4.69(\pm0.61)\times10^0$
	限外ろ過	$2.06(\pm0.02)\times10^3$	$4.90(\pm0.33)\times10^1$ $4.23(\pm0.30)\times10^1$ $3.94(\pm0.29)\times10^1$		4.10×10^0 4.77×10^0 5.13×10^0	$4.67(\pm0.85)\times10^0$

付録表 5-4　各 OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Cs の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Cs 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.69(\pm0.11)\times10^{2}$	$1.95(\pm0.12)\times10^{1}$ $1.32(\pm0.10)\times10^{1}$ $1.52(\pm0.11)\times10^{1}$		7.67×10^{-1} 1.18×10^{0} 1.01×10^{0}	$9.86(\pm3.40)\times10^{-1}$
	0.45μm	$1.69(\pm0.11)\times10^{2}$	$2.11(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.58(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.93(\pm0.12)\times10^{1}$	<0.93 <0.93 <0.93	7.01×10^{-1} 9.70×10^{-1} 7.76×10^{-1}	$8.15(\pm2.26)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$1.69(\pm0.11)\times10^{2}$	$1.94(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.70(\pm0.11)\times10^{1}$ $1.61(\pm0.11)\times10^{1}$		7.71×10^{-1} 8.94×10^{-1} 9.50×10^{-1}	$8.72(\pm1.49)\times10^{-1}$
硝酸イオン溶液（NCTW）	遠心分離	$1.69(\pm0.01)\times10^{3}$	$9.32(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.19(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.00(\pm0.08)\times10^{2}$		8.13×10^{-2} 8.39×10^{-2} 8.78×10^{-2}	$8.43(\pm0.53)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.69(\pm0.01)\times10^{3}$	$9.15(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.41(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.35(\pm0.08)\times10^{2}$	<0.85 <0.85 <0.85	8.47×10^{-2} 7.96×10^{-2} 8.07×10^{-2}	$8.17(\pm0.44)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.69(\pm0.01)\times10^{3}$	$9.00(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.19(\pm0.08)\times10^{2}$ $9.32(\pm0.08)\times10^{2}$		8.78×10^{-2} 8.39×10^{-2} 8.13×10^{-2}	$8.43(\pm0.53)\times10^{-2}$
アンモニア溶液（NHCTW）	遠心分離	$1.76(\pm0.01)\times10^{3}$	$2.57(\pm0.14)\times10^{1}$ $2.91(\pm0.15)\times10^{1}$ $3.15(\pm0.15)\times10^{1}$		6.75×10^{0} 5.95×10^{0} 5.49×10^{0}	$6.06(\pm1.04)\times10^{0}$
	0.45μm	$1.76(\pm0.01)\times10^{3}$	$3.52(\pm0.16)\times10^{1}$ $3.22(\pm0.15)\times10^{1}$ $2.91(\pm0.15)\times10^{1}$	<0.76 <0.76 <0.76	4.90×10^{0} 5.37×10^{0} 5.95×10^{0}	$5.40(\pm0.86)\times10^{0}$
	限外ろ過	$1.76(\pm0.01)\times10^{3}$	$3.27(\pm0.16)\times10^{1}$ $3.10(\pm0.15)\times10^{1}$ $3.11(\pm0.15)\times10^{1}$		5.28×10^{0} 5.58×10^{0} 5.56×10^{0}	$5.47(\pm0.27)\times10^{0}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 6

付録表 6-1　OPC に対する Ni の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$6.18(\pm0.07)\times10^{0}$	$3.73(\pm0.06)\times10^{0}$ $3.51(\pm0.06)\times10^{0}$ $3.60(\pm0.06)\times10^{0}$		6.57×10^{-2} 7.61×10^{-2} 7.17×10^{-2}	$7.11(\pm0.85)\times10^{-2}$
	0.45μm	$6.18(\pm0.07)\times10^{0}$	$3.80(\pm0.60)\times10^{0}$ $3.51(\pm0.06)\times10^{0}$ $3.42(\pm0.06)\times10^{0}$	<1.1 <1.1 <1.1	6.26×10^{-2} 7.61×10^{-2} 8.07×10^{-2}	$7.31(\pm1.53)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$6.18(\pm0.07)\times10^{0}$	$3.10(\pm0.06)\times10^{0}$ $3.20(\pm0.06)\times10^{0}$ $3.24(\pm0.06)\times10^{0}$		9.94×10^{-2} 9.31×10^{-2} 9.07×10^{-2}	$9.44(\pm0.73)\times10^{-2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$3.15(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.66(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.32(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.69(\pm0.05)\times10^{0}$		8.98×10^{-2} 1.39×10^{-1} 8.64×10^{-2}	$1.05(\pm0.48)\times10^{-1}$
	0.45μm	$3.15(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.66(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.41(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.52(\pm0.05)\times10^{0}$	<1.1 <1.1 <1.1	8.98×10^{-2} 1.23×10^{-1} 1.07×10^{-1}	$1.07(\pm0.28)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$3.15(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.46(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.28(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.59(\pm0.05)\times10^{0}$		1.16×10^{-1} 1.46×10^{-1} 9.81×10^{-2}	$1.20(\pm0.40)\times10^{-1}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$4.93(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.75(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.74(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.65(\pm0.05)\times10^{0}$		1.82×10^{-1} 1.83×10^{-1} 1.99×10^{-1}	$1.88(\pm0.15)\times10^{-1}$
	0.45μm	$4.93(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.86(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.80(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.65(\pm0.05)\times10^{0}$	<1.1 <1.1 <1.1	1.65×10^{-1} 1.74×10^{-1} 1.99×10^{-1}	$1.79(\pm0.29)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$4.93(\pm0.06)\times10^{0}$	$1.56(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.64(\pm0.05)\times10^{0}$ $1.52(\pm0.05)\times10^{0}$		2.16×10^{-1} 2.01×10^{-1} 2.24×10^{-1}	$2.41(\pm0.20)\times10^{-1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 6-2　DOPC に対する Ni の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$3.50(\pm0.04)\times10^{0}$	$2.61(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.46(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.60(\pm0.04)\times10^{0}$		3.41×10^{-2} 4.23×10^{-2} 3.46×10^{-2}	$3.70(\pm0.75)\times10^{-2}$
	0.45μm	$3.50(\pm0.04)\times10^{0}$	$3.29(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.71(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.83(\pm0.04)\times10^{0}$	<1.7 <1.7 <1.7	6.38×10^{-3} 2.92×10^{-2} 2.37×10^{-2}	$1.97(\pm1.94)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$3.50(\pm0.04)\times10^{0}$	$2.16(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.12(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.17(\pm0.04)\times10^{0}$		6.20×10^{-2} 6.51×10^{-2} 6.13×10^{-2}	$6.28(\pm0.33)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 6-3　凝灰岩に対する Ni の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$9.20(\pm0.007)\times10^{2}$	$6.04(\pm0.006)\times10^{2}$ $6.01(\pm0.006)\times10^{2}$ $6.22(\pm0.006)\times10^{2}$		5.23×10^{-2} 5.31×10^{-2} 4.79×10^{-2}	$5.11(\pm0.46)\times10^{-2}$
	0.45μm	$9.20(\pm0.007)\times10^{2}$	$3.29(\pm0.004)\times10^{2}$ $8.11(\pm0.007)\times10^{2}$ $7.32(\pm0.006)\times10^{2}$	<1.1 <1.1 <1.1	1.80×10^{-1} 1.34×10^{-2} 2.57×10^{-2}	$7.29(\pm15.1)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$9.20(\pm0.007)\times10^{2}$	$9.98(\pm0.84)\times10^{-1}$ $9.01(\pm0.44)\times10^{-1}$ $1.32(\pm0.05)\times10^{0}$		9.21×10^{1} 1.02×10^{2} 6.96×10^{1}	$8.79(\pm2.71)\times10^{1}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$9.64(\pm0.007)\times10^{2}$	$1.91(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.94(\pm0.003)\times10^{2}$ $1.65(\pm0.003)\times10^{2}$		4.05×10^{-1} 3.97×10^{-1} 4.84×10^{-1}	$4.29(\pm0.79)\times10^{-1}$
	0.45μm	$9.64(\pm0.007)\times10^{2}$	$1.43(\pm0.0002)\times10^{2}$ $2.14(\pm0.003)\times10^{2}$ $2.08(\pm0.003)\times10^{2}$	<1.1 <1.1 <1.1	5.74×10^{-1} 3.50×10^{-1} 3.63×10^{-1}	$4.29(\pm2.05)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$9.64(\pm0.007)\times10^{2}$	$1.51(\pm0.003)\times10^{2}$ $2.31(\pm0.004)\times10^{2}$ $2.16(\pm0.004)\times10^{2}$		5.38×10^{-1} 3.17×10^{-1} 3.46×10^{-1}	$4.01(\pm1.96)\times10^{-1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 6-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Ni の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Ni 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$3.37(\pm0.04)\times10^{0}$	$3.16(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.77(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.76(\pm0.04)\times10^{0}$		6.65×10^{-3} 2.17×10^{-2} 2.21×10^{-2}	$1.68(\pm1.44)\times10^{-2}$
	0.45μm	$3.37(\pm0.04)\times10^{0}$	$4.51(\pm0.05)\times10^{0}$ $3.54(\pm0.04)\times10^{0}$ $3.38(\pm0.04)\times10^{0}$	<1.7 <1.7 <1.7	- - -	-
	限外ろ過	$3.37(\pm0.04)\times10^{0}$	$2.64(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.64(\pm0.04)\times10^{0}$ $2.99(\pm0.04)\times10^{0}$		2.77×10^{-2} 2.77×10^{-2} 1.27×10^{-2}	$2.27(\pm1.41)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 7

付録表 7-1　OPC に対する Se の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$4.03(\pm0.05)\times10^{2}$	$3.18(\pm0.04)\times10^{2}$ $2.94(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.19(\pm0.04)\times10^{2}$		2.53×10^{-2} 3.62×10^{-2} 2.55×10^{-2}	$2.90(\pm1.01)\times10^{-2}$
	0.45μm	$4.03(\pm0.05)\times10^{2}$	$3.08(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.25(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.12(\pm0.04)\times10^{2}$	88.2 53.2 55.1	2.94×10^{-2} 2.32×10^{-2} 2.83×10^{-2}	$2.70(\pm0.54)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$4.03(\pm0.05)\times10^{2}$	$2.80(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.31(\pm0.04)\times10^{2}$ $3.15(\pm0.04)\times10^{2}$		4.24×10^{-2} 2.09×10^{-2} 2.71×10^{-2}	$3.01(\pm1.80)\times10^{-2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$6.38(\pm0.18)\times10^{1}$	$1.51(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.51(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.74(\pm0.09)\times10^{1}$		3.23×10^{-2} 3.23×10^{-2} 2.67×10^{-2}	$3.04(\pm0.53)\times10^{-1}$
	0.45μm	$6.38(\pm0.18)\times10^{1}$	$1.77(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.42(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.61(\pm0.09)\times10^{1}$	<0.91 <0.87 <0.87	2.60×10^{-1} 3.49×10^{-1} 2.96×10^{-1}	$3.02(\pm0.73)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$6.38(\pm0.18)\times10^{1}$	$1.39(\pm0.08)\times10^{1}$ $1.72(\pm0.09)\times10^{1}$ $1.60(\pm0.09)\times10^{1}$		3.59×10^{-1} 2.71×10^{-1} 2.99×10^{-1}	$3.10(\pm0.74)\times10^{-1}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$6.87(\pm0.08)\times10^{1}$	$5.93(\pm0.18)\times10^{1}$ $6.59(\pm0.19)\times10^{1}$ $6.56(\pm0.19)\times10^{1}$		1.59×10^{-2} 4.25×10^{-3} 4.73×10^{-3}	$8.28(\pm10.7)\times10^{-3}$
	0.45μm	$6.87(\pm0.08)\times10^{1}$	$6.12(\pm0.18)\times10^{1}$ $6.13(\pm0.18)\times10^{1}$ $6.09(\pm0.18)\times10^{1}$	<0.92 <0.87 <0.90	1.23×10^{-2} 1.21×10^{-2} 1.28×10^{-2}	$1.24(\pm0.06)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$6.87(\pm0.08)\times10^{1}$	$6.33(\pm0.18)\times10^{1}$ $6.31(\pm0.18)\times10^{1}$ $5.93(\pm0.18)\times10^{1}$		8.53×10^{-3} 8.87×10^{-3} 1.59×10^{-2}	$1.11(\pm0.68)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 7-2　DOPC に対する Se の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$1.12(\pm0.006)\times10^{3}$	$9.62(\pm0.06)\times10^{2}$ $9.80(\pm0.06)\times10^{2}$ $9.47(\pm0.06)\times10^{2}$		1.64×10^{-2} 1.43×10^{-2} 1.83×10^{-2}	$1.63(\pm0.33)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.12(\pm0.006)\times10^{3}$	$9.51(\pm0.06)\times10^{2}$ $9.36(\pm0.06)\times10^{2}$ $9.36(\pm0.06)\times10^{2}$	<0.75 <0.75 <0.75	1.78×10^{-2} 1.97×10^{-2} 1.97×10^{-2}	$1.90(\pm0.18)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.12(\pm0.006)\times10^{3}$	$1.00(\pm0.006)\times10^{3}$ $9.80(\pm0.06)\times10^{2}$ $9.91(\pm0.006)\times10^{2}$		1.20×10^{-2} 1.43×10^{-2} 1.30×10^{-2}	$1.31(\pm0.19)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 7-3　凝灰岩に対する Se の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$6.30(\pm0.05)\times10^2$	$6.63(\pm0.06)\times10^2$ $6.94(\pm0.06)\times10^2$ $7.01(\pm0.06)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$6.30(\pm0.05)\times10^2$	$6.49(\pm0.06)\times10^2$ $6.91(\pm0.06)\times10^2$ $6.97(\pm0.06)\times10^2$	<0.91 <0.92 <0.86	- - -	-
	限外ろ過	$6.30(\pm0.05)\times10^2$	$6.59(\pm0.06)\times10^2$ $6.63(\pm0.06)\times10^2$ $6.26(\pm0.06)\times10^2$		- - 6.39×10^{-4}	$6.39(\pm0.00)\times10^{-4}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$2.12(\pm0.03)\times10^2$	$2.39(\pm0.04)\times10^2$ $2.17(\pm0.03)\times10^2$ $2.50(\pm0.04)\times10^2$		- - -	-
	0.45μm	$2.12(\pm0.03)\times10^2$	$2.25(\pm0.03)\times10^2$ $2.32(\pm0.04)\times10^2$ $2.32(\pm0.04)\times10^2$	<0.95 <0.81 <0.87	- - -	-
	限外ろ過	$2.12(\pm0.03)\times10^2$	$2.32(\pm0.03)\times10^2$ $2.21(\pm0.06)\times10^2$ $2.33(\pm0.04)\times10^2$		- - -	-

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 7-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Se の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Se 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.07(\pm0.006)\times10^3$	$1.02(\pm0.006)\times10^3$ $1.05(\pm0.006)\times10^3$ $1.02(\pm0.006)\times10^3$		4.90×10^{-3} 1.90×10^{-3} 4.90×10^{-3}	$3.90(\pm2.83)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.07(\pm0.006)\times10^3$	$1.01(\pm0.006)\times10^3$ $1.06(\pm0.006)\times10^3$ $1.06(\pm0.006)\times10^3$	<0.67 <0.67 <0.67	5.94×10^{-3} 9.43×10^{-4} 9.43×10^{-4}	$2.61(\pm4.71)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.07(\pm0.006)\times10^3$	$9.70(\pm0.06)\times10^2$ $1.05(\pm0.006)\times10^3$ $1.03(\pm0.006)\times10^3$		1.03×10^{-2} 1.90×10^{-3} 3.88×10^{-3}	$5.37(\pm7.18)\times10^{-3}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 8

付録表 8-1　OPC に対する Sr の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.42(\pm0.001)\times10^3$ $1.47(\pm0.001)\times10^3$ $1.46(\pm0.001)\times10^3$		2.68×10^{-2} 2.24×10^{-2} 2.33×10^{-2}	$2.42(\pm0.37)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.46(\pm0.001)\times10^3$ $1.43(\pm0.001)\times10^3$ $1.45(\pm0.001)\times10^3$	<1.3 <1.3 <1.3	2.33×10^{-2} 2.59×10^{-2} 2.41×10^{-2}	$2.44(\pm0.22)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.44(\pm0.001)\times10^3$ $1.46(\pm0.001)\times10^3$ $1.44(\pm0.001)\times10^3$		2.50×10^{-2} 2.33×10^{-2} 2.50×10^{-2}	$2.44(\pm0.16)\times10^{-2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.68(\pm0.001)\times10^3$ $1.70(\pm0.001)\times10^3$ $1.71(\pm0.001)\times10^3$		7.14×10^{-3} 5.88×10^{-3} 5.26×10^{-3}	$6.10(\pm1.56)\times10^{-3}$
	0.45μm	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.70(\pm0.001)\times10^3$ $1.70(\pm0.001)\times10^3$ $1.69(\pm0.001)\times10^3$	<1.3 <1.3 <1.3	5.88×10^{-3} 5.88×10^{-3} 6.51×10^{-3}	$6.09(\pm0.59)\times10^{-3}$
	限外ろ過	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.68(\pm0.001)\times10^3$ $1.67(\pm0.001)\times10^3$ $1.68(\pm0.001)\times10^3$		7.14×10^{-3} 7.78×10^{-3} 7.14×10^{-3}	$7.36(\pm0.61)\times10^{-3}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.51(\pm0.001)\times10^3$ $1.56(\pm0.001)\times10^3$ $1.54(\pm0.001)\times10^3$		1.92×10^{-2} 1.54×10^{-2} 1.69×10^{-2}	$1.72(\pm0.31)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.56(\pm0.001)\times10^3$ $1.53(\pm0.001)\times10^3$ $1.51(\pm0.001)\times10^3$	<1.3 <1.3 <1.3	1.54×10^{-2} 1.76×10^{-2} 1.92×10^{-2}	$1.74(\pm0.31)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.52(\pm0.001)\times10^3$ $1.50(\pm0.001)\times10^3$ $1.48(\pm0.001)\times10^3$		1.84×10^{-2} 2.00×10^{-2} 2.16×10^{-2}	$2.00(\pm0.26)\times10^{-2}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 8-2　DOPC に対する Sr の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$2.53(\pm0.003)\times10^2$	$6.45(\pm0.02)\times10^1$ $6.58(\pm0.02)\times10^1$ $6.09(\pm0.02)\times10^1$		2.92×10^{-1} 2.84×10^{-1} 3.15×10^{-1}	$2.97(\pm0.26)\times10^{-1}$
	0.45μm	$2.53(\pm0.003)\times10^2$	$6.32(\pm0.02)\times10^1$ $6.58(\pm0.02)\times10^1$ $6.17(\pm0.02)\times10^1$	<1.7 <1.7 <1.7	3.00×10^{-1} 2.84×10^{-1} 3.10×10^{-1}	$2.98(\pm0.21)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$2.53(\pm0.003)\times10^2$	$6.43(\pm0.02)\times10^1$ $6.57(\pm0.02)\times10^1$ $6.09(\pm0.02)\times10^1$		2.93×10^{-1} 2.85×10^{-1} 3.15×10^{-1}	$2.98(\pm0.26)\times10^{-1}$

＊ ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 8-3　凝灰岩に対する Sr の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$1.76(\pm0.002)\times10^3$	$6.89(\pm0.04)\times10^1$ $5.97(\pm0.02)\times10^1$ $5.80(\pm0.02)\times10^1$		2.45×10^0 2.85×10^0 2.93×10^0	$2.75(\pm0.42)\times10^0$
	0.45μm	$1.76(\pm0.002)\times10^3$	$6.30(\pm0.04)\times10^1$ $6.19(\pm0.02)\times10^1$ $5.48(\pm0.02)\times10^1$	<1.27 <1.27 <1.27	2.69×10^0 2.74×10^0 3.11×10^0	$2.85(\pm0.37)\times10^0$
	限外ろ過	$1.76(\pm0.002)\times10^3$	$6.41(\pm0.04)\times10^1$ $5.61(\pm0.02)\times10^1$ $5.38(\pm0.02)\times10^1$		2.65×10^0 3.04×10^0 3.14×10^0	$2.95(\pm0.45)\times10^0$
模擬海水（STW）	遠心分離	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.35(\pm0.001)\times10^3$ $1.34(\pm0.001)\times10^3$ $1.37(\pm0.001)\times10^3$		3.33×10^{-2} 3.43×10^{-2} 3.14×10^{-2}	$3.30(\pm0.24)\times10^{-2}$
	0.45μm	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.32(\pm0.001)\times10^3$ $1.33(\pm0.001)\times10^3$ $1.31(\pm0.001)\times10^3$	<1.27 <1.27 <1.27	3.64×10^{-2} 3.53×10^{-2} 3.74×10^{-2}	$3.64(\pm0.17)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$1.80(\pm0.002)\times10^3$	$1.30(\pm0.001)\times10^3$ $1.32(\pm0.001)\times10^3$ $1.32(\pm0.001)\times10^3$		3.85×10^{-2} 3.64×10^{-2} 3.64×10^{-2}	$3.71(\pm0.20)\times10^{-2}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 8-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sr の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sr 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$2.56(\pm0.003)\times10^2$	$2.63(\pm0.01)\times10^1$ $2.77(\pm0.01)\times10^1$ $4.09(\pm0.01)\times10^1$		8.73×10^{-1} 8.24×10^{-1} 5.26×10^{-1}	$7.41(\pm3.07)\times10^{-1}$
	0.45μm	$2.56(\pm0.003)\times10^2$	$2.66(\pm0.01)\times10^1$ $2.79(\pm0.01)\times10^1$ $4.10(\pm0.01)\times10^1$	<1.7 <1.7 <1.7	8.62×10^{-1} 8.18×10^{-1} 5.24×10^{-1}	$7.35(\pm3.00)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$2.56(\pm0.003)\times10^2$	$2.58(\pm0.01)\times10^1$ $2.77(\pm0.01)\times10^1$ $4.06(\pm0.01)\times10^1$		8.92×10^{-1} 8.24×10^{-1} 5.31×10^{-1}	$7.49(\pm3.14)\times10^{-1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 9

付録表 9-1　OPC に対する Sn の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$5.52(\pm0.06)\times10^{2}$	$3.93(\pm0.46)\times10^{-1}$ $<1.65\times10^{-1}$ $<1.65\times10^{-1}$		1.40×10^{2} $>3.34\times10^{2}$ $>3.33\times10^{2}$	$>2.69(\pm1.83)\times10^{2}$
	0.45μm	$5.52(\pm0.06)\times10^{2}$	$<1.24\times10^{-1}$ $<1.50\times10^{-1}$ $<1.75\times10^{-1}$	$2.93(\pm5.80)\times10^{-1}$ $1.80(\pm3.72)\times10^{-1}$ $3.55(\pm6.38)\times10^{-1}$	$>4.44\times10^{2}$ $>3.67\times10^{2}$ $>3.14\times10^{2}$	$>3.75(\pm1.06)\times10^{2}$
	限外ろ過	$5.52(\pm0.06)\times10^{2}$	$1.23(\pm0.40)\times10^{-1}$ $<1.63\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$		4.47×10^{2} $>3.38\times10^{2}$ $>3.22\times10^{2}$	$>3.69(\pm1.12)\times10^{2}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$6.78(\pm0.21)\times10^{1}$	$3.80(\pm0.50)\times10^{-1}$ $2.26(\pm0.55)\times10^{-1}$ $<1.31\times10^{-1}$		1.77×10^{1} 2.99×10^{1} $>5.16\times10^{1}$	$>3.31(\pm2.80)\times10^{1}$
	0.45μm	$6.78(\pm0.21)\times10^{1}$	$<1.27\times10^{-1}$ $<1.50\times10^{-1}$ $<1.73\times10^{-1}$	$1.83(\pm0.15)\times10^{0}$ $1.54(\pm0.15)\times10^{0}$ $1.29(\pm0.14)\times10^{0}$	$>5.32\times10^{1}$ $>4.50\times10^{1}$ $>3.91\times10^{1}$	$>4.58(\pm1.16)\times10^{1}$
	限外ろ過	$6.78(\pm0.21)\times10^{1}$	$<1.15\times10^{-1}$ $<1.56\times10^{-1}$ $<1.67\times10^{-1}$		$>5.88\times10^{1}$ $>4.33\times10^{1}$ $>4.05\times10^{1}$	$>4.75(\pm1.61)\times10^{1}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$6.30(\pm0.20)\times10^{1}$	$1.37(\pm0.40)\times10^{-1}$ $<1.65\times10^{-1}$ $<1.70\times10^{-1}$		4.59×10^{1} $>3.81\times10^{1}$ $>3.70\times10^{1}$	$>4.03(\pm0.79)\times10^{1}$
	0.45μm	$6.30(\pm0.20)\times10^{1}$	$1.25(\pm0.38)\times10^{-1}$ $<1.54\times10^{-1}$ $<1.61\times10^{-1}$	$6.57(\pm1.03)\times10^{-1}$ $4.51(\pm0.89)\times10^{-1}$ $2.51(\pm0.77)\times10^{-1}$	5.03×10^{1} $>4.08\times10^{1}$ $>3.90\times10^{1}$	$>4.34(\pm0.99)\times10^{1}$
	限外ろ過	$6.30(\pm0.20)\times10^{1}$	$<1.15\times10^{-1}$ $<1.64\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$		$>5.47\times10^{1}$ $>3.83\times10^{1}$ $>3.67\times10^{1}$	$>4.32(\pm1.62)\times10^{1}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 9-2　DOPC に対する Sn の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$5.47(\pm0.51)\times10^{0}$	$<1.70\times10^{-1}$ $<1.82\times10^{-1}$ $<1.84\times10^{-1}$		$>3.12\times10^{0}$ $>2.91\times10^{0}$ $>2.87\times10^{0}$	$>2.97(\pm0.22)\times10^{0}$
	0.45μm	$5.47(\pm0.51)\times10^{0}$	$<1.83\times10^{-1}$ $<1.81\times10^{-1}$ $<1.75\times10^{-1}$	$<1.6\times10^{-2}$ $<1.6\times10^{-2}$ $<1.6\times10^{-2}$	$>2.89\times10^{0}$ $>2.92\times10^{0}$ $>3.03\times10^{0}$	$>2.95(\pm0.12)\times10^{0}$
	限外ろ過	$5.47(\pm0.51)\times10^{0}$	$<1.74\times10^{-1}$ $<1.78\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$		$>3.04\times10^{0}$ $>2.97\times10^{0}$ $>3.10\times10^{0}$	$>3.04(\pm0.10)\times10^{0}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 9-3　凝灰岩に対する Sn の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$1.23(\pm0.009)\times10^{3}$	$6.91(\pm0.47)\times10^{0}$ $<1.48\times10^{-1}$ $<1.82\times10^{-1}$		177×10^{1} $>8.31\times10^{2}$ $>6.76\times10^{2}$	$>5.08(\pm7.05)\times10^{2}$
	0.45μm	$1.23(\pm0.009)\times10^{3}$	$1.80(\pm0.45)\times10^{-1}$ $<1.68\times10^{-1}$ $<1.72\times10^{-1}$	<0.86 <0.91 <0.86	6.83×10^{2} $>7.32\times10^{2}$ $>7.15\times10^{2}$	$>7.10(\pm0.41)\times10^{2}$
	限外ろ過	$1.23(\pm0.009)\times10^{3}$	$1.94(\pm0.40)\times10^{-1}$ $<1.51\times10^{-1}$ $<1.64\times10^{-1}$		6.34×10^{2} $>8.14\times10^{2}$ $>7.50\times10^{2}$	$>7.33(\pm1.49)\times10^{2}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$1.64(\pm0.11)\times10^{1}$	$4.29(\pm0.51)\times10^{-1}$ $<1.52\times10^{-1}$ $<1.70\times10^{-1}$		3.72×10^{0} $>1.07\times10^{1}$ $>9.55\times10^{0}$	$>7.99(\pm6.10)\times10^{0}$
	0.45μm	$1.64(\pm0.11)\times10^{1}$	$2.32(\pm0.44)\times10^{-1}$ $1.97(\pm0.55)\times10^{-1}$ $<1.60\times10^{-1}$	<0.87 <0.80 <0.85	6.97×10^{0} 8.22×10^{0} $>1.02\times10^{1}$	$>8.45(\pm2.62)\times10^{0}$
	限外ろ過	$1.64(\pm0.11)\times10^{1}$	$2.03(\pm0.39)\times10^{-1}$ $<1.65\times10^{-1}$ $<1.55\times10^{-1}$		7.98×10^{0} $>9.84\times10^{0}$ $>1.05\times10^{1}$	$>9.43(\pm2.12)\times10^{0}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 9-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Sn の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [Bq/mL]*	液相中 Sn 濃度 [Bq/mL]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$6.43(\pm0.55)\times10^{0}$	$<1.90\times10^{-1}$ $<1.77\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$		$>3.28\times10^{0}$ $>3.53\times10^{0}$ $>3.66\times10^{0}$	$>3.49(\pm0.31)\times10^{0}$
	0.45μm	$6.43(\pm0.55)\times10^{0}$	$<1.90\times10^{-1}$ $<1.71\times10^{-1}$ $<1.92\times10^{-1}$	$<1.5\times10^{-2}$ $<1.5\times10^{-2}$ $<1.5\times10^{-2}$	$>3.28\times10^{0}$ $>3.66\times10^{0}$ $>3.25\times10^{0}$	$>3.40(\pm0.37)\times10^{0}$
	限外ろ過	$6.43(\pm0.55)\times10^{0}$	$2.31(\pm0.62)\times10^{-1}$ $<1.90\times10^{-1}$ $<1.81\times10^{-1}$		2.68×10^{0} $>3.28\times10^{0}$ $>3.45\times10^{0}$	$>3.14(\pm0.66)\times10^{0}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 10

付録表 10-1　OPC に対する Nb の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]*1	バックグラウンド [mol/L]*2	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [mol]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
アルカリ溶液（ACW）	遠心分離	$2.07(\pm0.03)\times10^{-8}$	1.29×10^{-9}	$2.66(\pm0.04)\times10^{-8}$ $1.37(\pm0.02)\times10^{-8}$ $3.20(\pm0.03)\times10^{-8}$		- 4.17×10^{-2} -	$4.17(\pm0.00)\times10^{-2}$
	0.45μm	$2.07(\pm0.03)\times10^{-8}$	1.29×10^{-9}	$2.15(\pm0.06)\times10^{-9}$ $2.80(\pm0.07)\times10^{-9}$ $1.61(\pm0.03)\times10^{-9}$	$<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$	8.00×10^{-1} 5.92×10^{-1} 1.10×10^{0}	$8.31(\pm4.17)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$2.07(\pm0.03)\times10^{-8}$	1.29×10^{-9}	$2.15(\pm0.09)\times10^{-9}$ $3.55(\pm0.03)\times10^{-9}$ $1.08(\pm0.04)\times10^{-9}$		8.00×10^{-1} 4.45×10^{-1} 1.70×10^{0}	$9.82(\pm10.6)\times10^{-1}$
蒸留水（CW）	遠心分離	$8.07(\pm0.2)\times10^{-9}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.60(\pm0.07)\times10^{-8}$ $3.93(\pm0.04)\times10^{-8}$ $4.43(\pm0.08)\times10^{-8}$		- - -	-
	0.45μm	$8.07(\pm0.2)\times10^{-9}$	$<4.31\times10^{-10}$	$1.26(\pm0.01)\times10^{-8}$ $1.07(\pm0.01)\times10^{-8}$ $3.07(\pm0.06)\times10^{-8}$	$<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$	- - -	-
	限外ろ過	$8.07(\pm0.2)\times10^{-9}$	$<4.31\times10^{-10}$	$3.87(\pm0.05)\times10^{-9}$ $1.40(\pm0.03)\times10^{-9}$ $1.51(\pm0.03)\times10^{-9}$		1.08×10^{-1} 4.77×10^{-1} 4.36×10^{-1}	$3.40(\pm3.30)\times10^{-1}$
模擬海水（SCW）	遠心分離	$5.68(\pm0.8)\times10^{-8}$	$<4.31\times10^{-10}$	$3.12(\pm0.05)\times10^{-9}$ $1.21(\pm0.003)\times10^{-8}$ $9.47(\pm0.06)\times10^{-9}$		1.72×10^{0} 3.71×10^{-1} 5.00×10^{-1}	$8.64(\pm12.2)\times10^{-1}$
	0.45μm	$5.68(\pm0.8)\times10^{-8}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.37(\pm0.05)\times10^{-9}$ $1.18(\pm0.03)\times10^{-9}$ $1.18(\pm0.01)\times10^{-9}$	$<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$	2.30×10^{0} 4.70×10^{0} 4.30×10^{0}	$3.77(\pm2.10)\times10^{0}$
	限外ろ過	$5.68(\pm0.8)\times10^{-8}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.58(\pm0.04)\times10^{-9}$ $2.69(\pm0.04)\times10^{-9}$ $1.63(\pm0.003)\times10^{-8}$		2.10×10^{0} 2.01×10^{0} 2.50×10^{-1}	$1.45(\pm1.70)\times10^{0}$

*1　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。
*2　：　Nb を添加していない浸漬液に固相のみを添加したときの液相中 Nb 濃度。

付録表 10-2　DOPC に対する Nb の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]*	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [mol]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$5.77(\pm0.1)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$		$>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$	$>1.69(\pm0.00)\times10^{0}$
	0.45μm	$5.77(\pm0.1)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$	$<1.60\times10^{-8}$ $<1.60\times10^{-8}$ $<1.60\times10^{-8}$	$>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$	$>1.69(\pm0.00)\times10^{0}$
	限外ろ過	$5.77(\pm0.1)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$		$>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$ $>1.69\times10^{0}$	$>1.69(\pm0.00)\times10^{0}$

*　：　固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録表 10-3　凝灰岩に対する Nb の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]*1	バックグラウンド [mol/L]*2	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [mol]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（TW）	遠心分離	$8.57(\pm0.1)\times10^{-6}$	3.66×10^{-9}	$9.09(\pm0.2)\times10^{-6}$ $1.00(\pm0.005)\times10^{-5}$ $1.05(\pm0.008)\times10^{-5}$		- - -	-
	0.45μm	$8.57(\pm0.1)\times10^{-6}$	3.66×10^{-9}	$7.29(\pm0.04)\times10^{-6}$ $8.21(\pm0.1)\times10^{-6}$ $9.11(\pm0.1)\times10^{-6}$	$<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$	1.75×10^{-2} 4.28×10^{-3} -	$1.09(\pm1.32)\times10^{-2}$
	限外ろ過	$8.57(\pm0.1)\times10^{-6}$	3.66×10^{-9}	$5.93(\pm0.1)\times10^{-6}$ $5.22(\pm0.08)\times10^{-6}$ $4.93(\pm0.07)\times10^{-6}$		4.44×10^{-2} 6.41×10^{-2} 7.37×10^{-2}	$6.07(\pm2.44)\times10^{-2}$
模擬海水（STW）	遠心分離	$6.44(\pm0.09)\times10^{-7}$	$<4.31\times10^{-10}$	$6.33(\pm0.04)\times10^{-7}$ $6.41(\pm0.04)\times10^{-7}$ $6.39(\pm0.04)\times10^{-7}$		1.70×10^{-3} 3.36×10^{-4} 6.73×10^{-4}	$9.03(\pm11.6)\times10^{-4}$
	0.45μm	$6.44(\pm0.09)\times10^{-7}$	$<4.31\times10^{-10}$	$1.29(\pm0.03)\times10^{-7}$ $4.50(\pm0.04)\times10^{-8}$ $1.60(\pm0.009)\times10^{-7}$	$<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$ $<4.53\times10^{-11}$	3.98×10^{-1} 1.33×10^{0} 3.01×10^{-1}	$6.77(\pm9.28)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$6.44(\pm0.09)\times10^{-7}$	$<4.31\times10^{-10}$	$2.60(\pm0.2)\times10^{-8}$ $3.07(\pm0.08)\times10^{-8}$ $6.12(\pm0.1)\times10^{-8}$		2.37×10^{0} 2.00×10^{0} 9.51×10^{-1}	$1.77(\pm1.20)\times10^{0}$

*1 ： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。
*2 ： 浸漬液に固相のみを添加したときの液相中 Nb 濃度。

付録表 10-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Nb の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]*	液相中 Nb 濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [mol]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$2.29(\pm0.03)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$		$>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$	$>6.09(\pm0.00)\times10^{-1}$
	0.45μm	$2.29(\pm0.03)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$	$<1.6\times10^{-8}$ $<1.6\times10^{-8}$ $<1.6\times10^{-8}$	$>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$	$>6.09(\pm0.00)\times10^{-1}$
	限外ろ過	$2.29(\pm0.03)\times10^{-9}$	$<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$ $<3.23\times10^{-10}$		$>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$ $>6.09\times10^{-1}$	$>6.09(\pm0.00)\times10^{-1}$

*　： 固相添加前に 0.45μm フィルターでろ過した浸漬液。

付録 11

付録表 11-1　OPC に対する Am の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
模擬海水（SCW）	遠心分離	$2.22(\pm0.11)\times10^{-12}$		$2.00(\pm0.5)\times10^{1}$ $2.10(\pm0.5)\times10^{1}$ $1.90(\pm0.5)\times10^{1}$	$2.00(\pm0.16)\times10^{1}$
	0.45μm		0.064 0.061 0.059	$3.70(\pm1.3)\times10^{1}$ $1.80(\pm0.9)\times10^{1}$ $2.40(\pm0.7)\times10^{1}$	$2.63(\pm1.59)\times10^{1}$
	限外ろ過			$4.00(\pm1.7)\times10^{1}$ $2.90(\pm0.9)\times10^{1}$ $2.80(\pm0.6)\times10^{1}$	$3.23(\pm1.09)\times10^{1}$
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$3.25(\pm0.21)\times10^{-12}$		$4.30(\pm0.5)\times10^{0}$ $3.10(\pm0.3)\times10^{0}$ $3.30(\pm0.3)\times10^{0}$	$3.57(\pm1.05)\times10^{0}$
	0.45μm		0.22±0.2 0.19±0.2 0.18±0.2	$\geq1.50\times10^{2}$ $1.80(\pm0.6)\times10^{2}$ $1.40(\pm0.4)\times10^{2}$	$\geq1.57(\pm0.34)\times10^{2}$
	限外ろ過			$\geq1.30\times10^{2}$ $\geq1.40\times10^{2}$ $\geq1.30\times10^{2}$	$\geq1.33(\pm0.09)\times10^{2}$

付録表 11-2　DOPC に対する Am の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$2.40(\pm0.14)\times10^{-12}$		$>1.10\times10^{2}$ $>7.10\times10^{1}$ $5.70(\pm1.7)\times10^{1}$	$>7.93(\pm4.49)\times10^{1}$
	0.45μm		0.096 0.086 0.085	$>1.10\times10^{2}$ $>4.30\times10^{1}$ $>1.30\times10^{2}$	$>9.43(\pm7.44)\times10^{1}$
	限外ろ過			$>1.00\times10^{2}$ $>5.80\times10^{1}$ $>1.30\times10^{2}$	$>9.60(\pm5.91)\times10^{1}$

付録表 11-3　凝灰岩に対する Am の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
模擬海水（STW）	遠心分離	$2.45(\pm0.12)\times10^{-11}$		$6.70(\pm0.5)\times10^{0}$ $3.10(\pm1.1)\times10^{0}$ $5.20(\pm2.5)\times10^{0}$	$5.00(\pm2.95)\times10^{0}$
	0.45μm		0.56 0.62 0.60	$7.00(\pm3.3)\times10^{0}$ $>4.70\times10^{0}$ $6.80(\pm3.1)\times10^{0}$	$>6.17(\pm2.08)\times10^{0}$
	限外ろ過			$6.60(\pm3.1)\times10^{0}$ $6.00(\pm2.5)\times10^{0}$ $6.90(\pm3.3)\times10^{0}$	$6.50(\pm0.75)\times10^{0}$

付録表 11-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Am の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	容器壁への収着量 [Bq]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$2.56(\pm0.13)\times10^{-12}$		$>6.20\times10^{1}$ $>3.10\times10^{1}$ $3.90(\pm1.5)\times10^{1}$	$>4.40(\pm2.63)\times10^{1}$
	0.45μm		0.072 0.075 0.114	$6.20(\pm3.0)\times10^{1}$ $>5.40\times10^{1}$ $>7.30\times10^{1}$	$>6.30(\pm1.56)\times10^{1}$
	限外ろ過			$>7.00\times10^{1}$ $>6.30\times10^{1}$ $>8.20\times10^{1}$	$>7.17(\pm1.57)\times10^{1}$

付録 12

付録表 12-1　OPC に対する Th の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
模擬海水（SCW）	遠心分離	$2.24(\pm0.11)\times10^{-11}$	$2.40(\pm0.3)\times10^{1}$ $3.00(\pm0.4)\times10^{1}$ $4.70(\pm0.7)\times10^{1}$	$3.37(\pm1.95)\times10^{1}$
	0.45μm		$2.70(\pm0.9)\times10^{2}$ $2.80(\pm0.9)\times10^{2}$ $4.10(\pm1.6)\times10^{2}$	$3.20(\pm1.28)\times10^{2}$
	限外ろ過		$3.40(\pm1.2)\times10^{2}$ $4.70(\pm2.1)\times10^{2}$ $4.80(\pm2.0)\times10^{2}$	$4.30(\pm1.28)\times10^{2}$
アンモニア溶液（NHCW）	遠心分離	$2.27(\pm0.23)\times10^{-11}$	$1.00(\pm0.3)\times10^{3}$ $1.10(\pm0.3)\times10^{3}$ $8.20(\pm2.0)\times10^{2}$	$9.73(\pm2.32)\times10^{2}$
	0.45μm		$1.20(\pm0.3)\times10^{3}$ $\geq7.00\times10^{3}$ $2.40(\pm0.8)\times10^{3}$	$\geq3.53(\pm5.00)\times10^{3}$
	限外ろ過		$\geq1.00\times10^{4}$ $2.00(\pm0.8)\times10^{4}$ $\geq1.00\times10^{4}$	$\geq1.33(\pm0.94)\times10^{4}$

付録表 12-2　DOPC に対する Th の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（DCW）	遠心分離	$2.41(\pm0.14)\times10^{-11}$	$1.60(\pm0.4)\times10^{2}$ $5.20(\pm0.9)\times10^{1}$ $1.00(\pm0.2)\times10^{2}$	$1.04(\pm0.88)\times10^{2}$
	0.45μm		$2.40(\pm0.7)\times10^{2}$ $2.40(\pm0.7)\times10^{2}$ $2.90(\pm0.9)\times10^{2}$	$2.57(\pm0.47)\times10^{2}$
	限外ろ過		$>1.20\times10^{3}$ $>9.00\times10^{2}$ $>1.20\times10^{3}$	$>1.10(\pm0.28)\times10^{3}$

付録表 12-3　凝灰岩に対する Th の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
模擬海水（STW）	遠心分離	$3.30(\pm0.20)\times10^{-11}$	$2.20(\pm0.3)\times10^{1}$ $2.80(\pm0.4)\times10^{1}$ $3.10(\pm0.4)\times10^{1}$	$2.70(\pm0.75)\times10^{1}$
	0.45μm		$5.40(\pm0.8)\times10^{1}$ $7.30(\pm1.3)\times10^{1}$ $6.10(\pm1.0)\times10^{1}$	$6.27(\pm1.57)\times10^{1}$
	限外ろ過		$6.30(\pm1.0)\times10^{2}$ $7.70(\pm1.4)\times10^{2}$ $6.80(\pm1.0)\times10^{2}$	$6.93(\pm1.16)\times10^{1}$

付録表 12-4　OPC－凝灰岩浸漬液中の凝灰岩に対する Th の分配係数

浸漬液の種類	ろ過条件	初期濃度 [mol/L]	分配係数 [m^3/kg]	平均分配係数 [m^3/kg]
蒸留水（CTW）	遠心分離	$1.10(\pm0.08)\times10^{-11}$	$1.00(\pm0.3)\times10^{2}$ $7.80(\pm2.6)\times10^{1}$ $4.80(\pm1.3)\times10^{1}$	$7.53(\pm4.26)\times10^{1}$
	0.45μm		$>1.60\times10^{2}$ $>3.40\times10^{2}$ $>3.80\times10^{2}$	$>2.93(\pm1.91)\times10^{2}$
	限外ろ過		$3.40(\pm2.0)\times10^{2}$ $2.90(\pm1.6)\times10^{2}$ $>4.60\times10^{2}$	$>3.63(\pm1.43)\times10^{2}$

This is a blank page.

国際単位系（SI）

表１．SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表２．基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m^2
体積	立方メートル	m^3
速さ，速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度，質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m^2
比体積	立方メートル毎キログラム	m^3/kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度[a]，濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率[b]	（数字の）　1	1
比透磁率[b]	（数字の）　1	1

(a) 量濃度（amount concentration）は臨床化学の分野では物質濃度（substance concentration）ともよばれる。
(b) これらは無次元量あるいは次元１をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の１は通常は表記しない。

表３．固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン[b]	rad	1 [b]	m/m
立体角	ステラジアン[b]	sr[c]	1 [b]	m^2/m^2
周波数	ヘルツ[d]	Hz		s^{-1}
力	ニュートン	N		$m\ kg\ s^{-2}$
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
仕事率，工率，放射束	ワット	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
電荷，電気量	クーロン	C		s A
電位差（電圧），起電力	ボルト	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度[e]	℃		K
光束	ルーメン	lm	cd sr[c]	cd
照度	ルクス	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
放射性核種の放射能[f]	ベクレル[d]	Bq		s^{-1}
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト[g]	Sv	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
酸素活性	カタール	kat		$s^{-1}\ mol$

(a)SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
(b)ラジアンとステラジアンは数字の１に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の１は明示されない。
(c)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
(d)ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
(e)セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
(f)放射性核種の放射能（activity referred to a radionuclide）は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
(g)単位シーベルト（PV,2002,70,205）についてはCIPM勧告2（CI-2002）を参照。

表４．単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg\ s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m\ m^{-1}\ s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s^2	$m\ m^{-1}\ s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
比熱容量，比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m^3	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m^3	$m^{-3}\ s\ A$
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
電束密度，電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
照射線量（X 線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1}\ s\ A$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=m^2\ kg\ s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=kg\ s^{-3}$
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

表５．SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^{9}	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^{6}	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^{3}	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	y

表６．SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	’	1’=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	”	1”=(1/60)’=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 $hm^2=10^4m^2$
リットル	L, l	1 L=1 l=1 $dm^3=10^3cm^3=10^{-3}m^3$
トン	t	1 t=10^3 kg

表７．SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10^{-19}J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10^{-27}kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10^{11}m

表８．SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10^5Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg≈133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10^{-10}m
海里	M	1 M=1852m
バーン	b	1 b=100fm^2=$(10^{-12}cm)^2$=$10^{-28}m^2$
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベル	B	
デシベル	dB	

表９．固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10^{-7} J
ダイン	dyn	1 dyn=10^{-5}N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm^{-2}=0.1Pa s
ストークス	St	1 St =$1cm^2\ s^{-1}$=$10^{-4}m^2\ s^{-1}$
スチルブ	sb	1 sb =1cd cm^{-2}=10^4cd m^{-2}
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm^{-2} =10^4lx
ガル	Gal	1 Gal =1cm s^{-2}=$10^{-2}ms^{-2}$
マクスウエル	Mx	1 Mx = 1G cm^2=10^{-8}Wb
ガウス	G	1 G =1Mx cm^{-2} =10^{-4}T
エルステッド[a]	Oe	1 Oe ≙ $(10^3/4\pi)$A m^{-1}

(a) ３元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ≙ 」は対応関係を示すものである。

表10．SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10^{10}Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10^{-4}C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10^{-2}Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10^{-2}Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10^{-9}T
フェルミ		1 フェルミ=1 fm=10^{-15}m
メートル系カラット		1 メートル系カラット= 0.2 g = 2×10^{-4}kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	1 cal=4.1858J（「15℃」カロリー），4.1868J（「IT」カロリー），4.184J（「熱化学」カロリー）
ミクロン	μ	1 μ =1μm=10^{-6}m

（第8版，2006年）