

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21159

研究課題名（和文）不飽和層の自己閉塞のダイナミクス：コンパクト地層処分システムの創成に向けた展開

研究課題名（英文）Self-sealing Dynamics of Unsaturated Layer for Downsizing of Geological Disposal System

研究代表者

新堀 雄一（Niibori, Yuichi）

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：90180562

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、乾燥に伴うセシウム、ナトリウムおよびケイ酸の乾燥面近傍の集積による間隙率および浸透性の低下をX線CTおよび透水試験により明らかにした。また、乾燥面近傍での溶質の移動には毛管力が大きく関与することを見かけの物質移動係数の評価により示した。さらに、ケイ酸の乾燥面近傍の集積挙動は、地層処分システムにおける核種移行を抑制するのみならず、処分場の人工バリアであるベントナイトの変質の原因となるカリウムイオンの供給を抑えることを示唆した。このことは、廃棄体をより小さい間隔や重ねて縦に配置して温度の上昇があっても、ベントナイトの変質は抑えられ、処分場全体の設置面積を半分以下にできることを意味する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地層処分ではその健全性の確認のために50年間を超えて坑道が維持され、通気状態になる。従って、坑道周囲では、坑道に向けた乾燥が生じ、ケイ酸等を含む塩類が乾燥面近傍に集積・析出し、人工バリアへの地下水の浸入を抑えることになる。このことは廃棄体（約4万本と見積られる）をより密に定置し、人工バリアが一時的に高温になっても、地下水の蒸発はさらに促進され、人工バリアの変質を防ぐ。本研究では、乾燥に伴う物質集積に着目し、乾燥面近傍における間隙率および透水性の低下を実験的に解明するとともに、これら知見により地層処分の必要な敷地面積を従来（44平方m/本）の半分以下にできることを示したものである。

研究成果の概要（英文）：X-ray computed tomography and permeability tests in this study have shown that drying process causes deposition of cesium, sodium and silicic acid near the dry surface, reducing porosity and permeability. The significant involvement of capillary forces in the migration of solutes close to the drying surface was demonstrated by the evaluation of apparent mass transfer coefficients. Furthermore, it was suggested that the deposition behavior of silicic acid near the dry surface does not only suppresses radionuclide migration in a geological disposal system, but also suppresses the supply of potassium ions, which cause the alteration of bentonite, the engineered barrier of the repository. This means that the alteration of bentonite can be limited even when ambient temperatures rise by arranging waste bodies at smaller intervals or stacking them vertically, thus reducing the overall footprint of the repository by less than half.

研究分野：工学

キーワード：放射性廃棄物 地層処分 コンパクト化 不飽和層 乾燥過程 表面集積 析出反応 自己閉塞

## 1. 研究開始当初の背景

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、処分システムの健全性確認のために50年間を超えて坑道が維持され、通気状態になる。この際、坑道周囲では、坑道に向けた乾燥に伴い、ケイ酸を含む塩類が乾燥面近傍に集積・析出するため、人工バリアへの地下水の浸入を抑えることになる。このことは、廃棄体(約4万本と見積られる)をより密に定置して人工バリア内が一時的に高温になるとしても、地下水による人工バリアの変質が防がれるため、従来よりも小さな処分場の実現に繋がる。そこで、本研究では、乾燥に伴う物質集積に着眼し、透水性の低下を実験的に確認するとともに、その現象と地層処分の敷地面積のさらなるコンパクト化について考察する。

## 2. 研究の目的

不飽和層とは地下水によって満たされていない領域を指す。本研究の目的は、乾燥に伴う不飽和層での物質移動と析出による自己閉塞のダイナミクスを、X線CTや透水試験により定量的に整理し、それらを基に全体面積をコンパクト化した地層処分システムを示すことにある。

地層処分場の全体面積は、人工バリアが100°C以下になるように、放射壊変により発熱する廃棄体の定置間隔を定めて設定される。この温度制限は、地下水中のカリウムイオンによるバリア材(ベントナイト)の変質を防ぐためである。他方、地層処分では、前述のように廃棄体定置後50年間を超えて坑道が維持され、通気状態になる。この際、図1に示すように、坑道周囲では坑道に向けた乾燥に伴い不飽和層が形成され、ケイ酸を含む塩類が乾燥面近傍に集積・析出する。このことは、人工バリアへの地下水の浸入自体が抑えられ、バリア材変質も防がれることを意味し、一時的に100°Cを超えるようなより狭い間隔での廃棄体定置に繋がる。

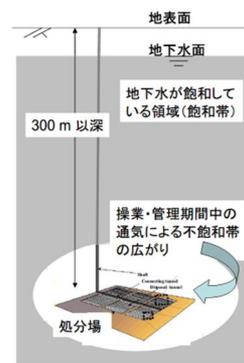


図1 処分場作業時の通気と不飽和層の形成の概念図

## 3. 研究の方法

本研究では、研究目的を達成するために、次の4つの検討課題を設定する。検討課題(1): 模擬多孔質体を用いた乾燥に伴う物質移動の実験的検討、検討課題(2): 実験結果に基づく、物質移動を表す数学モデルの構築、検討課題(3): 不飽和層の自己閉塞のダイナミクスの整理と各課題への反映、そして、検討課題(4): コンパクト地層処分概念の提示である。

ここで、検討課題(1)では、ケイ砂等の充填層を用いて、種々の塩類を溶解させた模擬地下水(塩水系地下水と淡水系地下水を考慮)を満たした後に充填層の上面から乾燥を進め、析出物による間隙変化をX線CT値(最小解像度20μm)より定量化するとともに、充填層の重量の時間変化から乾燥速度を実験的に得る。また、充填層の上面部、中央部および底部について析出物を採取し、それらの化学分析により、各部の析出量の把握を行い、X線CTの結果との整合性を確認する。さらに、析出物による透水性の変化を明らかにする。また、検討課題(2)では、充填層(多孔質体)中の水分移動に関するモデル化を行い、溶質の再分配や析出過程の考察を行う。検討課題(3)では、検討課題(1)および(2)を不飽和層の自己閉塞のダイナミクスとして系統的に整理し、各課題にフィードバックする。さらに、検討課題(4)において、検討課題(3)を基に地下水の蒸発や人工バリアの熱的な変質を十分に防ぐ許容温度(100°C以上)を整理し、地層処分場を現状に比較してどの程度コンパクト化できるかを示す。

## 4. 研究成果

### (1) 模擬多孔質体を用いた乾燥に伴う物質移動の実験的検討

図2には、図1において処分場領域に向けて通気による乾燥が進む過程を模式的に示している。本研究では、処分場に向かう1方向に乾燥が進むことを考慮して、図3左のような主にケイ砂(平均粒径0.3mm)充填層に各種溶液を満たし、図3右のデシケータ内で強制的な通気による乾燥を模擬するために真空乾燥を行った。また、比較として減圧しない条件も行った。乾燥は充填層重量がほぼ変化しなくなるまで行った。

図4の上は、塩として塩化セシウムを用いて、0M、0.1M、1.0Mの塩化セシウム溶液を充填層に飽和し、乾燥させた後のX線CT像である。図面の上部が乾燥面であり、側面および底面からの乾燥はない。なお、X線CT像は、解像度20μm、ボクセルサイズ400μmのものである。1.0Mの場合が顕著なように、塩化セシウムが乾燥面に近い上面に集積していることが分かる(図中の楕円で囲んだ白い部分)。また、図4(a)に用いたケイ砂の粒子径分布を示す。これは、毛管力は一様ではなく、図4(b)のような局所的な流路の不均一性の存在を意味する。実際、図4(c)に示した3DのX線CT画像から、析出は乾燥面近傍において一様でなく、乾燥過程における選択的な流路の形成が示唆された。



図2 処分場に向けた乾燥過程の模式図

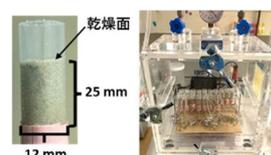


図3 実験に用いたケイ砂充填層と乾燥用デシケータ

図 5(a)に、比較のために、純水を用いた場合の X 線 CT 値からの間隙率分布を示している。図の横軸  $z$  は充填層の深さを示しており、 $z=0$  が充填層の底面、 $z=25$  mm が充填層の上面（乾燥面）を意味する。図 5(a)に示すようにケイ砂充填層の間隙率は概ね 0.38 であった。図 5(b)に CT 値から単位間隙体積あたりの塩化セシウム（析出物）の体積を推算し、それにより定量化[ ]した析出による間隙率の変化を示す。図 5(b)から乾燥面に近づくにつれて間隙率が減少していくことが分かる。なお、同様の実験を塩化ナトリウムおよびケイ酸ナトリウム水溶液でも行った。これらの場合、X 線吸収能が塩化セシウムより小さいこと、また、ケイ酸水溶液からの析出物はケイ砂充填層の主成分であるシリカとなることから、X 線 CT 像では間隙率変化が判別し難かったが、CT 値を用いた定量評価から乾燥面近傍における間隙率の低下が確認された。他方、自然乾燥の実験においても同様の析出物による間隙率低下を確認するとともに、塩化セシウムを析出させた充填層の上部、中部、下部を取り分け、それらを純水に浸漬して析出物を溶解し、24 時間後にセシウム濃度を原子吸光分光により測定したところ、中部、下部に比べて上部におけるセシウム量が顕著に多いことから、間隙率変化が塩化セシウムの集積によることを確認している。

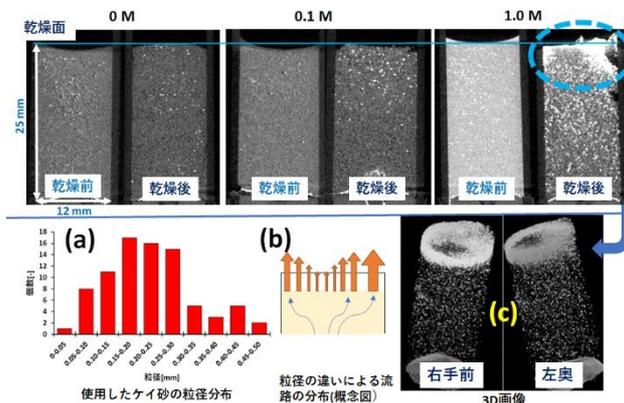


図 4 塩化セシウムを用いた場合のケイ砂充填層の乾燥前後の X 線 CT 像(図上段)、ケイ砂の粒径分布(a)、局所的流動の概念図(b)および X 線 CT の 3 次元画像(c)

図 6(a1)は、1 M 塩化セシウム溶液をケイ砂充填層に飽和、乾燥させた後に、同じ 1 M 塩化セシウム溶液を流し、浸透率の経時変化を追跡したものである（同図(a1)中の●）。ここでは、析出物のないケイ砂充填層の浸透率（同図(a1)中の○）も併せて示している。浸透率は充填層の透水性を意味し、その値はダルシー則に基づいて  $m^2$  の単位を持っている[ ]。実験は図中(c)のように水頭一定の条件で行い、圧力勾配一定で流れる地下水流動を模擬している。また、図 6(a2)は、所定時間毎にフラクションコレクターにより流出液をサンプリングし、流量と溶出するセシウム濃度を測定した結果である。通液開始直後の浸透率に着目すると、析出物がある充填層の浸透率(図 6(a1)の●)は、ない場合(図 6(a1)の○)と比較して明らかに小さい。また、図 6(a2)から、セシウムの濃度は 1 M より若干高く、乾燥面近傍に集積した塩化セシウムが溶出することが分かる。その結果は、浸透率(図 6(a1)の●)が時間の経過に従って徐々に増加していくことに調和的である。他方、図 6(b1)は、1 M ケイ酸ナトリウム水溶液をケイ砂充填層に飽和、乾燥させた後に純水を流した場合の浸透率の時間変化である（図 6(b1)中の●）。この実験では、アルカリ条件下で溶出した高濃度のケイ酸が乾燥過程による析出した後に、処分場の上流から地下水(pH 8 程度)が流れることを想定している。すなわち、地層処分場の建設におけるセメント系材料の利用により周辺は長期に亘り高い pH 環境にあるが、処分場の上流側からはセメント系材料の影響を受けていない通常の地下水が処分場に流入する[ ]。図 6(b1)から分かるように、乾燥面近傍のケイ酸の析出物(二酸化ケイ素：シリカ)により、析出物のない場合（図 6(b1)中の○）と比較して浸透率が明らかに小さく、時間の経過とともに、さらに低下した。この浸透率低下には通液に伴う析出物の再分配が考えられ

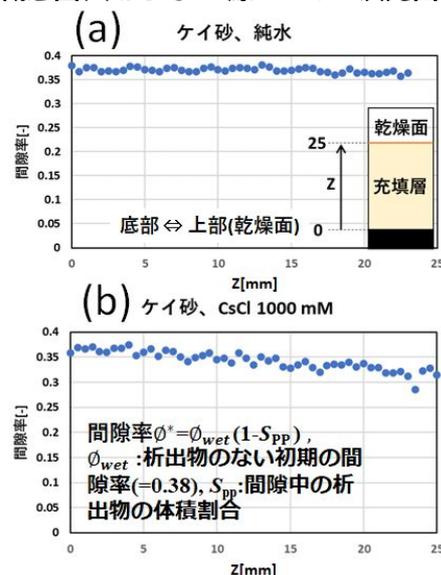


図 5 ケイ砂充填層の深さ方向の平均間隙率 ((a):純水の場合の乾燥後, (b) 1.0 M の塩化セシウムを用いた場合の乾燥後)

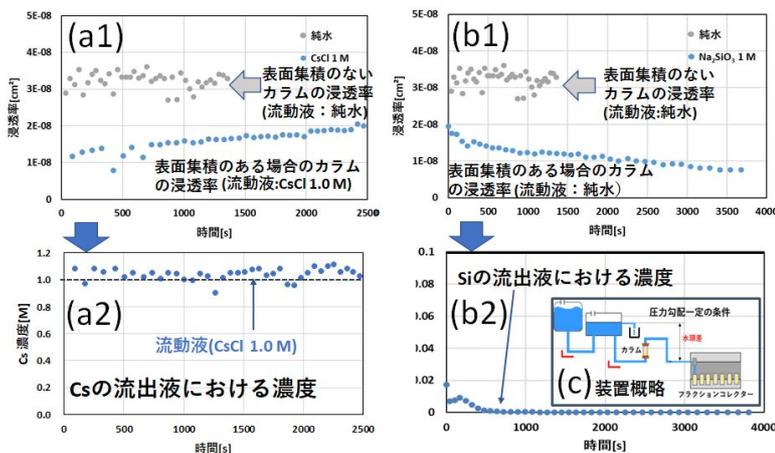


図 6 ケイ砂充填層の浸透率と溶出液における溶質濃度((a1), (a2): 1M 塩化セシウム水溶液を用いた場合、(b1),(b2): 1.0 M ケイ酸ナトリウム水溶液を用いた場合、(c)実験装置の概略図)

この実験では、アルカリ条件下で溶出した高濃度のケイ酸が乾燥過程による析出した後に、処分場の上流から地下水(pH 8 程度)が流れることを想定している。すなわち、地層処分場の建設におけるセメント系材料の利用により周辺は長期に亘り高い pH 環境にあるが、処分場の上流側からはセメント系材料の影響を受けていない通常の地下水が処分場に流入する[ ]。図 6(b1)から分かるように、乾燥面近傍のケイ酸の析出物(二酸化ケイ素：シリカ)により、析出物のない場合（図 6(b1)中の○）と比較して浸透率が明らかに小さく、時間の経過とともに、さらに低下した。この浸透率低下には通液に伴う析出物の再分配が考えられ

る。図 6(b2)は充填層から流出した溶液中のケイ酸濃度の時間変化である。実験開始直後に析出物の流出が見られたが、それ以降はほぼケイ酸は溶出しなかった。なお、一般的に地下水は、何れの pH においても溶解度に近いケイ酸を含んでいる。このことは、乾燥部が再冠水する際、ケイ酸の析出物の溶解は本実験のような純水を流動させた場合に比較してさらに抑えられることを意味する。

## (2)実験結果に基づく物質移動を表す数学モデルの構築

(1)では、ケイ砂充填層の乾燥後の間隙率や浸透率に着目したが、同実験では、乾燥に伴う充填層の質量変化も追跡している。これに基づき本研究では、溶媒の物質移動を簡便な数学モデルによって評価することを試みた。図 7 にその概要と結果を示す。ここでは溶媒として純水を用いた場合に着目した。図中(a)が充填層質量 (液相によって飽和している場合を 1, 完全に乾燥した場合を 0 となるように正規化している)の時間変化である(一部負の値となっているが、これは実験誤差となる)。この図から分かるように、比較的初期においては時間に対して線型に質量が減少していくことが分かる。これについては、乾燥面からの蒸発が物質移動を律速することが従来の研究からも指摘されている[例えば, ]。すなわち、毛管力による溶質の移動(物質移動)は速やかに進行し、乾燥面近傍の物質移動が乾燥速度を支配する。そして、充填層内の水分がなくなった後は、自由水の乾燥面への拡散が物質移動を律速する。さらに乾燥が進むと、充填層内の充填粒子へ付着した水が離脱するが、この際も充填層内を拡散する過程が物質移動を律速する。そこで本研究では、図 7(a)中の楕円で示した、充填層質量が線形に減少する範囲に着目し、図 7(b)に示す式により、同図(c)に示す乾燥面の境膜における物質移動をモデル化した。そして、同図(d)のように質量の減少速度から見かけの物質移動係数  $k_M^*$ ( $\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ )を算出した。そして、ケイ砂が充填されていないカラムに高さ 25 mm (ケイ砂充填時と同じ高さ)の純水を入れた場合、および、ケイ砂充填時の間隙体積と等しい量の純水(カラム高さ 10 mm に相当)を入れた場合の物質移動係数と比較した。その結果、図 7(e)の表に示すように、充填粒子がある場合、見かけの物質移動係数は粒子のない場合と比較して大きい。これは、充填粒子がある場合には溶媒が毛管力によって速やかに乾燥面に供給され、乾燥が促進されることを示している。これらのことから、充填層においては毛管力により溶媒および溶質の移動が促進され、乾燥に伴い溶質が析出するために、図 4 に示したように乾燥面近傍に溶質が集積すると理解できる。なお、充填粒子がなく液相のみの場合、乾燥に伴い水位が低下し、見かけ上境膜の厚みが大きくなって乾燥の抵抗となり、見かけの物質移動係数が小さく評価される。

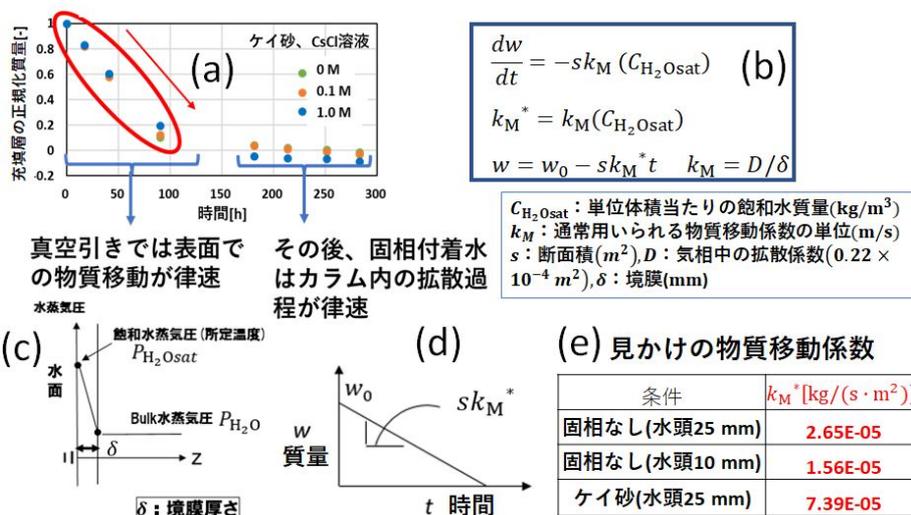


図 7 ケイ砂充填層の乾燥過程における正規化質量の経時変化(a)、表面からの乾燥を表すモデル式(b)とその概要(c)、質量減少速度へのモデルの適用(d)およびモデルから評価された見かけの物質移動係数の値(e) (ここで固相なしは比較のためのケイ砂を充填しない場合)

## (3)不飽和層の自己閉塞のダイナミクスの整理と各課題への反映

本研究では、前述した主要な実験および解析に加えて、試行実験として充填層の長さ、溶質濃度や乾燥条件の違いなどについても検討を行っている。例として図 8(a)に塩化セシウムの濃度をパラメータにしたケイ砂充填層の乾燥過程における質量変化を図 7(a)のように正規化して示す。ここでは乾燥の条件は自然乾燥としている。この図から分かるように、1 M の場合において最も乾燥速度が小さい。これは乾燥表面近傍への塩化セシウムの析出(集積)による間隙率の低下に起因している。

また、図 8(b)に、充填粒子にガラスビーズを用い、そこに純水を充填した充填層の乾燥過程における質量変化を、前述と同様に正規化質量として示す(自然乾燥条件)。充填粒子径を変化させた本検討では、図から分かるように粒子径の小さい方が、乾燥速度が大きくなった。これは、毛管力は粒子径の小さい方が大きくなるために、粒子径が小さくなると水の乾燥面への移動が

促進されることに起因する。このように、溶媒の物質移動、そして、それに伴う溶質の物質移動は乾燥速度にも影響する。また、溶質を含む場合、前述のように、乾燥後の透水性は乾燥面近傍における溶質の集積により小さくなるが、溶質濃度が倍になっても透水性は必ずしも半分にはならないことや、溶質の析出が乾燥面近傍では一様ではないことが明らかになった。加えて、自然乾燥および真空引き乾燥ともに乾燥過程は、液相量が凡そ 10% に至るまでは乾燥面における乾燥過程が律速することが明らかになった。

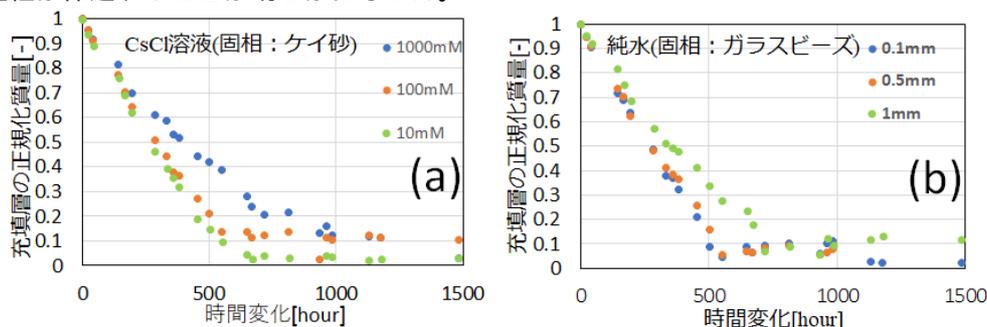


図 8 充填層質量(正味の液相質量として正規化)の時間変化((a)初期溶質濃度(CsCl 水溶液)の影響, (b)充填層の粒子径(ガラスビーズ)の影響)

さらに、本研究では、地下環境においてケイ酸が水溶性ケイ酸(単量体)およびコロイド状ケイ酸(重合体)の形態をとることを考慮して、上述の結果を発展させ、これらを充填層に通液した際の透水性変化も実験的に検討した。その結果、水溶性ケイ酸のみよりもコロイド状ケイ酸を併せて通液した場合に、析出による透水性の低下がより顕著になった。また、地下水には多様なイオンが溶存することから、その中で主要となるカルシウム(Ca)、アルミニウム(Al)およびマグネシウム(Mg)にも着目し、Ca をケイ酸水溶液に加えた系、さらにそこに Al や Mg イオンを加えた系において水和物の析出を確認することができた。これら結果は、何れも乾燥過程を伴う析出による透水性の低下に寄与するものであり、乾燥面近傍への溶質の集積過程と自己閉塞現象(透水性の低下)をさらに解明する上で重要な知見と考える。なお、(1)に述べた、塩化セシウムおよび塩化ナトリウムを析出させた充填層の透水性を評価する際の流体は、乾燥前に加えた溶液を用いた。これらの場合も、析出物が可溶性であるものの、それらの溶解は直ちに進行するのではなく、低下した浸透率を一定期間維持した。このことも地下水の処分場への流入を一時的に抑える効果に繋がると言える。

#### (4)コンパクト地層処分概念の提示(本研究の最終的なまとめ)

本研究の成果を地層処分場のレイアウトに適用した。これまで、ベントナイトの変質を防ぐ観点から 100 以下になるように処分体 1 体あたりの定置間隔を定め、処分場全体の面積を定めていたが、本研究の成果をまとめると、乾燥に伴うケイ酸の乾燥面近傍への集積に伴う透水性の低下は、処分場に流入する地下水量はもちろんのこと、人工バリアであるベントナイトの変質の原因となるカリウムイオンの流入をも抑える。このことは、廃棄体をより小さい間隔や重ねて縦に配置して温度の上昇[ ]があっても、地下水の蒸発による溶質の集積をさらに促進し、ベントナイトの変質[ , ]を防ぐことから、処分場全体の設置面積を半分以下にできる可能性を示唆する。なお、本研究で得られた、乾燥面への溶質集積に関する知見は、乾燥に伴う瓦礫内の Cs 移行挙動の理解(すなわち、表面集積部のみを放射性廃棄物とする廃棄物減容に関する検討)や人工バリアに用いるベントナイト変質のナチュラルアナログの解釈(同鉱床のケイ素によるセメンテーションなど)にも寄与するものとなる。

#### <引用文献>

- T. Ozutsumi, M. Kogure, Y. Niibori, and T. Chida: Fundamental Study on Transport Model for Radionuclides Under Unsaturated Condition around Near-Surface Underground, MRS advances, **5**, pages 223–232 (2020).
- E.R. Rangel-German, A.R. Kovscek: Experimental and analytical study of multidimensional imbibition in fractured porous media, Journal of Petroleum Science and Engineering, **36**, 45-60 (2002).
- 電事連・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 - (2005).
- P. Coussot: Scaling approach of the convective drying of a porous medium, The European Physical Journal B, **15**, 557–566 (2000).
- 神代洋明, 新堀雄一, 岩崎智彦, 渡辺亮太: 高レベル放射性廃棄物処分面積に及ぼす地下水流動の影響, 日本原子力学会 2010 年春の学会 (2010).
- W. L. Huang, J. M. Longo, D. R. Pevear: An experimentally derived kinetic model for smectite-to-illite conversion and its use as a geothermometer, Clays and Clay Minerals, **41**, 162-177 (1993).
- 新堀雄一: 不飽和帯における人工バリア変質抑制機能を活用したコンパクト地層処分システムの創成, 挑戦的萌芽研究(16K14532) 研究成果報告書 (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masahide Izumiura, Taiji Chida, Tsugumi Seki, Yuichi Niibori	4. 巻 Paper No.448
2. 論文標題 Temperature Dependencies of Deposition Behavior of Supersaturated Silicic Acid in the Presence of Magnesium Ions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IYNC2022 Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 本郷幹太, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 放射性廃棄物処分場閉鎖前の乾燥過程による周囲の透水性変化について
3. 学会等名 日本原子力学会東北支部第46回研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小淵瑛周, 千田太詩, 関亜美, 新堀雄一
2. 発表標題 処分環境における過飽和ケイ酸の析出挙動に及ぼすpHおよび固相表面積の影響
3. 学会等名 日本原子力学会東北支部第46回研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小淵瑛周, 千田太詩, 関亜美, 新堀雄一
2. 発表標題 セメント利用に起因した処分場周辺のケイ酸の再分配挙動による核種移行の抑制効果について
3. 学会等名 第8回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス（NDEC-8）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永井翔, 降矢一輝, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 高アルカリ地下水の流動を伴う花崗岩亀裂内におけるCa-Si系水和物の析出挙動に関する基礎的研究
3. 学会等名 第8回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC-8)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 泉浦匡秀, 千田太詩, 関亜美, 新堀雄一
2. 発表標題 処分環境の温度を考慮したマグネシウムイオン共存下における過飽和ケイ酸の析出挙動の評価
3. 学会等名 日本原子力学会 2023年春の年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本郷幹太, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 処分場周辺の乾燥過程に起因した溶質析出に伴う間隙率および透水性変化
3. 学会等名 日本原子力学会 2023年春の年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河上大昂, 新堀雄一, 千田太詩, 関亜美
2. 発表標題 不飽和層における流路の形成とセシウムの移行挙動の評価
3. 学会等名 日本原子力学会 2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白沢暢, 千田太詩, 関亜美, 新堀雄一
2. 発表標題 CaイオンおよびMgイオン共存下における過飽和ケイ酸の析出挙動の評価
3. 学会等名 日本原子力学会 2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 泉浦匡秀, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 地下環境におけるMgイオン共存下でのケイ酸の再分配挙動とその核種移行の抑制効果
3. 学会等名 第7回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC-7)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本郷幹太, 新堀雄一, 鹿野悟史, 関亜美, 千田太詩
2. 発表標題 乾燥に伴う多孔質体表面へのセシウムの集積に関する基礎研究 - その廃棄物減容への可能性について
3. 学会等名 第7回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC-7)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河上大昂, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 流路形成を考慮した不飽和層におけるセシウムの遅延効果の評価
3. 学会等名 日本原子力学会 2022年春の年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白沢暢, 泉浦匡秀, 千田太詩, 関亜美, 新堀雄一
2. 発表標題 塩水環境における過飽和ケイ酸の析出に及ぼすMgイオンおよびCaイオンの影響
3. 学会等名 日本原子力学会 2022年春の年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 降矢一輝, 関亜美, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 マイクロフローセルを用いた高アルカリ塩水系地下水による花崗岩流路の透水性変化と簡便な評価モデルの提示
3. 学会等名 日本原子力学会 2022年春の年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 尾朝涼太, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 地下冠水環境を考慮した二次鉱物としてのMg-Si系水和物とCsとの相互作用
3. 学会等名 日本原子力学会「バックエンド部会」第36回バックエンド夏期セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木龍, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 地層処分システム周辺のアルカリフロントにおける流動を伴うコロイド状ケイ酸の挙動に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本原子力学会 東北支部会 第44回研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 光一, 新堀雄一, 千田太詩
2. 発表標題 処分場閉鎖前の乾燥過程を考慮した多孔質体における物質移動と透水性の変化に関するいくつかの実験的な試み
3. 学会等名 日本原子力学会 2021年春の年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天川仁誠, 千田太詩, 新堀雄一
2. 発表標題 セシウム及びバリウム共存条件におけるCa-Al-Si系水和物とユウロピウムの相互作用の評価
3. 学会等名 日本原子力学会 2021年春の年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東北大学研究者紹介 新堀雄一  <a href="http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/a0f21740a16e2fd1eeab1f9ef0b882de.html">http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/a0f21740a16e2fd1eeab1f9ef0b882de.html</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	千田 太詩  (Chida Taiji)  (30415880)	東北大学・工学研究科・准教授    (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	関 亜美  (Seki Tsugumi)  (80912328)	東北大学・工学研究科・助教    (11301)	追加：2022年6月30日

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関