

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5734807号
(P5734807)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年4月24日(2015.4.24)

(51) Int.Cl. F 1
G 2 1 F 9/28 (2006.01)
 G 2 1 F 9/28 5 2 1 Z
 G 2 1 F 9/28 Z

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-231715 (P2011-231715)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年10月21日(2011.10.21)	(74) 代理人	110001092 特許業務法人サクラ国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2013-88391 (P2013-88391A)	(72) 発明者	井上 由樹 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(43) 公開日	平成25年5月13日(2013.5.13)	(72) 発明者	三倉 通孝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成26年1月8日(2014.1.8)	(72) 発明者	官本 真哉 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含有する土壌、汚泥、砂、岩、粘土、コンクリート、アスファルト、可燃性廃棄物を焼却処理した後に発生する焼却灰や飛灰に対して水又はシュウ酸溶液及びギ酸溶液の少なくとも一方からなる水溶液を添加し、前記物質中のセシウム化合物及びストロンチウム化合物を溶解させて、前記水又は水溶液中にセシウム及びストロンチウムを溶出させるステップと、

溶出したセシウム及びストロンチウムを含む液相からセシウム及びストロンチウムを、磁性体を担持させた吸着剤を用いて回収するステップと、

回収したセシウム及びストロンチウムを固定化材料と混合させて安定化処理を行うステップと、

を具備することを特徴とする、放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

【請求項2】

前記吸着剤は、 $Kd = (Ci - Cf) / Ci \times V / m$

(Kd : 分配係数 (ml / g)、 Ci : 溶液中セシウム又はストロンチウム初期濃度 (Bq / g)、 Cf : 溶液中セシウム又はストロンチウム平衡後濃度 (Bq / g)、 V : 溶液体積 (ml)、 m : 吸着剤重量 (g)) で示される分配係数が 1000 ml / g 以上であることを特徴とする、請求項1に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

10

20

【請求項 3】

セシウムに対する前記吸着剤は、フェロシアン化物、ケイチタン酸、及びゼオライトからなる群より選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

【請求項 4】

ストロンチウムに対する前記吸着剤は、チタン酸塩及び A 型ゼオライトの少なくとも一方であることを特徴とする、請求項 3 に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

【請求項 5】

前記吸着剤に対する前記磁性体の担持は、圧着法によって行うことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

10

【請求項 6】

前記吸着剤に対する前記磁性体の担持は、ゾルゲル法によって行うことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

【請求項 7】

前記吸着剤に対する前記磁性体の担持は、前記吸着剤及び前記磁性体又は前記磁性体の前駆体を溶媒中に添加して懸濁させた後、共沈させて行うことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

20

【請求項 8】

前記固定化材料は、ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、及びアルミナセメントからなる群より選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

【請求項 9】

前記固定化材料に対して、シリカゾル及びリチウムシリケートの少なくとも一方の結合剤を添加することを特徴とする、請求項 8 に記載の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、原子力発電所において大規模な事故が発生した場合、大量の放射性核種が飛散し、土壤汚染を引き起こすことが懸念される。また、各地の下水処理場で発生する汚泥や、各地の一般廃棄物焼却場で発生する焼却灰にも放射性核種が含有され、その処理方法の開発が急務となっている。

40

【0003】

放射性核種で汚染された土壤や汚泥に含有される放射性核種の大部分は ^{134}Cs や ^{137}Cs 、 ^{90}Sr であり、特に ^{137}Cs は半減期が 30.2 年、 ^{90}Sr は半減期が 28.7 年と長く、長期に影響を及ぼすことが想定される。そのため、汚染土壤や汚泥からのセシウム及びストロンチウムの除去が望まれる。このような放射性的汚染物質の除去に関しては、いくつかの提案がなされている。

【0004】

例えば、放射性物質を含む汚染物質とカチオン、アニオン等の化学種を混合させた後、陽極及び陰極間に電位勾配を生ぜしめ、これらカチオンあるいはアニオンをそれぞれ陰極及び陽極へ移動させながら、その間に上記放射性物質と親和性のあるマトリックス材料を

50

配置して吸着させるとともに、これら系のpHを所定の値以下とすることによって汚染物質を沈殿させ、上記放射性物質を除去することが提案されている。

【0005】

また、汚染土壌の表層に少なくとも一組の電極を所定の間隔で埋設し、これら電極間に通電することにより電極で汚染物質を集積するとともに、汚染土壌中に有害物質高蓄積植物を栽培し、当該植物に上記汚染物質を吸収させて除去する方法が開示されている。しかしながら、これらの方法では、電極の設置や通電が必要であり、オンサイトでの処理が難しく、植物栽培の工程を含むため処理に長時間を要するという問題もある。

【0006】

さらに、環境対応型合成無機イオン吸着材、無機ヒ素吸着材を用いる方法も提案されているが、この方法は、海洋や河川、湖沼、地下水等の陸水、及び農薬、合金や半導体等の製造排水の分離・除去に有用であるが、土壌や汚泥では、吸着に使用した吸着剤の除去が出来ないという課題がある。

10

【0007】

また、汚染された水及び土壌から地衣類とその代謝生成物及び合成代謝生成物とを用いて放射性核種を除去する方法も提案されているが、対象核種がウラン、プルトニウムであり、セシウムやストロンチウムの除去には適していない。さらに、地層または海底層に存在する可溶性重金属汚染物質に対処する方法も提案されているが、安定化することにより重金属汚染物質が地下水によって再び流動化させられるのを防ぐものであり、セシウム及びストロンチウムを除去するものではない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第4128620号

【特許文献2】特開2007-289897号

【特許文献3】特許第3557461号

【特許文献4】特開2002-107489号

【特許文献5】特開平6-39055号

【特許文献6】特開平6-23340号

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の課題は、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムで汚染された土壌や汚泥等の物質から放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを簡易かつ効率的に除去することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含有する土壌、汚泥、砂、岩、粘土、コンクリート、アスファルト、可燃性廃棄物を焼却処理した後に発生する焼却灰や飛灰に対して水又はシュウ酸溶液及びギ酸溶液の少なくとも一方からなる水溶液を添加し、前記物質中のセシウム化合物及びストロンチウム化合物を溶解させて、前記水又は水溶液中にセシウム及びストロンチウムを溶出させるステップと、溶出したセシウム及びストロンチウムを含む液相からセシウム及びストロンチウムを、磁性体を担持させた吸着剤を用いて回収するステップと、回収したセシウム及びストロンチウムを固定化材料と混合させて安定化処理を行うステップと、を具えることを特徴とする、放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法に関する。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムで汚染された土壌や汚泥等の物質から放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを簡易かつ効率的に除去することが

50

できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【図2】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【図3】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【図4】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【図5】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【図6】放射性セシウム含有固体の処理方法の工程を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0013】

図1～図6は、本実施形態の放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質の処理方法の工程を概略的に示す図である。なお、本実施形態では、本発明の特徴を明確にすべく、バッチ式の処理方法を示しているが、本発明の処理方法は、このようなバッチ式の処理方法に限定されるものではなく、必要に応じて連続した処理方法とすることもできる。

【0014】

最初に、図1に示すように、所定の容器11内に放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む物質Sを充填するとともに、当該物質Sに対して水又は水溶液Wを添加し、必要に応じて攪拌混合する。なお、図1において、物質Sと水又は水溶液Wとは分離して記載しているが、実際には、上述した攪拌混合の操作及び物質Sの態様（形態及び大きさ等）が相伴って、物質Sは、水又は水溶液に分散するようになる。しかしながら、ここでは本実施形態の説明の便宜のために、物質Sと水又は水溶液Wとを分離して記載している。

20

【0015】

物質Sとしては、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む可能性のあるあらゆる物質を候補として挙げることができ、例えば土壌、汚泥、砂、岩、粘土、コンクリート、アスファルト、可燃性廃棄物を焼却処理した後に発生する焼却灰や飛灰を例示することができる。

【0016】

この場合、物質Sが土壌、汚泥、砂等の場合は、これら自体が粒子の集合体であって、粒子自体は μm のオーダーから cm のオーダーであるので、水溶液Wとの接触面積を大きくすることができ、以下に説明する物質Sからのセシウム及びストロンチウムの抽出を効率的かつ効果的に行うことができる。

30

【0017】

一方、物質Sが岩、粘土、コンクリート、アスファルト等の場合は、一般に所定の大きさの塊として存在する場合が多いので、物質Sが岩などの場合は、上述した μm のオーダーから cm のオーダーの大きさとなるように適宜粉砕することが好ましい。これによって、水溶液Wとの接触面積を大きくすることができ、以下に説明する物質Sからのセシウム及びストロンチウムの抽出を効率的かつ効果的に行うことができる。

【0018】

容器11としては、実験室レベルにおいてはピーカーなどのガラス容器でもよいが、実用レベルにおいては、耐食性に富むSUS等のステンレス材の容器であることが好ましい。また、容器11の容量は、処理すべき固体Sの量に応じて適宜に選択することができる。

40

【0019】

水又は水溶液Wは、物質S中のセシウム化合物及びストロンチウム化合物を溶解させ、セシウム及びストロンチウムを抽出するものである。

【0020】

例えば、物質Sが土壌や粘土等のように、セシウム及びストロンチウムと強く結合した化合物を含むような場合は、シュウ酸、ギ酸及び硫酸等の酸溶液、又は水酸化カルシウムのようなアルカリ溶液を用いることが好ましいが、特にシュウ酸及びギ酸を用いることが

50

好ましい。シュウ酸及びギ酸は自然分解可能であるので、これらを用いることによって酸やアルカリを二次廃棄物として処理する操作を省略することができる。

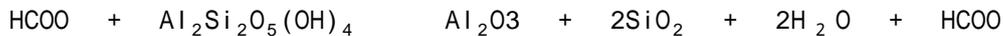
【0021】

なお、酸溶液及びアルカリ溶液中の酸濃度及びアルカリ濃度は、物質Sの種類に応じて適宜設定するが、例えばシュウ酸及びギ酸を用いた場合は、溶液中におけるシュウ酸及びギ酸の濃度をそれぞれ0.1M～5.0Mに設定する。

【0022】

なお、シュウ酸を用いた物質Sとの溶解反応は、例えば、以下のような反応式に基づいて行われる。

シュウ酸：HCOO、物質Sの例：カオリナイト（ $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ）

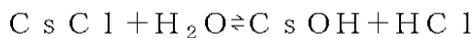


但し、土壌や粘土等は多種多様のセシウム化合物及びストロンチウム化合物を含むので、上述した反応式はあくまで一例であって、総ての溶解反応が上述した反応式によって生じるものではない。また、セシウムやストロンチウムは物質中の積層内に吸着している。このため、シュウ酸等を添加することで積層内のセシウムやストロンチウムがイオンとして溶出する。

【0023】

一方、物質Sが塩化物を多量に含むような場合、物質S中にセシウム及びストロンチウムは塩化物として存在する割合が高くなるので、このような場合は、水溶液に代えて水を用いることにより、上記塩化物を溶解することができる。溶解反応式の一例を示すと以下

【数1】



【0024】

この場合も、土壌や粘土等は多種多様の塩化物を含むので、上述した反応式はあくまで一例であって、総ての溶解反応が上述した反応式によって生じるものではない。

【0025】

上述のようにして、物質S中のセシウム化合物及びストロンチウム化合物を水又は酸などの水溶液中に溶解させると、これらの化合物は水又は水溶液中でイオン化し、当該水又は水溶液中にセシウム及びストロンチウムを溶出させ、抽出させることになる。

【0026】

なお、上述のように酸溶液やアルカリ溶液で物質Sのセシウム化合物及びストロンチウム化合物を溶解させる場合は、溶液を例えば80℃以上100℃以下に加熱することによって、溶解速度を向上させることができ、上述した溶解処理及びセシウム、ストロンチウムの溶出及び抽出の操作を迅速化させることができる。

【0027】

上述した処理を行うことにより、容器11内には、図2に示すように、溶出したセシウム及びストロンチウムを含む液相Lと、水又は水溶液に対して非溶解性の物質Sの残部が沈殿してなる固相Saとが含まれるようになる。

【0028】

次いで、図3に示すように、容器11内の液相Lに対して磁性体付き吸着剤15及び17を添加し、十分に攪拌混合する。なお、吸着剤15は、セシウムに対する吸着性を有する吸着剤であり、吸着剤17は、ストロンチウムに対する吸着性を有する吸着剤である。

【0029】

吸着剤15は、セシウムに対して高い吸着性能を有することが必要であり、好ましくは、以下の式で定義される分配係数が1000（ml/g）以上である。また、吸着剤17は、ストロンチウムに対して高い吸着性能を有することが必要であり、好ましくは、以下の式で定義される分配係数が1000（ml/g）以上である

10

20

30

40

50

$$K d = (C i - C f) / C i \times V / m$$

(K d : 分配係数 (m l / g)、 C i : 溶液中セシウム又はストロンチウム初期濃度 (B q / g)、 C f : 溶液中セシウム又はストロンチウム平衡後濃度 (B q / g)、 V : 溶液体積 (m l)、 m : 吸着剤重量 (g))。

【 0 0 3 0 】

このような要件を満足する吸着剤 1 5 としては特に限定されるものではないが、例えばフェロシアン化物、ケイチタン酸、及びゼオライトを挙げることができる。同様に、上記要件を満足する吸着剤 1 7 としては、チタン酸塩及び A 型ゼオライトを挙げることができる。

【 0 0 3 1 】

フェロシアン化物としては、フェロシアン化カリウム、フェロシアン化ナトリウム、フェロシアン化カルシウム、フェロシアン化鉄、フェロシアン化ニッケル、フェロシアン化銅などを上げることができる。また、ゼオライトは、モルデナイト型ゼオライト、チャバサイト型ゼオライト、クリノプチロライト型ゼオライト、A 型ゼオライト、Y 型ゼオライト、X 型ゼオライトなどを上げることができる。さらに、ケイチタン酸は、ケイチタン酸バリウム、ケイチタン酸ストロンチウムなどの塩であってもよい。

【 0 0 3 2 】

ケイチタン酸塩としては、チタン酸カリウム、チタン酸ナトリウムなどを上げることができる。

【 0 0 3 3 】

なお、吸着剤 1 5 及び 1 7 の分配係数は高いほど好ましいが、現状での上限値は約 1 0 0 0 程度である。このような吸着剤 1 5 及び 1 7 としては、所定のゼオライト、例えばモルデナイト型ゼオライトや、所定のフェロシアン化物、例えばフェロシアン化ニッケルによって達成することができる。

【 0 0 3 4 】

また、添加する吸着剤 1 5 及び 1 7 の量は、吸着剤 1 5 及び 1 7 の種類 (分配係数) や液相 L 中のセシウム濃度及びストロンチウム濃度などに応じて適宜決定する。

【 0 0 3 5 】

一方、図 3 に示す吸着剤 1 5 及び 1 7 には磁性体が担持されているが、吸着剤 1 5 及び 1 7 に対する磁性体の担持は、例えば圧着法、ゾルゲル法又は共沈法で行うことができる。

【 0 0 3 6 】

圧着法による場合は、例えば、吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体を、ミキサー、攪拌機、ミル、ニーダー等の混練機中で混練することによって、吸着剤 1 5、1 7 と磁性体とを圧着することができる。また、実験室レベルにおいては、吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体を乳鉢に入れ、乳棒で吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体を擦り潰して圧力を負荷することによっても行うことができる。

【 0 0 3 7 】

ゾルゲル法による場合は、別途準備した容器内に吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体を入れ、これにヒドロゾルあるいはオルガノゾルを導入し、十分混合した後に加熱してゲル化することにより、吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体を接着させるものである。なお、多量の吸着剤 1 5、1 7 を使用する場合は、ヒドロゲルを用いた方が安価であって好ましい。

【 0 0 3 8 】

共沈法による場合は、例えば pH 調整した溶媒中に、吸着剤 1 5、1 7 及び磁性体又は磁性体の前駆体を添加して懸濁させ、その後、再度 pH 調整を行って共沈させることにより、吸着剤 1 5、1 7 に対して磁性体を担持させることができる。なお、溶媒の温度は、共沈し易いように、適宜最適な温度に調整する。

【 0 0 3 9 】

共沈法による磁性体担持の一例として、吸着剤 1 5、1 7 に対してマグネタイトを担持させる場合は、最初に、pH 8 ~ 1 0 に調整し、温度 6 0 ~ 8 0 に保持した水中に塩

10

20

30

40

50

化鉄(III)を投入して水酸化鉄(III)を生成する。その後、塩化鉄(II)の水和物を混合することにより、塩化鉄(II)の水和物は水酸化鉄(III)とともに共沈し、同時に塩化鉄(II)の Fe^{2+} が酸化されて Fe^{3+} となり、マグネタイトが析出するようになる。そして、上記共沈の際に、吸着剤15及び17も同時に沈殿するようになるので、これら吸着剤15, 17に対してマグネタイトが担持するようになる。

【0040】

磁性体は、磁鉄鉱、チタン鉄鉱、磁硫鉄鉱、マグネシウムフェライト、コバルトフェライト、ニッケルフェライト、バリウムフェライトなどから構成できるが、水中での安定性に優れたフェライト系化合物からなる磁性粒子であればより好ましい。例えば磁鉄鉱であるマグネタイト(Fe_3O_4)は安価であるだけでなく、水中でも磁性体として安定し、

10

元素としても安全であるため、水処理に使用しやすいので好ましい。

【0041】

磁性体は、球状、多面体、不定形など種々の形状を取り得るが特に限定されず、望ましい粒径や形状は、製造コストなどを鑑みて適宜選択すればよい。

【0042】

図3に示すように、容器11内の液相Lに対して磁性体付き吸着剤15及び17を添加すると、図4に示すように、吸着剤15及び17は液相L中のセシウム及びストロンチウムを吸着するようになる。

【0043】

次いで、吸着剤15及び17が液相L中のセシウム及びストロンチウムを吸着した後は、図5に示すように、容器11中の液相L中に磁石19を挿入し、適宜攪拌することにより、磁石19に対して液相L中の吸着剤15及び17を、これに担持された磁性体の磁力を利用して付着させる。その後、図6に示すように、磁石19を容器11から引き上げる

20

ことによって、磁石19とともにセシウム及びストロンチウムを吸着した吸着剤15及び17が容器11、すなわち液相Lから取り出される。

【0044】

磁石19に吸着したセシウム及びストロンチウムは、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む物質Sに由来するので、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含有する。したがって、上述した操作によって、物質Sから液相L中に溶出した放射性セシウム及び放射性ストロンチウムが除去されることになる。

30

【0045】

なお、磁石19を容器11内に挿入する代わりに、容器11の周囲に電磁石や永久磁石等を配置し、これら磁石を上下動させることなどによって液相L中の磁性体付き吸着剤15及び17を容器11外に取り出すようにすることもできる。

【0046】

図6に示すように、容器11から取り出した放射性セシウムを吸着した吸着剤15及び放射性ストロンチウムが吸着した吸着剤17は、磁石19から掻き取ることによって除去する。なお、容器11の外部に電磁石や永久磁石等を配置した場合は、通電を止める、あるいは掻き取りなどの処理を行うことにより、吸着剤15及び17を電磁石や永久磁石より除去する。

40

【0047】

なお、上記具体例においては、図3に示すように、液相L及び固相Saを互いに分離することなく、液相L内に吸着剤15及び17を添加しているが、液相L及び固相Saを沈殿、ろ過及び遠心分離などの汎用の固液分離操作に供することによって、液相L及び固相Saを固液分離し、これによって得た液相Lを別の容器に移し取り、当該別の容器に移し取った液相Lのみに対して、吸着剤15及び17を添加し、その後、図5及び図6に示すような操作を行って、液相L中の放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを除去するようにすることもできる。

【0048】

また、上記具体例においては、容器11内の液相Lに対して吸着剤15及び17を添加

50

し、さらに磁力を用いて吸着剤 15 及び 17 を容器 11 外に取り出して、液相 L 中の放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを除去しているが、このような吸着剤を用いることなく、ろ過、沈降分離、サイクロン分離等によっても液相 L 中の放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを除去することもできる。しかしながら、これらの方法では、液相 L 中の放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを除去率が十分でなく、また、ろ過装置等の処理装置を放射能で汚染してしまい、除染等の複雑な操作が必要となるので、好ましくない。

【0049】

但し、本実施形態では、上述したろ過などの除去方法を完全に排除するものではなく、必要に応じて、上述した吸着剤 15 及び 17 による除去と併用することもできるし、吸着剤 15 及び 17 による除去の代わりに用いることもできる。

10

【0050】

次いで、上述のようにして液相 L 中から除去回収された吸着剤 15 及び 16 は、必要に応じて減容化処理がなされた後、固定化材料と混合して安定化処理する。固定化材料としてはセメント材及びガラス材を挙げることができる。セメント材を用いた安定化処理はいわゆるセメント固化処理であり、ガラス材を用いた安定化処理はいわゆるガラス固化処理である。

【0051】

セメント材としては、ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、及びアルミナセメントなどを挙げることができる。これらのセメント材は容易に入手ができるとともに安価であって、かつ海水や化学物質に対して安定であるので、本実施形態のように放射性排液を固化して安定化させるセメント材として適している。特に、アルミナセメントは、アルミニウムの原料であるボーキサイトと石灰石から作られ、酸化アルミニウムを含むセメントであって、混練後すぐに強い強度を発揮するので、イオン閉じ込め性に優れている。

20

【0052】

混練水は通常の市水とすることができる。なお、セメント 1 kg 当りに使用する混練水の量は、例えば数百 ml のオーダーである。

【0053】

また、セメント材に対して、シリカゾル及びリチウムシリケートなどの無機結合剤を含有させることにより、セメント固化体の強度を増大させることができ、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを吸着した吸着剤 15 及び 17 をより確実にセメント固化体中に保持することができる。

30

【0054】

ガラス材としては、ホウ珪酸ガラスなどの汎用のガラス材を用いることができる。

【実施例】

【0055】

(実施例 1)

本実施例では、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む土壌に対する所定の酸溶液及びアルカリ溶液による、当該土壌からの放射性セシウム及び放射性ストロンチウムの溶出量について調べた。具体的には、液固比 = 100 mL/g または 200 mL/g でバッチ法浸漬試験を実施し、その後、ろ過により固液分離することで放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む液相を土壌残留物から分離した。そして、液相中に溶出した放射エネルギーを測定し、液相中への放射性セシウム及び放射性ストロンチウムの抽出量を算出した。

40

【0056】

具体的な実験は、0.5Mギ酸溶液または0.5Mシュウ酸溶液、温度95℃、液固比100mL/g、0.5Mシュウ酸溶液、水酸化カルシウム飽和溶液、または1.5Mシュウ酸溶液で温度95℃、液固比200mL/gなる条件で5時間の浸漬試験を行った。結果を表1に示す。

【0057】

なお、本実施例で使用した土壌は、一般的な土壌であり、その成分は、Si : 27 . 7

50

wt%、Al : 8.1 wt%、Fe : 5 wt%、Ca : 3.6 wt%、Na : 2.8 wt%、K : 2.6 wt%、Mg : 2.1 wt% 及び残部である。一般に、土壤中において、上述した元素は酸化物や所定の塩として存在する。また、上記残部には、動植物が作り出した有機物等が含まれる。

【0058】

【表1】

温度 [°C]	時間 [時]	液/固比	液組成	攪拌の有無	抽出率	固体 [g]	液体 [ml]
95	~5	100	0.5M ギ酸	あり	36%	4.84	484
95	~5	100	0.5M シュウ酸	あり	66%	5.51	551
95	~5	200	0.5M シュウ酸	あり	86%	4.59	917
95	~5	200	Ca(OH) ₂ 飽和水	あり	17%	5.39	1078
95	~5	200	1.5M シュウ酸	あり	85%	5.09	1019

10

【0059】

表1から明らかのように、酸溶液では0.5Mシュウ酸溶液、液固比 = 200mL/gで86%の最大抽出量を示し、アルカリ溶液では水酸化カルシウム飽和水、液固比 = 200mL/gで17%であった。すなわち、酸溶液及びアルカリ溶液に放射性セシウムや放射性ストロンチウムを含有している固体を浸漬することで、これら放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを酸溶液及びアルカリ溶液中に溶出できることが判明した。

20

【0060】

(実施例2)

本実施例でも、放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを含む土壌に対する所定の酸溶液及びアルカリ溶液による、当該土壌からの放射性セシウム及び放射性ストロンチウムの溶出量について調べた。但し、実験条件を実施例1における温度95 から200 に変化させた。

【0061】

具体的には、0.5M硫酸溶液、温度200、液固比 = 42mL/g、水酸化カルシウム飽和溶液、温度200、液固比 = 61mL/gで0.75時間の浸漬試験を実施した。結果を表2に示す。

【0062】

【表2】

温度 [°C]	時間 [時]	液/固比	液組成	攪拌の有無	抽出率	固体 [g]	液体 [ml]
200	0.75	42	0.5M H ₂ SO ₄	なし	74%	0.70	30
200	0.75	61	Ca(OH) ₂ 飽和水	なし	0%	0.48	30

30

【0063】

表2から明らかのように、アルカリ水溶液での抽出率は低いものの、酸溶液では放射性セシウムや放射性ストロンチウムを含有している土壌から、酸溶液中に放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを溶出できることが判明した。したがって、本実験結果から、酸溶液中では、低い液固比においても放射性セシウム及び放射性ストロンチウムを酸溶液中に溶出できることが判明した。

40

【0064】

(実施例3)

本実施例では、セシウムに対して高い吸着性能を有するといわれている吸着剤を選別し、その吸着性能、具体的には分配係数 (ml/g) を調べた。なお、各吸着剤の分配係数は、液固比 = 40 ml/g におけるパッチ法浸漬試験により取得した。具体的にはセシウムを1 ppm添加した溶液40 mlを調整し、これに吸着剤を1 g添加して混合後、5日以上静置し、上澄み液中のセシウム濃度を測定して行った。

【0065】

50

その結果、フェロシアン化ニッケルの分配係数は10000 (ml/g)程度であり、ケイタン酸の分配係数は約4200 (ml/g)であり、モデナイト型ゼオライトの分配係数は約7000 (ml/g)であり、チャバサイト型ゼオライトの分配係数は約1000 (ml/g)であることが判明した。

【0066】

これより、チャバサイト型ゼオライトの分配係数はやや低いものの、いずれもセシウムに対して高い吸着性能を示すことが判明した。

【0067】

(実施例4)

本実施例では、ストロンチウムに対して高い吸着性能を有するといわれている吸着剤を選別し、その吸着性能、具体的には分配係数 (ml/g) を調べた。なお、各吸着剤の分配係数は、液固比=40 ml/gにおけるバッチ法浸漬試験により取得した。具体的にはセシウムを1 ppm添加した溶液40 mlを調整し、これに吸着剤を1 g添加して混合後、5日以上静置し、上澄み液中のセシウム濃度を測定して行った。

10

【0068】

その結果、チタン酸カリウムの分配係数は8000 (ml/g)程度であり、A型ゼオライトの分配係数は約3150 (ml/g)であることが判明した。したがって、チタン酸カリウム及びA型ゼオライトのいずれもストロンチウムに対して高い吸着性能を示すことが判明した。

【0069】

20

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として掲示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0070】

11 容器

15, 17 吸着剤

19 磁石

S 放射性セシウム及び放射性ストロンチウム含有物質

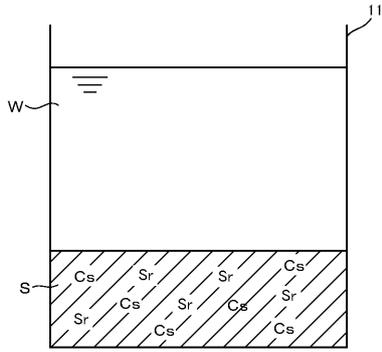
W 水又は水溶液

L 液相

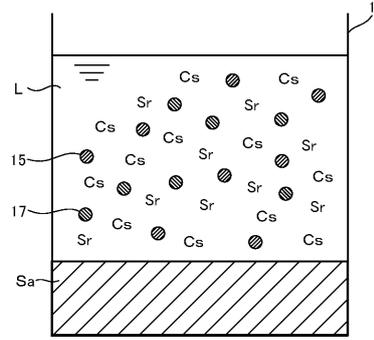
S a 固相

30

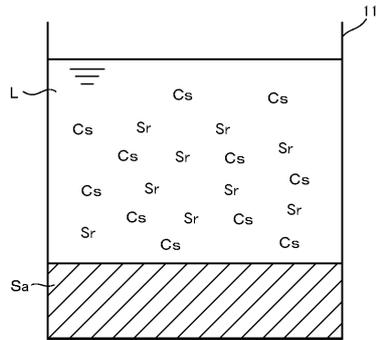
【図1】



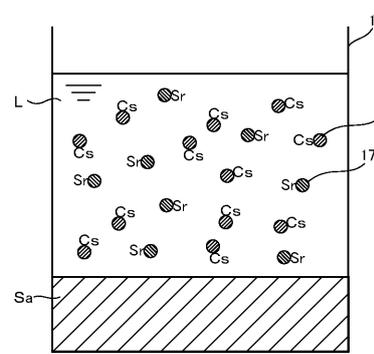
【図3】



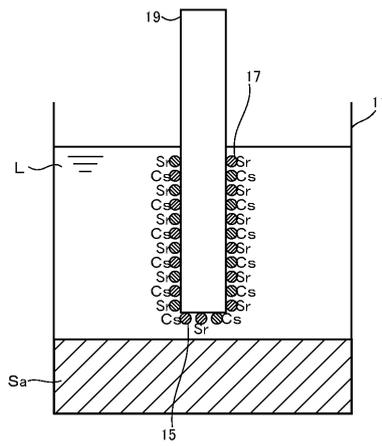
【図2】



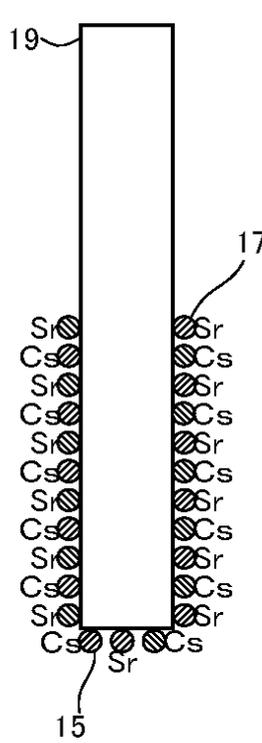
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 龍明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 藤田 玲子
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 赤井 芳恵
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 岡村 雅人
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 松山 加苗
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 杉森 俊昭
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 中村 秀樹
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 酒井 仁志
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 村川 雄一

- (56)参考文献 特開平08-105998(JP,A)
特開平05-027094(JP,A)
特開2007-014841(JP,A)
特開2001-201596(JP,A)
特開2003-307591(JP,A)
特開平06-051096(JP,A)
特開平08-229394(JP,A)
特開平02-031836(JP,A)
特開昭62-246000(JP,A)
特開昭60-056300(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21F	9/00	-	9/36
B09B	1/00	-	5/00
B01J	20/00	-	20/34