

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6280621号
(P6280621)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int.Cl.		F 1			
G 2 1 F	9/32	(2006.01)	G 2 1 F	9/32	A
G 2 1 F	9/28	(2006.01)	G 2 1 F	9/28	Z
			G 2 1 F	9/32	Z

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-220298 (P2016-220298)	(73) 特許権者	000192590
(22) 出願日	平成28年11月11日 (2016.11.11)		株式会社神鋼環境ソリューション
審査請求日	平成29年9月29日 (2017.9.29)		兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号
早期審査対象出願		(73) 特許権者	501273886
			国立研究開発法人国立環境研究所
			茨城県つくば市小野川16-2
		(74) 代理人	100154726
			弁理士 宮地 正浩
		(72) 発明者	藤原 大
			茨城県つくば市小野川16-2 国立研究 開発法人国立環境研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性物質除去方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性物質を含む処理対象物に C 1 源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とを含む放射性物質除去方法であって、

前記添加処理において、前記処理対象物中の S i の含有量又は S i と A l と F e との合計の含有量に対する C 1 の含有量の比が、下記の関係式 (1) 又は関係式 (2) を満たすように、前記処理対象物に対する C 1 源の添加量を決定し、

前記添加処理において、前記処理対象物中の S i の含有量が A l と F e との合計の含有量よりも大きい場合には、下記の関係式 (1) を満たすように、前記処理対象物に前記 C 1 源を添加し、前記処理対象物中の S i の含有量が A l と F e との合計の含有量以下である場合には、下記の関係式 (2) を満たすように、前記処理対象物に前記 C 1 源を添加する放射性物質除去方法。

$$0.2 \leq C 1 / S i \leq 1.1 \dots (1)$$

$$0.15 \leq C 1 / (S i + A l + F e) \leq 0.7 \dots (2)$$

【請求項2】

前記加熱処理対象の処理対象物の組成を計測する計測処理を含み、

前記添加処理において、前記計測処理の計測結果に基づいて前記 C 1 源の添加量を決定する請求項1に記載の放射性物質除去方法。

【請求項3】

放射性物質を含む処理対象物にC l 源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とを含む放射性物質除去方法であって、

前記添加処理において、前記処理対象物中のS i の含有量又はS i とA l とF e との合計の含有量に対するC l の含有量の比が、下記の関係式(1) 又は関係式(2) を満たすように、前記処理対象物に対するC l 源の添加量を決定し、

前記加熱処理対象の処理対象物の組成を計測する計測処理を含み、

前記添加処理において、前記計測処理の計測結果に基づいて前記C l 源の添加量を決定する放射性物質除去方法。

$$0.2 \quad C l / S i \quad 1.1 \dots (1)$$

$$0.15 \quad C l / (S i + A l + F e) \quad 0.7 \dots (2)$$

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性物質を含む処理対象物にC l (塩素) 源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とを含む放射性物質除去方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、放射性物質を含む災害廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰や汚染土壌などの処理対象物から放射性セシウムなどの放射性物質を除去するにあたり、処理対象物に放射性物質の揮発を促進する揮発促進剤としてN a C l (塩化ナトリウム) などのC l 源を添加し、当該揮発促進剤を添加した処理対象物を加熱することで、処理対象物から放射性物質を揮発除去する技術が知られている(例えば、特許文献1 ~ 4 を参照。)。

20

【0003】

このような放射性物質除去方法における放射性物質の除去対象となる処理対象物は、例えば土壌や一般廃棄物の焼却主灰や下水汚泥の焼却灰の他、除染活動により発生する草木類を中心とした除染廃棄物や津波により海水をかぶった災害廃棄物の焼却残渣などのように、多種多様なもの存在する。そして、従来の放射性物質除去方法では、処理対象物の種別を特定すると共に、その特定した種別の処理対象物に対して好適な比率でC l 源等の揮発促進剤を添加することで、所望の放射性物質除去率を得るようにしている。

30

具体的に、特許文献1 及び2 記載の技術では処理対象物を土壌や木質系廃棄物に特定し、また特許文献3 及び4 記載の技術では処理対象物を可燃性廃棄物やその焼却灰に特定し、このように特定した種別の処理対象物を基準に、C l 源を含む揮発促進剤の好適な添加割合を規定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014 - 174051号公報

【特許文献2】特開2014 - 174116号公報

【特許文献3】特開2014 - 174090号公報

【特許文献4】特開2014 - 174089号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記のような従来の放射性物質除去方法は、処理対象物の組成や性状が変化した場合を想定して、C l 源の添加量を最適化するための指標を与えるものではない。即ち、処理対象物の種別を特定した場合であっても、その処理対象物を得た施設や場所や他の条件が異なると、その処理対象物の組成や性状が変化する場合がある。そして、従

50

来の放射性物質除去方法において、処理対象物の組成や性状が変化すると、C l 源の添加量が最適なものではなくなり、放射性物質除去率が悪化することが懸念される。

また、このような放射性物質除去率の悪化を回避するために、C l 源の添加量を十分に増加させると、揮発促進剤費用の増加、クリンカの発生、排ガス中和のための薬剤量の増加、排ガス処理負荷増大などの問題を引き起こすおそれがある。

【 0 0 0 6 】

この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、放射性物質を含む処理対象物にC l 源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とを含む放射性物質除去方法において、処理対象物の組成や性状によることなく、当該処理対象物から効率良く放射性物質を除去可能な技術を提供する点にある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の第1特徴構成は、放射性物質を含む処理対象物にC l 源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とを含む放射性物質除去方法であって、

前記添加処理において、前記処理対象物中のS i の含有量又はS i (ケイ素)とA l (アルミニウム)とF e (鉄)との合計の含有量に対するC l の含有量の比が、下記の関係式(1)又は関係式(2)を満たすように、前記処理対象物に対するC l 源の添加量を決定する点にある。

20

$$0.2 \leq C l / S i \leq 1.1 \quad \dots (1)$$

$$0.15 \leq C l / (S i + A l + F e) \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

【 0 0 0 8 】

本発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意研究した結果、加熱処理対象の処理対象物中において、S i の含有量に対するC l の含有量の比(以下、「C l / S i 比」と呼ぶ場合がある。)、又は、S i とA l とF e の合計の含有量に対するC l の含有量の比(以下、「C l / (S i + A l + F e) 比」と呼ぶ場合がある。)が、処理対象物の組成や性状によることなく加熱処理による放射性物質の除去率をコントロールするための指標となることを見出した。そして、このように指標となるC l / S i 比又はC l / (S i + A l + F e) 比について鋭意実験を行うことで、加熱処理により放射性物質を効率良く除去可能な好適範囲として上記の関係式(1)又は関係式(2)を導き出し、本発明を完成するに至った。

30

即ち、本構成によれば、上記の関係式(1)又は関係式(2)を満たすように、添加処理における処理対象物に対するC l 源の添加量を決定することで、処理対象物の組成や性状によらずに当該処理対象物から効率良く放射性物質を除去することができる。

【 0 0 0 9 】

尚、加熱処理対象の処理対象物中のC l / S i 比又はC l / (S i + A l + F e) 比に関し、上記の関係式(1)又は関係式(2)に示された範囲を下回ると、加熱処理において、放射性物質の塩素化が不十分となって、所望の放射性物質除去率を得ることができなくなり、一方、上記の関係式(1)又は関係式(2)に示された範囲を上回ると、C l 源の添加量の増加による放射性物質除去率の一層の向上が期待できず、添加するC l 源の費用対効果が悪化することになる。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の第2特徴構成は、前記添加処理において、前記処理対象物中のS i の含有量がA l とF e との合計の含有量よりも大きい場合には、前記関係式(1)を満たすように、前記処理対象物に前記C l 源を添加し、前記処理対象物中のS i の含有量がA l とF e との合計の含有量以下である場合には、前記関係式(2)を満たすように、前記処理対象物に前記C l 源を添加する点にある。

【 0 0 1 1 】

本構成によれば、処理対象物中において、S i の含有量がA l とF e との合計の含有量

50

よりも大きい場合には、 S_i が相対的に多いため S_i を主要構成元素とする構造中に取り込まれている放射性物質を評価対象とすればよく、添加処理において、加熱処理対象の処理対象物中の Cl/S_i 比が上記関係式(1)を満たすように、処理対象物に対する Cl 源の添加量を決定すれば、処理対象物中の Al や Fe を考慮することなく S_i のみを考慮するという簡単な方法で、加熱処理における放射性物質除去率を向上することができる。

【0012】

一方、処理対象物中において、 S_i の含有量が Al と Fe との合計の含有量以下である場合には、 S_i を主要構成元素とする構造中に取り込まれている放射性物質に加えて、 Al や Fe を主要構成元素とする構造中に取り込まれている放射性物質の影響も考慮する必要がある。このことから、添加処理において、加熱処理対象の処理対象物中の $Cl/(S_i + Al + Fe)$ 比が上記関係式(2)を満たすように、処理対象物に対する Cl 源の添加量を決定すれば、処理対象物中の S_i に加えて Al や Fe も考慮するという確実な方法で、加熱処理における放射性物質除去率を向上することができる。

10

【0013】

本発明の第3特徴構成は、前記加熱処理対象の処理対象物の組成を計測する計測処理を含み、

前記添加処理が、前記計測処理の計測結果に基づいて前記 Cl 源の添加量を決定する点にある。

【0014】

本構成によれば、上記計測処理を実行して、加熱処理対象の処理対象物の組成を適時計測するので、その計測結果に基づいて上記添加処理における Cl 源の添加量を適切に決定し、加熱処理対象の処理対象物中の Cl/S_i 比又は $Cl/(S_i + Al + Fe)$ 比を上記の関係式(1)又は関係式(2)で示された範囲内に維持することができる。よって、処理対象物中の Cl/S_i 比又は $Cl/(S_i + Al + Fe)$ 比の変動に伴う放射性物質除去率の悪化を防止することができ、当該放射性物質除去率を常に高いものに維持することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】放射性物質除去システムの概略構成図

【図2】実施例で使用した処理対象物としての種別A～Dの各試料の組成を示す表図

30

【図3】種別A～Dの各試料における Cl/S_i 比と放射性セシウムの除去率との関係を示すグラフ図

【図4】種別A～Dの各試料における $Cl/(S_i + Al + Fe)$ 比と放射性セシウムの除去率との関係を示すグラフ図

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。

図1に示す放射性物質除去システム(以下、「本システム」と呼ぶ。)は、詳細については後述するが、本発明に係る放射性物質除去方法を実行することにより、処理対象物 X_0 の組成や性状によらずに、当該処理対象物 X_0 から効率良く $r-Cs$ (放射性セシウム、放射性物質の一例)を除去可能なシステムとして構成されている。

40

先ず、本システムの基本構成について説明する。尚、本発明は、以下に説明する実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれるものであることは言うまでもない。

【0017】

本システムは、 $r-Cs$ を含む処理対象物 X_0 に $r-Cs$ の揮発を促進する揮発促進剤 P_1 を添加する添加処理を実行する添加処理部1と、当該添加処理後の処理対象物 X_1 を加熱室 R で加熱する加熱処理を実行する加熱処理部4が設けられており、更に、当該加熱処理で生成された排ガス E_2 から $r-Cs$ を分離する放射性物質分離処理を実行する放射性物質分離処理部7が設けられている。

50

【 0 0 1 8 】

添加処理部 1 は、粉体を一定量で供給する公知の粉体定量供給装置等で構成されており、処理対象物 X 0 に対し、揮発促進剤 P 1 として、NaCl (塩化ナトリウム) などの Cl 源を添加する。更に、この添加処理部 1 は、揮発促進剤 P 1 の添加量を調整自在に構成されており、詳細については後述するが、後の加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中における Cl / Si 比又は Cl / (Si + Al + Fe) 比が、所定の好適範囲内に維持されるように、揮発促進剤 P 1 の添加量が調整される。

【 0 0 1 9 】

尚、添加処理部 1 により揮発促進剤 P 1 として添加される Cl 源は、NaCl 以外に、CaCl₂ (塩化カルシウム) や KCl (塩化カリウム) などの他の塩化化合物を採用することもできる。また、これら揮発促進剤 P 1 としては、少なくとも Cl 源となる塩化化合物を含むものであればよく、種類、添加順序、及び添加量等の他の条件については適宜変更可能である。また、本実施形態では、添加処理部 1 を加熱処理部 4 の直前に配置したが、処理対象物 X 0 と揮発促進剤 P 1 とを別の場所で事前に混合し、それを加熱処理部 4 に搬送し投入しても構わない。

10

【 0 0 2 0 】

加熱処理部 4 は、公知のロータリーキルンで構成されており、基端部を覆う供給側のケーシングと先端側を覆う排出側のケーシングとの間で回転駆動が可能のように横架され、内部に加熱室 R を形成する円筒状のキルン本体 4 a を備える。また、この加熱処理部 4 において、供給側には、揮発促進剤 P 1 が添加された添加処理後の処理対象物 X 1 を加熱室 R に送出するスクリュコンベア 3 が設けられており、排出側には、加熱室 R に供給した燃料 F を同じく加熱室 R に供給した燃焼用空気 A により燃焼させるバーナ 5 が設けられている。

20

【 0 0 2 1 】

加熱室 R の基端側に投入された処理対象物 X 1 は、加熱室 R において、キルン本体 4 a の回転駆動により基端側から先端側に向けて搬送され、同時にバーナ 5 (燃焼部の一例) から吹き込まれる高温の燃焼ガスにより、加熱処理が施されることになる。加熱処理後の処理対象物 X 2 は、キルン本体 4 a の先端部からそれを覆う排出側のケーシングの底部に落下して払い出される。

30

【 0 0 2 2 】

一方、加熱室 R において処理対象物 X 1 から揮発除去された r - Cs を含む排ガス E 1 は、排出側のケーシングの天井部に形成された排気口から排出される。このように加熱室 R から排出された排ガス E 1 は、適宜減温塔 6 で冷却処理が施され、当該冷却後の排ガス E 2 が、放射性物質分離処理部 7 に供給される。

【 0 0 2 3 】

そして、処理対象物 X 0 に対し揮発促進剤 P 1 として Cl 源を添加することで、後の加熱処理部 4 の加熱処理において、比較的低温の 900 以上 1200 以下、好ましくは 950 以上 1100 以下、且つ比較的短時間の 30 分以上 120 分以下、好ましくは 30 分以上 60 分以下の加熱により、添加処理後の処理対象物 X 1 中の r - Cs を良好に揮発させることができる。これは、添加処理後の Cl が含まれた処理対象物 X 1 を加熱することで、処理対象物 X 1 からの r - Cs の脱離が促進され、更には脱離された r - Cs が Cl と結合し、処理対象物 X 1 中に含有されていた r - Cs が (放射性的) CsCl (塩化セシウム) として揮発するためであると推察される。

40

【 0 0 2 4 】

放射性物質分離処理部 7 は、バグフィルタなどの公知の乾式集塵装置で構成されており、当該排ガス E 2 から r - Cs (塩化セシウム) やそれが付着した粉塵を放射性的の捕集物 X 3 として除去する。そして、放射性物質分離処理部 7 を通過した排ガス E 3 は、適宜必要に応じて脱塩処理、脱硝処理、ダイオキシン処理等の高度処理が行われた上で、送風ファン 8 及び煙突 9 を介して大気に放出されることになる。

【 0 0 2 5 】

50

更に、本システムは、添加処理前の処理対象物 X 0、即ち後に加熱処理対象となる処理対象物 X 0 中の組成を計測する計測処理を実行可能な計測処理部 2 が設けられている。具体的に、この計測処理部 2 は、公知の蛍光 X 線分析装置等の元素組成分析装置で構成されており、分析対象となる処理対象物 X 0 中の C l , S i , A l , F e 等の夫々の含有割合を計測することができる。

【 0 0 2 6 】

次に、本システムで実行される放射性物質除去方法の特徴について説明を加える。

本システムが実行する放射性物質除去方法では、添加処理部 1 で実行する添加処理において、処理対象物 X 1 中の C l / S i 比(質量比)又は C l / (S i + A l + F e) 比(質量比)が、下記の関係式(1)又は関係式(2)を満たすように、処理対象物 X 0 に対する揮発促進剤 P 1 としての C l 源の添加量を決定する。

10

【 0 0 2 7 】

〔関係式〕

$$0.2 \leq C l / S i \leq 1.1 \quad \dots (1)$$

$$0.15 \leq C l / (S i + A l + F e) \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 8 】

そして、処理対象物 X 0 に対する揮発促進剤 P 1 としての C l 源の添加量について、上記のような関係式(1)又は関係式(2)を満たすことで、処理対象物 X 0 の組成や性状によらずに、当該処理対象物 X 0 から効率良く r - C s を除去することができる。

【 0 0 2 9 】

20

〔実施例〕

以下、本発明による r - C s 除去率の向上効果の検証実験結果について、説明を加える。

本実験では、図 2 に示すような組成(元素割合)を有する 12 種の試料 A 1 , A 2 , B 1 , B 2 , B 3 , B 4 , B 5 , B 6 , B 7 , C 1 , D 1 , D 2 を処理対象物 X 0 として利用し、C l 源の添加量を逐次変更して 1000 で 60 分間加熱処理を行った際の r - C s 除去率を夫々計測した。尚、試料 A 1 , A 2 は下記の種別 A に属するものであり、試料 B 1 ~ B 7 は下記の種別 B に属するものであり、試料 C 1 は下記の種別 C に属するものであり、試料 D 1 , D 2 は下記の種別 D に属するものである。

即ち、本実験で使用した試料は、様々な種別に属するものであり、またその組成や性状も様々である。尚、図 2 において、夫々の試料における C l の割合は、添加処理による C l 源の添加前の割合を示している。

30

【 0 0 3 0 】

(試料の種別)

種別 A : 都市ごみ焼却により生じた主灰のうち 2 mm ふるい下の細粒分

種別 B : バイオマス系廃棄物、除染廃棄物、家屋解体等解体物、片づけごみ等混合物の焼却により生じたバイオマス系混合廃棄物焼却残渣

種別 C : 下水汚泥焼却により生じた焼却灰

種別 D : 水酸化セシウムを重量比 1 % 添加して調整した模擬汚染土壌、放射性セシウムで汚染された実汚染土壌

40

【 0 0 3 1 】

そして、夫々の試料について C l 源の添加量を逐次変更して得られた複数の r - C s 除去率の計測結果について、加熱対象となる C l 源添加後の試料中の C l / S i 比との関係を図 3 のグラフ図にプロットし、加熱対象となる C l 源添加後の試料中の C l / (S i + A l + F e) 比との関係を図 4 のグラフ図にプロットした。

【 0 0 3 2 】

先ず、加熱対象となる試料中の C l / S i 比に関しては、図 3 のグラフ図に示すように、何れの試料についても、試料中の C l / S i 比が 0.2 以上且つ 1.1 以下の範囲 R 1 a 内であれば、80% に近い r - C s 除去率を達成できることが判明し、更に、試料中の C l / S i 比が 0.5 以上且つ 0.9 以下の範囲 R 1 b 内であれば、90% に近い r - C

50

s 除去率を達成できることが判明した。

【0033】

このことから、本システムが実行する r - C s 除去方法では、添加処理部 1 での添加処理において、後の加熱処理部 4 での加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中における C l / S i 比が、0 . 2 以上且つ 1 . 1 以下の範囲 R 1 a 内、好ましくは 0 . 5 以上且つ 0 . 9 以下の範囲 R 1 b 内に維持されるように、処理対象物 X 0 に対する揮発促進剤 P 1 として C l 源の添加量を調整すれば、当該処理対象物 X 0 の組成や性状によらずに、高い r - C s 除去率を達成することができることが判る。

【0034】

一方、加熱対象となる試料中の C l / (S i + A l + F e) 比に関しては、図 4 のグラフ図に示すように、何れの試料についても、試料中の C l / (S i + A l + F e) 比が 0 . 1 5 以上且つ 0 . 7 以下の範囲 R 2 a 内であれば、80% に近い r - C s 除去率を達成できることが判明し、更に、試料中の C l / (S i + A l + F e) 比が 0 . 3 以上且つ 0 . 6 以下の範囲 R 2 b 内であれば、90% に近い r - C s 除去率を達成できることが判明した。

10

【0035】

このことから、本システムが実行する r - C s 除去方法では、添加処理部 1 での添加処理において、後の加熱処理部 4 での加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中における C l / (S i + A l + F e) 比が、0 . 1 5 以上且つ 0 . 7 以下の範囲 R 2 a 内、好ましくは 0 . 3 以上且つ 0 . 6 以下の範囲 R 2 b 内に維持されるように、処理対象物 X 0 に対する揮発促進剤 P 1 として C l 源の添加量を調整すれば、当該処理対象物 X 0 の組成や性状によらずに、高い r - C s 除去率を達成することができることが判る。

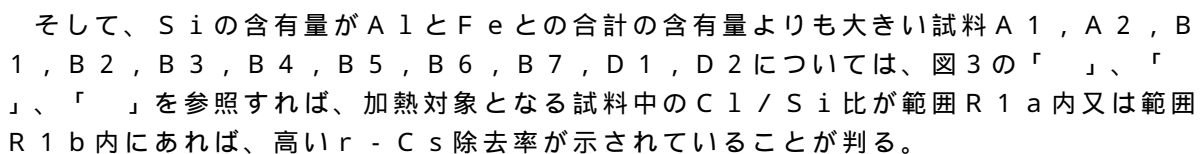
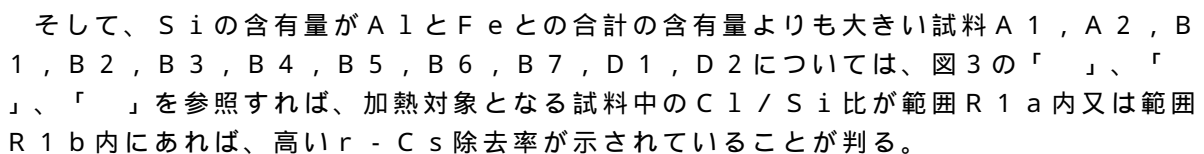
20

【0036】

次に、試料中における S i の含有量と A l と F e との合計の含有量との対比に基づく C l 源の添加量の決定方法について説明を加える。

図 2 に示すように、試料 C 1 は、S i の含有量 (9 . 6 w t - %) が A l と F e との合計の含有量 (1 4 . 0 w t - %) 以下であり、一方、当該試料 C 1 以外の試料 A 1 , A 2 , B 1 , B 2 , B 3 , B 4 , B 5 , B 6 , B 7 , D 1 , D 2 は、S i の含有量が A l と F e との合計の含有量よりも大きい。

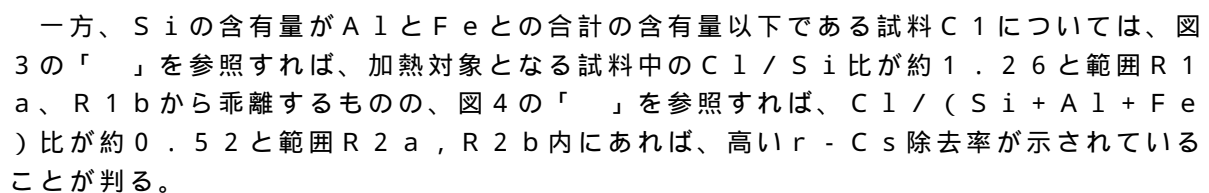
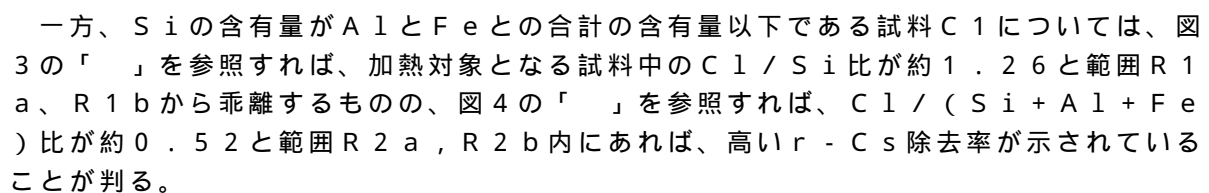
【0037】

そして、S i の含有量が A l と F e との合計の含有量よりも大きい試料 A 1 , A 2 , B 1 , B 2 , B 3 , B 4 , B 5 , B 6 , B 7 , D 1 , D 2 については、図 3 の「」、」を参照すれば、加熱対象となる試料中の C l / S i 比が範囲 R 1 a 内又は範囲 R 1 b 内にあれば、高い r - C s 除去率が示されていることが判る。

30

このことから、これら試料 A 1 , A 2 , B 1 , B 2 , B 3 , B 4 , B 5 , B 6 , B 7 , D 1 , D 2 のように、S i の含有量が A l と F e との合計の含有量よりも大きい場合には、相対的に S i が多くなるため S i を主要構成元素とする構造中に取り込まれている r - C s を評価対象とすればよい。即ち、C l / S i 比を指標として C l 源の添加量を決定すれば、高い r - C s 除去率を実現できると言える。

【0038】

一方、S i の含有量が A l と F e との合計の含有量以下である試料 C 1 については、図 3 の「」を参照すれば、加熱対象となる試料中の C l / S i 比が約 1 . 2 6 と範囲 R 1 a 、R 1 b から乖離するものの、図 4 の「」を参照すれば、C l / (S i + A l + F e) 比が約 0 . 5 2 と範囲 R 2 a , R 2 b 内にあれば、高い r - C s 除去率が示されていることが判る。

40

このことから、試料 C 1 のように、S i の含有量が A l と F e との合計の含有量以下である場合には、S i を主要構成元素とする構造中に取り込まれている r - C s に加えて、A l や F e を主要構成元素とする構造中に取り込まれている r - C s の影響も考慮する必要がある。即ち、この場合、C l / (S i + A l + F e) 比を指標として C l 減の添加量を決定すれば、高い r - C s 除去率を実現できると言える。

50

【 0 0 3 9 】

これらのことから、本システムが実行する $r - Cs$ 除去方法では、後の加熱処理部 4 での加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中の S_i の含有量が A_1 と Fe との合計の含有量よりも大きい場合には、添加処理部 1 での添加処理において、上記関係式 (1) を満たすように、処理対象物 X 0 に対する Cl 源の添加量が決定される。このことで、処理対象物 X 1 中の A_1 や Fe を考慮することなく S_i のみを考慮するという簡単な方法で、加熱処理部 4 での加熱処理において $r - Cs$ 除去率が向上されることになる。

【 0 0 4 0 】

一方、後の加熱処理部 4 での加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中の S_i の含有量が A_1 と Fe との合計の含有量以下である場合には、添加処理部 1 での添加処理において、
10
上記関係式 (2) を満たすように、処理対象物 X 0 に対する Cl 源の添加量が決定される。このことで、処理対象物 X 1 中の S_i に加えて A_1 や Fe も考慮するという確実な方法で、加熱処理部 4 での加熱処理において $r - Cs$ 除去率が向上されることになる。

【 0 0 4 1 】

更に、本システムが実行する $r - Cs$ 除去方法では、加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中の S_i の含有割合や S_i と A_1 と Fe との合計の含有割合が変動する場合が想定される。そこで、本システムでは、計測処理部 2 において処理対象物 X 1 中の組成を適当な
20
タイミングで計測し、添加処理部 1 での添加処理において、その計測処理部 2 の計測結果に基づいて Cl 源の添加量を適宜決定している。このことで、加熱処理の対象となる処理対象物 X 1 中の Cl / S_i 比又は $Cl / (S_i + A_1 + Fe)$ 比の変動に伴う $r - Cs$ 除
20
去率の悪化が防止されることになる。

【 0 0 4 2 】

〔 別実施形態 〕

(1) 上記実施形態では、添加処理部 1 での添加処理において、処理対象物 X 1 中の S_i の含有量と A_1 と Fe との合計の含有量との大小関係に基づいて、処理対象物 X 0 に対する Cl 源の添加量の決定指標とする関係式を、上記関係式 (1) と上記関係式 (2) とから択一的に選択するように構成したが、処理対象物 X 1 中の S_i の含有量と A_1 と Fe との合計の含有量との大小関係に関係なく、処理対象物 X 0 に対する Cl 源の添加量の決定
30
指標とする関係式を、上記関係式 (1) 又は上記関係式 (2) の何れか一方に固定するように構成しても構わない。また、上記関係式 (1) 及び上記関係式 (2) の両方を満たすように、処理対象物 X 0 に対する Cl 源の添加量を決定しても構わない。

【 0 0 4 3 】

(2) 上記実施形態では、添加処理部 1 での添加処理において、計測処理部 2 の計測結果に基づいて Cl 源の添加量を適宜決定するように構成したが、加熱処理の対象となる処理
40
対象物 X 0 の組成が予め計測されている場合には、添加処理部 1 での添加処理における Cl 源の添加量を、その予め計測されている含有割合に基づいて、 Cl / S_i 比又は $Cl / (S_i + A_1 + Fe)$ 比が上述した関係式 (1) 又は関係式 (2) を満たすように決定して
40
おいても構わない。

【 0 0 4 4 】

(3) 上記実施形態では、添加処理において、処理対象物 X 0 に対し、揮発促進剤 P 1 と
40
して Cl 源を添加するように構成したが、このような Cl 源に加えて、別の揮発促進剤を添加するように構成しても構わない。例えば、別の揮発促進剤として CaO や $CaCO_3$ などの Ca 源を添加する場合には、効率の良い放射性物質除去を実現するために、その添加量を処理対象物に対して 30 質量 % 以下の範囲内に調整するのが望ましい。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 5 】

- | | | |
|-----|------------------|--|
| 1 | 添加処理部 | |
| 2 | 計測処理部 | |
| 4 | 加熱処理部 | |
| P 1 | 揮発促進剤 (Cl 源) | |

10

20

30

40

50

X 0 ~ X 2 処理対象物

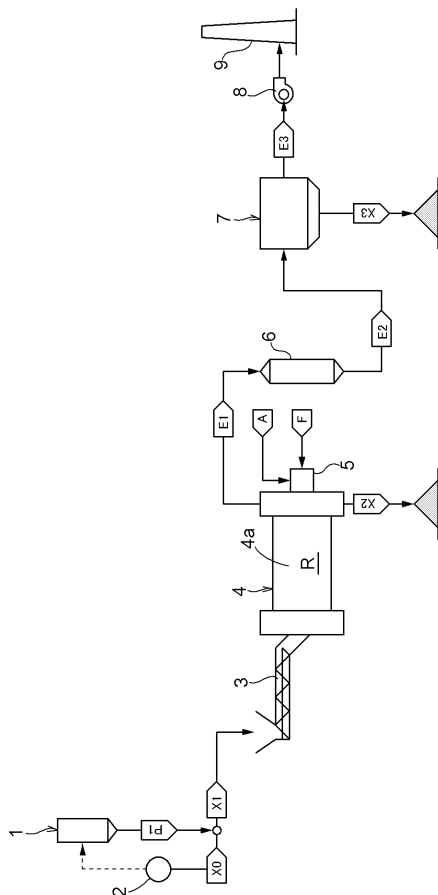
【要約】 (修正有)

【課題】処理対象物の組成や性状によらずに、処理対象物から効率良く放射性物質を除去可能な方法を提供する。

【解決手段】放射性物質を含む処理対象物に塩素源を添加する添加処理と、当該添加処理後の処理対象物を加熱して当該処理対象物から放射性物質を揮発除去する加熱処理とからなり、添加処理において、処理対象物中の Si の含有量又は Si と Al と Fe との合計の含有量に対する Cl の含有量の比が、下記の関係式 (1) 又は関係式 (2) を満たすように、処理対象物に対する Cl 源の添加量を決定する。 $0.2 \leq Cl / Si \leq 1.1 \dots (1)$ 、 $0.15 \leq Cl / (Si + Al + Fe) \leq 0.7 \dots (2)$

【選択図】図 3

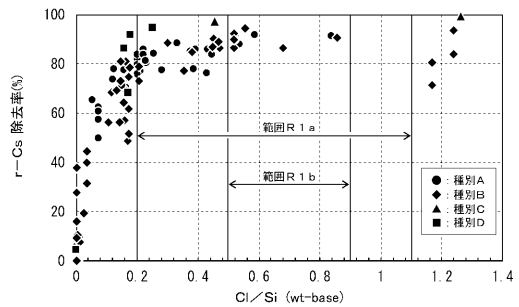
【図 1】



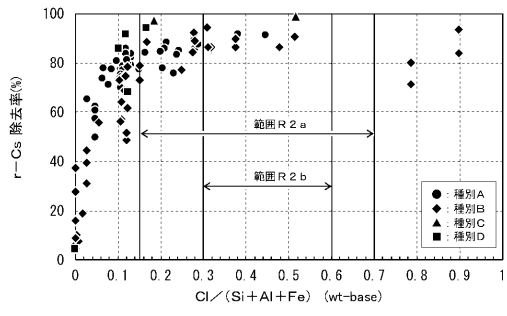
【図 2】

処理対象物		元素割合 (wt-%)							
		Na	Mg	Al	Si	Cl	K	Ca	Fe
種別 A	試料 A 1	0.0	0.9	10.0	33.6	2.5	4.6	32.4	8.1
	試料 A 2	0.0	0.0	5.6	25.8	1.4	4.1	33.6	17.0
種別 B	試料 B 1	1.1	0.6	9.4	26.1	0.2	2.7	5.5	3.2
	試料 B 2	1.2	0.4	9.5	28.7	0.7	3.3	3.0	3.0
	試料 B 3	1.8	0.8	6.7	23.9	4.1	2.6	8.0	3.3
	試料 B 4	1.7	0.9	6.1	25.2	0.9	2.3	5.7	3.5
	試料 B 5	1.0	1.1	8.7	27.1	0.1	5.1	3.0	6.3
	試料 B 6	1.2	0.9	6.9	30.3	0.0	4.5	2.8	4.8
	試料 B 7	1.5	1.4	5.6	32.8	0.0	3.9	2.2	3.8
種別 C	試料 C 1	0.8	2.1	6.6	9.6	0.0	1.8	8.6	7.4
種別 D	試料 D 1	1.5	1.4	9.8	25.1	0.0	3.1	1.9	0.0
	試料 D 2	1.4	測定せず	8.2	24.0	0.0	1.7	2.0	4.2

【図 3】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹田 尚弘
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内
- (72)発明者 小倉 正裕
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内
- (72)発明者 倉持 秀敏
茨城県つくば市小野川16-2 国立研究開発法人国立環境研究所内
- (72)発明者 大迫 政浩
茨城県つくば市小野川16-2 国立研究開発法人国立環境研究所内

審査官 鳥居 祐樹

- (56)参考文献 特開2016-011924(JP,A)
特開2014-174090(JP,A)
特開2014-174051(JP,A)
釜田陽介、西村和基、佐藤淳、上林史朗、阿部清一、溶融技術による都市ごみ焼却残さ、下水汚泥、土壌からのセシウム分離、第23回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、日本、一般社団法人廃棄物資源循環学会、2013年7月8日
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G21F 9/00-9/36
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)