

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6549372号

(P6549372)

(45) 発行日 令和1年7月24日 (2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日 (2019.7.5)

(51) Int. Cl.

F 1

G 2 1 F 9/28 (2006.01)

G 2 1 F 9/28 Z

G 2 1 F 9/06 (2006.01)

G 2 1 F 9/06 5 2 1 B

G 2 1 F 9/12 (2006.01)

G 2 1 F 9/06 5 6 1

G 2 1 F 9/02 (2006.01)

G 2 1 F 9/06 5 9 1

G 2 1 F 9/12 5 0 1 J

請求項の数 14 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-254458 (P2014-254458)
(22) 出願日 平成26年12月16日 (2014.12.16)
(65) 公開番号 特開2016-114525 (P2016-114525A)
(43) 公開日 平成28年6月23日 (2016.6.23)
審査請求日 平成29年11月15日 (2017.11.15)

(73) 特許権者 500398289
吉田 英夫
埼玉県所沢市松が丘2-9-2
(73) 特許権者 512219013
モリタ宮田工業株式会社
東京都港区芝2丁目5番6号 芝256スクエアビル8階
(74) 代理人 100085110
弁理士 千明 武
(72) 発明者 吉田 英夫
埼玉県所沢市松が丘2-9-2
(72) 発明者 須山 泰敬
東京都東村山市久米川町5-33-4 株式会社ワイピーシステム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法および除染システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トリチウム水による汚染土壌および汚染水を採取して分離槽の炭酸水に導入し、前記汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収し、汚染水と炭酸水を含む分離液を電解槽へ導入して電気分解し、該電解によって発生したトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集し、該水素を電解槽の外部へ移動してトラップするトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法において、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没入し、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置へ導入してガスポンペに充填し、該ガスポンペを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管することを特徴とするトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

【請求項2】

トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染対象地における採取工程と、分離槽における炭酸水の作製工程と、前記汚染土壌および汚染水の分離槽への導入工程と、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分の固液分離工程と、固液分離後の汚染水と炭酸水を含む分離液の電解槽への導入工程と、該分離液による陰極と析出部材と捕集容器の下半部の浸漬工程と、トラップ管の一端を水素捕集スペースに配置し他端を水素ガス充填装置に接続する配管工程と、の各工程を終了後、電解槽における電気分解を実行する請求項1記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

【請求項 3】

使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスポンベの保管設備と別設の保管設備に一括して保管する請求項 1 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

【請求項 4】

使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ねて配置する請求項 3 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

10

【請求項 5】

使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置し、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、前記トラップ管の他端を撤去前の水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続する請求項 4 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

【請求項 6】

除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動し、該採取地に除染車両を停車して汚染土壌および汚染水を吸引採取し、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入し、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収するとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入して電気分解する請求項 1 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法。

20

【請求項 7】

トリチウム水による汚染土壌および汚染水を採取して分離槽の炭酸水に導入可能に設け、前記汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収可能に設けるとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を電解槽へ導入して電気分解可能に設け、該電解によって発生したトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集可能に設け、該水素を電解槽の外部へ移動しトラップ可能にしたトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システムにおいて、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置に導入してガスポンベに充填可能に設け、該ガスポンベを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管可能にしたことを特徴とするトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

30

【請求項 8】

使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスポンベの保管設備と別設の保管設備に一括して保管可能にした請求項 7 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

40

【請求項 9】

使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ね、かつ隣接して配置可能にした請求項 7 記載のトリチウムによる汚染土壌および汚染水の除染システム。

【請求項 10】

使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置可能に設け、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、トラップ管の他端を水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続可能にした請求項 9 記

50

載のトリチウムによる汚染土壌および汚染水の除染システム。

【請求項 1 1】

除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動可能に設け、該採取地に除染車両を停車して前記汚染土壌および汚染水を吸引採取可能に設け、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入可能に設け、汚染土壌と炭酸水を含む固液混合成分を固液分離フィルタへ導入可能に設け、該固液分離フィルタを介し土壌を固液分離可能に設けるとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入し電気分解可能に設け、該電解によってトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集可能に設け、該水素を電解槽の外部へ移動しトラップ可能にした請求項 7 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

10

【請求項 1 2】

前記捕集容器を深底の筒状に形成し、その内側に陰極と複数の析出部材を収容可能にするとともに、その開口側を分離液に没入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方に水素捕集スペースを形成可能にした請求項 7 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

【請求項 1 3】

前記捕集容器の外周を電解槽の内面に近接配置した請求項 7 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

【請求項 1 4】

前記水素ガス充填装置を電解槽の外側に近接して配置した請求項 7 記載のトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば放射性物質に汚染された田畑等の土壌や水を現地で確実にかつ速やかに除染し、精密な除染と除染の能率向上を図るとともに、除染後の土壌に土壌活性剤を添加して土壌を改良し、これを元の田畑に速やかに戻して農耕の再開を促す一方、土壌に付着しないし沈着した放射性物質を土壌から精密に分離・濃縮し、汚染土壌の減容化と放射性物質の安全な処理を図るとともに、トリチウムの除染を実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するとともに、除染装置の合理的かつ安全な廃棄処理を実現し得るようにした、トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法および除染システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

2011年3月に発生した東日本大震災による東京電力福島第1原子力発電所の事故によって、有害な放射性物質が広域に飛散し、都市や田畑、山林、海、湖沼、河川等が汚染し、また人や動植物に放射性物質が付着しないし沈着して生命を危険に晒し、農業や林業、牧畜業、漁業等の各種の産業活動を停止させる甚大な被害を与えた。

【0003】

このような産業活動の復興と再開には、生活環境および産業活動領域から放射性物質を除去することが不可欠であり、とりわけ農業従事者にとっては、田畑の土壌の除染は喫緊の課題となっている。

40

しかし、田畑の土壌の除染は、田畑が広域に分布し、平地の他に里や山間に亘って点在するため、これを人力で処理するには多大の時間と労力を要して能率が悪く、しかも近時のような農業従事者の高齢化と相俟って困難を極めている。

【0004】

このような土壌の汚染処理ないし除染処理に応ずるものとして、放射性廃棄物を溶媒中に溶解後、溶媒から放射性物質を分離し、ハロゲン化放射性廃棄物を除染する方法があり、その際、ハロゲン化物を溶媒である水に溶解させて溶液中の希土類元素を沈殿して回収し、また溶媒から非放射性物質を分離する手段として、溶媒を蒸発させたり冷却して、非放射性物質を析出沈殿させるものがある（例えば、特許文献1参照）。

50

【 0 0 0 5 】

しかし、前記除染方法において、ハロゲン化物を水に溶解させて放射性物質を回収する方法は回収率が低く、また溶媒を蒸発させたり冷却する手法は、加熱装置や冷却設備を要して、設備が大掛かりで高価になる問題がある。

【 0 0 0 6 】

また、汚染土壌の除染方法として、有害な化学物質で汚染された土壌を掘り起こして加熱装置のホッパに投入し、該土壌を窒素洗浄して酸素を排除しながら加熱し、土壌中の汚染物を脱着して分離するものがある（例えば、特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 7 】

しかし、この除染方法は、汚染土壌を隔離した除染装置へ移動し、除染済みの土壌を元の位置へ戻す場合も移動に手間と時間が掛かり、また汚染土壌は表土のみならず深い掘削を要するため、適当な掘削設備を要して高価かつ大掛かりになり、しかも除染装置は窒素洗浄装置や加熱装置、分離器等を要して大掛かりで高価になる等の問題があった。

【 0 0 0 8 】

更に、放射性セシウムで汚染された土壌の除染方法として、汚染された土壌を給水タンクに収容し、該タンクに高分圧の二酸化炭素ガスを吹き込んで水素イオンを供給し、土壌粒子表面のセシウムイオンを液相中に抽出後、この溶液を大気へ開放した分離槽へ移動して二酸化炭素ガスを大気へ放出し、液相の pH を上昇させてセシウム以外のアルカリ土類金属等の共存イオンを炭酸塩或いは水酸化物に析出・分離し、液相中に残存するセシウムを濃縮分離するものがある（例えば、非特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 9 】

しかし、前記土壌の除染方法は、給水タンクの上澄みの液相を分離槽へ送り込んでいるため、この液相中には比重の大きなセシウムの含有量は少なく、したがってセシウムの濃縮分離効率が悪い上に、給水タンクの下部にセシウムが滞留して土壌への付着や沈着を助長し、除染の効果が非常に低いため、除染後の土壌の使用を図ることが難しく実用的ではないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

また、放射性セシウムで汚染された土壌の別の除染方法として、汚染された土壌を反応槽に収容して水を加え、該反応槽に正負の電極を配置し、該電極に電圧を印加して陰極側に放射性セシウムイオンを析出し、土壌や他の付着物を陽極側に沈着させ、汚染土壌から放射性セシウムを分離・収集することによって、汚染物の大幅な減容化を図るようにしたものがある（例えば、非特許文献 2 参照）。

【 0 0 1 1 】

しかし、前記土壌の除染方法は、土壌を他の付着物と共に反応槽に収容するため、高電圧の印加を要して電解効率が悪い上に、陰極側に析出した放射性セシウムイオンは夾雑物を含有して分離精度が低く、また除染後の土壌も他の付着物を含有しているため、その分離処理を要して手間が掛かり、速やかな使用を図れないという問題があった。

【 0 0 1 2 】

このような問題を解決するものとして、出願人は、放射性物質で汚染された除染対象物を酸性の溶離溶媒に導入して溶出し、該溶離溶媒から放射性物質を濃縮し分離する土壌等の除染方法において、前記除染対象物は汚染土壌と汚染水とを含み、これらの一方または両方を採取して溶離溶媒に導入し、溶離溶媒に溶出した放射性物質と前記除染対象物とを固液分離し、溶離溶媒から分離した土壌を固液分離して回収し、汚染土壌の減容化と放射性物質を含有しない土壌の再使用と農耕の再開を図るとともに、固液分離した放射性物質を溶出した溶離溶媒を電気分解して濃縮し、電極に析出した放射性セシウムイオンを吸着剤に吸着して回収し、前記放射性セシウムイオンを吸着した吸着剤を容器に密閉して収納し、該容器を適宜保管設備に保管して放射性物質の安全な処理を図るようにした、土壌等の除染方法および土壌等の除染システムを開発し、これを既に提案している（例えば、特許文献 3 参照）。

【 0 0 1 3 】

この既に提案した土壌等の除染方法は、影響の大きい放射性セシウムの除去を意図していたため、放射性セシウム以外の放射性物質、例えばトリチウム (^3H) ないしトリチウム水 (HTO^6) の除染を意図していなかった。

前記トリチウムは、質量数が3の水素の放射性同位体である三重水素で、酸素と結合してトリチウム水 (HTO^6) として水に混在しており、水圏中に気相、液相、固相の状態では蒸気、降水、地下水、河川水、湖沼水、海水、飲料水、生物中に広く拡散している。

しかし、トリチウムを摂取しても、体内で均等に分布し生物学的半減期が比較的短く (2.3年)、エネルギーも低いことから、最も毒性の少ない放射性核種の1つと考えられ、生物に対する影響の面から一般に軽視されてきた。

【0014】

前記トリチウムは弱いベータ線を放射するが、その放射線は細胞内では1 μm しか到達しないので、血液として全身を廻っている間は、遺伝子DNAを殆ど攻撃しないが、トリチウムが細胞に取り込まれて核の中に入ると、DNAまでの距離が近くなるため、放射性セシウムと同じようにDNAを攻撃するようになる。

前記DNAには多量の水素が存在しており、トリチウムは水素と化学的性質が同じため、トリチウムが水素と入れ替わってもDNAは正常に作用する。

しかし、トリチウムが放射線を放射した後にヘリウムHeになると、ヘリウムに変わった部分のDNAが壊れて遺伝子が故障し、この故障がリスクになって癌の発生率が高くなるという問題が指摘されていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開平10-213697号公報

【特許文献2】特開平5-192648号公報

【特許文献3】特開2014-41066号公報

【非特許文献】

【0016】

【非特許文献1】第1回 環境放射能除染研究発表会 要旨集 環境放射能除染学会 21頁「放射性セシウム汚染土壌を炭酸ガスのみで洗浄・修復する安全安心な可搬型装置の構築」丁子哲治、高田英治、布袋昌幹 (富山高等専門学校)、原正憲 (富山大学)

【非特許文献2】第1回 環境放射能除染研究発表会 要旨集 環境放射能除染学会 92頁「電気分解を利用した放射性物質除染技術の提案」上田祐子、渡邊 功、戸井田英基、本田克久 (愛媛大学農学部環境先端技術センター)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明はこのような問題を解決し、例えば放射性物質に汚染された田畑等の土壌や水を現地で確実にかつ速やかに除染し、精密な除染と除染の能率向上を図るとともに、除染後の土壌に土壌活性剤を添加して土壌を改良し、これを元の田畑に速やかに戻して農耕の再開を促す一方、土壌に付着ないし沈着した放射性物質を土壌から精密に分離・濃縮し、汚染土壌の減容化と放射性物質の安全な処理を図るとともに、トリチウムの除染を実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するとともに、除染装置の合理的かつ安全な廃棄処理を実現し得るようにした、トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法および除染システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

請求項1の発明は、トリチウム水による汚染土壌および汚染水を採取して分離槽の炭酸水に導入し、前記汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収し、汚染水と炭酸水を含む分離液を電解槽へ導入して電気分解し、該電解によって発生したトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集し、該水素を電解槽の外部へ移動してトラ

10

20

30

40

50

ップするトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染方法において、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没入し、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置へ導入してガスボンベに充填し、該ガスボンベを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管し、水素に含まれるトリチウムの除染を安全に実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するとともに、捕集した水素ガスをガスボンベに充填して専用の保管設備に保管し、その安全な管理と安全性を確保するようにしている。

【 0 0 1 9 】

請求項 2 の発明は、トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染対象地における採取工程と、分離槽における炭酸水の作製工程と、前記汚染土壌および汚染水の分離槽への導入工程と、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分の固液分離工程と、固液分離後の汚染水と炭酸水を含む分離液の電解槽への導入工程と、該分離液による陰極と析出部材と捕集容器の下半部の浸漬工程と、トラップ管の一端を水素捕集スペースに配置し他端を水素ガス充填装置に接続する配管工程と、の各工程を終了後、電解槽における電気分解を実行し、前記汚染土壌および汚染水を除染対象地で採取し、これを除染対象地で電解して発生した水素を捕集容器に捕集し、捕集した水素を安全に回収してトリチウムの除染を実行するようにしている。

請求項 3 の発明は、使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスボンベの保管設備と別設の保管設備に一括して保管し、これらを解体して個々に保管する場合に比べ、合理的かつコンパクトで安全に保管し得るとともに、放射線被爆による事故を未然に防止し得るようにしている。

請求項 4 の発明は、使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ねて配置し、保管設備内に使用済み電解槽を合理的かつ効率良く保管し得るようにしている。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 の発明は、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置し、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、前記トラップ管の他端を撤去前の水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続し、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を設置する際、放射性物質で汚染されていない撤去前の分離液導管と固液分離フィルタと、トラップ管を有効に利用して、新規の電解槽を合理的かつ安価に設置し得るようにしている。

請求項 6 の発明は、除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動し、該採取地に除染車両を停車して汚染土壌および汚染水を吸引採取し、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入し、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収するとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入して電気分解し、電解によって発生したトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集し、除染設備を備えた除染車両を駆使して水素に含まれるトリチウムの除染を能率良く実行し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するようにしている。

【 0 0 2 1 】

請求項 7 の発明は、トリチウム水による汚染土壌および汚染水を採取して分離槽の炭酸水に導入可能に設け、前記汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収可能に設けるとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を電解槽へ導入して電気分解可能に設け、該電解によってトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集可能に設け、該水素を電解槽の外部へ移動しトラップ可能にしたトリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染システムにおいて、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没

入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置に導入してガスポンペに充填可能に設け、該ガスポンペを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管可能にし、水素に含まれるトリチウムの除染を安全に実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するとともに、捕集した水素ガスをガスポンペに充填して専用の保管設備に保管し、その安全な管理と安全性を確保するようにしている

【 0 0 2 2 】

請求項 8 の発明は、使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスポンペの保管設備と別設の保管設備に一括して保管可能にし、これらを解体して個々に保管する場合に比べ、合理的かつコンパクトで安全に保管し得るとともに、放射線被爆による事故を未然に防止し得るようにしている。

10

請求項 9 の発明は、使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ね、かつ隣接して配置可能にし、使用済み電解槽を保管設備内に合理的かつコンパクトで効率良く保管するようにしている。

請求項 1 0 の発明は、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置可能に設け、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、トラップ管の他端を水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続可能にし、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を設置する際、撤去前の分離液導管とトラップ管とリード線を有効利用して再利用し、設置作業を合理的かつ安価に行なうようにしている。

20

【 0 0 2 3 】

請求項 1 1 の発明は、除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動可能に設け、該採取地に除染車両を停車して前記汚染土壌および汚染水を吸引採取可能に設け、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入可能に設け、汚染土壌と炭酸水を含む固液混合成分を固液分離フィルタへ導入可能に設け、該固液分離フィルタを介し土壌を固液分離可能に設けるとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入し電気分解可能に設け、該電解によってトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集可能に設け、該水素を電解槽の外部へ移動しトラップ可能にし、除染設備を備えた除染車両を駆使して水素に含まれるトリチウムの除染を能率良く実行し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するようにしている。

30

請求項 1 2 の発明は、捕集容器を深底の筒状に形成し、その内側に陰極と複数の析出部材を収容可能にするとともに、その開口側を分離液に没入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方に水素捕集スペースを形成可能にし、捕集容器の構成を簡潔にするとともに、電解により発生した水素を合理的かつ容易に捕集し得るようにしている。

請求項 1 3 の発明は、捕集容器の外周を電解槽の内面に近接配置し、広い水素捕集スペースの確保と水素の捕集能率を向上するようにしている。

40

請求項 1 4 の発明は、水素ガス充填装置を電解槽の外側に近接して配置し、それらの設置スペースのコンパクト化と配管のコンパクト化を図るようにしている。

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

請求項 1 の発明は、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没入し、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置へ導入してガスポンペに充填し、該ガスポンペを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管するから、水素に含まれるトリチウムの除染を安全に実行し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭することができるとともに、捕集した水素ガスをガスポンペに充填して専用の保管設

50

備に保管し、その安全な管理と安全性を確保することができる。

請求項2の発明は、トリチウム水による汚染土壌および汚染水の除染対象地における採取工程と、分離槽における炭酸水の作製工程と、前記汚染土壌および汚染水の分離槽への導入工程と、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分の固液分離工程と、固液分離後の汚染水と炭酸水を含む分離液の電解槽への導入工程と、該分離液による陰極と析出部材と捕集容器の下半部の浸漬工程と、トラップ管の一端を水素捕集スペースに配置し他端を水素ガス充填装置に接続する配管工程と、の各工程を終了後、電解槽における電気分解を実行するから、前記汚染土壌および汚染水を除染対象地で採取し、これを除染対象地で電解してトリチウムを含む水素を捕集容器に捕集し、捕集した水素を安全に回収してトリチウムの除染を実行することができる。

10

請求項3の発明は、使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスポンベの保管設備と別設の保管設備に一括して保管するから、これらを解体して個々に保管する場合に比べ、合理的かつコンパクトで安全に保管できるとともに、放射線被爆による事故を未然に防止することができる。

【0025】

請求項4の発明は、使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ねて配置するから、保管設備内に使用済み電解槽を合理的かつ効率良く保管することができる。

20

請求項5の発明は、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置し、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、前記トラップ管の他端を撤去前の水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続するから、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を設置する際、放射性物質で汚染されていない撤去前の分離液導管と固液分離フィルタと、トラップ管を有効に利用して再利用し、新規の電解槽を合理的かつ安価に設置することができる。

請求項6の発明は、除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動し、該採取地に除染車両を停車して汚染土壌および汚染水を吸引採取し、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入し、汚染土壌と汚染水と炭酸水を含む固液混合成分から土壌を固液分離して回収するとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入して電気分解するから、電解によって発生したトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集し、除染設備を備えた除染車両を駆使して水素に含まれるトリチウムの除染を能率良く実行し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭することができる。

30

【0026】

請求項7の発明は、有底筒状の捕集容器の開口部を前記電解槽内の分離液に没入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方の水素捕集スペースに、水素ガス充填装置に連通するトラップ管の一端を配置し、捕集スペース内の水素ガスを水素ガス充填装置に導入してガスポンベに充填可能に設け、該ガスポンベを使用済み電解槽の保管設備と別設の保管設備に保管可能にしたから、水素に含まれるトリチウムの除染を安全に実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭できるとともに、捕集した水素ガスをガスポンベに充填して専用の保管設備に保管したから、その安全な管理と安全性を確保することができる。

40

請求項8の発明は、使用済み電解槽の内部に、陰極と複数の析出部材、それらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集容器と分離液の残液および吸着フィルタを残置し、これをガスポンベの保管設備と別設の保管設備に一括して保管可能にしたから、これらを解体して個々に保管する場合に比べ、合理的かつコンパクトで安全に保管し得るとともに、放射線被爆による事故を未然に防止することができる。

請求項9の発明は、使用済み電解槽の外周面に接続したガス導管と、前記電解槽の上下

50

端面に接続した分離液導管とトラップ管とリード線と給水管とを切断し、前記電解槽の外周面と上下端面を平滑に形成し、使用済み電解槽を保管設備内に立位姿勢で積み重ね、かつ隣接して配置可能にしたから、使用済み電解槽を保管設備内に合理的かつコンパクトで効率良く保管することができる。

請求項10の発明は、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を撤去前の同位置に設置可能に設け、該電解槽に分離液導管の再利用部の一端を接続し、該分離液導管の他端を撤去前の固液分離フィルタに接続し、トラップ管の再利用部の一端を新規の電解槽の捕集容器内の捕集スペースに配置し、トラップ管の他端を水素ガス充填装置の吸引ポンプに接続可能にしたから、使用済み電解槽の撤去後、新規の電解槽を設置する際、撤去前の分離液導管とトラップ管とリード線を有効利用して再利用し、設置作業を合理的かつ安価に行なうことができる。

10

【0027】

請求項11の発明は、除染設備を備えた除染車両を前記汚染土壌および汚染水の採取地へ移動可能に設け、該採取地に除染車両を停車して前記汚染土壌および汚染水を吸引採取可能に設け、採取した汚染土壌および汚染水を除染車両に搭載した分離槽に導入可能に設け、汚染土壌と炭酸水を含む固液混合成分を固液分離フィルタへ導入可能に設け、該固液分離フィルタを介し土壌を固液分離可能に設けるとともに、汚染水と炭酸水を含む分離液を除染車両に搭載した電解槽へ導入し電気分解可能に設け、該電解によってトリチウムを含む水素を電解槽内で捕集可能に設け、該水素を電解槽の外部へ移動しトラップ可能にしたから、除染設備を備えた除染車両を駆使して水素に含まれるトリチウムの除染を能率良く実行し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭することができる。

20

請求項12の発明は、捕集容器を深底の筒状に形成し、その内側に陰極と複数の析出部材を収容可能にするとともに、その開口側を分離液に没入して配置可能に設け、該捕集容器内の分離液の液面上方に水素捕集スペースを形成可能にしたから、捕集容器の構成を簡潔にするとともに、電解により発生した水素を合理的かつ容易に捕集することができる。

請求項13の発明は、捕集容器の外周を電解槽の内面に近接配置したから、広い水素捕集スペースを確保し水素の捕集能率を向上することができる。

請求項14の発明は、水素ガス充填装置を電解槽の外側に近接して配置したから、それらの設置スペースのコンパクト化と配管のコンパクト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0028】

【図1】本発明の除染設備を搭載した除染車両による除染作業状況を示す正面図である。

【図2】図1の除染車両を拡大して示す正面図である。

【図3】図2の平面図である。

【図4】(a)～(h)は本発明による土壌の除染作業手順を示す説明図である

【0029】

【図5】本発明による土壌の除染作業の状況を示す説明図で、汚染した土壌と汚染水の分離槽導入前の状況を示している。

【図6】本発明による除染作業の状況を示す説明図で、炭酸水を作製した分離槽へ汚染した土壌を導入し、放射性セシウムを溶出し分離している状況を示している

40

【図7】本発明による除染作業の状況を説明図で、分離槽で放射性セシウムを分離し、炭酸水と汚染土壌を固液分離フィルタと電解槽へ導入している状況を示している。

【0030】

【図8】本発明による除染作業の状況を示す説明図で、電解槽で分離液を電解し、放射性セシウムイオン等の金属イオンを陰極に析出し、トリチウムを含む水素を捕集しトラップしている状況を示している。

【図9】本発明による除染作業の状況を示す説明図で、除染土壌を回収し、水素をガスボンベに充填している状況を示している。

【図10】本発明による除染作業の状況を示す説明図で、分離液の電解後、清浄に調製して分離槽へ返還している状況を示している。

50

【 0 0 3 1 】

【図 1 1】本発明による使用済み電解槽の保管状況を示している。

【図 1 2】本発明による使用済み電解槽の保管状況を拡大して示している。

【図 1 3】本発明による水素を充填したガスボンベの保管状況を示している。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 2 】

以下、本発明を田畑、水田、湿地帯等の土壌および汚染水の除染に適用した図示の実施形態について説明すると、図 1 乃至図 1 3 において 1 は放射性物質で汚染された除染対象地で、これには一定の湿気を有し、または乾燥し硬化した汚染土壌である表土 2 を有する田畑 3 と、表土 2 を汚染水 4 に浸漬した水田 5 や多量の水を含有する湿地帯等を含み、本発明はこの両者の除染に対応可能にしている。図中、6 は田畑 3 の表土 2 に生えた雑草、7 は汚染水 4 中の表土 2 に生えた稲や雑草である。

10

【 0 0 3 3 】

前記除染対象地 1 に近接する農道 8 または空き地に除染車両 9 を停車し、その除染タンクである分離槽 1 0 から吸入ホース 1 1 を繰り出し、該ホース 1 1 の先端から所定の汚染土壌またはトリチウム水 (HTO^6) が混在した汚染水 4 を吸引し採取している。図中、d は田畑 3 の表土 2 の吸引ないし採取代で、放射性物質であるセシウムの浸透深さに相当し、実施形態では 5 c m 以上の表土 2 を採取している。

前記除染車両 9 は、従来のバキューム車を改良して構成され、その車体に分離槽 1 0 と給水タンク 1 2、電解槽 1 3 と、二酸化炭素を所定圧に充填したガスボンベ 1 4 と、固体と液体と気体を吸入可能な吸入ポンプ 1 5 を搭載している。

20

【 0 0 3 4 】

このうち、分離槽 1 0 は開蓋可能な箱形の容器で構成され、その蓋の上部に吸入ホース 1 1 を捲回可能な円筒状のリール 1 6 が回動可能に設けられ、該リール 1 6 はリコイルバネ (図示略) を介して図 3 上、反時計方向へ回動可能に付勢され、その周面に吸入ホース 1 1 を捲回可能にしている。

【 0 0 3 5 】

そして、汚染土壌 1 7 の吸引時に吸入ホース 1 1 を外側へ引き出し、その引張り力によってリール 1 6 を図 3 上、時計方向へ回動し、吸入ホース 1 1 を繰り出し可能にしている

前記吸入ホース 1 1 の一端は分離槽 1 0 の内部に連通し、その先端部から吸引した汚染土壌 1 7 または汚染水 4 を分離槽 1 0 内に導入可能にしている。前記吸入ホース 1 1 の基端部に開閉弁 1 8 が設けられ、他端部に異物吸い込み防止用のフィルタ 1 9 が設けられている。

30

図中、2 0 はリール 1 6 の外側に同心円上に配置した円筒状のホースガイドで、その接線部にホース挿通孔 2 1 が設けられている。2 2 は分離槽 1 0 の後端部に設けたホースクランプ、2 3 は有底のホース受けである。

【 0 0 3 6 】

前記給水タンク 1 2 は開蓋可能な箱形の容器で構成され、前記分離槽 1 0 に隣接して配置されていて、その内部に清浄な水 2 4 が収容され、該水 2 4 を前記分離槽 1 0 と電解槽 1 3 へ定量供給可能にしている。この場合、給水タンク 1 2 の周面にヒータを設け、水 2 4 の凍結防止を図ることが望ましい。

40

前記給水タンク 1 2 の底部に開閉弁 2 5、2 6 が設けられ、これらに給水管 2 7、2 8 の一端が接続され、このうち給水管 2 7 の他端が分離槽 1 0 内の上部に配管され、また給水管 2 8 の他端が電解槽 1 3 の底部に設けた開閉弁 2 9 に接続されている。

【 0 0 3 7 】

前記電解槽 1 3 はステンレス鋼板製の円筒状の密閉容器 3 0 を備え、その容積を約 1 . 8 L に構成し、その表面に鉛を被覆して放射線を遮蔽可能にしている、車体や隣接部材に対し絶縁可能に設置されている。

また、密閉容器 3 0 内の底面に絶縁被覆 3 0 a が設けられ、当該部からの酸素の発生を阻止している。その際、絶縁被覆部 3 0 a を除く側壁内面から発生する酸素は、側壁内面

50

に沿って上動し密閉容器 30 内上部の捕集器 35 の上方スペースに滞留可能にされている
なお、電解槽 13 の外周部にヒータ（図示略）を装着して加熱可能にし、セシウムイオン、重金属イオン等の電気泳動を促すことが望ましい。

【0038】

前記密閉容器 30 の中央に棒状の陰極 31 が貫通して垂直に配置され、該陰極 31 と陽極である密閉容器 30 とにリード線 32 が配線され、該リード線 32 に DC 電源 33 とスイッチ 34 が接続されている。

前記陰極 31 の下端部は密閉容器 30 の底部直上に配置され、該密閉容器 30 内の陰極 31 の中高位置に水素ガスを捕集する円筒状の捕集容器 35 を配置している。前記捕集容器 35 は一端を開口した深底の円筒状の容器で形成され、その開口部を下向きにして配置されている。

10

【0039】

前記捕集容器 35 の内側下方に、一または複数の析出部材 36 が陰極 31 を囲繞して互いに近接して配置され、かつこれらの析出部材 36 が陰極 31 に電氣的に接続して配置されている。

実施形態の析出部材 36 は、金網製のドラムや金属板、金属棒等によって構成し、電解時は後述する固液分離フィルタから送り込まれる分離液 37 中に没入可能にされている。

【0040】

前記ガスポンベ 14 は、給水タンク 12 と電解槽 13 に区画された空スペースに立設して配置され、その上端部に開閉弁 44 を設け、該開閉弁 44 にガス導管 45 を接続し、該ガス導管 45 の他端を分離槽 10 の底部に設けた開閉弁 46 に接続している。

20

また、前記ガス導管 45 の上流部に三方弁 47 を介挿し、該三方弁 47 にガス導管 48 の一端を接続し、この他端を電解槽 13 の下部周面に接続して二酸化炭素を補給可能にしている。

【0041】

前記捕集容器 35 内の上部で分離液 37 の液面上に、トラップ管 38 の一端が配置され、該管 38 の他端が捕集容器 35 と密閉容器 30 を貫通して、外部の水素ガス充填装置 39 に接続されている。

前記水素ガス充填装置 39 は吸引ポンプ 40 と、水素ガスを充填可能なガスポンベ 41 とを備え、該ポンベ 41 の口元部にトラップ管 38 の端部を着脱し、常時は閉弁可能な開閉バルブ（図示略）を備えている。

30

図中、42 は密閉容器 30 内の上部に設置したゼオライト等の吸着フィルタで、後述する固液分離フィルタから導入される分離液 37 中の放射性物質、重金属等を吸着可能にしている。43 は密閉容器 30 内の分離液 37 の酸性濃度を測定可能な pH センサである。

【0042】

前記分離槽 10 は給水後、ガスポンベ 14 からガス導管 45 を介して二酸化炭素を供給可能にされ、この二酸化炭素によって放射性セシウムの溶離溶媒として、所定酸性濃度の炭酸水（ H_2CO_3 ）49 を作製可能にしている。

実施形態では分離槽 10 の炭酸水 49 の酸性濃度を pH 3 ~ 7 に設定し、電解槽 13 の電解液として使用している。図中、50 は分離槽 10 の底部に設置した攪拌用のファンである。

40

前記分離槽 10 の底部に開閉弁 51 が設けられ、該開閉弁 51 に固液導管 52 の一端が接続され、該導管 52 の他端が縦長筒状の固液分離フィルタ 53 に接続されている。

【0043】

前記固液分離フィルタ 53 は垂直に配置され、その内部に回転筒（図示略）を備え、この回転筒の内部に遠心分離機（図示略）を設けている。

そして、前記分離槽 10 から導入される固液成分のうち、それらの比重差によって重い土壌 17 を回転筒の外側へ移動し、放射性セシウムイオンやトリチウム水が混在する炭酸水 49 を回転筒の内側へ移動して、これらを固液分離可能にし、放射性物質と炭酸水から分離した土壌 17 a を前記分離フィルタ 53 内の下方に沈降させて堆積し、外部から回収

50

可能にする一方、放射性セシウム、ストロンチウム、重金属等が混在する分離液 37 を電解槽 13 へ送り出し可能にしている。

【0044】

前記固液分離フィルタ 53 の下部に排出管 54 が下方に突設され、該管 54 に排出弁 55 が開閉可能に設けられ、該排出弁 55 の開弁を介し前記土壌 17a を回収可能にしている。

したがって、固液導管 52 に複数の固液分離フィルタ 53 を配置すれば、土壌 17a と放射性セシウムイオンやトリチウム水を含む炭酸水 49 を高精度かつ能率良く分離し得る

【0045】

前記固液分離フィルタ 53 の上端部の中央に分離液導管 56 の一端が接続され、その他端部が開閉弁 57 を介して前記吸着フィルタ 42 に接続され、その管端部を密閉容器 13 内の底部に配置している。

10

そして、電解槽 13 の陰極 31 と多数の析出部材 36 に放射セシウムやストロンチウム、重金属等の金属イオンを析出し、また電解によって発生した水素を捕集容器 35 に捕集後、前記遠心分離機を停止して電解槽 13 内の放射性物質を含まない清浄な炭酸水 49 を、リターンパイプ（図示略）を介して分離槽 10 へ返還可能にしている。

【0046】

一方、前記吸入ポンプ 15 に一对のループ導管 58, 59 が接続され、該ループ導管 58, 59 の他端に四方弁 60 が接続され、該四方弁 60 の二つのポートに一端を大気開口した通気管 61 と、一端を分離槽 10 内に配管した連通管 62 とが接続されている。

20

前記四方弁 60 は、切換レバー 63 によって配管ポートを切換え可能にされ、その切換え位置は中立位置と排出位置および吸入位置に設定され、常時は中立位置に設定されていて、四方弁 60 に接続した通気管 61 と連通管 62 の導通と、分離槽 10 に配管した吸入ホース 11 との吸入および排出作動を制御可能にしている。

【0047】

前記汚染土壌 17 を採取して分離槽 10 へ導入する場合は、吸入ポンプ 15 を駆動し、図 6 のように切換レバー 63 を中立位置から吸入位置に切換え、ループ導管 58, 59 を連通管 62 に連通して分離槽 10 内を負圧にし、吸入ホース 11 の先端部から汚染土壌 17 を吸入し、これを分離槽 10 へ導入して炭酸水 49 中に浸漬するようにしている。

そして、前記分離槽 10 に導入した汚染土壌 17 を炭酸水 49 によってジ・プロトン酸洗浄し、放射性セシウムイオン、ストロンチウム、重金属等の金属イオンを電離して、これらを汚染土壌 17 と炭酸水 49 等と一緒に固液分離フィルタ 53 ないし電解槽 13 へ送出可能にしている。

30

【0048】

その際、吸入ポンプ 15 を駆動し、図 7 のように切換レバー 63 を吸入位置から排出位置に切換え、ループ導管 58, 59 と通気管 61 を連通管 62 に連通し、開閉弁 18, 46 を閉弁するとともに、開閉弁 51, 57 を開弁して、通気管 61 から大気を吸入し、これをループ導管 58, 59 から連通管 62 へ送り出して、分離槽 10 内を加圧するようにしている。

【0049】

40

そして、分離槽 10 内の分離後の土壌 17 と放射性セシウムイオン、ストロンチウム、重金属等の金属イオンと、炭酸水 49 等が混在する泥状液を固液導管 52 へ送り出し、該導管 52 から固液分離フィルタ 53 へ導入して、前記泥状液を固液分離し、分離後の放射性物質、重金属等の金属イオン、炭酸水 49 等を含む分離液 37 を電解槽 13 へ送り出すようにしている。

その際、前記分離液 37 は電解槽 13 の導入前に吸着フィルタ 42 に導入され、該フィルタ 42 で分離液 37 中の放射性物質、重金属等の金属イオンを吸着し、該フィルタ 42 を通過後の分離液 37 を電解槽 13 へ導入して電解を実行するようにしている。

【0050】

前記電解槽 13 の電解は図 8 のように、スイッチ 34 を ON して陰極 31 と陽極である

50

密閉容器 30 とを通电し、陰極 31 に水素を発生させ、陽極である密閉容器 30 に酸素を発生させるようにしている。

前記水素にはトリチウムが微量存在し、このトリチウムを含む水素の気泡を陰極 31 および析出部材 36 に沿って浮上させ、前記気泡が分離液 37 の液面に到達した際に捕集器 35 に捕集するようにしている。

そして、捕集したトリチウムを含む水素を吸引ポンプ 40 を駆動して吸引し、これをトラップ管 38 へ導いてガスポンベ 41 に注入し、該ガスポンベ 41 に大気圧程度に充填するようにしている。

【0051】

一方、密閉容器 30 内の側面から酸素が発生し、その気泡が側壁に沿って上昇し、密閉容器 30 内上部の捕集器 35 の上方スペースへ移動して滞留する。この場合、密閉容器 30 内の底面は絶縁被覆 30a が形成されているから、当該部から酸素は発生しない。

前記密閉容器 30 内の上部に安全弁 72 が取付けられ、該安全弁 72 は常時は閉弁し、密閉容器 30 内に所定圧以上の酸素が滞留した際、開弁して前記酸素を排出管 73 を介し外部へ放出可能にしている。

【0052】

また、前記電解中、吸着フィルタ 42 を通過して残留した放射性物質、重金属等の金属イオンを分離液 37 中に電気泳動させ、これを陰極 31 と、陰極 31 と同電位に印加した析出部材 36 に析出させるようにしている。

このように密閉容器 30 内の分離液 37 を電解し、放射性物質、重金属等の金属イオンを陰極 31 等を析出部材 36 に析出する一方、トリチウムを含む水素をガスポンベ 41 に充填して、分離液 37 から放射性物質を含む金属イオンと水素ガスを除去し、炭酸水 49 を含む清浄な水に調整するようにしている。

【0053】

前記清浄にした炭酸水 49 を含む分離液 37 は分離槽 10 へ戻して活用するようにし、その場合は図 10 のように吸入ポンプ 15 を駆動し、切換レバー 63 を排出位置から吸入位置へ切換え、開閉弁 18, 46 を閉弁するとともに、開閉弁 51, 57 を開弁して分離槽 10 内の炭酸水 49 を含む泥水を連通管 62 を介して吸い出し、分離槽 10 内を負圧に形成する一方、電解槽 13 内の清浄な分離液 37 を分離液導管 56 で吸い出し、これを固液導管 52 に導いて分離槽 10 へ導入するようにしている。

【0054】

一方、回収した除染後の土壌 17a は、天日干しまたは加熱して乾燥し、乾燥後に土壌活性剤 65 を所定量添加して混合し、採取した土壌 17 を除染し改質するようにしている

前記土壌活性剤 65 として、堆肥等の有機肥料、菌根菌、または窒素、燐、カリウムを含む種々の化学肥料が含まれ、改質した土壌 17 を採取した元の田畑へ戻すようにして、除染土壌 17 の減容化を図っている。図中、64 は分離槽 10 内の炭酸水 49 の酸性濃度を測定可能な pH センサ、66 は除染業者である。

実施形態では前記土壌活性剤 65 として、消火器の未使用期間経過後の、第一リン酸アンモニウム若しくは硫酸アンモニウムを含有する粉末状の消火剤を使用し、その有効利用を図っている。

【0055】

一方、電解槽 13 の陰極 31 や析出部材 36 には、電解によって所定量の放射性物質が蓄積するため、分離液 37 の電解処理量を目安に使用済み電解槽 13 の廃棄と交換を要する。

このうち、使用済み電解槽 13 の廃棄は、開閉弁 57 を密閉容器 30 から取外し、分離液導管 56 を中間部で切断して固液分離フィルタ 53 と分断する。

その際、吸着フィルタ 42 も同様に廃棄と交換を要するが、吸着フィルタ 42 は密閉容器 30 内に配置されているため、電解槽 13 と同時期に廃棄し交換する。

【0056】

また、リード線 32 を切断して電極 33 やスイッチ 34 と一緒に再利用を図り、pH セ

10

20

30

40

50

ンサ４３も同様に再利用を図るようにしている。

更に、トラップ管３８の中間部を切断し、吸引ポンプ４０とその吐出管の再利用を図るとともに、給水管２８の端部を切断し、開閉弁２９，２６と給水管２８の残部の再利用を図るようにしている。

【００５７】

このようにして、使用済み電解槽１３の周辺部材を取外して円筒状に形成し、その密閉容器３０の内部に陰極３１と多数の析出部材３６、これらに析出した放射性物質を含む金属イオン、捕集器３５と分離液３７の残液、吸着フィルタ４２、安全弁７２を残置させて、電解槽１３を立位姿勢で積み重ね、これをコンクリート製の安全な保管設備６７に保管するようにしている。この状況は図１１および図１２のようである。

10

【００５８】

一方、使用済み電解槽１３を撤去後、新規の電解槽１３を除染車両９の同位置に絶縁処理して設置し、固液分離フィルタ５３に一端を接続した分離液導管５６の他端を開閉弁５７に接続し、またトラップ管３８の一端を密閉容器３０内に装着し、この他端を吸引ポンプ４０に接続し、その吐出管を新規なガスポンベ４１に差し込む。

更に、陰極３１の上端部にリード線３２を接続し、この他端を密閉容器３０に接続し、ｐＨセンサ４３を密閉容器３０に取付けて、交換するようにしている。

【００５９】

また、水素ガスを充填したガスポンベ４１を保管する場合は、前記保管設備６７と同様な保管設備６９を設け、該設備６９内にガスポンベ４１を図１３のように横積み状態で保管するようにしている。この場合、ガスポンベ４１の口元部に常時は閉弁可能なバルブ（図示略）が設けられ、充填した水素ガスの漏洩を防止している。

20

この他、図中、７０，７１は除染車両９の車体下部に設けた給水管２７，２８用の給水ポンプである。

【００６０】

このように構成した土壤等の除染方法および土壤等の除染システムは、除染車両９を要し、該除染車両９は従来のパキウムカーを改良し、その車体に分離槽１０と給水タンク１２、電解槽１３と二酸化炭素を充填したガスポンベ１４、土壤や草木、田畑の滞留水等を吸引可能な吸入ポンプ１５と、固液分離フィルタ５３、土壤活性剤６５、吸着フィルタ４２等を搭載している。この状況は図２，３のようである。

30

【００６１】

このうち、分離槽１０は開蓋可能な箱形の容器で構成し、その上部に吸入ホース１１を捲回可能な円筒状のリール１６を回動可能に設け、該リール１６はリコイルバネ（図示略）を介して反時計方向へ回動可能に付勢し、その周面に吸入ホース１１を捲回可能にする。そして、汚染土壤の吸引時に吸入ホース１１を外側へ引き出し、その引張り力によってリール１６を図３上時計方向へ回動し、吸入ホース１１を繰り出し可能にする。

【００６２】

前記吸入ホース１１の一端は分離槽１０の内部に連通し、その他端部で吸引した汚染土壤１７を分離槽１０内に導入し、その基端部側に開閉弁１８を設け、他端部に異物吸い込み防止用のフィルタ１９を設ける。

40

前記給水タンク１２は開蓋可能な箱形の容器に構成して、前記分離槽１０に隣接して配置し、その内部に前記分離槽１０と電解槽１３に供給可能な一定量の清浄な水２４を収容可能にする。

前記給水タンク１２の底部に開閉弁２５，２６を設け、これらに給水管２７，２８の一端を接続し、このうち給水管２７の他端を分離槽１０内の上部に配管し、給水管２８の他端を電解槽１３の底部に設けた開閉弁２９に接続し、これらの給水管２７，２８に給水ポンプ７０，７１を配置する。

【００６３】

前記電解槽１３はステンレス鋼板製の円筒状の密閉容器３０を備え、その容積を約１．８Ｌに構成していて、表面に鉛を被覆して放射線を遮蔽可能にし、かつ車体や隣接部材に

50

対し絶縁可能に設置する。そして、前記電解槽 13 を除染車両 9 の荷台の前部スペースに、ガスポンベ 14 や給水タンク 12 と隣接して配置する。

前記密閉容器 30 は中央に棒状の陰極 31 を貫通して垂直に配置し、該陰極 31 と陽極である密閉容器 30 とにリード線 32 を配線し、該リード線 32 に DC 電源 33 とスイッチ 34 を接続する。

【0064】

前記陰極 31 の下端部を密閉容器 30 の底部の直上に配置し、該密閉容器 30 内の陰極 31 の中高位置に水素ガスを捕集する円筒状の捕集容器 35 を配置する。前記捕集容器 35 は一端を開口した深底の円筒状に形成し、その開口部を下向きにして密閉容器 30 内に配置する。

10

また、密閉容器 30 内の上部に吸着フィルタ 42 を取付け、該フィルタ 42 に分離液導管 56 を接続し、その下端部を密閉容器 30 内の底部直上に配置するとともに、密閉容器 30 内の上部に安全弁 72 を取り付け、その排出管 73 を容器 30 の外部に開口する。

更に、前記捕集容器 35 の内側に、多数の析出部材 36 を陰極 31 を圍繞して近接して配置し、これらを陰極 31 に電氣的に接続し、かつ各析出部材 36 を電解時に分離液 37 中に没入させる。

【0065】

前記捕集容器 35 内の上部で分離液 37 の液面上に、トラップ管 38 の一端を配置し、該管 38 の他端を捕集容器 35 と密閉容器 30 を貫通して外部の水素ガス充填装置 39 に接続する。

20

前記水素ガス充填装置 39 は吸引ポンプ 40 と、水素ガスを充填可能なガスポンベ 41 を備え、該ポンベ 41 の口元部に常時は閉弁しトラップ管 38 の端部を着脱可能な開閉バルブ（図示略）を設け、該水素ガス充填装置 39 を電解槽 13 に隣接して配置する。

【0066】

前記ガスポンベ 14 を電解槽 13 に隣接して立設して配置し、その上端部に開閉弁 44 を設け、該開閉弁 44 にガス導管 45 を接続し、該ガス導管 45 の他端を分離槽 10 の底部に設けた開閉弁 46 に接続する。

前記ガス導管 45 に三方弁 47 を介挿し、該三方弁 47 にガス導管 48 の一端を接続し、この他端を電解槽 13 の下部周面に接続し、二酸化炭素を給水タンク 12 や電解槽 13 へ選択的に供給可能にする。

30

前記分離槽 10 は給水後、ガスポンベ 14 からガス導管 45 を介して二酸化炭素を供給可能にし、この二酸化炭素によって放射性セシウムの溶離溶媒として、所定酸性濃度の炭酸水（ H_2CO_3 ）49 を作製可能にする。

【0067】

前記分離槽 10 の底部に開閉弁 51 を設け、該開閉弁 51 に固液導管 52 の一端を接続し、該導管 52 の他端を縦長筒状の固液分離フィルタ 53 に接続する。

前記固液分離フィルタ 53 を垂直に配置し、その内部に備えた回転筒（図示略）の内部に遠心分離機（図示略）を有し、前記分離槽 10 から導入される固液成分のうち、土壌 17 を回転筒の外側へ移動し、セシウムイオンやトリチウム水が混在する炭酸水 49 を含む軽い汚染流体を回転筒の内側へ移動して、これらを固液分離可能にする。

40

【0068】

このように前記除染車両 9 は、分離槽 10 と給水タンク 12、電解槽 13 とガスポンベ 14 と、吸入ポンプ 15 と固液分離フィルタ 49、分離槽 10 の上部に捲回可能にした吸入ホース 11 等を合理的かつコンパクトに配置しているから、その小形化と軽量化、並びに低廉化を図れ、山間の棚田や里地の狭隘な農道へも移動でき、その機動性を発揮して土壌 17 の採取に重機を要することなく前記搭載機材で一連の除染作業を行なえる。

【0069】

次に、前記除染車両 9 によって放射性物質で汚染された汚染土壌 17 と汚染水 4 を除染する場合は、現地で清浄な水 24 を調達できない場合があるため、予め給水タンク 12 に所定量の清浄な水 24 を収容し、併せて分離槽 10 にも所定量の水 24 を収容し、この除

50

染車両 9 を除染対象地 1 の田畑 3 や水田 5、山林や休耕地、湖沼へ移動し、隣接する農道 8 等に停車する。この状況は図 1 のようである。また、除染作業前の分離槽 10 と給水タンク 12、電解槽 13、吸入ポンプ 15 の状況は図 5 のようである。

【0070】

そして、除染作業開始時、ガスポンベ 14 に充填した二酸化炭素を、ガス導管 45 を介して分離槽 10 の水 24 中へ送り込み、攪拌装置 50 を駆動して二酸化炭素と水 24 を攪拌し、pH センサ 42 を基に所定酸性濃度の炭酸水 49 を作製する。実施形態では炭酸水 49 の酸性濃度を pH 3 ~ 6 に設定している。

この場合、二酸化炭素は大気圧ないしそれ以上に加圧され、これが水 24 に溶解するから、その溶解度が促され、炭酸水 49 の酸性濃度の上昇を促す。また、実施形態ではセシウムの溶離溶媒として、二酸化炭素と水 24 によって弱酸性の炭酸水 49 を使用しているから、高価で取り扱いが危険な硝酸等の強酸を要することなく、後述の除染作業を安全に行なえる。

【0071】

こうして炭酸水 49 の作製後、吸入ホース 11 を分離槽 10 から繰り出し、吸入ホース 11 を作業員 66 が保持して所定の除染作業位置へ移動する。また、これと前後して吸入ポンプ 15 を駆動し、その切換えレバー 63 を吸入位置に切換え、通気管 61 と連通管 62 によって分離槽 10 内の空気を吸い出し、吸入ホース 11 の先端から吸引可能にする。この状況は図 6 のようである。

【0072】

このような状況の下で、吸入ホース 11 の先端を汚染された田畑 3 の表土 2 の直上に位置付け、また水田 5 や湿地帯の場合は汚染水 4 中に没入させ、直下の汚染土壌 17 や汚染水 4 および汚染水 4 に混在したトリチウム水を吸引する。この状況は図 1 および図 4 (a)、(b) のようである。

そして、吸入ホース 11 の先端から汚染水 4 やトリチウム水、汚染土壌 17 を吸引し、これらが吸入ホース 11 に導かれて分離槽 10 へ移動する。この状況は図 6 のようである

【0073】

前記吸引された土壌 17 や汚染水 4、トリチウム水等は混在して吸入ホース 11 に導かれて分離槽 10 の上部へ移動し、該ホース 11 の開口端から分離槽 10 内の炭酸水 49 中に落下して没入する。この状況は図 6 のようである。

このため、土壌 17 や汚染水 4 に付着ないし沈着した放射性セシウムイオンが炭酸水 49 に洗浄されて溶出し、該イオンが土壌 17 や汚染水 4 から分離して炭酸水 49 中に混在する。

この場合、土壌 17 や汚染水 4 の導入に伴って、炭酸水 49 の酸性濃度が徐々に低下するから、その変化を pH センサ 42 で確認し、必要に応じてガスポンベ 14 から二酸化炭素を供給して、酸性濃度を一定に維持する。

【0074】

この後、汚染土壌 17 や汚染水 4 を所定量吸引して一旦吸引を停止し、それらを分離槽 10 で所定時間攪拌し、炭酸水 49 にセシウムイオンを十分に溶出させたところで、開閉弁 18 を開弁し、吸入ホース 11 をリール 16 に捲回して巻き戻し、汚染土壌 17 や汚染水 4 の吸引作業を一時終了する。

【0075】

次に、開閉弁 51 を開弁し、切換えレバー 63 を吸入位置から排出位置に切換える。

このようにすると、通気管 61 から大気が入り、これがループ管 58、59 を経て連通管 52 へ送り出され、分離槽 10 内の上部から吹き出されて分離槽 10 を加圧する。

このため、汚染土壌 17 や汚染水 4、トリチウム水が分離したセシウムイオンと共に開閉弁 51 から固液導管 52 へ送り出され、これらの固液成分が固液分離フィルタ 53 に導入される。

【0076】

前記固液分離フィルタ 53 は、切換えレバー 63 の切換え操作と前後して遠心分離機が

10

20

30

40

50

始動し、その回転筒に前記固液成分が導入され、それらの比重差によって汚染土壌 17 が回転筒の外側へ移動し、前記土壌 17 を含まない炭酸水 49 が回転筒の内側へ移動して、これらが固液分離される。その際、土壌 17 に付着した炭酸水 49 は、遠心分離作用によって放射性セシウムイオンと一緒に土壌 17 から分離する。

したがって、放射性セシウムイオンの略全量とトリチウム水が炭酸水 49 と一緒に分離液 37 として分離液導管 56 へ送り出され、放射性セシウムイオンを含有しない土壌 17a が前記分離フィルタ 49 の下方へ沈降して堆積する。この状況は図 7 のようである。

【0077】

前記分離液 37 は分離液導管 56 に導かれて電解槽 13 上の吸着フィルタ 42 へ移動し、該フィルタ 42 で放射性物質、重金属等の金属イオンが吸着されて密閉容器 30 内に流下し、内部の陰極 31 と析出部材 36 を浸漬する。

10

こうして、分離液 37 を電解槽 13 に導入後、吸入ポンプ 15 の駆動を停止し開閉弁 57 を閉弁する。また、分離液 37 中の酸性濃度を pH センサ 43 で確認し、必要に応じて二酸化炭素を電解槽 13 に補給し、炭酸水 49 の酸性濃度を調整するとともに、電解槽 13 の外部に装着したヒータ（図示略）を発熱させて放射性セシウムイオンの電気泳動を促す。この状況は図 7 のようである。

【0078】

この後、スイッチ 34 を ON し、電極 30, 31 間を通電して分離液 37 を電気分解し、陽極である密閉容器 30 に酸素が発生し、陰極 31 に水素が発生する。

このうち、密閉容器 30 内の側面から酸素が発生し、その気泡が側壁に沿って上動し、捕集器 35 の上方スペースに移動して滞留する。その際、密閉容器 30 内の底面に絶縁被覆 30a が設けられているから、該絶縁被覆部 30a からは酸素が発生せず、水素を安全に捕集し得る。

20

こうして、捕集器 35 の上方スペースに酸素が所定圧滞留すると、安全弁 72 が自動的に作動して開弁し、前記酸素が排出管 73 を介して外部に放出される。

【0079】

また、前記発生した水素は、その気泡が陰極 31 や析出部材 36 に沿って分離液 37 中を浮上し、その液面上へ移動して捕集器 35 内に捕集される。

そして、前記水素の捕集に伴い捕集器 35 内の空気が押し出され、水素を一定濃度に濃縮したところで、吸引ポンプ 40 を始動し、捕集器 35 内の水素を吸引してトラップ管 38 に導き、これをトラップ管 38 の端部に装着したガスボンベ 41 に注入して充填する。この状況は図 8 のようである。

30

【0080】

一方、分離液 37 の電気分解によって、炭酸水 49 に溶出した放射性物質、重金属等の金属イオンが陰極 31 および周辺の析出部材 36 側へ電気泳動し、これらに析出して付着する。この場合、析出部材 36 は陰極 31 を囲繞して密集して配置されているから、前記金属イオン等を精密かつ確実に析出し、分離液 37 中の夾雑物を吸着して清浄化する。この状況は図 8 のようである。

【0081】

こうして、所定時間、水素をガスボンベ 41 に充填するとともに、放射性物質、重金属等の金属イオンを陰極 31 および析出部材 36 に析出すると、電解槽 13 内に所定量の放射性物質が蓄積し、該電解槽 13 の廃棄と交換を要する。

40

【0082】

そこで、吸入ポンプ 15 を駆動し、切換レバ - 63 を吸入位置へ切換え、開閉弁 18, 46 を閉弁するとともに、開閉弁 51, 57 を開弁して、分離槽 10 内の炭酸水 49 を含む泥水を連通管 62 を介して吸い出し、分離槽 10 内を負圧に形成する一方、電解槽 13 内の清浄な分離液 37 を分離液導管 56 に吸い出し、これを固液分離フィルタ 53 から固液導管 52 を経て分離槽 10 へ還流し、その有効利用を図る。この状況は図 10 のようである。

【0083】

50

一方、電解槽 1 3 内に配置した吸着フィルタ 4 2 が放射性物質、重金属等の金属イオンを吸着し、所定量の放射性物質が蓄積するため、使用済みの吸着フィルタ 4 2 を電解槽 1 3 と一緒に保管設備 6 7 に保管する。

また、所定量の水素を充填した充填済みのガスボンベ 4 1 をトラップ管 3 8 から抜き取り、これを保管設備 6 9 に保管する。

【 0 0 8 4 】

一方、前記固液分離によって固液分離フィルタ 5 3 に分離後の土壌 1 7 a が所定量貯留し、次期使用に支障が生ずる場合は、固液分離フィルタ 5 3 から土壌 1 7 a を回収する。

その場合は、排出弁 5 4 を開弁して土壌 1 7 a を排出管 5 4 から落下する。そして、回収した前記土壌 1 7 a を乾燥し、これに所定の土壌活性剤 6 5 を添加し、前記土壌 1 7 を改良ないし改質する。

前記土壌活性剤 6 5 としては、堆肥等の有機肥料、菌根菌、または窒素、燐、カリウムを含む種々の化学肥料を選択して使用し、これを前記土壌 1 7 a に添加して混合し、これを採取した田畑 3 に散布して戻す。この状況は図 4 (g) , (h) のようである。

【 0 0 8 5 】

実施形態では前記土壌活性剤 6 5 として、消火器の消火剤の未使用期間経過後の第一リン酸アンモニウム若しくは硫酸アンモニウムを含有する粉末状の消火剤を使用し、これを親水化处理した肥料にして、その有効利用を図っている。

したがって、汚染土壌 1 7 を採取した田畑 3 は、改良ないし改質された土壌 1 7 a が散布されて原状以上の土壌を回復し肥沃になるから、汚染土壌を単に除染し元の田畑 3 へ戻す場合に比べ、農業を速やかに再開し得る。

【 0 0 8 6 】

一方、分離槽 1 0 に清浄な分離液 3 7 を還流し、必要に応じて給水タンク 1 2 内の新規な水 2 4 を分離槽 1 0 へ補給し、ガスボンベ 1 4 から二酸化炭素を供給して炭酸水 4 9 を作製したところで、吸入ホース 1 1 を繰り出し吸入ポンプ 1 5 を駆動して、汚染土壌 1 7 や汚染水 4 およびこれに混在したトリチウム水の吸引ないし採取を再開する。

【 0 0 8 7 】

そして、前述と同様に汚染土壌 1 7 や汚染水 4 、トリチウム水等を分離槽 1 0 に導入し、それらの放射性物質を含む金属イオンを炭酸水 4 9 に溶出させ、この固液分離液を固液分離導管 5 6 を介して固液分離フィルタ 5 3 に導入し、該フィルタ 5 3 で土壌 1 7 a と放射性物質、金属イオンを含む溶離溶媒を固液分離し、分離した土壌 1 7 a を固液分離フィルタ 5 3 に貯留し、放射性物質、金属イオン、炭酸水 4 9 を含む分離液 3 7 を吸着フィルタ 4 2 に導き、分離液 3 7 中の放射性セシウム、重金属等を吸着する。

【 0 0 8 8 】

このように実施形態では、電解槽 1 3 内に分離液 3 7 の残液と、陰極 3 1 や析出部材 3 6 に析出した放射性物質と金属イオン、吸着フィルタ 4 2 と安全弁 7 2 等を、一括して保管するから、これらを解体して個々に保管する場合に比べ、これを合理的でコンパクトかつ安全に保管し得るとともに、放射線被爆による事故を未然に防止し得る。

【 0 0 8 9 】

一方、使用済み電解槽 1 3 を撤去後、新規の電解槽 1 3 を除染車両 9 の同位置に絶縁処理して設置し、固液分離フィルタ 5 3 に分離液導管 5 6 の一端を接続し、この他端を開閉弁 5 7 に接続し、またトラップ管 3 8 の一端を密閉容器 3 0 内に配置し、この他端を吸引ポンプ 4 0 に接続し、その吐出管を新規なガスボンベ 4 1 に挿入する。

更に、陰極 3 1 の上端部にリ - ド線 3 2 を接続し、この他端を密閉容器 3 0 に接続し、pH センサ 4 3 を密閉容器 3 0 に取付けて交換する。このように電解槽 1 3 の交換に際しては、放射性物質で汚染されていない部材を再利用しているから、これを合理的かつ安価に交換し得る。

【 0 0 9 0 】

また、水素を充填したガスボンベ 4 1 を保管設備 6 9 に安全に保管する。この状況は図 1 3 のようである。この場合、水素に微量混在するリチウムは、半減期が 1 2 . 3 2 年で

10

20

30

40

50

比較的短いから、半減期経過前は嚴重に保管し、半減期経過後はヘリウム3 (^3He) に変わるため、これを再利用し、または大気へ放出することが可能になる。

【0091】

このように実施形態では、除染車両9を汚染対象地1へ移動し、該汚染対象地1において汚染土壌17や汚染水4を採取し、その汚染土壌17や汚染水4を除染車両9に搭載した設備によって速やかに除染し、除染した土壌17aを改質して元の田畑3へ戻し、これら一連の除染作業を汚染対象地1で行なえるから、この種の除染作業を能率良く速やかに行なえ、農耕を速やかに再開し得るとともに、汚染土壌17の減容化を図れる。

しかも、実施形態では汚染された土壌17に限らず、汚染された水4が存在する水田5や湿地帯の除染にも適用し得るから、これを広域に亘って採用し得る実用的な効果がある

10

【0092】

また、この実施形態では放射性セシウムの他に、汚染対象地1から採取した汚染水4に混在するトリチウム水を土壌17と固液分離し、その分離液37を電解槽13で電気分解して発生した水素を捕集し、これをトラップしてガスボンベ41に充填し、水素に微量存在するトリチウムをガスボンベ41に封入して、保管設備67に安全に保管するから、トリチウムによる被爆を防止することができる。したがって、トリチウムの内部被爆によるDNAの破壊と、遺伝子の故障による癌発症の不安を払拭することができる。

【0093】

更に、この実施形態では使用済みの電解槽13や吸着フィルタ42と、分離液37の残液を密閉容器30に封じ込め、これらを安全に保管するから、電解槽13や吸着フィルタ42からの放射線被爆を防止し、これらを合理的かつ安全に保管することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0094】

このように本発明の土壌等の除染方法および土壌等の除染システムは、例えば放射性物質に汚染された田畑等の土壌や水を現地で確実に速やかに除染し、精密な除染と除染の能率向上を図るとともに、除染後の土壌に土壌活性剤を添加して土壌を改良し、これを元の田畑に速やかに戻して農耕の再開を促す一方、土壌に付着ないし沈着した放射性物質を土壌から精密に分離・濃縮し、汚染土壌の減容化と放射性物質の安全な処理を図るとともに、放射性セシウムやトリチウムの除染を実現し、トリチウムの内部被爆による不安を払拭するとともに、除染装置の合理的かつ安全な廃棄処理を実現し得るようにしている。

30

【符号の説明】

【0095】

1	除染対象地
4	汚染水
9	除染車両
10	分離槽
12	給水タンク
13	電解槽
14	二酸化炭素ガスボンベ
15	吸引ポンプ
17	汚染土壌（除染対象物）
17a	除染土壌

40

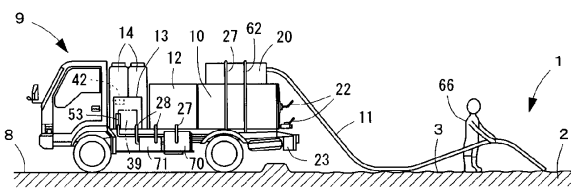
【0096】

30	密閉容器
30a	絶縁被覆
31	陰極
35	捕集器
36	析出部材
37	分離液
39	水素ガス充填装置

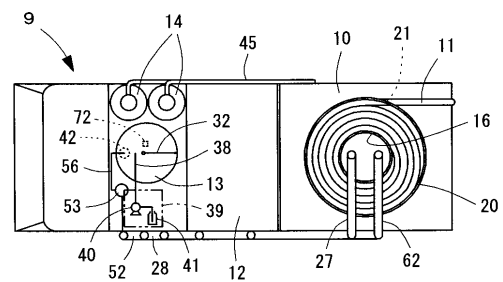
50

- 4 1 ガスポンベ
- 4 2 吸着フィルタ
- 4 9 溶離溶媒（炭酸水）
- 5 3 固液分離フィルタ

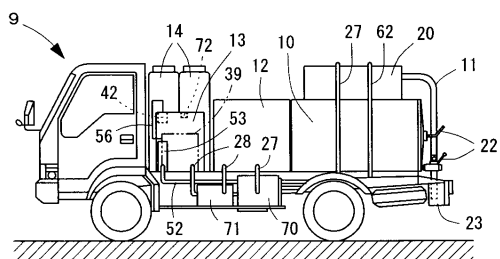
【図 1】



【図 3】

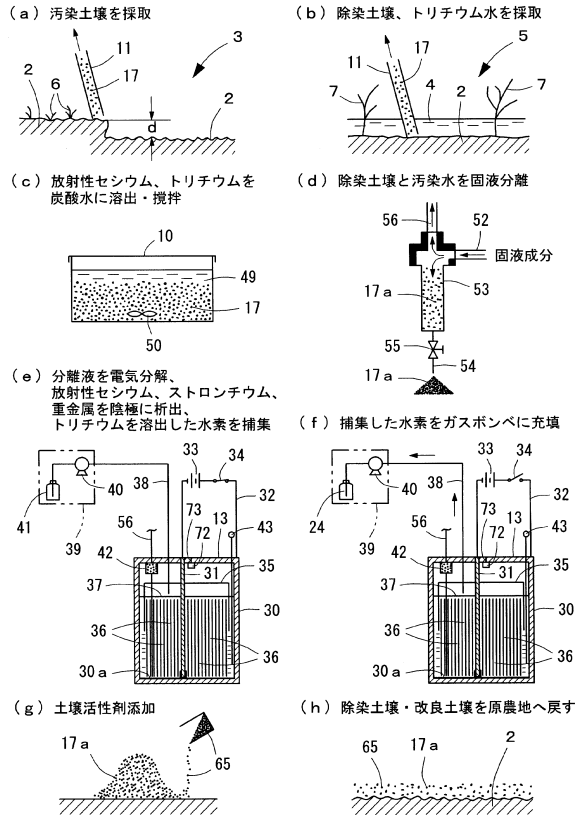


【図 2】



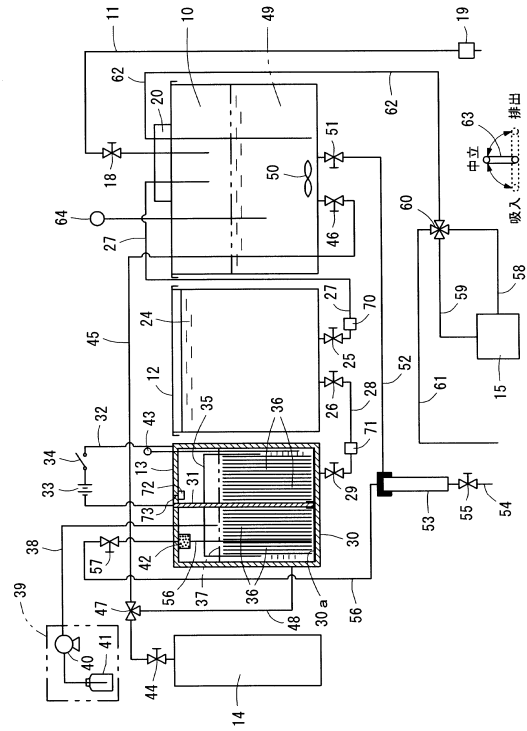
【図 4】

本発明の土壌の除染作業手順



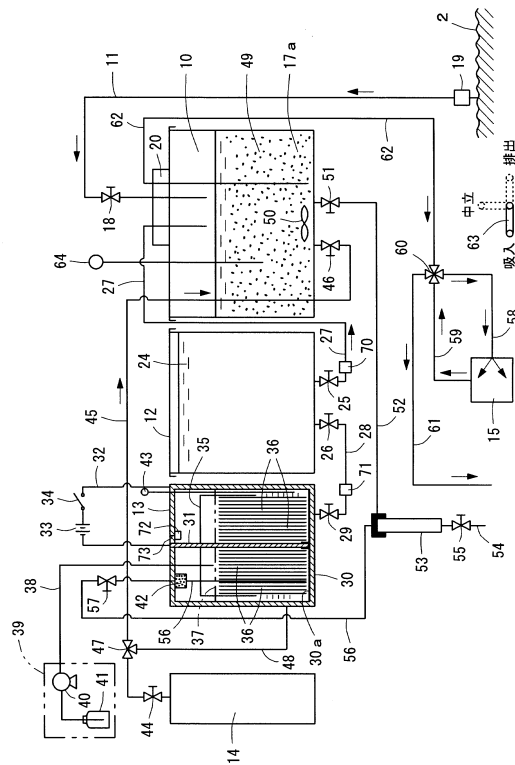
【図 5】

汚染土壌および汚染水の導入前



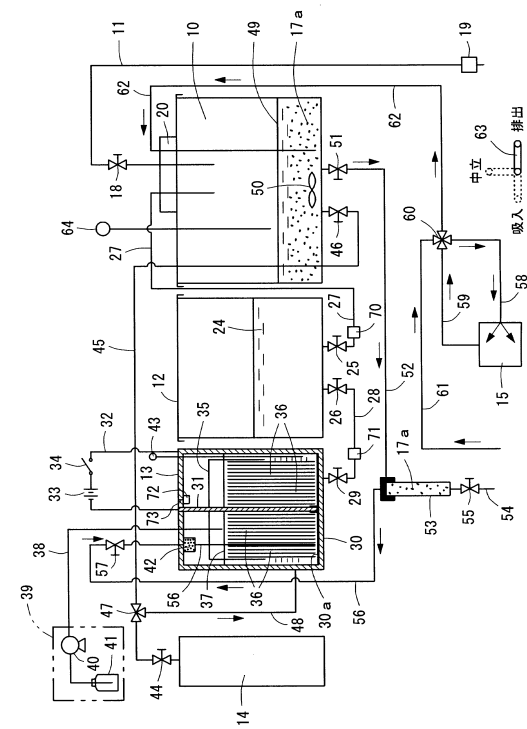
【図 6】

炭酸水作成・汚染土壌および汚染水の導入・セシウム分離



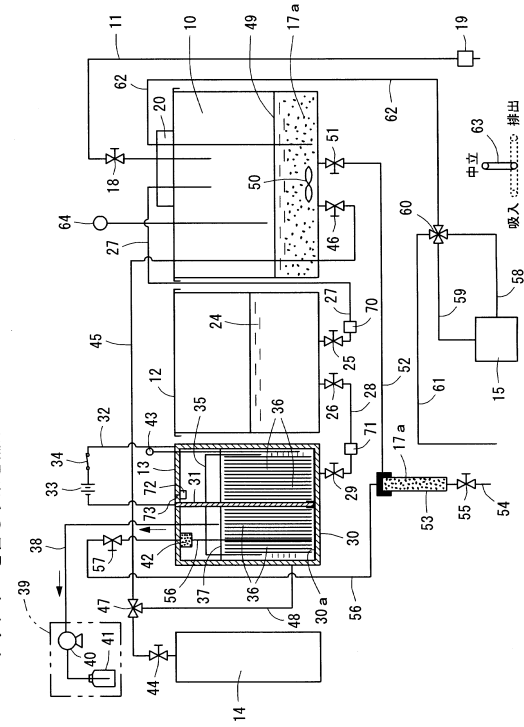
【図 7】

セシウム分離後・炭酸水と汚染土壌を固液分離・分離液を電解槽へ導入



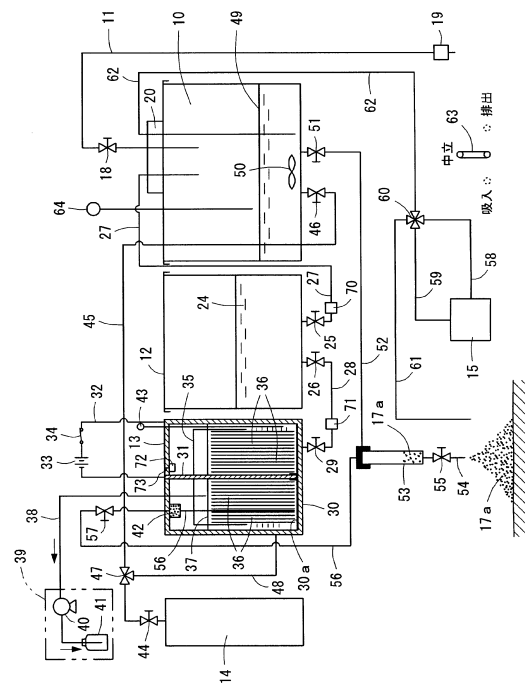
【図 8】

電解槽で分離液を電解・セシウムイオン、金属イオン等を陰極に析出・トリチウムを含む水を捕集・トラップ



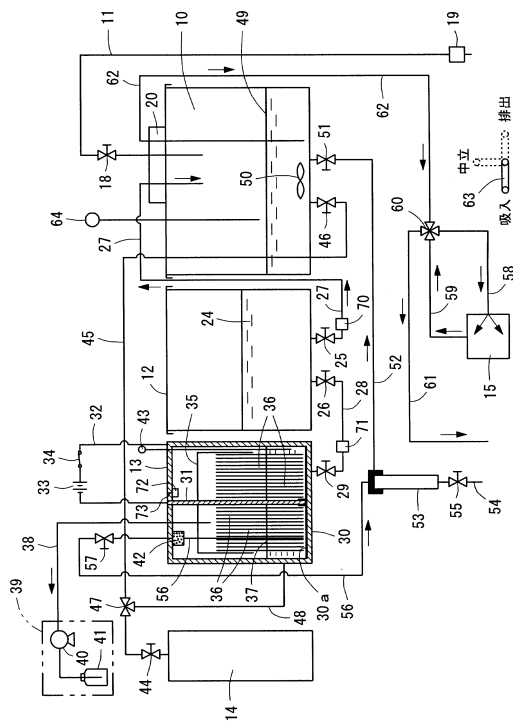
【図 9】

除染土壌を回収・水をガスポンプに充填



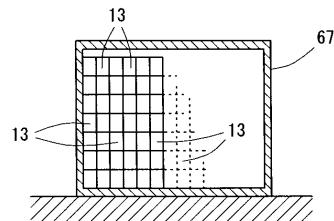
【図 10】

電解後、清浄な分離液を分離槽へ返還



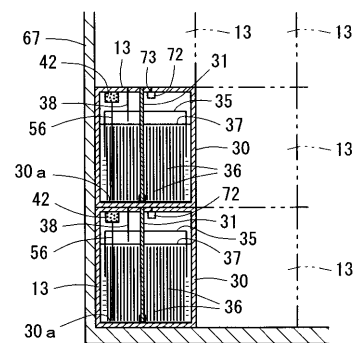
【図 11】

使用済み電解槽の保管



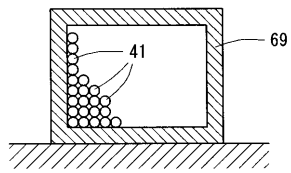
【図 12】

使用済み電解槽の保管



【図 13】

水素充填ガスポンベの保管



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	G 2 1 F	9/02	5 6 1 A
	G 2 1 F	9/28	5 2 1 A

審査官 藤原 伸二

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 4 1 0 6 6 (J P , A)
 特開昭 5 8 - 1 1 3 7 9 7 (J P , A)
 特開平 0 2 - 0 4 7 5 9 8 (J P , A)
 特開昭 5 7 - 0 7 6 5 0 0 (J P , A)
 米国特許第 6 1 9 0 5 3 1 (U S , B 1)
 放射性物質 (トリチウム・セシウム・ストロンチウム) の流出量の評価 , [online] , 日本 , 東京
 電力株式会社 , 2 0 1 3 年 8 月 2 1 日 , U R L , http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/images/handouts_130821_13-j.pdf
 福島第一原子力発電所のトリチウムの状況について , [online] , 日本 , 東京電力株式会社 , 2 0
 1 3 年 4 月 2 6 日 , p.1-4 , U R L , http://www.tepco/nu/fukushima-np/roadmap/images/c130426_06-j.pdf

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 2 1 F	9 / 2 8
G 2 1 F	9 / 0 6
G 2 1 F	9 / 1 2
G 2 1 F	9 / 0 2
B 0 9 B	1 / 0 0 - 5 / 0 0
B 0 9 C	1 / 0 0 - 1 / 1 0