明　細　書

発明の名称 ： 放射能除染装置及び除染方法

技術分野

[0001] 本発明は、放射性物質が付着した放射能汚染物質から放射能を効率よく低減することが可能な放射能除染装置及び除染方法に関する。

背景技術

[0002] 原子力発電所の事故等により、ヨウ素１３１、セシウム１３７、ストロンチウム９０等の放射性物質が地上に広く落下することがある。これらの放射性物質のうち例えばセシウム１３７は、半減期が約30年と長いことから、単に洗い流すだけでは環境全体としての放射能を低減することができず、除染が難しいという問題があった。

ところが、最近において、光合成細菌を散布することで、その土地や物品の放射能を低減する放射能除染方法が開発されている（例えば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１３－１３０５７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記放射能除染方法においては、光合成細菌を単に散布するだけであることから、落ち葉や麦藁等が厚く堆積している場合や、廃棄物として山のように積み重ねられたものに対しては内部まで十分に放射能を低減することが難しいという問題がある。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、除染対象の放射能汚染物質全体の放射能を効率良く低減することができる放射能除染装置を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、請求項１に記載の発明は、放射性物質が付着し

た放射能汚染物質の放射能を低減する放射能除染装置であって、前記放射能汚染物質を撹拌する撹拌容器と、この撹拌容器の下方に配置され前記撹拌された放射能汚染物質を排出する排出用フィーダとを備えてなり、前記撹拌容器には、当該撹拌容器内に投入された前記放射能汚染物質の上方から当該放射能汚染物質に光合成細菌を有する水溶液を散布するノズルが設けられていることを特徴としている。

[0007] 請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の発明において、前記光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかであることを特徴としている。

[0008] 請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の発明において、前記撹拌容器は、酸素飢餓状態に保持可能になっていることを特徴としている。

[0009] 請求項４に記載の発明は、請求項１～３の何れかに記載の発明において、前記放射能汚染物質は、熱分解炉で炭化した後の炭化放射能汚染物質であることを特徴としている。

[0010] 請求項５に記載の発明は、請求項４に記載の発明において、前記熱分解炉は、前記放射能汚染物質を密閉した状態で撹拌しながら加熱する加熱容器を備えていることを特徴としている。

[0011] 請求項６に記載の発明は、請求項４又は５に記載の発明において、前記熱分解炉で発生した排気を導入し、当該導入した排気を、水がシャワー状に降り注ぐ第１空間内及び多孔質材が存在する第２空間内に順次通すことにより、当該排気から放射性物質を除去すると共に臭気を除去する脱臭装置を備えていることを特徴としている。

[0012] 請求項７に記載の発明は、請求項６に記載の発明において、前記脱臭装置から排出された排気を導入し、当該導入した排気を水中に通した後、脱煙フィルタに通すことにより、当該排気から煙状の微粒子を除去する脱煙装置を備えていることを特徴としている。

[0013] 請求項８に記載の発明は、放射性物質が付着した放射能汚染物質の放射能を低減する放射能除染方法であって、放射能汚染物質に光合成細菌を有する水

溶液を散布しながら当該放射能汚染物質を所定時間撹拌し、その撹拌した後の放射能汚染物質を容器に詰めて所定時間保存することにより、当該放射能汚染物質の放射能を低減することを特徴としている。

[0014] 請求項９に記載の発明は、請求項８に記載の発明において、前記光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかであることを特徴としている。

[0015] 請求項１０に記載の発明は、請求項８又は９に記載の発明において、前記放射能汚染物質の撹拌及び保存は、酸素飢餓状態で行われることを特徴としている。

[0016] 請求項１１に記載の発明は、請求項８～１０の何れかに記載の発明において、前記放射能汚染物質は、炭化処理した後の炭化放射能汚染物質であることを特徴としている。

発明の効果

[0017] 請求項１に記載の発明によれば、放射能汚染物質を撹拌する撹拌容器と、この撹拌容器内に投入された放射能汚染物質の上方から当該放射能汚染物質に光合成細菌を有する水溶液を散布するノズルを備えているので、光合成細菌を放射能汚染物質内に均等に分散させることができる。従って、放射能汚染物質の量が多い場合でも、光合成細菌により、放射能汚染物質に付着した放射性物質の放射能をむらなく効率的に低減することができる。

[0018] また、放射能汚染物質を撹拌して光合成細菌を均等に分散させた直後においては当該放 射能汚染物質の放射能がまだ強い状態にあるが、当該放射能汚染物質については撹拌容器の下方に備えた排出用フィーダにより、直接触れることなく安全に取り出して、例えば保存用の容器に詰めることができる。このようにして容器に保存された放射能汚染物質の放射能は、その後の光合成細菌の作用により、保存開始時３５００ベクレム／Ｋｇであったものが、２月以内で８１ベクレム／Ｋｇとなる測定結果が得られている。即ち、２月以内で、一般食品の基準値である１００ベクレノレ／Ｋｇ未満に下げることができるという顕著な効果がある。

[0019] 請求項２に記載の発明によれば、光合成細菌として、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかを用いており、一般に入手が容易で低価格の光合成細菌を用いていることから、放射能の除染に要するコストを低減する上で有用である。なお、光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかであるから、これらの光合成細菌を一種類又は二種類以上含むものであってもよい。なお、光合成細菌の中で特に放射能の低減能力が高いものは、紅色非硫黄細菌である。

[0020] 請求項３に記載の発明によれば、撹拌容器が酸素飢餓状態に保持可能になっているので、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌のような嫌気性菌にとっては、生存に艮好な環境を維持することができ、放射能の除染効果を高める上で有利である。なお、酸素飢餓状態は、撹拌容器から空気を吸引する吸引手段（例えば真空ポンプ）や、撹拌容器に対して窒素、二酸化炭素、水蒸気等の酸素を含まない気体（雰囲気ガス）を供給する雰囲気ガス供給手段を設けることにより可能である。

[0021] 請求項４に記載の発明によれば、放射能汚染物質が熱分解炉で炭化した後の炭化放射能汚染物質であるので、当該放射能汚染物質について、密度及び放射能の強度を高めた状態で、光合成細菌により除染を行うことができる。従って、極めて効率よく放射能汚染物質の放射能を低減することができる。

[0022] 請求項５に記載の発明によれば、熱分解炉が放射能汚染物質を密閉した状態で撹拌、加熱する加熱容器を備えているので、その熱分解による炭化の際に生じた気体が排気となって、放射性物質と共に、大気中に飛散するのを防止することができる。

[0023] 請求項６に記載の発明によれば、熱分解炉で発生した排気を導入し、当該排気をシャワー状の水が降り注ぐ第１空間内に通した後、当該排気を多孔質材が存する第２空間内に通すことにより、当該排気に含まれる放射性物質を当該排気から除去することができると共に、当該排気から臭気を除去することができる。従って、熱分解炉で発生した排気と共に、放射性物質や臭気が大気中に排出されるのを防止することができる。なお、シャワーの水に含まれ

ることになった放射性物質や、多孔質材に付着した放射性物質については、光合成細菌によって容易に放射能を低減することができる。

[0024] 請求項７に記載の発明によれば、脱臭装置から排出された排気を導入し、当該排気を水中に通した後、脱煙フィルタに通すことにより、当該排気から煙状の微粒子を除去する脱煙装置を備えているので、熱分解炉で発生した排気に含まれる煙等の微細な粉塵も除去した上で、当該排気を大気中に排出することができる。

[0025] 請求項８に記載の発明によれば、放射能汚染物質に光合成細菌を有する水溶液を散布しながら当該放射能汚染物質を所定時間撹拌し、その撹拌した後の放射能汚染物質を容器に詰めて所定時間保存するという方法を採用しているので、極めて簡単に当該放射能汚染物質から放射能を除去することができる。

[0026] 請求項９に記載の発明によれば、光合成細菌として、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかを用いているので、放射能の除染コストを低減する上で有効である。

[0027] 請求項１０に記載の発明によれば、放射能汚染物質の撹拌及び保存が酸素飢餓状態で行 われることから、嫌気性菌としての紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかの光合成細菌の環境を良好に維持することができる。従って、放射能の低減効果の向上を図ることができる。

[0028] 請求項１１に記載の発明によれば、放射能汚染物質が炭化処理した後の炭化放射能汚染 物質であるので、密度及び放射能強度の高い状態の放射能汚染物質に対して光合成細菌による放射能の除染を行うことができる。従って、極めて効率よく放射能汚染物質の放射能の強度を下げることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の一実施形態として示した放射能除染装置を示すブロック図である。

[図2]同放射能除染装置における熱分解炉を示す要部破断正面図である。

[図3]同放射能除染装置における脱臭装置を示す腰部破断正面図である。

[図4]同放射能除染装置における脱煙装置を示す腰部破断正面図である。

[図5]同放射能除染装置における撹拌容器、排出用フィーダ及びノズルを示す腰部破断正面図である 。

[図6]同放射能除染装置における撹拌容器、排出用フィーダ及びノズルを示す図であって、図５のVI－VI線に沿う断面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 本発明の放射能除染装置の一実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0031] この実施形態で示す放射能除染装置は、図１に示すように、放射能汚染物質Ａを炭化処理する熱分解炉１と、熱分解炉１で生じた排気中からタール成分を除去するタール除去装置１５と、このタール除去装置１５から排出された排気を導入してその排気から放射性物質及び臭気を除去する脱臭装置２と、この脱臭装置２から排出される排気を導入してその排気から煙状の微粒子を除去する脱煙装置３と、熱分解炉１で炭化処理後の炭化放射能汚染物質Ｂを投入して撹拌しながら光合成細菌と混合する撹拌混合装置４とを備えた構成になっている。

[0032] 熱分解炉１は、図２に示すように、放射能汚染物質Ａを密閉した状態で撹拌しながら加熱する加熱容器１１を備えている。即ち、加熱容器１１は、第１処理部１１ａ、第２処理部１１ｂ及び第３処理部１１ｃに区画されており、第１処理部１１ａに放射能汚染物質Ａの投入口部１１ｄが設けられ、第３処理部１１ｃに排出口部１１ｅが設けられている。また、加熱容器１１には、投入された放射能汚染物質Ａを撹拌しながら順次第１処理部１１ａから第３処理部１１ｃに移送する撹拌手段１２が設けられている。撹拌手段１２は、モータ１２ａによって回転駆動されるようになっている。なお、放射能汚染物質Ａとしては、汚染落葉、汚染稲ワラ、汚染防護服、汚染下水道汚泥等のように炭化によって減量可能なものが好ましい。

[0033] 加熱容器１１の外周面には、ヒータ１３が装着されている。このヒータ１３は、第１処理部１１ａにおいては放射能汚染物質Ａに対して主に水分を蒸発

させるべく機能し、第２処理部１１ｂにおいては放射能汚染物質Ａに対して主に乾燥及び加熱をさせるべく機能し、第３処理部１１ｃにおいては放射能汚染物質Ａに対して熱分解による炭化をさせるべく機能するようになっている。ヒータ１３の外側は断熱板１４によって覆われている。

[0034] タール除去装置１５は、加熱容器１１に隣接するようにして設けられている。このタール除去装置１５は、加熱容器１１で発生した排気をブロワ１５ａよって内部に導入した上で、その内部に配置された図示しない捕捉板で排気を冷却、凝縮させて液状のタールとして回収するようになっている。回収したタールは、排出管１５ｂから外部に排出可能になっている。

[0035] なお、図１において、１１ｆ及び １１ｇは点検口である。

[0036] 脱臭装置２は、図３に示すように、タール除去装置１５でタール成分が除去された後の排気を導入し、その排気を、水がシャワー状に降り注ぐ第１空間２１内及び多孔質材２２aが複数存在する第２空間２２ａ順次通すことにより、当該排気から放射性物質を除去すると共に臭気を除去するようになっている。

[0037] 水がシャワー状に降り注ぐ第１空間２１は、立設された複数の仕切板２１ａによって複数の部屋２１ｂに区画されており、各部屋２１ｂの天井部には水をシャワー状に噴出するシャワーヘッド２１ｃが設けられている。

[0038] 各仕切板２１ａには、その上端近傍又は下端近傍に開口部２１ｄが形成されており、その上端近傍に開口部２１ｄを有する仕切板２１ａと、下端近傍に開口部２１ｄを有する仕切板２１ａとが各部屋２１ｂを介して交互に配置されている。そして、各部屋２１ｂは、端近傍の開口部２１ｄよりやや上側の部分で多孔板２１ｅによって上下に仕切られた構造になっている。シャワーヘッド２１cから噴出した水は、多孔板２１ｅを通って、この多孔板２１ｅの下方に配置された貯水槽２１ｆに蓄えられるようになっている。また、タール除去装置 １５を介して導入された排気は、多孔板２１ｅを介して各部屋２１ｂの中を上下に移動し、かつ上端近傍又は下端近傍に開口部２１ｄを通って隣の部屋２１ｂに移動しながら、シャワーの水でたたかれて、その排気中

の放射性物質が水と共に貯水槽２１ｆに移行するようになっている。

[0039] 第１空間２１から第２空間２２に移動した排気は、その排気に含まれる放射性物質が多孔質材２２aに吸着されることになる。なお、多孔質材２２aは、吸着用鉱物であって特に放射性物質や有毒ガス等の吸着能力の高い泥岩が用いられている。また、図３において、２aはタール除去装置１５からの排ガスの導入口であり、２ｂは第２空間２２からの排気の排出口である。

[0040] 脱煙装置３は、図４に示すように、脱臭装置２の排出口２ｂから排出された排気を導入し、その導入した排気を水槽３１内の水中に通した後、フィルタ室３２の第１及び第２脱煙フィルタ部（脱煙フィルタ）３２ａ、３２ｂに順次通すことにより、当該排気から煙状の微粒子や放射性物質を除去するようになっている。最初に排気を通す第１脱煙フィルタ部３２ａは、内部に設けられた多数の多孔質材３２ｃによって微粒子、放射性物質、有毒ガス等を捕捉、吸着する機能を有する。一方、第２脱フィルタ部３２ｂは、繊維及び活性炭からなるフィルタ部材３２ｄを内部に複数備えており、このフィルタ部材３２ｄによって微粒子、放射性物質、有毒ガス等を捕捉、吸着する機能を有すようになっている。

[0041] なお、多孔質材３２ｃは、吸着用鉱物であって特に放射性物質や有毒ガス等の吸着能力の高い泥岩が用いられている。また、図４において、３ａは脱臭装置２からの排ガスの導入口であり、２ｂは第２脱煙フィルタ部３２ｂからの排気の排出口である。

[0042] 以上のように、熱分解炉１で発生した排気は、タール除去装置１５、脱臭装置２及び脱煙装置３を介して完全に無害化された状態で大気に放出されることになる。

[0043] 撹拌混合装置４は、図５及び図６に示すように、投入した炭化放射能汚染物質Ｂ を撹拌する撹拌容器４１と、この撹拌容器４１の下方に配置され、撹拌後の炭化放射能汚染物質Ｂを外部に排出する排出用フィーダ４２とを備えている。

[0044] 撹拌容器４１は、底面部４１ａが半円状の筒状に形成されており、その中央

部が更に下方に突出するように形成された膨出部４１ｂとなっている。この膨出部４１ａの底部も半円状の筒状に形成されている。また、撹拌容器４１の上部は、四角形状の開口部となっており、この開口部には蓋４１ｃが設けられている。この蓋４１ｃは、中央部に設けられた蝶番を介して開口部を半分ずつ開閉することが可能になっており、閉じた状態においては、当該開口部を閉塞して撹拌容器４１を密閉した状態に維持するようになっている。

[0045] また、撹拌容器４１には、投入された炭化放射能汚染物質Ｂを撹拌する撹拌手段４３が設けられている。撹拌手段４３は、回転軸４３ａと、この回転軸４３ａに軸方向に所定の間隔をおいて固定されたスポーク部４３ｂと、隣接する各スポーク部４３ｂにかけ渡すように設置された複数の撹拌プレート４３ｃとを備えた構成になっている。なお、スポーク部４３ｂは、十字状に形成された板状部材によって形成されている。このように構成された撹拌手段４３は、モータ４３ｄによって回転駆動されるようになっている。

[0046] 更に、撹拌容器４１には、当該撹拌容器４１内に投入された炭化放射能汚染物質Ｂの上方から光合成細菌を有する水溶液４４を散布するノズル４５が設けられている。このノズル４５は、撹拌手段４３の軸方向に所定の間隔をおいて複数（この実施形態では３つ）配置されている。光合成細菌としては、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかが用いられている。特に、紅色非硫黄細菌は、放射能の低減能力が高いことから、この実施形態において優先して使用されている。

[0047] そして、撹拌容器４１を安定的に保持するフレーム４６には、光合成細菌を有する水溶液４４を蓄えるためのタンク４７が設けられていると共に、このタンク４７に蓄えられた水溶液４４をノズル４５に供給するためのポンプ４８ａ、圧力制御弁４８ｂ及び流量制御弁４８ｃが設けられている。圧力制御弁４８ｂは、ノズル４５に供給する水溶液４４の圧力を調整することが可能になっている。この圧力制御弁４８ｂについては、手動調整可能なものであっても、電磁的に調整することにより自動制御可能なものであってもよい。流量制御弁４８ｃは、ノズル４５に供給する水溶液４５の流量を調整するこ

とが可能になっている。この流量制御弁４８ｃについても、手動調整が可能なものでも、電磁的に調整可能なものであってもよい。

[0048] 排出用フィーダ４２は、スクリュ軸によって構成されており、モータ４２ａで回転駆動することによって、撹拌容器４１内で光合成細菌と共に撹拌混合された炭化放射能汚染物質Ｂを当該撹拌容器４１の外に排出することが可能になっている。

[0049] 排出用フィーダ４２によって排出された炭化放射能汚染物質Ｂは、保存容器５に連続的に供給されることになる。保存容器５としては、例えばフレコンバックや、トンバックが用いられる。保存容器５は、光合成細菌によって炭化放射能汚染物質Ｂの放射能が所定の強さ （例えば１００ベクレル／Ｋｇ）に低下すまでの期間保存されることになる。

[0050] 次に、本発明の放射能除染方法の一実施形態について説明する。この放射能除染方法は、 炭化放射能汚染物質Ｂに光合成細菌を有する水溶液４４を散布しながら当該炭化放射能汚染物質Ｂを所定時間（約１０～４０分）撹拌し、その撹拌した後の炭化放射能汚染物質Ｂを保存容器５に詰めて所定時間（約１月半から２月）保存することにより、当該炭化放射能汚染物質Ｂの放射能を低減する方法である。

[0051] 次にこの発明の実験例を説明する。

１． 実験条件

（１） 実験日

（ｉ） 放射能汚染物質Ａの熱分解炉１への投入日

平成２５年１２月１６日

(ii) 撹拌混合装置４による炭化放射能汚染物質Ｂと光合成細菌との撹拌混合日

平成２５年１２月１７日

（１） 放射能汚染物質Ａの種類

福島県川俣地区の落葉

（２） 放射能汚染物質Ａの熱分解炉１への投入量

１１Ｋｇ

（３） 炭化放射能汚染物質Ｂの撹拌容器４１への投入量

（熱分解炉１からの排出量に相当）

２．２Ｋｇ

（４） 光合成細菌の水溶液の合計投入量

１．５ リットル

（５） 撹拌混合装置４における撹拌時間

３０分

（６） 撹拌混合後の炭化放射能汚染物質Ｂの保管条件

保存容器５としてのいわゆるフレコンバックに詰めて、雨にさらされない条件で保存した。

[0052] ２． 実験方法

上記炭化放射能汚染物質Ｂの放射能の強さについて、撹拌容器４１への投入前及び保存 容器５に投入後において測定した。保存容器５に投入後は、時間の経過をみて複数回測定した。

[0053] ３．実験結果

[表1]

炭化放射能汚染物質Ｂの放射能の強さについての測定結果

放射能測定日		放射能の強さ（ベクレム／Ｋｇ）		
		セシウム 134	セシウム 137	合計
撹拌容器４１への投入前		2600	6200	8800
保存容器５への投入後	平成 25 年 12 月 17 日	1000	2500	3500
	平成 25 年 12 月 21 日	1100	2600	3700
	平成 25 年 12 月 27 日	1000	2500	3500
	平成 26 年 1 月 14 日	440	1100	1540
	平成 26 年 1 月 21 日	150	360	510
	平成 26 年 1 月 31 日	19	62	81

[0054] 上記実験結果より、放射能汚染物質Ａの熱分解炉１への投入日である平成２５年１２月１６日から起算した場合でも約１カ月半で、厚生労働省が定める一般食品についての放射性セシウムの基準値（１００ベクレル／Ｋｇ）未満になることが確認できた。

[0055] 上記のように構成された放射能除染装置においては、放射能汚染物質としての炭化放射能汚染物質Ｂを撹拌する撹拌容器４１と、この撹拌容器４１内に投入された炭化放射能汚染物質Ｂの上方から光合成細菌を有する水溶液４４を散布するノズル４５を備えているので、光合成細菌を炭化放射能汚染物質Ｂ内に均等に分散させることができる。従って、炭化放射能汚染物質Ｂの量が多い場合でも、当該炭化放射能汚染物質Ｂに付着した放射性物質の放射能をむらなく効率的に低減することができる。

[0056] また、炭化放射能汚染物質Ｂを撹拌して光合成細菌を均等に分散させた直後においては 当該炭化放射能汚染物質Ｂの放射能がまだ強い状態にあるが、当該炭化放射能汚染物質Ｂについては撹拌容器４１の下方に備えた排出用フィーダ４２により、直接触れることなく安全に取り出して、保存容器５に詰め

ることができる。このようにして保存容器５に詰められた炭化放射能汚染物質Ｂの放射能は、その後の光合成細菌の作用により、保存開始時３５００ベクレム／Ｋｇであったものが、２月以内で８１ベクレム／Ｋｇまで下がるという測定結果が得られた。即ち、２月以内で、一般食品の基準値である１００ベクレル／Ｋｇ未満に下げることができるという顕著な効果を奏する。

[0057] また、光合成細菌として、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかを用いており、これらの光合成細菌が一般に入手容易で低価格であることから、放射能の除染コストを低減する上で有用である。なお、光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌を一種類又は二種類以上含むものであってもよい。ただし、光合成細菌としては、放射能の低減能力が高い紅色非硫黄細菌を用いることが好ましい。

[0058] 更に、放射能汚染物質が熱分解炉１で炭化した後の炭化放射能汚染物質Ｂであるので、 当該放射能汚染物質について、密度及び放射能の強度を高めた上で、光合成細菌により除染を行うことができる。従って、極めて効率よく放射能汚染物質の放射能を低減することができる。

[0059] そして、熱分解炉１が放射能汚染物質Ａを密閉した状態で撹拌、加熱する加熱容器１１を備えているので、その熱分解による炭化の過程で生じた気体が排気となって、放射性物質と共に、大気中に飛散するのを防止することができる。

[0060] しかも、脱臭装置２においては、熱分解炉１で発生した排気を導入し、当該排気をシャワー状の水が降り注ぐ第１空間２１内に通した後、当該排気を多孔質材２２ａが存する第２空間２２内に通すことにより、当該排気に含まれる放射性物質を当該排気から除去することができると共に、当該排気から臭気を除去することができる。従って、熱分解炉１で発生した排気と共に、放射性物質や臭気が大気中に排出されるのを防止することができる。なお、シャワーによる洗浄後に貯水槽２１ｆに溜まった水に含まれる放射性物質や、多孔質材２２ａに付着した放射性物質についても、光合成細菌を用いることによって容易に放射能を低減することができる。

[0061] 更に、脱煙装置３においては、脱臭装置２から排出された排気を導入し、当該排気を水槽３１内の水中に通した後、フィルタ室３２の第１及び第２脱煙フィルタ部３２ａ、３２ｂに通すことにより、当該脱臭装置２から排出される排気から更に放射性物質や煙状の微粒子等を除去することができる。即ち、確実に無害化した排気を大気中に放出することができる。

[0062] 一方、上記のように構成された放射能除染方法においては、炭化放射能汚染物質Ｂに光合成細菌を有する水溶液４４を散布しながら当該炭化放射能汚染物質Ｂを所定時間撹拌し、その撹拌した後の炭化放射能汚染物質Ｂを保存容器５に詰めて所定時間保存するという方法を採用しているので、極めて簡単に当該炭化放射能汚染物質Ｂから放射能を除去することができる。

[0063] しかも、密度及び放射能強度の高い炭化放射能汚染物質Ｂに対して光合成細菌による放射能の除染を行っているので、極めて効率よく放射能の強度を下げることができる。

[0064] なお、上記実施形態においては、光合成細菌による除染対象を炭化放射能汚染物質Ｂとしたが、この除染対象については炭化前の放射能汚染物質Ａであってもよい。この場合には、上述した熱分解炉１、タール除去装置１５、脱臭装置２及び脱煙装置３を用いる必要がない。

[0065] また、撹拌容器４１は、光合成細菌として紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌のような嫌気性菌を用いていることから、内部を酸素飢餓状態に保持することが好ましい。このような、酸素飢餓状態は、撹拌容器４１から空気を吸引する吸引手段（例えば真空ポンプ）を設けることによって可能となる。また、撹拌容器４１に対して窒素、二酸化炭素、水蒸気等の酸素を含まない気体（雰囲気ガス）を供給する雰囲気ガス供給手段を設けることによっても可能になる。

[0066] このように、撹拌容器４１内を酸素飢餓状態とすることにより、嫌気性菌としての紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌のための環境を良好に維持することができる。 即ち、放射能の低減効果の向上を図ることができる。

[0067] また、熱分解炉１で生じた炭化放射能汚染物質Ｂについては、当該熱分解炉１から撹拌容器４１にフィーダ装置により、外部に露出させることなく、供給することが好ましい。

[0068] 更に、ノズル４５への水溶液４４の供給は、タンク４７をノズル４５に対して高位置に配置することにより、高低差を利用して行うようにしてもよい。この場合は、ポンプ４８ａ及び圧力制御弁４８ｂが削除可能であり、これらを削除した場合には流量制御弁４８ｃとしてはストップバルブ機能を有する絞り弁によって構成することも可能である。

符号の説明

[0069] １　熱分解炉

２　脱臭装置

３　脱煙装置

１１　加熱容器

２１　第１空間

２２　第２空間

２２ａ　多孔質材

３１　水槽

３２ａ　第１脱煙フィルタ部（脱煙フィルタ）

３２ｂ　第２脱煙フィルタ部（脱煙フィルタ）

４１　撹拌容器

４２　排出用フィーダ

４４　光合成細菌を有する水溶液

４５　ノズル

Ａ　放射能汚染物質

Ｂ　炭化放射能汚染物質

請求の範囲

[請求項1] 放射性物質が付着した放射能汚染物質の放射能を低減する放射能除染装置であって、 前記放射能汚染物質を撹拌する撹拌容器と、
この撹拌容器の下方に配置され前記撹拌された放射能汚染物質を排出する排出用フィーダとを備えてなり、

前記撹拌容器には、当該撹拌容器内に投入された前記放射能汚染物質の上方から当該放射能汚染物質に光合成細菌を有する水溶液を散布するノズルが設けられていることを特徴とする放射能除染装置。

[請求項2] 前記光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れ かであることを特徴とする請求項１に記載の放射能除染装置。

[請求項3] 前記撹拌容器は、酸素飢餓状態に保持可能になっていることを特徴とする請求項１又は２に記載の放射能除染装置。

[請求項4] 前記放射能汚染物質は、熱分解炉で炭化した後の炭化放射能汚染物質であることを特徴とする請求項１～３の何れかに記載の放射能除染装置 。

[請求項5] 前記熱分解炉は、前記放射能汚染物質を密閉した状態で撹拌しながら加熱する加熱容器を備えていることを特徴とする請求項４に記載の放射能除染装置。

[請求項6] 前記熱分解炉で発生した排気を導入し、当該導入した排気を、水がシャワー状に降り注ぐ第１空間内及び多孔質材が存在する第２空間内に順次通すことにより、当該排気から放 射性物質を除去すると共に臭気を除去する脱臭装置を備えていることを特徴とする請求項４又は５に記載の放射能除染装置。

[請求項7] 前記脱臭装置から排出された排気を導入し、当該導入した排気を水中に通した後、脱煙フィルタに通すことにより、当該排気から煙状の微粒子を除去する脱煙装置を備えていることを特徴とする請求項６に記

載の放射能除染装置。

[請求項8] 放射性物質が付着した放射能汚染物質の放射能を低減する放射能除染方法であって、 放射能汚染物質に光合成細菌を有する水溶液を散布しながら当該放射能汚染物質を所定時間撹拌し、
その撹拌した後の放射能汚染物質を容器に詰めて所定時間保存することにより、当該放射能汚染物質の放射能を低減することを特徴とする放射能除染方法。

[請求項9] 前記光合成細菌は、紅色硫黄細菌、紅色非硫黄細菌及び緑色硫黄細菌の少なくとも何れかであることを特徴とする請求項８に記載の放射能除染方法。

[請求項10] 前記放射能汚染物質の撹拌及び保存は、酸素飢餓状態で行われることを特徴とする請求項８又は９に記載の放射能除染方法。

[請求項11] 前記放射能汚染物質は、炭化処理した後の炭化放射能汚染物質であることを特徴とする請求項８～１０の何れかに記載の放射能除染装置。