

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

研究課題名・研究番号 = 新規ガス滅菌システムによる感染性廃棄物の適性処理法及びリサイクル技術に関する研究 (K1650)

国庫補助金精算所要額 (円) = 104,975,000

研究期間 (西暦) = 2002-2005

研究年度 (西暦) = 2002-2004

代表研究者名 = 民谷 栄一 (北陸先端科学技術大学院大学)

共同研究者名 = 佐野 庸治 (北陸先端科学技術大学院大学)

藤本 健造 (北陸先端科学技術大学院大学)

近江 靖則 (北陸先端科学技術大学院大学)

川村 幸嗣 (株式会社 バイオメディア)

研究目的 = 病院などの医療機関より出される廃棄物には病原体の付着した廃棄物、すなわち感染性廃棄物と呼ばれるものが含まれる。この感染性廃棄物の処理方法には様々なものがあるが、原則としてまず廃棄物を出した施設内において滅菌消毒処理してから廃棄するものとされている。これまでに実施されてきた感染性廃棄物の滅菌消毒処理方法としては、主なものとして以下に示した3項目が実施されてきた。

- 1) 焼却、溶融する方法
- 2) 高圧蒸気滅菌、乾熱滅菌による方法
- 3) 煮沸、薬剤による消毒など

これらの滅菌消毒処理を実施したものは、通常の一般廃棄物もしくは産業廃棄物として処理することができる。しかしながら、上記の3つの滅菌消毒処理方法はそれぞれ以下にあげたような欠点が見られる。

- 1) 焼却、溶融処理では大気汚染や、ダイオキシン発生などの環境汚染が発生
- 2) 高圧蒸気滅菌、乾熱滅菌ではその滅菌効果が不十分な場合がある
- 3) 煮沸消毒 殺菌効果そのものが不十分である
- 4) 薬剤処理 使用後の薬剤そのものの処理が困難である

すなわち、いずれの方法も何らかの欠点が見られるが、現在はこれらの方法を実施せざるを得ない状況にある。これより現在上記のような欠点の見られない、すなわち大気汚染をせず、ダイオキシンのような有害物質も発生させずに、十分な滅菌効果を得ることができ、さらに滅菌処理

後殺菌剤のような薬剤処理をする必要のない感染性廃棄物処理方法の開発が望まれてきた。

本研究では、新しい感染性廃棄物の処理方法の開発を目的として、新規滅菌方法である MR (メタノールラジカル) ガスを利用し、以下のような研究項目について検討してきた。

すなわち、

感染性廃棄物現況調査

感染性廃棄物、バイオハザード汚染機器の菌・ウイルス等への滅菌、不活化条件の確認試験

バイオハザード汚染機器の材質への影響確認試験

新規、遺伝子増幅・遺伝子操作廃棄物およびプリオンタンパク質汚染物(クロイツフェルトヤコブ病)への対応確認試験

感染性廃棄物滅菌処理試験機的设计・製作

感染性廃棄物滅菌処理試験機の適応確認試験

滅菌処理制御・保証システムの開発

このように、上記 7 項目に関して検討し、新規な感染性廃棄物の処理方法(滅菌方法)の開発を試みた。

研究方法 = 本研究では以下の順に研究を実施した。

感染性廃棄物現況調査 医療機関から発生する廃棄物の処理方法に関して、文献検索・調査等から現在行われている医療廃棄物の処理方法における問題点を明らかにした。

感染性廃棄物、バイオハザード汚染機器の菌・ウイルス等への滅菌、不活化条件の確認試験 バイオハザード汚染機器を試験的に作製し、この処理が MR ガスの暴露により可能であるかについて検討した。また、各種ウイルス(豚パルボウイルス、ヒトパルボウイルス、単純ヘルペス、ヒト A 型肝炎ウイルス)に対する有効性(不活化できるかどうか)についても確認し、汚染機器の中間処理に使用できるかについて検討した。

バイオハザード汚染機器の材質への影響確認試験 実際に医療現場で使用されている医療機器に対する暴露試験を実施し、その外観等の変化を確認し、中間処理法として問題があるかどうかについて検討した。

新規、遺伝子増幅・遺伝子操作廃棄物への対応確認試験 遺伝子関連廃棄物に対する MR ガス処理を実施し、ガス処理によってこれらの病原性物質が変性するかについて確認した。

感染性廃棄物滅菌処理機的设计・製作 医療機関用の小型タイプの滅菌機を設計・製作し、さらにガスが廃棄物の内部にまで浸透できるように、滅菌システムに加圧・減圧装置を組み込み、ガスが入りにくい部分でも十分に滅菌できる適正試験が可能な装置を開発した。

感染性廃棄物滅菌処理試験機の適応確認試験 にて設計・製作した試験機が最適に作用するように調整、性能を確認する。また、ガスが入り込みにくいサンプルに対しての摘要条件を確立し、ガスの浸透が困難と予想される廃棄物に対しても十分な滅菌効果を有することについて確認した。

**滅菌処理制御・保証システムの開発** 滅菌処理制御を容易にするためにガス発生方法を変更した。触媒へのガス投入方法を制御可能にしてガス発生量を調節できるように装置を改良する。また滅菌できたことを確認するためのケミカルインディケータを溶液状および試験紙状の2種のタイプで開発した。

結果と考察 = **感染性廃棄物現況調査** 医療機関から発生する廃棄物の処理方法に関して現状の調査を行った。その結果焼却・高圧蒸気・乾熱滅菌や煮沸・薬剤による方法が主であることを確認したが、これらの方法はいずれも殺菌効果や環境汚染の点で問題が見られる。また、ゲノム廃棄物については適正な処理法は無く、新規処理法の早急な開発が望まれていることが確認できた。

**感染性廃棄物、バイオハザード汚染機器の菌・ウイルス等への滅菌、不活化条件の確認試験** 細菌に汚染された機器に対してもMRガスの処理により滅菌でき、有効であることを確認することが出来た。また、各種ウイルス(豚パルボウイルス、ヒトパルボウイルス、単純ヘルペス、ヒトA型肝炎ウイルス)に対しても不活化作用を確認することができ、ウイルスに汚染されたような機器の中間処理にも使用できることを確認することができた。

**バイオハザード汚染機器の材質への影響確認試験** 実際に医療現場で使用されている医療機器に対する暴露試験を実施し、その外観等の変化を確認したが、とくに問題となるような変化は確認されなかった。これより、バイオハザード汚染機器をリユース・リサイクルする場合の中間処理法として問題のないことが確認された。

**新規、遺伝子増幅・遺伝子操作廃棄物への対応確認試験** 8mer DNA およびデオキシアデニンに対するMRガス処理を実施し、ガス処理によってこれらの分子構造が変化することが確認できた。これより、いわゆる遺伝子関連廃棄物の処理においても、MRガスによる方法は有効であることが確認できた。さらに遺伝子に対しどのような変性作用が見られるかについて確認したところ、遺伝子に対してはヒドロキシメチル基が核酸塩基部分に付加していることが確認され、分子レベルでの変性作用が確認された。また、タンパク質に対しての変成作用も確認した。試験が容易であることから卵白タンパク質にて試験し、ガス暴露前後の電気泳動を実施したところ、ガスの暴露でタンパク質が変性していることが確認された。また病原性のタンパク質であるダニおよびスギ花粉アレルゲンについてガスを暴露したところ、これらもガスの暴露によって病原性が失活することが酵素免疫測定法による試験より確認された。さらに、プリオンと構造が似たアミロイド性タンパク質の一種であるアミロイドに対してもガス暴露試験をおこなったところ、酵素免疫測定法による試験によりアミロイドの変性が示唆される結果が得られた。

**感染性廃棄物滅菌処理機的设计・製作** 廃棄物滅菌を行うための滅菌処理機試験機を設計・製作した。大きさも高さ1.5m程度と従来廃棄物処理に使用されてきた滅菌機に比べても小型であり、医療機関でも汎用的に使用できる大きさに設計・製作することができた。

**感染性廃棄物滅菌処理試験機の適応確認試験** で製作した試験機を調整、効果試験をおこなう。ガスが浸透しにくいEOGバッグ内でも細菌芽胞10の6乗個のレベルで滅菌できたこと

から、ガスの浸透が困難な廃棄物での有効性が確認できた。また、医療用機器のリユースを目的として人工呼吸器、輸液ポンプ等の精密医療機器に対してガス暴露の当たり試験をおこない、実用に問題無く無腐食・無残留の良好な結果を得ている。なお、MR ガスではゲノム廃棄物も処理できる知見を得ている。この内容は学術誌『エンバイオ』に投稿して発表された。

**滅菌処理制御・保証システムの開発** 滅菌処理制御を容易にするためにガス発生方法を変更した。触媒へのガス投入方法を制御可能にしてガス発生量を調節できるように装置を改良した。また滅菌できたことを確認するためのケミカルインディケーターを溶液状および試験紙状の 2 種のタイプで開発することに成功した。これらのインディケーターは滅菌工程が終了後、色を変化して作業者が確認できるような形態となっている。

結論 = 本研究によって、従来の感染性廃棄物処理方法には問題点のあるものが多く、新規な方法の開発が望まれていることが確認された。これより MR ガスを応用した廃棄物処理を目的とした試験装置を作製して試験したところ、感染性廃棄物の滅菌処理に使用できることが確認された。細菌だけではなく、ウイルス、遺伝子操作廃棄物、アレルゲンや アミロイドなどのタンパク質の病原性物質に対しても変成作用が確認されたことから、これらの物質に汚染された感染性廃棄物の滅菌消毒処理に有効であることが確認された。また医療機器に対する MR ガス暴露試験を実施したところ、これらの機器に対しては、MR ガスは損傷作用を及ぼさなかったことから、病原性物質に汚染された医療機器の滅菌消毒処理にも使用できた。さらに滅菌保証のためのケミカルインディケーターの開発にも成功し、実用化に向けた製品開発の可能性の高いことも確認した。

このように、本研究で実施した MR ガスによる感染性廃棄物の滅菌処理方法は効果が高く、さらに廃棄後のガスは二酸化炭素と水にまで処理されるため大気汚染や有害物質の排出などの問題も見られない。MR ガスを感染性廃棄物の処理に利用することで、環境負荷の少ない、優れた処理方法の開発が可能となることが確認された。