

平成11年度厚生科学研究費補助金

生活安全総合研究事業報告書(課題番号 H11-生活-035)

病院付設焼却炉の機能評価と
運転管理技術の高度化に関する研究

平成12年3月

主任研究者 池口 孝 (国立公衆衛生院廃棄物工学部室長)

分担研究者 田中 勝 (国立公衆衛生院廃棄物工学部長)

辻 吉隆 (国立医療・病院管理研究所施設計画部室長)

平成11年度厚生科学研究費補助金
生活安全総合研究事業報告書

病院付設焼却炉の機能評価と
運転管理技術の高度化に関する研究

目 次

総括研究報告	病院付設焼却炉の機能評価と運転管理技術の高度化に関する研究 池口 孝 …総(1)
分担研究報告1	病院における医療廃棄物の処理と院内焼却処理の実体に関する調査研究 辻 吉隆、田中 勝、池口 孝 …分1(1)
分担研究報告2	日米欧における医療廃棄物の焼却処理に関する比較研究 田中 勝、池口 孝、辻 吉隆 …分2(1)
分担研究報告3	排ガス特性からみた病院付設焼却炉の機能評価及び汚染物質の排出抑制・ 管理手法の検討 池口 孝、田中 勝 …分3(1)

総括研究報告

厚生科学研究費補助金(生活安全総合研究事業)

総括研究報告書

病院付設焼却炉の機能評価と運転管理技術の高度化に関する研究

主任研究者 池口 孝 国立公衆衛生院廃棄物工学部室長

研究要旨:医療系廃棄物の処理は感染性廃棄物や注射針・アンプル類を中心に外部委託の傾向にあるが、約1,000カ所の病院では今後とも院内での焼却処理を継続することが推測された。これらのうち、約半数の施設は処理能力が50kg/h以下の小型焼却炉であり、多くは紙類を中心とした非感染性の廃棄物を焼却している。一般に小型焼却炉では設備等の制約もあり、これまで管理体制や公害対策は必ずしも十分ではなかったが、ダイオキシン規制を契機に高度な運転管理技術や公害対策が求められるようになってきている。EU諸国では、主として経済的な理由から院内焼却がダイオキシン規制に対応できなくなり、医療系廃棄物の外部委託処理化が進んでいる。この場合、都市ごみ焼却施設での混焼が確実な焼却技術として認識されつつあり、そのための技術的な基準を設けている国もある。小型焼却炉は一般に設備等の制約もあり、高度な燃焼管理が困難であり、燃焼特性や燃焼生成物中に含まれる微量化学物質も大型の焼却施設には見られない挙動を示すものもある。たとえば、排ガス中の一酸化炭素濃度はごみの投入に応じてピーク状に上昇するが、それが必ずしもダイオキシン類の増加とは連動しないことが観察された。また、多環芳香族炭化水素類は概して小型焼却炉の排ガス中に高濃度に検出された。燃焼生成物あるいはその中の化学物質含有量が廃棄物の種類あるいは性状によっても大きく影響を受けるのが小型焼却炉の特徴でもある。例えば、バリウムはX線造影剤として医療現場で広く使われていることから、バリウムが病院焼却炉の燃焼生成物中に比較的高濃度で検出される。しかし、それ以外の金属類等は、むしろ、大型の都市ごみ焼却炉の場合に比較すると低濃度であることが多い。小型焼却炉では大型焼却炉に比較すれば焼却廃棄物が均質化しているからである。

分担研究者

田中 勝 国立公衆衛生院廃棄物工学部長
辻 吉隆 国立医療・病院管理研究所
施設計画研究部地域医療施設計画研究室長

とが多いことから、排出ガス等による環境汚染はあつてはならず、廃棄物・医療行政の推進の上から一刻も早く正確な情報を把握して、適切な対応をとる必要があり、そのことを求める現場の声も大きい。本研究は病院における医療廃棄物の院内焼却処理の実体を調査し、特に、近年国民的に関心が高いダイオキシン類及び多環芳香族炭化水素類等の未規制物質の排出実体及び排出特性を明らかにし、病院付設焼却炉の適正な運転・管理技術を提案することを目的とする。

A. 研究目的

ダイオキシン対策の観点から、病院での医療廃棄物の焼却処理は国立病院に対しては自粛するように国の指導がなされているが、実体としては多くの私立、公立の病院では依然として院内焼却処理が行われている。その理由としては、外部委託処理による財政負担の回避や外部専門処理業者の不足等があげられているが、その実態は必ずしも正確には把握されていない。1施設当たりの炉の規模は小さいものの、医療現場での廃棄物焼却であること、また、一般住宅地域での焼却処理であるこ

B. 研究方法

研究の初年度においては、(1)全国の病院の医療廃棄物処理の実体、特に院内焼却処理の現状と将来計画を明らかにすること、(2)医療系廃棄物の焼却処理や院内焼却処理に関しての国際比較を行うこと、(3)病院付設焼却炉からの焼却副産物

中の汚染物質の排出状況を把握すること、を目的に以下の研究を行った。

1. 病院における医療廃棄物の処理と院内焼却処理の実体に関する調査研究(分担者 辻 吉隆、田中 勝、池口 孝)

本研究では全国の病院での廃棄物処理の実態及び病院廃棄物の管理や処理の将来計画を明らかにすると共に、院内焼却を行っている病院に対しては、焼却処理の実態や焼却技術、運転管理状況等を明らかにするためアンケートによる調査を行った。

調査は2回のアンケート調査で行った。第1回目は全病院(ベッド数20以上)に対する調査で(以降プレアンケート調査という)、第2回目はプレアンケート調査結果に基づき、焼却炉を稼働している病院及びプレアンケートで回答率の低かったベッド数1,000床以上の病院(但し、国立病院は除外)に対する調査(以降本調査という)である。

プレアンケート調査は、病院の医療廃棄物の処理方法、院内焼却施設数及び将来計画に関して我が国の病院の全体像を明らかにするために行ったもので、1998年度版病院要覧に登録されている9,339病院を対象に、平成11年10月から12月にかけて行った。本調査は、院内焼却処理の実態をより明らかにするために行ったもので、焼却炉の技術的仕様や運転管理状況等の実態を把握するために行ったもので、593病院を対象に、平成12年1月から2月にかけて行った。

2. 日米欧における医療廃棄物の処理と院内焼却処理の実体に関する調査研究(分担者 田中 勝、池口 孝、辻 吉隆)

本研究は、我が国でもその動向に関心が持たれ

ている医療廃棄物の焼却処理、特に院内焼却について、法制度や技術的側面等を中心に、欧米諸国との比較・検討を行うことによって、我が国における医療廃棄物の適正処理のあり方の検討に資することを目的とするもので、現地調査等での資料収集とヒアリング及びそれらの整理・解析を中心に研究を展開した。特に、院内、院外における医療廃棄物の焼却処理に関しての法規制状況や処理の実際、技術開発動向を調査するものとする。初年度は欧州諸国の調査を行ったが、法的に禁止されているかどうかはともかく、ドイツ、オランダ、スイスでは院内焼却は行われていないとの事前の情報を入手したため、調査対象国をデンマーク、英国、フランスとした。米国の調査は次年度に行い、日米欧の比較検討は、その後に行うものとする。

3. 排ガス特性からみた病院付設焼却炉の機能評価及び汚染物質の排出抑制・管理手法の検討(分担者 池口 孝、田中 勝)

本研究は、病院付設焼却施設からの排出物質(排ガス、飛灰、焼却灰、洗煙排水)について、特に、ダイオキシン類、多環芳香族炭化水素類や重金属類等の微量汚染物質に着目した測定を行い、病院付設の焼却炉の排出ガス特性を明らかにし、今後の病院付設焼却炉及び小型焼却炉の運転管理等に資するものとする。

測定対象とした施設は、病院付設の焼却炉(4カ所)と、これらと比較・対照するための一般廃棄物用小型焼却炉(2カ所)である。病院付設の焼却炉では1炉を除き、感染性廃棄物を含む全ての可燃性廃棄物を処理している。一カ所の都市ごみ焼却炉では厨芥類と紙類及び紙おむつ類が多く、プラスチック類は焼却不適物として埋め立てられている。もう一カ所の都市ごみ焼却炉では厨芥類を含まない一般廃棄物のみを処理している。

測定対象試料としては排ガスが中心であるが、サンプリングが可能な場合には、焼却灰、飛灰を、そして、排ガスの洗煙処理を行っている場合にはその洗煙水(ろ過前後)も測定・分析対象試料とした。また、排ガスのサンプリング孔が複数ある施設では全ての点でサンプリングを行った。

排ガスの測定・分析項目は、一酸化炭素、二酸化炭素、酸素、温度(以上連続計測)、ガス流速等の基礎データの他に、ばいじん、塩化水素、ダイオキシン類(PCDDs、PCDFs、Co-PCBs)、クロロベンゼン類、クロロフェノール類及び次のような微量汚染物質を対象とした。これらの微量汚染物質は、①環境庁による大気保全のための調査研究物質(284物質)、②OECD安全点検物質(第1次147物質)、③欧米において指定あるいは規制されている有害物質の中から、複数の視点から優先順位をつけて抽出された物質⁽¹⁾(59物質)のうち本測定対象施設の排ガス中に検出される可能性が非常に低いと思われる物質を除き、さらに、PAHsに関しては上記59物質中に含まれているもの以外で、米国環境保護庁が発がん性や分析の容易性などから判断してモニターする必要があるとして指定しているものを追加して測定・分析した。

焼却灰、飛灰及び洗煙排水の分析項目は、排ガスの分析項目がベースとなるが、微量物質についてはダイオキシン類と重金属類のみである。

(倫理面の配慮)

本研究は、焼却施設における汚染物質の排出挙動を調査し、施設の機能評価と、適正な運転管理技術を提案することを目的としており、研究対象は人と動物に関係しない。従って、倫理面での問題は発生しない。

C. 研究結果

1. 病院における医療廃棄物の処理と院内焼却処

理の実体に関する調査研究

一部の廃棄物でも院内で処理している病院は22%で、多くの病院では何らかの廃棄物の処理を外部に依っている。特に、感染性廃棄物、注射針・アンプル類の外部処理率が高く、紙おむつ、廃プラスチック、生ごみがこれらに続く。

院内処理を行っている病院638件中、焼却処理を採用している病院が殆どで、焼却炉数は566基である。院内焼却される廃棄物としては、伝票・書類、一般可燃物が多く、他の廃棄物との混合焼却が多い。これらの焼却炉の90%強は処理能力200 kg/h以下で、50kg/h以上の焼却炉は54%を占めている。

焼却炉の形式は床燃烧方式(固定床、回転炉床、ロータリーキルン)と火格子燃烧方式が殆どで、全体の90%強を占める。約半数の施設で二次燃烧室及び助燃装置が設置されている。43%の焼却炉には集塵装置が設置されており、その約80%はサイクロン(及びマルチサイクロン)である。

塩化水素、硫黄酸化物、窒素酸化物対策技術を導入しているのは1割程度であり、ダイオキシン対策は、もっぱら、高温燃烧(800~1,000℃)や、「速やかな立ち上げ」や「立ち下げ時の燃しきり」等の燃烧制御で対応している。

1日当たりに換算した焼却炉の平均稼働時間は、4.7分と非常に短く、年間の平均稼働日数は247日である。特に処理能力の1/10~10倍で稼働する焼却炉が多い。

排ガスの定期モニタリング(SO_x、NO_x、HCl、ばいじん)を行っているのは全体で約2割程度であるが、300床以上の病院の焼却炉では50%弱と、施設規模が大きくなるとその割合が増えている。

燃烧管理のための温度計測は全体の約半数の施設で行っており、その8割強は自動制御方式であり、炉の設備として当初から組み込まれていたものである。

ばいじんや焼却灰の処理・処分は約半数の施設では外部委託であるが、自治体処理や院内処理も1~2割あった。院内処理は一次保管や院内埋立が中心であるが、保管の場合の最終的な処分は外部委託か自治体処理となる。ばいじんや焼却灰中のダイオキシン類濃度には半数の施設では未だ関心が低い。

焼却炉の運転マニュアルを整備しているのが41%、外部委託を含め、専任の炉の運転操作員をおいている施設が48%、これまで、炉の清掃、点検を行ったことがない施設が、それぞれ26%、35%と、焼却炉あるいは焼却処理に対する病院の管理意識レベルは必ずしも高くはない。

2. 日米欧における医療廃棄物の焼却処理に関する比較研究

廃棄物の管理においてもEU共通の戦略、すなわち、発生抑制・発生源減量、資源化・有効利用の促進、必要最小量の最終処分(埋立)が、数値目標と共に提案されており、加盟国毎に目標の実現に向けての検討や努力がなされている。

医療廃棄物、特に感染性廃棄物に関しては、院外での集中焼却処理の方向を指向する国が多い。とりわけ、ダイオキシン規制が厳しく論じられるようになってからは、この傾向に拍車がかかっているようである。例えば、ドイツでは1984年に554の院内焼却炉があったが、1987年には218へと半減し、1995年にはそれが10カ所程度となった。

院外焼却の場合、感染性廃棄物あるいは有害廃棄物専焼炉で焼却する場合と都市ごみ焼却炉で混焼する場合の二つのルートがあるが、いずれの場合も大型の焼却炉である。このような施設では、完全燃焼が可能で、しかも環境保全上の対策や管理が十分なされると期待されるからである。

一方で、院内焼却も英国やフランス等の事例に

見られるように皆無ではない。この場合、排ガス等に対して厳しい規制が課せられる他、院内での感染性廃棄物の適正な管理が要求される。英国や米国等では炉の規模別に排ガス規制が設けられていることから、小型の焼却炉での焼却処理が可能であり、院内での焼却処理が続けられる可能性が他の国に比して高いと思われる。また、滅菌処理すれば感染性廃棄物は一般の廃棄物と同等に扱うことができるとする国も多いことから、焼却以外の処理装置を院内に設置し、感染性廃棄物を一次処理する動きも見られる。結局、どのような処理オプションを選択するかは、トータルの処理コストが重要な判断基準になる。

我が国では、病院での焼却処理が社会的に困難になりつつある状況の中で、廃棄物処理が病院の管理・運営上益々重要な要素の一つとなりつつある。感染性廃棄物を扱う業者の実態や処理能力の偏在等、処理体制の情報が不透明であるばかりでなく、廃棄物処理費が病院経営上無視できないような状況が生み出されつつあるからである。我が国に於いても、都市ごみ焼却炉での医療廃棄物の混焼技術の検討あるいは焼却に代わる感染性廃棄物の院内処理技術の開発・研究がより推進されべき時期にあるといえる。

3. 排ガス特性からみた病院付設焼却炉の機能評価及び汚染物質の排出抑制・管理手法の検討

小型焼却炉では、一般に、ごみの投入時に一酸化炭素がピーク状の濃度上昇を示す。一酸化炭素のピークが多数記録された一括投入方式の焼却炉では、排ガス中の総ダイオキシン濃度は9.8ng-TEQ/Nm³と低かった。また、ピーク値が低いものの、一酸化炭素が100~200 ppmの間を小刻みに変動していた病院付設焼却炉(火格子方式、二次燃焼室有り)の総ダイオキシン濃度が100ng-TEQ/Nm³で、今

回測定中の最大値を示した。一方、一酸化炭素の平均値が最大となった焼却炉(火格子方式都市ごみ焼却炉)の総ダイオキシン濃度は3.2ng-TEQ/Nm³と、今回の測定中最低値であった。

一部の焼却炉排ガスで揮発性物質のトルエン、ベンゼン、ジクロロメタンが検出された。このうち、ジクロロメタンは准連続式都市ごみ焼却炉の検出例と同レベル、また、ベンゼン濃度はこれらより平均的に高かった。

多環芳香族炭化水素類16種が検出されたのは3焼却炉で、病院付設焼却炉よりも都市ごみ焼却炉での検出率が高かった。比較的高濃度で検出されたのは、アセナフチレン、フルオラアンテン、ナフタレン、フェナントレン、ピレンであった。ナフタレン、ベンゾ(a)ピレン、ジベンゾフルオラテン、ベンゾアントラセン、ピレンは准連続式都市ごみ焼却炉での測定例に比較しても平均的に高濃度である。高温二次燃焼を行っている病院焼却炉及び一括投入方式の病院焼却炉では多環芳香族炭化水素類は低濃度であった。

既設炉に適用されるダイオキシン類の排出基準値80ng-TEQ/Nm³を越えた焼却炉が1箇所あったが、この施設での塩化水素濃度は他と比較しても必ずしも高くはないが、クロロベンゼン、クロロフェノール濃度は高かった。今回の測定では塩化水素とダイオキシン類の相関はほとんどなく、クロロベンゼン、クロロフェノールとの相関は高かった(相関係数は前者で0.67、後者で0.82)。

一部の焼却炉で酸化エチレンとクロロメチルメチルエーテルが検出された。全連続式都市ごみ焼却炉では、これらの物質は検出されていないことから、小型焼却炉特有の汚染物質といえよう。

アルデヒド類濃度は全連続式都市ごみ焼却炉での検出例よりも高く、小型焼却炉の特徴である。フッ化水素、臭化水素も一部の焼却炉で検出されたが、そのレベルはフッ化水素では全連続式都市

ごみ焼却炉での検出例と同レベル、臭化水素は高レベルであった。亜酸化窒素は全ての焼却炉で検出されたが、濃度は一般に低かった。

6ヶ所全ての焼却炉排ガス中に検出された金属類は、カドミウム、亜鉛、銅で、アンチモンで、バリウムは5カ所、すずは4カ所、マンガン、ヒ素、総水銀は3カ所で検出された。これらの金属類の濃度は全連続式あるいは准連続式都市ごみ焼却炉での測定例に比較すると概して低く、アンチモンだけは同レベルを示したし、病院焼却炉でよりも都市ごみ焼却炉の方が高濃度であった。

飛灰中のダイオキシン類は、病院焼却炉のサイクロン灰では全連続式及び准連続式都市ごみ焼却炉の場合よりも高濃度で、都市ごみ焼却炉のサイクロン灰では低濃度であった。焼却灰中のダイオキシン類濃度は飛灰中の値の10分の1から100分の1で、飛灰の場合と同様、都市ごみ焼却炉焼却灰よりも病院焼却炉焼却灰で高濃度を示した。

洗煙排水の原液中のダイオキシン類濃度は、ろ液中よりもはるかに高濃度で、ダイオキシン類が排ガス中の粒子状物質と共に存在していることがわかる。ただ、1ミクロンフィルターを通過したとしても、ろ液中には数pg/Lから数10pg/Lのダイオキシン類を含んでいる。

D. 考察

全国の病院を対象とした医療系廃棄物の処理実態及び焼却処理の状況調査でのプレアンケート調査では、回答が得られたのは全国の病院総数の30%程度であった。仮に、この有効回答(2,933病院)の調査結果が、全国の病院(9,339病院)にまで当てはまると仮定すると、現在、我が国の病院で稼働している焼却炉の数は約1,500基で、そのうち、約800基は処理能力が50kg/h以上の焼却炉となる。将来計画を考慮すると、今後とも約1,000の病院で焼却炉が使われることになる。

この数は、ダイオキシン類の潜在的な発生源を考えると、都市ごみ焼却炉や事業者の焼却施設等と共に無視できない数である。しかし、調査結果にもあるように、病院付設の焼却炉の稼働時間は1日当たり平均4.7分と非常に短いことから、このような施設に対して大型焼却炉に対する規制・基準をそのまま適用すべきか否かは検討を要する。すなわち、低濃度ではあるが排ガス量が多い施設と高濃度であるが排ガス量が少ない施設に対して同じような規制が妥当か否かを検討すべきである。

また、病院によっては、焼却対象廃棄物を特定の可燃性廃棄物に限定するなど、燃焼物や燃焼管理等を適正に行い、ダイオキシン対応を図ろうとしている傾向も見られる。しかし、そのような対応策の効果を科学的に評価する必要がある。燃焼管理のための温度計測も回答施設の半数が行っていたが、元来焼却炉の設備として装備されていた温度計を、燃焼温度の表示のみに利用しているにすぎず、積極的にその指示結果を燃焼管理のために活用している施設は少ないと思われる。事実、焼却炉のマニュアルを常備し、かつ、選任の運転管理者を設置している病院は少ないのである。

焼却灰や飛灰、洗煙排水の処理に関しても病院の関心は高くはない。焼却灰等は院内で保管したり、敷地内で(埋立)処分している例もあり、その中に含まれるダイオキシン濃度を把握している病院は少なかった。従って、今後院内焼却を継続する場合には、排ガスのみならず灰や排水についてもダイオキシン類の管理の徹底を図る必要がある。

先進的に排ガス対策を施している施設でも、本来は塩化水素対策がメインであることが多い。しかし、規制項目にダイオキシン類が追加され、その対応に迫られている病院は多い。院内焼却を全て中止して、医療系廃棄物の処理を全面的に外部委託にすることを検討している病院も少なくない。このような傾向はEU諸国にも見られ、スイス、オランダ等

では医療廃棄物の院内焼却はほとんど行われておらず、外部の施設で集中焼却されているという。院内焼却は皆無ではないがドイツ、デンマークでもこの傾向は見られる。一方、フランスや英国では他の国に比較して院内焼却件数は多い。

外部集中処理の形態としては医療廃棄物専門処理施設や有害廃棄物処理施設で処理する方法と、都市ごみ焼却施設での混焼がある。デンマークやフランスでは都市ごみとの混焼のための技術的な指針が整備されていたが、医療系廃棄物、特に感染性廃棄物の処理の一形態として、都市ごみ焼却炉での混焼は注目に値する。設備の整った廃棄物焼却施設は、我が国においては自治体所有の都市ごみ焼却施設の右に出る施設は少なく、感染性廃棄物の取り扱いを留意することによって、技術的には問題なく感染性廃棄物が処理できるものと考えられ、我が国においても、このようなシステムの導入が検討されても良いと思われる。

病院付設焼却炉や事業所等で広く使われている焼却炉は、能力が200kg/hr以下の、いわゆる小型の焼却炉が多く、このような焼却炉では設備や運転操作等に制約があり、大型焼却炉のような燃焼管理はなかなか困難なことが多い。そのために、燃焼生成物及びそれらに含まれる汚染物質等には大型焼却炉では見られないような排出特性があることが予想され、そのような焼却炉の運転技術を向上させるためには、汚染物質の排出特性を十分理解することが不可欠となる。たとえば、小型の焼却炉では一般に、ごみの投入に応じて、一酸化炭素濃度はピーク状に上昇する。排ガス中のダイオキシン類レベルを押さえるためには一酸化炭素濃度を100ppm以下に抑えて運転することが維持管理上必要とされているが、500~2,000ppmの一酸化炭素のピークが多数記録された一括投入方式の焼却炉では、排ガス中の総ダイオキシン濃度は9.8ng-TEQ/Nm³と低かった。また、ピーク値が低いものの、一

酸化炭素が100~200ppmの間を小刻みに変動した病院付設焼却炉の総ダイオキシン濃度は100ng-TEQ/Nm³であった。さらに、一酸化炭素の平均値が最大となった焼却炉の総ダイオキシン濃度は3.2 ng-TEQ/Nm³と、今回の測定で最低値を示した。このような現象が小型焼却炉特有の現象なのか否かは今後、詳細に検討する必要がある。

多環芳香族炭化水素類は、病院付設焼却炉よりも都市ごみ焼却炉での検出率が高く、ナフタレン、ベンゾ(a)ピレン、ジベンゾフルオラテン、ベンゾアントラセン、ピレンは准連続式都市ごみ焼却炉での測定例に比較しても平均的に高濃度であったことから、今後の研究で再度、多環芳香族炭化水素類の挙動を検討する必要がある。

E. 結論

医療系廃棄物の外部委託処理が進む中で、非感染性廃棄物を中心とした医療系廃棄物の院内焼却処理は、件数は全病院の1割程度と少ないものの、今後とも続けられることが明らかとなった。一般に、病院付設の焼却炉は施設規模が小さく、従来より公害対策や焼却炉の管理は必ずしも十分には行われてこなかったが、ダイオキシン規制を契機に、その管理や環境対策の改善・高度化が望まれている。

本研究では、病院付設の焼却炉以外の小型焼却炉も視野に入れ、小型焼却炉の運転管理の高度化をめざし、特に燃烧生成物(排ガス、焼却灰、飛灰、洗煙排水)中に含まれる微量化学物質の挙動調査を行った。これらの化学物質の中には燃烧反応によって生成・合成されるものもあるが、焼却対象廃棄物由来のものも少なくない。また、燃烧反応由来のものであるならば、その濃度や、ガス-焼却灰-飛灰間の分配等も焼却炉の燃烧特性に大きく依存することになり、大型都市ごみ焼却炉の場合と異なる特性を示すことになる。初年度では、可能な限り多くの小型焼却炉で、可能な限り多くの化

学物質の分析を試みたが、次年度は、一つの焼却炉に対して、ごみ質や燃烧状態を変化させたときの微量化学物質の排出挙動を把握・検討することとする。

他方、廃棄物処理を外部委託に依存する傾向もあり、今後の医療廃棄物処理のあり方を提案するためには海外の動向も参考にすべきと考える。初年度はEUを中心に海外調査を行ったが、次年度は米国の調査を行い、日米欧の医療系廃棄物の処理、特に焼却処理についての比較検討を行う予定である。

(参考文献)

(1) 厚生省生活衛生局水道環境部：一般廃棄物処理施設からの未規制物質の排出実態及びその低減化に関する調査報告書平成7年度報告書、平成8年3月。

F. 研究発表

1. 論文発表

- ①池口 孝、辻 吉隆：欧州における医療廃棄物処理の現状、医療廃棄物処理研究(投稿中)
- ②池口 孝、田中 勝：病院における医療廃棄物の焼却処理に関する実態、医療廃棄物処理研究(準備中)

2. 学会発表

- ①池口 孝、田中 勝：病院等付設小型焼却炉からの微量汚染物質の排出特性(準備中)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

分担研究報告

厚生科学研究費補助金(生活安全総合研究事業)

分担研究報告書

病院における医療廃棄物の処理と院内焼却処理の実態に関する調査研究

研究者 辻 吉隆 国立医療・病院管理研究所施設計画研究部室長

研究者 田中 勝 国立公衆衛生院廃棄物工学部長

研究者 池口 孝 国立公衆衛生院廃棄物工学部室長

研究要旨: 調査対象9,339病院のうち、回答のあった2,933病院で一種類以上の廃棄物を院内処理しているのは638病院(21.7%)であった。院内処理のうち、焼却を行っているのは546病院(566焼却炉)で、焼却対象ごみとしては伝票・書類、一般可燃物が多い。また、焼却炉の規模としては、規模を回答した420施設中200施設(47.6%)が50kg/h～200kg/hであった。過去に焼却を行っていた病院 992 を含めると、43%の病院が院内焼却の経験がある。今後、院内処理を予定している354病院中、焼却処理を継続あるいは計画している病院は319 病院(10.8%)である。焼却炉の形式は床燃焼方式(固定床、回転炉床、ロータリーキルン)と火格子燃焼方式で全体の90%強を占める。約半数の施設で二次燃焼室及び助燃装置が、43%の施設に集塵装置(殆どがサイクロン)が設置されている。排ガス処理設備は全施設(249施設)の1割程度で設置しているが、ダイオキシン対策は、もっぱら、高温燃焼等の燃焼制御で対応している。焼却炉の平均の稼働時間は、4.7分/日と非常に短く、年間の平均稼働日数は247日である。特に処理能力の1/10～10倍で稼働する焼却炉が多い。ばいじんや焼却灰の処理・処分は約半数の施設で外部委託であるが一次保管や院内埋立等の院内処理も見られた。焼却炉の運転マニュアルを整備しているのが41%、外部委託を含め、専任の炉の運転操作員がいる施設が48%、炉の清掃、点検を行ったことがない施設が、それぞれ26%、35%あるなど、焼却炉あるいは焼却処理に対する病院の管理意識レベルは必ずしも高くはない。

A. 研究目的

廃棄物の焼却により発生するダイオキシン類の環境に与える影響に関する問題が社会問題として深刻化し、これに対処するために、ごみ処理に係わるダイオキシン類発生防止等ガイドライン(1997年1月)、大気汚染防止法の一部改正(1997年12月)、廃棄物処理法による規制の強化(1997年12月)等相次いで行政上の施策が打ち出された。このような動きに対応するために、医療機関においては、(感染性廃棄物の処理を含め)全面的な外部委託による廃棄物処理が可能であれば、必ずしも医療機関には汚物処理施設としての焼却炉を設置する必要はないとの見解が示された(1998年2月20日、厚生省保健医療局国立病院部政策医療課長通知)。これによって、国立病院は実質的に焼却炉の使用を中止したし、県立病院では、1997年12月12日現在の調査によると、47都道府県のうち、既に全面的に

外部委託処理を実施している県が8県、全面委託処理を予定している県が9県、全面委託の検討を進めている県が9県と、外部委託の方針を掲げている都道府県が26県あった。ただ、院内での焼却処理の継続を掲げている県も9県あるなど、自治体の事情によって対応に差のあることがわかったり。

このように、国立や県立病院でのダイオキシン問題に関連した病院ごみの院内焼却に対する対応は明らかになったものの、それ以外の病院での状況については必ずしも明らかではない。さらに、平成12年1月17日施行のダイオキシン対策特別措置法案によって、規制対象となる焼却炉の規模が200kg/hから50kg/hまでに引き下げられたことによって、病院に設置されている多くの焼却炉にダイオキシン類の排出規制が適用されることが予想された。

そこで、本研究では全国の病院での廃棄物処理の実態及び病院廃棄物の管理や処理の将来計画

を明らかにすると共に、院内焼却を行っている病院に対しては、焼却処理の実態や焼却技術、運転管理状況等を明らかにするための調査を行った。

B. 研究方法

調査は2回のアンケート調査で行った。第1回目は全病院(ベッド数20以上)に対する調査で(以降プレアンケート調査という)、第2回目はプレアンケート調査結果に基づき、焼却炉を稼働している病院及びプレアンケートで回答率の低かったベッド数1,000床以上の病院(但し、国立病院は除外)に対する調査(以降本調査という)である。

プレアンケート調査は、病院の医療廃棄物の処理方法、院内焼却施設数及び将来計画に関して我が国の病院の全体像を明らかにするために行ったもので、1998年度版病院要覧に登録されている9,339病院を対象に、平成11年10月から12月にかけて行った。本調査は、院内焼却処理の実態をより明らかにするために行ったもので、焼却炉の技術的仕様や運転管理状況等の実態を把握するために行ったもので、593病院を対象に、平成12年1月から2月にかけて行った。両調査の調査項目及び調査概要を表-1に整理する。

(倫理面への配慮)

本研究は病院という組織を対象にした調査で、個人や動物を対象にした調査ではないことから倫理面での問題は特にないと判断される。

C. 研究結果

I. プレアンケート調査結果

調査票発送数9,339件に対して有効回答数は2,933件(有効回答率31%)、無効件数(未記入)は2件であった。ベッド数1,000床以上の病院の回答率が24%と低くかったが、その他の規模(ベッド数)では31%前後とほとんど同じであった。

a. 廃棄物の処理方法

廃棄物の処理は、ほとんどの病院が何らかの廃棄物については外部委託に依っており、廃棄物を院内処理しているのは約2割の638件であった。廃棄物の種類別には、感染性廃棄物、注射針・アンプル類は、それぞれ95%、96%の病院が外部委託している。紙おむつ、廃プラスチック類の処理は80%の病院で、生ごみでは70%の病院が外部委託処理である。

一方、院内処理されている廃棄物としては、一般可燃物(12%)、伝票・書類(16%)が多い。自治体処理に依っている廃棄物としては、一般可燃物(26%)、伝票・書類(24%)、生ごみ(25%)が多い(図-1参照)。

b. 院内処理技術

院内処理を行っていると回答した病院は638件あった。そのうち、処理技術の内容を回答した600病院中最も多かったのは焼却で、546病院(91%)であった。特に、病院の規模(ベッド数)が大きい病院ほど焼却技術を採用する傾向にある(表-2参照)。546病院で設置されている焼却炉は総数566基で、このうち焼却炉の処理能力が明らかとなった炉420基の約9割が200kg/h未満で、処理能力50～200kg/hの炉が54%を占める(図-2参照)。

焼却以外の処理技術を採用していると回答した病院(98件)中、その技術で処理している廃棄物の種類を回答した設備数は103基であった。例えば、感染性廃棄物や注射針・アンプル類に対してはオートクレーブ、薬剤処理、滅菌破砕処理機等が、また、紙おむつ、一般可燃物や伝票・書類に対しては炭化処理装置や乾燥減容処理機等が、生ごみに対しては生ごみ処理機等が採用されている。

c. 処理技術別処理対象廃棄物

566基の焼却炉で、処理対象廃棄物として最も多いのは伝票・書類(75%)で、次に多いのは一般可燃物である(60%)。紙おむつ(25%)、感染性廃棄物(19%)、注射針・アンプル類(14%)、廃プラスチック(11%)なども焼却処理されている。特に、伝

票・書類のみを焼却している施設は133基、一般可燃物のみを焼却している施設は43基あるが、それ以外はほとんどが数種類の廃棄物を混合焼却している(表-3参照)。

焼却以外の技術で処理される廃棄物としては生ごみが多く、次に感染性廃棄物、伝票・書類と続く。生ごみの場合、生ごみ単独で処理されるケースが非常に高く、かつ、他の廃棄物の場合も焼却の場合に比べれば、異なる種類の廃棄物との混合処理の割合は低い。

d. 過去、現在の院内処理の状況

現在、あるいは過去において院内処理を行っている(いたことがある)病院は、2,933病院中56%で、院内処理を行ったことがないと回答した病院は28%である。このうち、焼却処理を「行っていた」あるいは「行っている」と回答したのは、それぞれ、34%と19%で、両方を併せると回答数の半数を占める。焼却以外の処理方法を採用していた(いる)病院は5%程度である(表-4参照)。

焼却炉を廃止した病院1,017件中、1997年と1998年の2年間で廃止した割合は、それぞれ25%、22%と、この2年間に廃止した例が最も多く(469件)、1991年から1996年の249件(24%)に比肩する割合である(表-5参照)。「その他の処理技術」の場合、これまで廃止した病院53件中、1997年、1998年の2年間に39%の病院が、1991年から1996年までに20%の病院が廃止した(表-6参照)。

e. 今後の処理方法

今後、廃棄物の種類に拘わらず外部委託によって廃棄物の処理を考えている病院は回答病院2,933件中2,313件(79%)と非常に多かった。院内処理を行うと回答した病院は354件(12%)で、そのうち、焼却処理を行うとしたのは319件(11%)、不明は266件(9%)であった(図-3参照)。

II. 本調査の結果

調査対象593病院に対して、回答が得られたのは291病院(回収率49%)であった。ただし、これらの

病院には焼却炉なしの病院も56件含まれていたこと、また、焼却炉を複数設置している病院もあったことから、以下の集計は、235病院(249基の焼却炉)についての解析結果である。

(1) 焼却炉設備

a. 設置時期、改善・改修時期

1989年頃から設置数は年々増加していたが、1997年をピークにここ2、3年に激減している。過去5年間(1995～1999年)に設置された施設が全体の43%を占める(図-4参照)。ベッド数1,000床以上の病院では1996年以降ほとんど設置されていない(設置されたのは1基のみ)。反面、20年以上前に設置された焼却炉が10基あった。

過去に焼却炉の改修・改善を行ったことのある病院は57件(24%)で、1997年から1999年までに28基(49%)が改善・改修を行っている。焼却炉の設置年別では、設置年数が古いほど改善・補修率が高くなり、1989年以前に設置した焼却炉の50～60%が改修・改善を行っている。1997年設置の炉(29基)や1999年設置の炉(6基)に対しても既に改善・改修を行った例があり、過去10年以内に設置した焼却炉でもこの5年間に改善・改修を行ったものが多い。

b. 焼却炉形式及び能力(炉規模)

火格子燃焼方式(固定あるいは可動)が65%を占めており、床燃焼方式(固定床、回転炉床、ロータリーキルン)とを併せると全体の91%を占める。流動床方式、噴霧燃焼方式がそれぞれ2基と4基あった(「不明」、「その他」は14基)。流動床式の1基は、処理能力が9kg/h以下であるので、特殊な用途に使われていると思われる(表-7参照)。

処理能力が明らかとなった焼却炉226基のうち、131基(58%)は処理能力50kg/h以上の施設で、能力30～200kg/hの施設が全体の7割を占める。特に処理能力50～100kg/hの焼却炉が多く、84基あった(図-5参照)。ちなみに、処理能力の最大値は1,800kg/h、最小値は1kg/hであった。焼却炉の処理

能力とそれを設置する病院の規模(ベッド数)には高い相関は見られない。

c. 二次燃焼室及び助燃

249基の焼却炉のうち、135基(54%)に二次燃焼設備があった。炉の規模が大きいほど二次燃焼設備を備える傾向にある。

また、249基のうち131基(53%)で助燃設備を備えていた。処理能力が200kg/h未満までは、処理能力が大きくなればなるほど助燃設備を備える傾向にある。特に、50~100kg/h未満の規模では65%の炉が、また、100~200kg/h未満の規模では84%の炉で助燃設備を設けている(表-8参照)。助燃料は灯油と重油がほとんど(86%)で、都市ガスも13基あった。

助燃設備を有している131基のうち、75基では一次、二次両燃焼室を助燃していた。残りは、一次燃焼室あるいは二次燃焼室のいずれかのみであった。また、助燃は96基(73%)で自動化されていた。

d. 排ガス処理設備

集塵装置を設置している焼却炉は249基中106基(43%)である(但し、不明11基は集塵装置なしとした)。処理能力が大きくなるにつれ集塵装置を設置する傾向が見られ、処理能力が50kg/h以上の施設では約50%の施設に集塵設備があった。ただし、処理能力200kg/h以上の焼却炉9基で集塵装置を設けているのは3基と少なかった。処理能力50kg/h未満では20~30%の施設が集塵装置を設置している(表-9参照)。集塵装置としてはサイクロン(85基)が最も多く、次にバグフィルター(7基)、その他(9基)、洗煙(5基)と続く。

HCl、SO_x除去設備を導入している焼却炉は249基のうち21基と少なく、能力50kg/h未満の炉ではほとんど設置していない。方式としては乾式法(石灰)が10基、半乾式法(NaOH)が3基、湿式法が8基であった。

NO_x除去設備を備える焼却炉は少なく、249基のうち219基は、「不明」か「設備なし」の回答である。

方法としては燃焼制御や温度制御による方法(26基)と触媒法と湿式法(各々2基)である。

ダイオキシン類対策としては、「速やかな立ち上げ」、「立ち下げ時の燃しきり」、「高温燃焼」、「集塵機入口温度200℃以下」等の燃焼制御や除去設備等に対応しているが、これらの方法を複数併用する例があった。ダイオキシン類対策に関しては249基の焼却炉のうち224基の回答が得られたが、「高温燃焼」でダイオキシン対策を講じている施設が多かった。この場合、燃焼温度を800~1,000℃とする例が最も多かった(82%)。次に多い対策は、「速やかな立ち上げ」、「立ち下げ時の燃しきり」であった。活性炭吸着塔や触媒反応塔を設置した例が、それぞれ、5基および1基あった。処理能力別にみると、100 kg/h以上の施設では炉の規模に応じて20~30%の範囲でダイオキシン対策が講じられているのに対して、100kg/h未満の炉では約10%のみであった。

(2) 運転状況

a. 稼働時間、年間稼働日数、焼却対象ごみ

1日当たりの平均稼働時間の最大値は24時間/日、最小値は5分/日であった。平均値は4.7分/日と小さい。また、年間の稼働日数の最大値は365日、最小値は3日であり、平均すると247日であった。

焼却対象ごみの内容を回答した146病院(焼却炉151基)の中では、一般可燃物や伝票・書類を単独に焼却する炉が一番多く、それ以外の可燃ごみと混焼する場合も含め、これらの廃棄物を対象とする炉が非常に多い。次に多いのは感染性廃棄物を対象とするケースで、この場合は単独焼却よりも他の可燃物と混合する例が多い。注射針・アンプル類、紙おむつ、廃プラスチック、生ごみの焼却の場合、これらを単独で処理する例は極めて少なく、他の廃棄物との混焼が多い(図-6参照)。

b. モニタリング

①燃焼時

燃焼時のモニタリングを行っている焼却炉は63施設(25%)で、モニタリング項目はほとんどが燃焼

温度である。温度計測場所は一次燃焼室、二次燃焼室である。助燃を行っている焼却炉や高温処理を行っている焼却炉では燃焼時のモニタリングも
行っている。温度の他CO、CO₂、O₂を計測している焼却炉もある。

②定期的なモニタリング

排ガスの定期的なモニタリングは、回答した238施設(224病院)のうち53施設(21%)が行っていた。このうち、300床以上の病院ではその5割弱が定期モニタリングを行っていた。モニタリング項目は、ほとんどがSO_x、NO_x、HCl、ばいじんである。その他、ダイオキシン類についても計測を行っている例が15施設あった(表-10参照)。

排水は、249施設のうち排水が出ることが明らかな施設38施設のうち、モニタリングを行っていたのはわずかに5施設であった。モニタリング項目は5施設に共通した項目はBOD、pHで、これらに加え、3施設ではCODを、また、2施設ではSSを対象にしていた。

c. 温度制御

高温燃焼を維持するために、炉の始動時あるいは停止時に温度を高温に維持しているか否かの質問である。温度制御は始動時に89病院(38%)、停止時に93病院(40%)行っていた。温度制御を行っていたのは、300床以上の病院では約7割が、また、300床未満の病院では3割以下であった。

始動時の温度制御方法で最も多い方法は、助燃によって二次燃焼室温度を上げ、一定温度に到達した段階で一次燃焼室にごみを投入し、燃焼を開始する方法であった。また、停止時の温度制御方法で最も多い方法は、一次燃焼室温度を助燃によって一定温度に保ちつつ、投入したごみの燃しきり後に停止する方法であった。

焼却時の温度制御は、約半数の115基の焼却炉で実施しており、そのうち、82%は自動制御である(表-11参照)。

d. ばいじんの処理・処分

ばいじんの処理は、235病院中129病院(50%)が外部委託であった。自治体、院内で処理している病院は、それぞれ、23病院(10%)、26病院(11%)であった。院内処理で行っている場合、ほとんどが保管(袋詰め、ドラム缶)か院内敷地での埋立である。保管の場合の最終的な処分方法は、外部委託(15病院:58%)や自治体処理(4病院:15%)である。

e. 焼却灰の処理・処分

焼却灰の処理は188病院(67%)が外部委託しており、40病院(17%)が院内で処理していた。病院の規模による処理方法の差は特になかった。院内で処理している場合、その方法はばいじんの場合と同様に、保管(袋詰めや容器での保管)が多く、固化処理を行っている病院が一カ所あった。院内で処理を行った場合の焼却灰の最終的な処分は、外部委託処理が19病院(48%)、自治体処分が9病院(23%)等となっていた。院内で埋め立てている例もあった。

f. 排水の処理・処分

排水の処理を行っていたのは235病院中13病院(排水を発生しない病院は198、不明が24)で、その処理方法は、院内処理が8病院で、採用している処理方法は生物処理(3病院)とろ過(5病院)が多かった。

(3) 管理体制

a. 運転担当者

235病院中、114病院で院内職員に専任の運転管理担当者がいた(48%)。外部委託(派遣)等も行わず、「いない」と回答した病院はそれぞれ、62病院(26%)、61病院(26%)で、そのほとんどは300床未満の病院である。50床未満の病院では約6割が「いない」と回答した(表-12参照)。

b. 運転マニュアルの有無

97病院(41%)が焼却炉の運転マニュアルがあると回答した。また、今後作成する予定の病院(18病院)を含めると、約半数の病院が運転マニュアルを有しているといえる。300床以上の病院では約7割

がマニュアルを有しているが、300床未満では約3割と、規模が大きい病院ほどマニュアルが整備されている(表-13参照)。

c. ダイオキシン類の濃度測定

排ガス中のダイオキシン類濃度を定期的に測定している病院は26病院(11%)、過去に行ったことがある病院18(8%)とを併せると、235病院中44病院(19%)がダイオキシン類の分析を行っていることになる。今後行う予定の病院(70病院:30%)を加えると、49%の病院がダイオキシン類を測定することになる(表-14参照)。定期測定の場合の頻度は全て年1回であった。

これらの測定は、法規制や条例に基づくものがほとんどである。病院の規模別、焼却炉の能力別ではいずれも規模が大きい方がダイオキシン類を測定している割合が高く、300床以上の病院では4~6割の病院が測定しているが、300床未満の病院では2割を下回っていた(表-15参照)。

焼却灰のダイオキシン類の分析は、定期的に行っている病院が7病院(3%)、行ったことがある病院が12病院(5%)、これまで行ったことがないが、今後行う予定の病院が81病院(34%)で、従来も、今後とも行う予定なしの病院が128病院(54%)であった(表-16参照)。分析を行う理由は、法規制や外部委託を理由に挙げる例が多かった。

飛灰中のダイオキシン類の分析は、3病院(1%)が定期的に行っており、8病院(3%)では過去に行ったことがあった。また、今後行う予定(59病院:25%)を加えると、235病院のうち70病院(29%)が飛灰中のダイオキシン類を分析することになる。一方、ダイオキシン類の分析を行ったこともなく、今後行う予定なしとしたのは、150病院(64%)であった。分析を行う理由は、(飛灰の)外部委託処理の要件や運転監視のため、あるいは法規制のためとした回答が多かった(表-17参照)。排ガスの場合と同様、施設規模が大きいほど飛灰中のダイオキシン類を分析する傾向にあった。

排水中のダイオキシン類の分析は、そもそも235病院のうち197病院では排水を発生しないとしているため、回答のあった病院数は不明19病院を除けば19病院のみであった。そのうち、11病院は過去には行ったことがないが、今後測定予定があり、7病院では過去にも今後にも測定は考えてはいないと回答していた。

(4) 故障及び点検等

a. 焼却炉の故障・補修

過去1年間に焼却炉が故障した病院は235病院中45件(19%)であった。また、過去1年間で補修を行った病院は74病院(31%)であった。故障・補修箇所としては、(助燃)バーナー及び関連設備、炉壁や火格子などの燃焼室内部構造物の劣化・補修及び温度測定(熱電対)設備等が多い。

b. 焼却炉の清掃

炉内や煙道内の清掃は235病院(71%)の病院で定期的に行っていた。頻度としては、年間2回が50病院(30%)、3から12回が45病院(27%)で、使用毎に行う病院も34件(20%)あった。これまで清掃を行ったことがないと回答した病院は60件(26%)であった。病院の規模別の清掃の有無の傾向は特に見られなかった(表-18参照)。

c. 点検

定期点検を行っている病院は145件(62%)、全く行ったことがない病院が83件(35%)あった。頻度は、145病院中の72病院(50%)が年間2回以下、22病院が3~6回/年、26病院が7~12回/年であり、145病院の83%が年間12回(毎月)以下の頻度で点検を行っている。病院の規模による差は特に見られなかった(表-19参照)。

(5) 周辺からの苦情

a. 苦情

235病院のうち、52の病院(22%)で苦情が寄せられた経験があり、176病院には苦情はなかった。苦情の多くは臭気と煙であり、苦情の内容の約8割を占める。次に多い苦情はばいじんの飛散である。

b. 焼却炉の改造

周辺住民からの苦情を踏まえ、33病院(14%)で焼却炉を改造している。

D. 考察

1. 院内処理及び院内焼却の状況

回答が得られた病院(2,933件)の多くは、廃棄物の種類によっては外部委託で処理するケースがほとんどである。何らかの廃棄物を院内処理している病院がわずか638病院(22%)であるので、病院が廃棄物の処理をいかに外部に依存しているかがわかる。ただ、過去に院内処理を行ったことがある病院を考慮すると、2,933病院中53%の病院が院内処理の経験をもつことになる。

院内処理を行っている病院のうち546病院で焼却処理を採用していた(焼却炉数566基)。過去に焼却を行っていて現在では焼却を中止した病院1,017を加えると、全体の53%の病院で焼却処理の経験があるといえる。焼却を中止した時期は、その半数が1997年から1998年にかけてであり、ダイオキシン関連規制やごみ焼却に対する社会的な認識の変化が焼却処理の廃止に反映されているといえよう。

焼却以外の処理技術(例えば、オートクレーブ、薬剤処理、滅菌処理、炭化装置、乾燥減容など)の普及・使用率は未だかなり低い。それは、これらの技術が、焼却に比べれば、処理対象廃棄物を限定することや処理能力が小さいこと、あるいは処理効率や残渣処理などに技術的な裏付けが希薄なためと考えられ、これらの技術の普及にはさらなる研究や情報収集が必要と考えられる。

外部委託処理に依存する廃棄物としては、感染性廃棄物や注射針・アンプル類が圧倒的に多く、以下、紙おむつ、廃プラスチック、生ごみ等と続く。このように、(院内での)処理が技術的に、あるいは経済的にも困難と思われる廃棄物が外部委託される傾向にあるといえる。院内焼却で処理される廃棄

物としては、伝票・書類や一般可燃物が多く、これらを単独で焼却する例もあるものの、多くの場合、他の種類の廃棄物との混合焼却である。感染性廃棄物や注射針・アンプル類、紙おむつ、廃プラスチック、生ごみでは単独焼却はごく稀で、ほとんどが他の廃棄物との混合焼却である。

院内焼却を行う病院は、病院規模(ベッド数)が大きいのほど多くなる傾向にある。焼却炉の能力は回答焼却炉420基の94%が200kg/h以下で、ダイオキシンの排ガス規制対象となる時間当たりの焼却量が50kg/h以上の焼却炉が全体の54%を占める。

2. 院内焼却炉の特性

院内に設置される焼却炉の炉形式は床燃焼方式(固定床、回転炉床、ロータリキルン)あるいは火格子燃焼方式がほとんどで、病院から排出される廃棄物を対象とする場合には、(雑芥が多いため)当然の炉形式である。炉の処理能力は、58%の施設が50kg/h以上で、この比率は母数が異なるプレアンケート調査の場合とほぼ等しい。特に、能力が50~100kg/hの焼却炉が多く、病院の規模(ベッド数)と焼却炉の処理能力との間には相関はなかったことから、病院から排出される廃棄物すべてを焼却しているのではなく、特定の廃棄物のみを焼却していることが伺われる。この点はプレアンケート結果でも明らかになっているし、次節の考察からも明らかである。

249基の約半数に二次燃焼室(54%)や助燃装置(53%)が設置されていた。すなわち、構造的に二次燃焼室が設置されている焼却炉には殆ど全て助燃装置が設置されているということを意味する(ただし、一次、二次燃焼室両方に助燃装置を設置している焼却炉は半数である)。また、前述したように、58%の焼却炉の能力が50kg/h以上であるから、能力50kg/h未満の焼却炉の多くは二次燃焼室は備えていないともいえる。

排ガス処理設備の代表的なものは集塵装置であるが、249基中106基(43%)が設置している。塩化

水素や硫黄酸化物、窒素酸化物除去設備を設置しているのは249基中、前者が21基、後者が30基と極端に少なく、しかも、窒素酸化物対策を燃焼制御で行っていると回答したのが24基で、除去設備を設置しているのはわずか6基であった。これらの汚染物質の除去設備を設置している炉は処理能力が50kg/h以上が多いが、燃焼制御法を採用する場合には炉の規模が30kg/h以下でも採用しているとの回答が得られている。しかし、その効果に関しては明らかにされてはいない。

一方、集塵装置は能力が50kg/h以上の施設ではその半数が設置していたし、50kg/h未満の施設でも2~3割の炉に集塵機が設置されていた。50kg/h以上の炉で「特になし」と回答した焼却炉が53施設もあるのは理解しがたい。二次燃焼室を有している場合、二次燃焼室内にサイクロンが設置される場合もあり、そのような場合には外見的には集塵機なしと判断されたのではないかと推測される。集塵機の形式としてはマルチサイクロン、サイクロンが最も多く(85基)、バグフィルター(7基)や洗煙設備(5基)で対応する施設も見られる。また、これらの設備を複数組み合わせさせた施設も3基あった。一般に、サイクロンのみでは黒煙対策は不十分で、黒煙対策には二次燃焼が必要となる。滞留時間を十分確保し、二次燃焼を確実に行えば集塵設備が不要の場合もある。能力50kg/h以上の施設で、「特になし」と回答した施設の中にはこのような方式でばいじん対策を講じている施設があったのかもしれない。

ダイオキシン対策を講じているのは、炉の規模が100kg/h以上の設備で20~30%程度と、必ずしも多くはなく、その技術も、いわゆる高温焼却のための工夫で、燃焼温度800~1000℃を確保したり、「速やかな立ち上げ」あるいは「立ち下げ時の燃しきり」を徹底させるなどの炉の操作方法で対応することが多く、ダイオキシン除去設備を設置する例は非常に少ない。平成12年12月の排ガスダイオキシン規制の完全実施に向けて、院内焼却の存続あるい

はダイオキシン除去設備の設置の判断が付きかねている病院が多いことを示している。

3. 院内焼却炉の運転・管理特性

院内焼却炉の1日当たりの平均稼働時間は4.7分と非常に短い。また、年間の稼働日数も247日と多くはない。図-7は回答が得られた焼却炉の規模(処理能力kg/h)と実際の処理量の関係を整理したものである。図中、「単独」は単一種類の廃棄物の焼却、「複合」は複数の廃棄物の混合焼却を意味する。施設規模による傾向は特に見られないが、処理能力以上の処理を行っている炉がある反面、処理能力をより遙かに少ない処理を行っている焼却炉もある。特に後者に関しては、院内焼却する廃棄物を限定するようになったために、廃棄物の量が焼却炉導入時点での計画処理量を下回るようになった結果であると考えられる。

燃焼管理のためのモニタリングや排出物管理のための定期モニタリングを行っている焼却炉は必ずしも多くはなく、全体の2割前後である。特に、燃焼管理のモニタリング項目は燃焼温度が中心である。排ガスの定期的モニタリング項目は、SO_x、NO_x、HCl、ばいじん、300床以上の病院の約半数でモニタリングを行っている。ダイオキシン類のモニタリングは15施設で行われていたが、排ガス規制対象焼却炉の規模が50kg/h以上に引き下げられたことによって、この数は今後増えるものと推測される。実際、今後測定予定の施設は70施設あり、これらを加えると全体の49%がダイオキシン類の測定を行うことになる。

始動時あるいは停止時の温度制御は、300床以上の病院では約7割が、300床未満の病院では約3割で行っており、始動時温度制御を行っている施設では起動時にも同様に行っている傾向がある。これは、炉の運転操作方法として炉メーカーなどによって当初から指導されているものと思われる。事実、焼却炉の運転操作マニュアルを計画中を含め整備している施設が約半数あった。また、焼却時の

温度制御(炉温調整)は約半数の施設で行われており、その82%が自動制御方式であったことから、この温度制御も当初から炉内設備として組み込まれていた技術と考えられる。

焼却炉の清掃や点検を行っている施設は、それぞれ、71%、62%と比較的多いが、清掃、点検をこれまで全く行っていない施設もそれぞれ、26%、35%あった。炉の規模による傾向は特に見られなかったことから、これらの差は病院の管理上の意識の差と思われる。外部委託を含め、専任の炉操作員がいない施設は52%もあり、処理能力が50kg/h以下の施設ではその約6割にこれら専任の運転操作員はいなかったことから、管理意識の低さが推測される。

ばいじん、焼却灰の処理・処分は235病院中約半数が外部委託である。自治体、院内処理が10~20%であるが、特に、院内処理の場合は保管や敷地内処分が多く、固化処理が1施設あった。保管の場合は最終的には自治体あるいは外部委託処理に依る病院が6割近くあるから、結局、ばいじんや焼却灰の処理・処分は6~7割が外部委託か自治体処理ということになる。これまで、ばいじんや焼却灰中のダイオキシン類の測定例は少ないが(前者で4%、後者で8%)、埋立処分では含有するダイオキシン類濃度による規制がかかるため、今後外部委託する場合には、ばいじんや焼却灰中のダイオキシン類の測定が増えてくるものと推測される。しかし、今後共ばいじんや焼却灰中のダイオキシン類を測定する計画はないと回答した施設が、それぞれ、64%、54%と意外に多かった。

排水処理は、元来排水を発生させるタイプの焼却施設が少なく、院内で排水処理を行っている施設は8施設のみであった。しかし、今後の排ガス中のダイオキシン類対策用に導入する技術によっては、排水処理を必要とする設備が増えないとは断言できない。その場合には排水中のダイオキシン類濃度にも留意する必要がある。

E. 結論

プレアンケート調査では調査対象を全国の病院を調査対象としたが、回答が得られたのはその30%程度であった。また、プレアンケート調査と本調査とでは、回答が得られた焼却炉の数に違いがあるなど(前者では566基、後者では249基)、二つの調査での調査対象焼却炉の整合性は必ずしもとれていないが、本研究によって、我が国の病院における医療廃棄物の処理状況、特に院内焼却の実状は、大略、次のように整理できよう。ただし、ダイオキシン問題に対する社会的、法規制的な環境が急速に変化する時期に行った調査であるので、ここで述べた調査結果も急速に変わり得るということに留意すべきである。

- (1) 一部の廃棄物でも院内で処理している病院は22%で、多くの病院では何らかの廃棄物の処理を外部に依っている。過去の経験を考慮すると53%の病院で院内処理を行っていたので、院内処理が近年急速に減ったことになる。特に、感染性廃棄物、注射針・アンプル類の外部処理率が高く、紙おむつ、廃プラスチック、生ごみがこれらに続く。
- (2) 院内処理を行っている病院638件中、焼却処理を採用している病院が殆どで、焼却炉数は566基である。院内焼却される廃棄物としては、伝票・書類、一般可燃物が多く、他の廃棄物との混合焼却が多い。これらの焼却炉の90%強は処理能力200 kg/h以下で、50kg/h以上の焼却炉は54%を占めている。
- (3) 仮に、有効回答(2,933病院)の調査結果が、全国の病院(9,339病院)にまで当てはまると仮定すると、我が国の病院で稼働している焼却炉の数は約1,500基で、そのうち、約800基は処理能力が50kg/h以上の焼却炉である。今後の計画を考慮すると、将来的にも約1,000の病院で焼却炉が使われることになる。
- (4) 焼却炉の形式は床燃焼方式(固定床、回転炉床、ロータリーキルン)と火格子燃焼方式が殆どで、全体の90%強を占める。約半数の施設で二次燃焼