

[資料]

廃棄物焼却炉から排出される化学物質の特性

唐牛聖文 米持真一 竹内庸夫

1 はじめに

廃棄物焼却炉からは、様々な化学物質が排出されている。窒素酸化物、硫黄酸化物、塩化水素はその代表的なものであり、これらには大気汚染防止法により排出基準が定められている。また近年、ダイオキシン類に関する問題が大きく浮上してきたが、規制の強化等の緊急な対策が講じられた結果、国内の総排出量は減少傾向にある。その一方で、排出規制が行われていない化学物質¹⁾も数多く存在する。本研究は、その中からいくつかの物質を選択し、その排出状況を把握することによって、低減対策のための条件を抽出することを目的とした。

2 調査方法

2.1 対象物質

焼却排ガス中に含まれる化学物質のうち、焼却状態を反映する可能性があるものとして、揮発性有機化合物(以下、「VOCs」と表記する)を対象とした。さらにクロロベンゼン類(以下、「CBs」と表記する)を対象とした。これらには、塩素数の異なる化合物が12種存在するが、各々の物性は大きく異なる。これらを測定することにより、焼却炉の排出状況を把握することのほか、ダイオキシン類の前駆体としての挙動を把握することを目的とした。

2.2 焼却炉の諸元

調査の実施期間は平成12~14年度で、対象とした焼却施設数は23である。そのうち22施設が産業廃棄物焼却炉である。調査対象施設を燃焼能力別に分類すると、表1のようになる。ごみの投入方式は、バッチ式が20施設、連続式が3施設である。焼却炉の燃焼方式を見ると、主たる燃焼室で燃焼を行う、いわゆる「通常炉」と、低温で未燃ガスを発生させた後に高温の別室で未燃ガスを燃焼させる「ガス化燃焼炉」の2種に大別される。前者は15施設、後者は8施設であった。

また、排ガスの処理法別に分類すると、表2のようになる。サイクロンを設置した施設が最も多く、次いでバグフィルターが多い。電気集じん機は、燃焼能力が1,000kg/h以上の大型焼却炉に設置されているケースが多かった。

2.3 測定方法

2.3.1 揮発性有機化合物

焼却排ガス中のVOCsは、焼却施設の種類やごみ質、さらに焼却炉の燃焼状態により濃度レベルが大きく変化する可能性がある。また吸着剤を充填した捕集管を使った場合に問題となるのが破過容量である。このことを考慮した結果、今回の調査では容積が1Lのガラス製真空ビンを用いて排ガスを5分間で採取し、任意の量をGC/MSに導入することにより試料中のVO

表1 調査施設の燃焼能力

燃焼能力	施設数
~ 100kg/h	3
100 ~ 500kg/h	7
500 ~ 1000kg/h	7
1000 ~ 5000kg/h	5
5000kg/h ~	1

表2 排ガス処理装置
(複数設置あり)

施設	設置数
スクラバー	4
サイクロン	13
バグフィルター	10
電気集じん機	5

Csの濃度レベルに応じた分析を行った。試料濃縮にはTekmer社のAutoCanを用い、GC/MSのscanモードで分析を行った。これにより、ピークの誤認の可能性が極めて低くなった。

2.3.2 クロロベンゼン類

CBsの12種の化合物の中で、塩素数が1ないし2のものは揮発性が高く、VOCsに分類される。一方、塩素数が4以上のもものは、常温で固体である。今回の調査では、これらの性質の異なる化合物を1つの系列で採取することを目標とした。これにより、化合物間の濃度を直接比較することを可能とした。

試料採取には捕集管を使用した。前段にはXAD-2が150mg充填された捕集管(ORBO44、シグマアルドリッチジャパン株式会社製)を1つ用いたが、これは塩素数が多いCBsを主に採取するためである。後段には活性炭が150mg充填された捕集管(ORBO32small、同社製)を1本接続した。ここで塩素数の少ないCBsが主に捕集される。200mL/minで1時間採取することを原則としたが、焼却炉の運転状況に応じて採取時間を適宜変化させた。捕集剤からの抽出は、XAD-2にはヘキサンを、活性炭には二硫化炭素を用い、超音波抽出法

により行った。内部標準物質を添加後、GC/MS-SIMにより分析を行った。

3 結果

3.1 VOCsの調査結果

図1に通常炉の各施設におけるVOCsの測定結果を示す。施設名は、測定したVOCsの総濃度が高い順にA～Oとした。主な焼却物は、紙と木であるが、Oのみはプラスチック

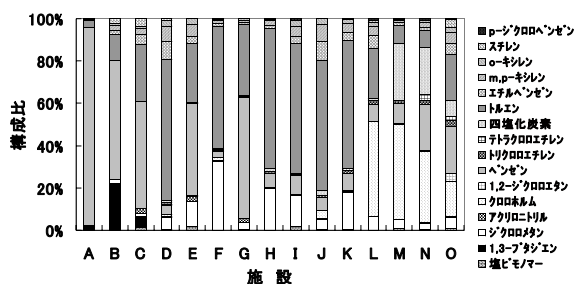


図1 各施設におけるVOCsの構成比(ガス化燃焼炉を除く)

である。施設A及びBは総VOCs濃度が約30,000～35,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、施設C～Eは約1,000～2,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、施設F～Oは約30～500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。ベンゼン、トルエン、ジクロロメタンの比率が総じて高いが、総VOCs濃度が高い程、特にベンゼンの比率が高くなっており、低くなるに従ってトルエンの比率が高くなる傾向が認められた。

施設Bは特異的な傾向を示している。すなわち、他の施設ではほとんど検出されることのなかった1,3-ブタジエンやスチレンの濃度が非常に高い濃度を示す結果となった。この施設は、燃焼能力90kg/hの小型バッチ式焼却炉で、木くずを焼却している。VOCs測定時の平均CO濃度は、約1,500ppmであり、今回調査した施設の中で最も高い濃度であった。さらに、測定時の燃焼室温度が400～620℃と非常に低い範囲で推移していたため、これらの化合物の濃度が高くなったと考えられる。

図2に、通常炉における一酸化炭素濃度を示す。施設A、B、C、E、Gで500ppmを超過しているが、これらはベンゼン濃度の構成比がいずれも40%以上になっており、一部のVOCsが発生する条件と、不完全燃焼が生じる条件の類似性が示唆される。

3.2 CBsの調査結果

図3に、通常炉におけるCBsの構成比と、平均燃焼室温度を示す。グラフの左から、総CBs濃度が高い順に並んでいる。各施設の結果を見ると、モノクロロベンゼン濃度とジクロロベンゼン濃度の合計が、全体の6割から9割を占めていることがわかる。総CBs濃度は、最も高い施設Eが40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、

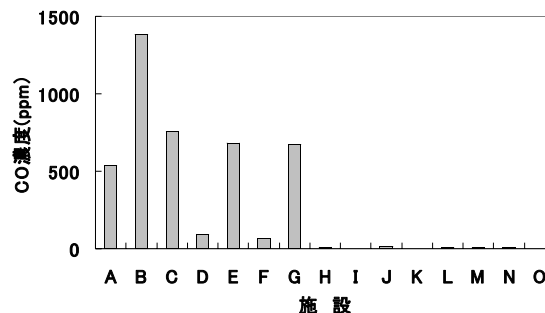


図2 各施設における平均CO濃度(ガス化燃焼炉を除く)

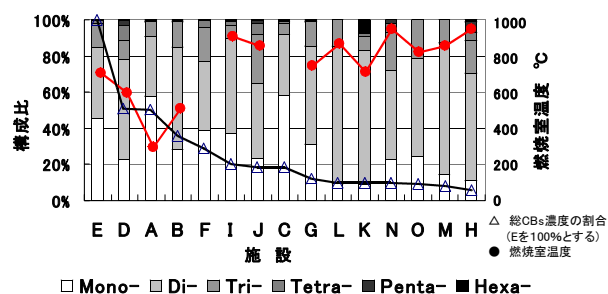


図3 各施設におけるCBsの構成比と平均燃焼室温度(ガス化燃焼炉を除く)

最も低い施設Hが2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。VOCsの濃度順位と比較すると、総じて類似した傾向が見られることがわかる。平均燃焼室温度との関連で見ると、温度が低いと、総CBs濃度が高くなることがわかる。特に、700℃以下の場合にはそのような傾向が顕著である。これより、クロロベンゼン類の発生を抑えるためには、燃焼室温度が下がらないような運転をすることが望ましいと考えられる。

4 おわりに

廃棄物焼却炉から排出される揮発性有機化合物とクロロベンゼン類の分析を行った結果、燃焼条件により様々な排出濃度を示すことがわかった。そして、これらの化合物の排出を抑制するためには、燃焼室温度が下がらないような運転を行う必要があることが明らかとなった。今後、対象物質を拡大して、排出実態の把握を行い、さらなる検証を進めていく予定である。

文献

- 1) 例えば、尹順子ら(1987)都市ごみ焼却施設(流動床炉)における微量有機化合物の発生実態, 第28回大気汚染学会年会講演要旨集, 471.
- 2) 唐牛聖文, 竹内庸夫, 植野裕, 福田真道(1999)廃棄物焼却炉から排出されるダイオキシン類及び指標物質の排出特性, 埼玉県公害センター研究報告, 26, 1-8.