



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダイオキシン類簡易測定法を用いた焼却施設運転管理
Author(s)	川本, 克也; 今泉, 隆志; 宮田, 治男 他
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 廃棄物 . 6-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 149-152
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7123
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-6-1_p149-152.pdf



6-1 ダイオキシン類簡易測定法を用いた

焼却施設運転管理

川本 克也 (国立環境研究所)、今泉 隆志 (関東学院大学)
宮田 治男、安田 宣夫、○ 小吉 省吾 (三機工業)

1. はじめに

一般的な都市ごみ焼却施設では、ダイオキシン類 (DXNs) の生成・排出を抑制するために、燃焼温度の管理や、バグフィルタ (BF) 温度のコントロール、活性炭の吹き込みなどの施設運転管理を行っている。

こうした運転管理を効果的に行うには、DXNs 濃度を的確に把握することが不可欠だが、DXNs 測定には1~2ヶ月という長期間を要し、またコストも高い。そのため、焼却施設では年に1~2回程度のDXNs測定を行い、その値をもとに一年間の運転管理を行う (活性炭吹き込み量等の運転管理条件を決定する) のが一般的である。

しかし、年に1~2回の測定では、ごみ質の季節的な変動等に伴うDXNs濃度の変化に対応することができない。また、測定してから結果が得られるまで長期間を要すると、得られた結果を日常の運転管理に反映させたり、設備の故障等によりDXNs濃度の急激な変化があった際にそれを把握することができない。そこで、DXNsよりも短時間で測定可能な、種々の代替指標の研究が進められてきた。

我々は、それらの代替指標のひとつである全有機ハロゲン化合物 (TOX) に着目し、DXNsとの相関性および運転管理指標としての有効性を調査してきた^{1)~3)}。TOXには、DXNsや、DXNsの代替指標として提案されているクロロベンゼン類やクロロフェノール類、さらに比較的沸点の種々の有機ハロゲン化合物が含まれている。

本報では、これまでの調査で得られたDXNsとTOXの相関性と、運転条件の変化がDXNsおよびTOXに与える影響について報告するとともに、統計手法を用いたTOX測定値の焼却施設運転管理への利用法について検討する。

2. TOXの測定方法

本研究におけるTOXのサンプリングには、図1のような装置を用いた。

廃棄物焼却施設の集塵装置入口および出口の排ガスをポンプにより吸引し、

- ①ガス洗浄びんにおいて、ドレン水とともに、水溶性または難揮発性のTOXを捕捉する
- ②3本連結の活性炭充填カラム (1本当たり0.5g充填) によって、非水溶性で揮発性のTOX成分を吸着させる

という2段階でサンプリングを行った。

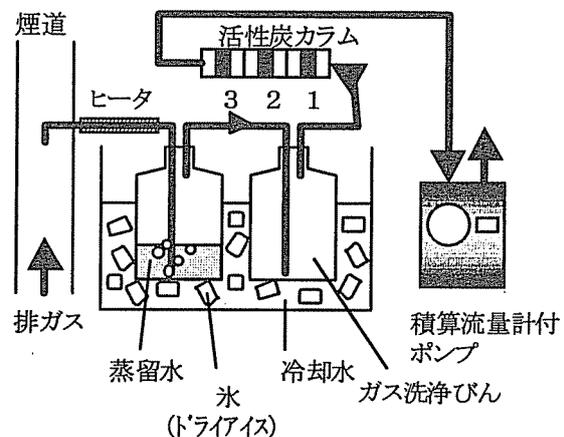


図1 サンプリング装置

定量は、①・②とも、市販装置（株）ダイインストルメンツ製 TOX100）を用いて、燃焼 - 電
量滴定法によるハロゲン量の一括定量法により行い、得られた値を合計して TOX 濃度 ($\mu\text{g-Cl}/\text{m}^3_{\text{N}}$)
とした。

3. DXNs と TOX の相関性

都市ごみ焼却施設における、DXNs と TOX
の相関を図2に示す。

なお、図中のデータのうち「◆」は、川本お
よび宮田らによって 1999~2001 年に様々な実
施設の集塵機出口で測定されたもの^{1)~3)}で、
「○」は 2001 年に同じく川本および宮田らに
よってごみ焼却施設Aの集塵機出口で測定され
たものである。

全体的に DXNs 濃度が高くなると TOX 濃度
も高くなっており、DXNs と TOX の間に相関
関係があることがわかる。「◆」に関する両者の
関係は、式①で近似することができる。

$$(\text{DXNs}) = 5.4 \times 10^{-4} (\text{TOX})^{1.4} \dots \textcircled{1}$$

ただし、DXNs: $\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、TOX: $\mu\text{g-Cl}/\text{m}^3_{\text{N}}$

である。相関係数は、 $R=0.89$ である。「◆」は数多くの施設から得られたデータなので、近似式
から大きく離れたものが見受けられるが、「○」の方は同一の施設で得られたデータなので、比較的ば
らつきが小さくなっていることが分かる。

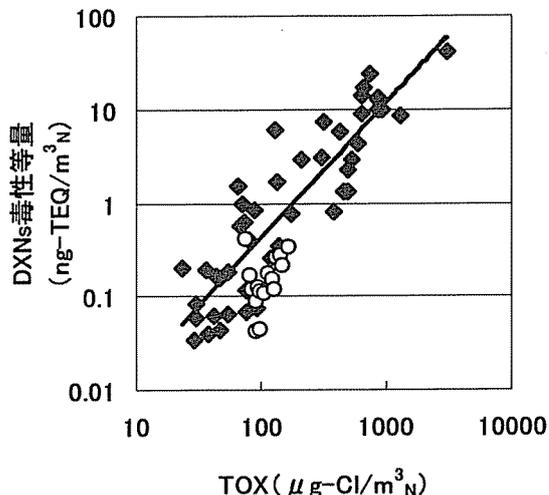


図2 DXNs と TOX の相関

4. 運転管理条件と DXNs、TOX の関係

4.1 調査内容

TOX を用いて焼却施設の運転管理を行うには、各種運転管理条件と DXNs および TOX との関係
を把握する必要がある。

そこで、都市ごみ焼却施設Aにおいて、バグフィルタ入口温度と活性炭吹き込み量をそれぞれ数
段階に設定し、DXNs と TOX の同時サンプ
リングを行った。

4.2 測定を行った施設の概要

測定を行った施設Aは、処理量 40t/16hr
で、リサイクルプラザから発生した残渣を都
市ごみと混焼しており、バグフィルタ前段で
消石灰と活性炭の混合剤（消石灰：活性炭＝
7：3）の吹き込みを行っている。施設の概
略フローを図3に示す。

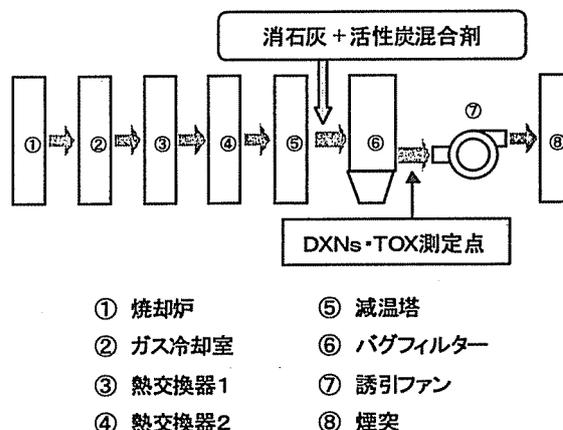


図3 施設Aのフロー

4.3 結果

1)BF 入口温度

活性炭吹き込み量 $70 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ 前後とし、BF 入口温度を 165°C 、 180°C および 200°C の 3 段階に調整して、BF 入口温度と DXNs および TOX の関係を調査した。図4にその結果を示す。

ばらつきはあるものの、DXNs、TOX とも BF 入口温度に対して右肩上がりに推移していたが、DXNs が明確に温度の影響を受けていたのに対し、TOX の挙動は緩慢であった。

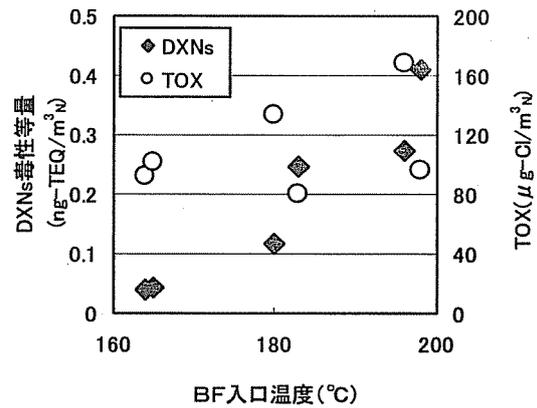


図4 BF 入口温度と DXNs、TOX の関係

2)活性炭吹き込み量

BF 入口温度を 180°C 前後にコントロールし、活性炭吹き込み量を $50\sim 200 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ 程度に調整したときの活性炭吹き込み量と DXNs および TOX の関係を調査した。図5にその結果を示す。

DXNs、TOX とも、活性炭吹き込み量に対して右下がりに推移しているが、活性炭吹き込み量 $150 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ 付近からはその傾きが小さくなる傾向が見られた。

BF 入口温度の影響の調査結果同様、TOXの方が DXNs よりもやや緩やかに推移する傾向があったが、DXNs と TOX は活性炭吹き込み量に対して非常によく似た傾向を示していた。

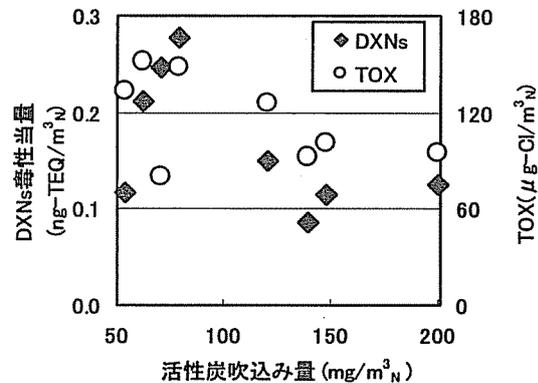


図5 活性炭吹き込み量と DXNs、TOX の関係

4.4 考察

BF 入口温度および活性炭吹き込み量いずれの条件でも、TOX は DXNs と同じ傾向を示しており、特に活性炭吹き込み量を変化させたときは DXNs とよく似た挙動を示した。したがって、活性炭吹き込み量の変化に伴う DXNs の変化を調査する場合などは、効果的に DXNs を推定することが可能であると考えられ、DXNs の代替指標として有効な指標となりうるということが分かった。

5. 統計手法を用いた DXNs の推定

TOX を測定し、DXNs 毒性等量を推定するのは前述の式①を用いれば可能である。しかし、こうして得られる DXNs の推定値と、実際の DXNs の測定値の間にはばらつきがあるため、そのままでは利用するのが困難である。そこで、得られた推定値がどの程度の確からしさであるのか、また規制値をどの程度の確率でクリアできるかを推定するための手法を検討した。

5.1 ばらつきの分布型の推定

図2の◆で示されたデータについて、近似曲線と各測定値との縦方向の距離、つまり DXNs 測定

値 D_s を DXNs 推定値 D_e (TOX の測定値を式①に代入したもの) で除して対数をとったもの (以降 X とする) が、正規分布するかどうか χ^2 自乗法による検定を行った。その結果、 X は正規分布すると推定された (図6)。平均 (μ) は 0.032、標準偏差 (σ) は 0.92 である。

5.2 DXNs の範囲の推定

X が正規分布することから、 X の範囲を信頼区間で表現したり、 X がある値以下となる確率を算出することができる。

X が $N(\mu, \sigma^2)$ に従うとき、 X の 95%信頼区間は $-1.96\sigma \sim 1.96\sigma$ となり、 $D_s = D_e \exp X$ であるから、 D_s の 95%信頼区間は $D_e \exp(-1.96\sigma) \sim D_e \exp(1.96\sigma)$ となる。

また、DXNs の規制値を D_r とすれば、 $D_s \leq D_r$ となる確率 p は、 $Y = (X - \mu) / \sigma$ として正規化すると、式②で表すことができる。

$$p = P(Y \leq \{\ln(D_r/D_e) - \mu\} / \sigma) \dots \textcircled{2}$$

前述の施設 A で得られた 16 検体の DXNs・TOX 同時測定データ (図2の○で示されたデータ) では、 X は $N(3.1 \times 10^{-3}, 0.58^2)$ に従う。

仮に、この施設で TOX を測定し、得られた値が $200 (\mu\text{g-Cl}/\text{m}^3_{\text{N}})$ であった場合、上記の手法を用いると $D_e = 0.26 (\mu\text{g-Cl}/\text{m}^3_{\text{N}})$ 、95%信頼区間は $0.080 \sim 0.82 (\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}})$ となり、DXNs が 0.1 を下回る確率は 5.2%、0.5 を下回る確率は 87%となる。

従来は DXNs の値を推定してもその値がどの程度確からしいものなのかは表現できなかったが、この手法を用いることにより、「DXNs は $\times \times$ % の確率で $\bigcirc\bigcirc \sim \triangle\triangle$ 」という形での推定が可能になり、運転管理への目安としやすくなる。また、公定法による DXNs 測定の前に TOX を測定し、DXNs の値が規制値を下回っている可能性を確認しておくことができるようになる。

6. まとめ

本報では、様々な焼却施設での DXNs と TOX の相関性と、運転管理条件と DXNs および TOX の関係を示すとともに、TOX による DXNs の管理に統計的手法を導入することを提案した。

TOX は、迅速かつ安価に DXNs を推定することができることから、これを用いることにより、焼却施設の効率的運転管理や DXNs 排出量の削減につながるものと考えられる。

参考文献

- 1) 川本克也：TOX：排ガス中ダイオキシン類および有害物指標としての有用性，第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集，791～793 (1999)
- 2) 川本克也、宮田治男他：TOX を用いた焼却施設運転管理方法の検討，第8回衛生工学シンポジウム論文集，5～10 (2000)
- 3) 川本克也、宮田治男他：TOX を用いたダイオキシン類低減のための焼却施設運転管理方法の評価について，第11回環境工学総合シンポジウム 2001 講演論文集，201～204 (2001)

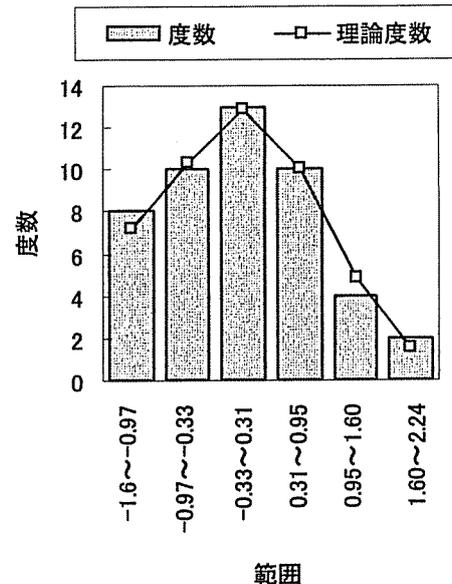


図6 Xの度数分布