

東京都環境科学研究所

No.27

ニュース

家庭用焼却炉から排出されるダイオキシン類の実態について

1. はじめに

都内の大規模な清掃工場については、ダイオキシン類排出濃度が定期的に測定され、膨大な調査が行われてきました。一方、家庭用焼却炉などの小規模の焼却炉については、1台当たりのダイオキシン類の発生量が少ないと見られていたため、調査データがきわめて少ないのが現状です。しかし、設置台数が多く、必ずしも無視できる状況でないと考えられたため、東京都環境科学研究所では平成9年度から平成11年度にかけて、家庭用焼却炉からのダイオキシン類の排出状況の調査及び生成要因の検討を行いました。今回のニュースでは、一般家庭用焼却炉を用い、各種の燃焼対象物を焼却し、排ガス中及び焼却灰中のダイオキシン類濃度を測定し、ダイオキシン類の生成要因を調査検討した結果について紹介します。

2. ダイオキシン類の種類

ダイオキシン類とはポリ塩化ジベンゾパラジオキシン(PCDDs)とポリ塩化ジベンゾフラン(PCDFs)の総称であり、さらにコプラナPCB(Co-PCBs)を加えて評価され、これらは化学物質の合成過程、燃焼過程などで非意図的に生成します。構造式は図1の1~9の番号に塩素が付くので、組み合わせによりPCDDsでは75種類の異性体、PCDFsでは135種類の異性体、Co-PCBでは十数種類の異性体が存在し、それらの中で特に毒性が指摘されているのは29種類となっています。

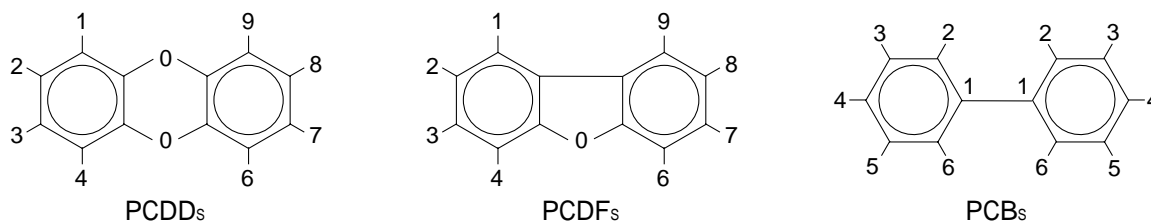


図1 ダイオキシン類の構造

また、ダイオキシン類は多くの異性体があって、それぞれ毒性が異なることから、2,3,7,8-四塩化ジベンゾパラジオキシン(2,3,7,8-TCDD)を1として他の異性体の相対的な毒性を毒性等価係数(TEF)で示し、これを用いて混合物の毒性の総量を2,3,7,8-TCDDに換算しています。

3. ダイオキシン類の毒性について

ネズミなどの動物実験では、妊娠中に比較的多量のダイオキシン類を与えた時に、生まれた動物に口蓋裂、水腎症等の奇形を起こしています。また、ダイオキシン類の慢性毒性を調べた動物実験では、体重の減少、皮膚の変化、肝臓障害等を起こすことが知られています。

事故などで人にダイオキシン類が暴露された際の知見から、世界保健機構はダイオキシン類に発ガン性があるが、直接遺伝子に作用するのではなく、発ガン作用を促進する作用があるとしています。その他に、内分泌かく乱化学物質として生殖や精子形成に影響したり、免疫機能の低下などの多くの毒性が認められています。

このため日本では人間に対するリスクを評価して、耐容一日摂取量（TDI：ダイオキシン類を人が生涯にわたって継続的に摂取したとしても健康に影響を及ぼすおそれがない一日当たりの摂取量で2,3,7,8-TCDDの量に換算して表したもの）が人の体重1kg当たり4pgと決めました。

4. ダイオキシン類の規制

平成9年8月に大気汚染防止法が改正され、ダイオキシン類（PCDDs + PCDFs）が指定物質となり、一定規模以上の廃棄物焼却炉や製鋼用電気炉の指定物質抑制基準が定められました。また、同年8月に廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）が改正され、廃棄物焼却施設の設置許可に必要な施設の処理能力の引き下げやダイオキシン類濃度の年1回以上の測定義務、ダイオキシン類に係る濃度基準、廃棄物焼却炉の構造基準や維持管理基準の強化等が定められました。

さらに平成11年7月に公布されたダイオキシン類対策特別措置法（特別措置法）において、廃棄物焼却炉からの排ガスの排出基準値（PCDDs + PCDFs + Co PCB）が表1のように定められました。

表1 ダイオキシン類の排出基準 （単位：ng-TEQ/m³N）

廃棄物焼却炉		排出基準		
		新設	既設	
			H13.1～ H14.11	H14.12～
焼却能力	50kg/時以上 2,000kg/時未満	5	80	10
	2,000kg/時以上 4,000kg/時未満	1		5
	4,000kg/時以上	0.1		1

注1）TEQ（毒性等量）とはダイオキシン類には多くの異性体があり、それぞれ毒性の人間への影響の程度が異なるため、もっとも毒性の高い2,3,7,8-TCDDの毒性に合わせて、重み付けがなされている。

その他、特別措置法では、焼結炉、電気炉の排出ガスや排水についても、規制値が設けられました。

5. ダイオキシン類の発生源

平成11年6月に環境庁より発表されたわが国のダイオキシン類の総排出量は、平成9年に約6,300 g-TEQ、平成10年に約2,900 g-TEQと見積もられています。そのダイオキシン類の発生の主な原因は、一般廃棄物焼却施設、産業廃棄物焼却施設、未規制小型廃棄物焼却炉などの廃棄物の焼却過程にあると考えられています。

東京都においても環境局が都内からのダイオキシン類排出量を算出しており、平成10年度に都内の清掃工場から、約34g-TEQ排出されていると推計し、その他の事業者設置の焼却炉で8.3g-TEQ、焼却能力200Kg未満の小型焼却炉から10g-TEQ、製鋼用電気炉やボイラーから0.96g-TEQ排出していたと推計し、これらをあわせて全体で53.6g-TEQと推計しています。

6 . 家庭用焼却炉からのダイオキシン類の排出

家庭用焼却炉は、燃焼温度が清掃工場の焼却炉に比較して低く、燃焼条件も安定しないため不完全燃焼が起きやすく、さらに、排ガスの処理設備が設けていないため、ダイオキシン類の排出が多いと考えられます。排ガス中のダイオキシン類濃度を実際に確かめるために、次のような実験を行いました。

6 . 1 焼却実験

焼却炉は図2に示すステンレス製で、円筒形の炉内容積80ℓの一般家庭用焼却炉を用いました。

排ガスの採取と炉温度の測定は、家庭用焼却炉に直接備えられていた煙突の途中で行いました。煙突からの排ガス対策のために、フィルター付き排ガス水洗浄装置を設置して、排ガス中の粉塵を処理しました。

焼却は、約10～20kgの燃焼対象物を適量に分け、投入口から、3～10分間隔で投入し、約3～5時間かけて行いました。

6 . 2 焼却対象物

紙	再生紙（雑誌）、コト紙、広告紙
材木	杉材（径3×4×40cmの角材）
枯れ葉	ケヤキ、スダジイ、シラカシの枯れ葉、寒ツバキ（枝付き）
ベニヤ板	市販品
塩化ビニル	建築用硬質塩化ビニル（波板）3×10cm程度に裁断し、材木に挟んだ
ポリエチレン	塩化ビニル以外のプラスチックとしてのポリエチレンフィルム

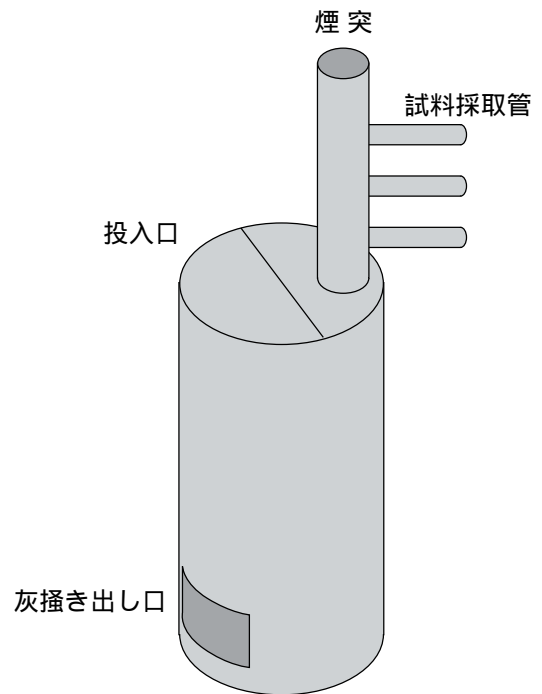


図2 焼却炉の概略図

7 . 調査結果

7 . 1 排ガス中のダイオキシン類濃度

排ガス中のダイオキシン類濃度は図3のように、材木、ベニヤ板からは1.3ng-TEQ/m³N以下であり、紙類については、0.85～4.4ng-TEQ/m³Nの値であり、その中で広告紙はやや高い値であった。寒ツバキ、スダジイ、シラカシの枯れ葉の排ガス中のダイオキシン類濃度は、1.2～2.1 ng-TEQ/m³Nあったが、ケヤキの葉からは8～26ng-TEQ/m³Nとやや高めの値が検出されました。

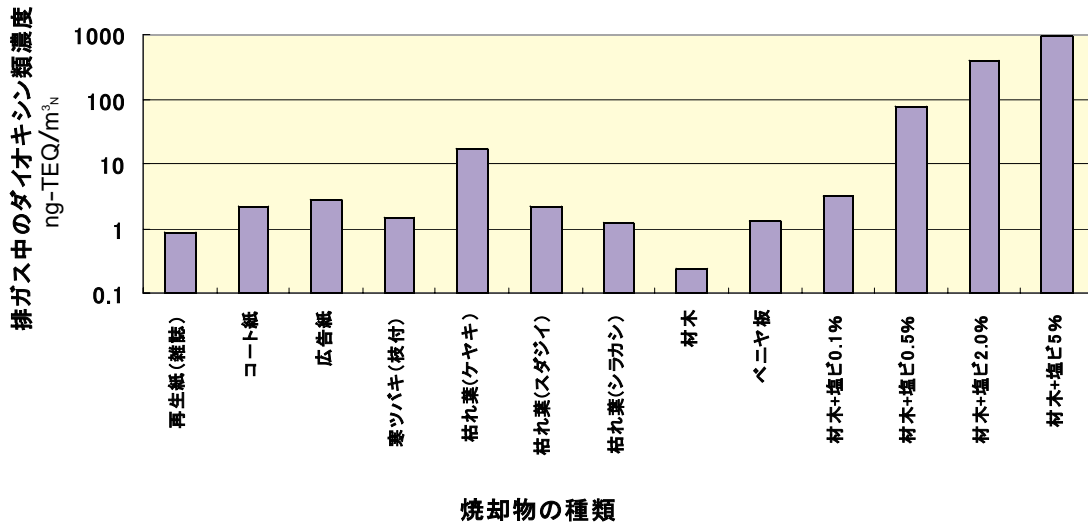


図3 排ガス中の全ダイオキシン類濃度

7.2 塩化ビニル混入率と排ガス中のダイオキシン類濃度との関係

実験は角材のみの場合と角材に硬質塩化ビニルをそれぞれ、0.1%、0.5%、2%、5%程度混入した場合の排ガス中のダイオキシン類濃度を測定しています。その結果、図4に示すように、塩化ビニル混入率を増加させると、排ガス中のダイオキシン類濃度も混入率に応じて増加することが明らかになりました。

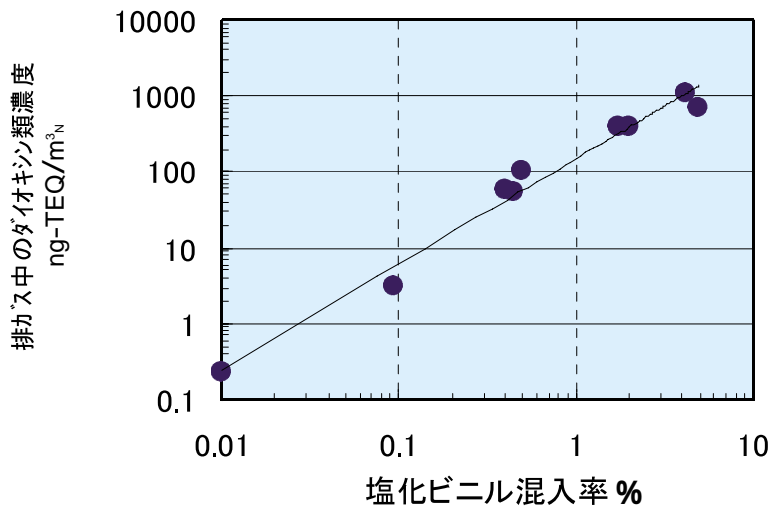


図4 塩化ビニル混入率と排ガス中のダイオキシン類濃度の関係

7.3 焼却灰中のダイオキシン類濃度

焼却灰中のダイオキシン類濃度は、紙、枯れ葉、材木などの塩化ビニルが混入しない焼却物では、0.01 ~ 12pg-TEQ/g 程度の比較的低い値でした。図5のように材木に塩化ビニルを混合した場合は、排ガスと同様に塩化ビニルの混合率が高まると、焼却灰中のダイオキシン類濃度も上昇していました。

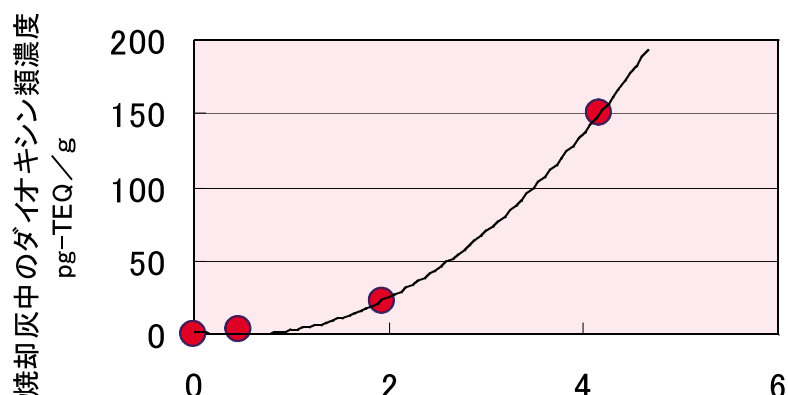


図5 塩化ビニル混入率%

7.4 焼却物のダイオキシン類発生の原単位

焼却実験から、焼却対象物ごとのダイオキシン類発生量を表2のように算出しました。焼却対象物の紙、枯れ葉、材木、塩化ビニルについて、各1g焼却したときに排ガスと焼却灰に排出されるダイオキシン発生量を原単位としています。また、混合物A、混合物Bは、家庭で紙、枯れ葉などが混合して焼却されることを想定して設定しました。表1の混合物Bのように、焼却物中に塩化ビニルが入ると、他の焼却物に比べて原単位が大きいため、少しの量でダイオキシン類の発生に影響することが分かりました。

表2 ダイオキシン類発生量の原単位 g当たり

焼却対象物		排ガス ng-TEQ/g	焼却灰 pg-TEQ/g
単一焼却対象物	紙	0.017	0.0021
	材木	0.0019	0.0037
	枯葉 ケヤキ	0.17	0.28
	〃 スダジイ	0.015	0.26
	〃 シラカシ	0.0074	0.90
	塩化ビニル	140	10
混合物A		0.28	0.63
混合物B		5.6	11

注) 混合物A とは紙(49%) + ケヤキ(49%) + ポリエチレン(2%)

混合物B とは紙(50%) + ケヤキ(46%) + ポリエチレン(2%) + 塩ビ(2%)

7.5 枯れ葉の焼却時のダイオキシン類

都内で比較的多く植えられている ケヤキ、シラカシ、スダジイの枯れ葉を焼却した場合、

表1で見られるようにケヤキのみダイオキシン類の発生量が高い値でした。この原因が葉中の塩素に関係すると考えられたため、都内各地における13種の樹木の葉について、約79検体の塩素を測定しています。その結果、枯れ葉の塩素濃度とその検体数の関係が得られ、その中でケヤキ以外の葉は塩素濃度が低濃度に分布し、ケヤキの検体の多くが高濃度側に分布していました。従って、塩素分の多いケヤキを燃焼させると、葉から分離した塩素によって、他の種類の葉よりダイオキシン生成量が多くなっていたと推定することができました。

8 . 調査結果の活用

ここで示す調査結果の内容は平成12年2月に「家庭用焼却炉からのダイオキシン類排出状況調査結果」として、新聞報道され、環境局のホームページにも紹介されました。特に、塩化ビニルの混入率とダイオキシン類濃度の関係やダイオキシン類発生の原単位は反響を呼び、他の自治体等で家庭用焼却炉やこれに類する焼却を行った場合のダイオキシン類発生量予測の計算にも使われています。またこれらの結果は東京都環境局の小型焼却炉からのダイオキシン類発生量の推定にも活用されました。また、環境局は今回の実験から、一般家庭では家庭用焼却炉で紙屑を焼却した場合、塩化ビニルが完全に分別されているとは限らないことから清掃工場での焼却を薦めています。また、たき火で落ち葉を焼却する場合については、ダイオキシン類の発生は少ないものの、少量の塩化ビニルが混じる可能性や、どの葉が塩素濃度の高い葉かを確認できないため、焼却しないことが望ましいとしました。ただし、神社等での落ち葉の焼却にみられるように、たき火は古来からの生活習慣として行われていることから、一律に禁止ではなく、状況に応じてたき火を行う場合には、周辺環境に影響を及ぼさないよう配慮するように求めています。



発行 東京都環境科学研究所
〒136-0075 東京都江東区新砂1-7-5
TEL 03(3699)1331(代) FAX 03(3699)1345
ホームページ <http://www.kankyoken.koto.tokyo.jp/>

印刷 株式会社プリントン
平成12年度 登録第1号
2000年8月発行



古紙配合率100%
白色度70%再生紙を使用しております。