

焼却に伴うダイオキシン類（PCDD/Fs）発生に関する研究

山口大学 学生会員 ○宇都 秀一
 山口大学 学生会員 久保田 彰子
 山口大学 正会員 樋口 隆哉
 山口大学 正会員 浮田 正夫

1. 研究背景および目的

わが国におけるダイオキシン類の発生量のうち、8割から9割が日常生活から出るごみの焼却に伴うものであるとされる。ダイオキシン類は炭素、水素、酸素、塩素が熱せられるような過程で、自然に生成されてしまう物質である。ダイオキシン類の発生に関して、ごみ中の塩素源が最も大きな要因の一つとされているが、塩素供給源としては有機系の塩素源と無機系の塩素源とがある。本研究では温度条件に注目し、有機系の塩素源であるポリ塩化ビニル（PVC）とポリスチレン（PS）、無機系の塩素源である NaCl と PS、NaCl と木くずの組み合わせ、さらに落ち葉について温度条件をそれぞれ変えて燃焼させることにより、それに伴うポリ塩化ジベンゾパラジオキシン/ジベンゾフラン（以下 PCDD/Fs）発生量を測定する。また身近な燃焼による PCDD/Fs 発生実験として、落ち葉焚きの灰と焼き魚の焦げからの PCDD/Fs 発生量を測定する。それらの測定結果から PCDD/Fs の発生危険性について検討する。

2. 実験方法

2-1 試料

小型電気炉を用いた燃焼実験で用いる試料は表1のような組み合わせとした。それぞれ温度条件を変えて30分間燃焼させた。木くずはチップ状のマツ材を2mm以下に調製した。落ち葉（桜）は、ミキサーにかけて破碎し、2mmメッシュのふるいに通したものをを用いた。Fe₂O₃は灰の付着材として加えた。

2-2 燃焼方法

実験装置を図1に示す。小型電気炉の温度を設定し、試料の入った蒸発皿を炉に入れ、30分間燃焼させた。燃焼後、加熱をやめ、炉内の温度が50℃になるまで放置した。その後、蒸発皿、石英ガラス製カバー・石英ガラス管・ガラス管・サンプリング用活性炭を取り外した。なお、各燃焼実験後、小型電気炉を850℃に設定して2～3時間焼入れした。

2-3 分析方法

取り外した石英ガラス管・ガラス管の中をアセトンで満たし、一晩放置した後、アセトンを結晶皿に移した。また、石英ガラス製カバー・石英ガラス管・ガラス管に付着している灰をアセトンで湿らせたキムワイプで拭き取り、同じ結晶皿に移した。結晶皿中のアセトンを揮発させた後、蒸発皿中の灰・拭き取った灰の付いたキムワイプ・サンプリング用活性炭から高速溶媒抽出装置によりダイオキシン類を抽出し、その抽出液をクリーンアップした。その後、GC/MSを用いたPCDD/Fs定量分析を行った。

表1 実験に用いた試料の組み合わせ

温度[℃]	試料(重量[g])
500	PVC(0.5)+PS(0.5) +Fe ₂ O ₃ (0.05)
600	
750	
850	
500	NaCl(0.5)+PS(0.5) +Fe ₂ O ₃ (0.05)
600	
750	
850	
500	木くず(0.5)+NaCl(0.5) +Fe ₂ O ₃ (0.05)
600	
750	
850	
500	落ち葉(3.0)
600	
750	
850	

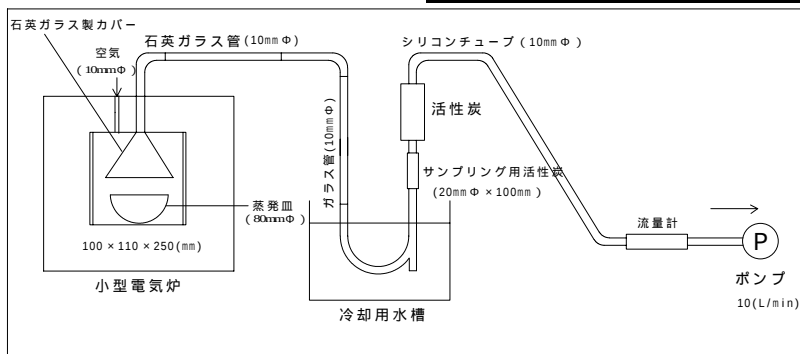


図1 実験装置

キーワード PCDD/Fs, PVC, NaCl, 落ち葉, 焼き魚の焦げ

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9313

2-4 身近な燃焼による PCDD/Fs 発生実験

落ち葉焚きの試料としては 2-1 の落ち葉と同様のものを用い、芝は刈られてあったものを用いた。実験では通常行うような焚き火を行い、残った焼却灰を採取して分析に用いた。焼き魚の焦げに関する実験ではスーパーで売られているメザシ（タレロイワシ）を七輪を用いて通常食べるように焼いた。焼いた魚から焦げの部分だけを集め、PCDD/Fs の分析を行った。

3. 結果および考察

小型電気炉を用いた実験結果を図 2 に示す。

これを見ると、PVC の燃焼において PCDD/Fs の発生量や毒性の危険性は高いことが分る。PVC+PS では 500 の結果を除けば 600～850 の間で PCDD/Fs の発生量と TEQ 換算値は温度の上昇とともに増加する傾向となった。一方、NaCl+PS では温度条件を高くするほど、PCDD/Fs の発生量が増加したが、TEQ 換算値については必ずしも発生量に伴って増加する傾向は認められなかった。NaCl+木くず、落ち葉では、PCDD/Fs の発生量や TEQ 換算値が小さいことがわかる。NaCl+木くずでは 500～750 の間で TEQ 換算値が減少傾向にある。発生量でも 600～750 では減少している。しかし、850 では急激な増加を示した。落ち葉では TEQ 換算値は増加傾向を示している。発生量は 750 で最も低い値を示し、850 では高い値を示した。この二つの結果は類似しており、燃焼温度の違いによって PCDD/Fs の発生量に何らかの影響があるのではないかと考えられる。落ち葉焚きの灰、焼き魚の焦げの分析結果を図 3、4 に示す。落ち葉と芝を比較すると、芝の方が発生量、TEQ 換算値ともに高い値を示した。この違いは、成分および燃焼温度の違いによるものであると考えられる。図 2 と 3 の落ち葉の結果を比較すると、図 2 の方は排ガス中の PCDD/Fs も測定しているため、発生量や TEQ 換算値は高い値を示している。焼き魚 1 匹あたりの焦げに含まれる PCDD/Fs は 1.6pg-TEQ/匹であった。ここで魚（イワシ）そのものに含まれている PCDD/Fs の濃度はおよそ

2pg-TEQ/g であるとの報告もある。そこで魚 1 匹 10g としたとき、魚 1 匹に含まれる PCDD/Fs は 20pg-TEQ/匹である。よって、焼き魚の焦げよりも、魚そのものが PCDD/Fs に汚染されていることが分った。

4. まとめ

PVC と NaCl を比較すると、PCDD/Fs の発生量や毒性に大きく関わっているのは PVC の方であると考えられる。しかし、無機系の塩素源でも高温条件で燃やすと PCDD/Fs が発生することが分った。また、燃焼温度の違いによって PCDD/Fs 発生量に影響があると考えられる。落ち葉焚きは、ごみの焼却に比べると、PCDD/Fs 発生による環境への悪影響は小さいと考えられる。焼き魚の焦げについては、微量の PCDD/Fs が発生することがわかった。しかし、体の健康を害するような危険な量の PCDD/Fs ではなかった。

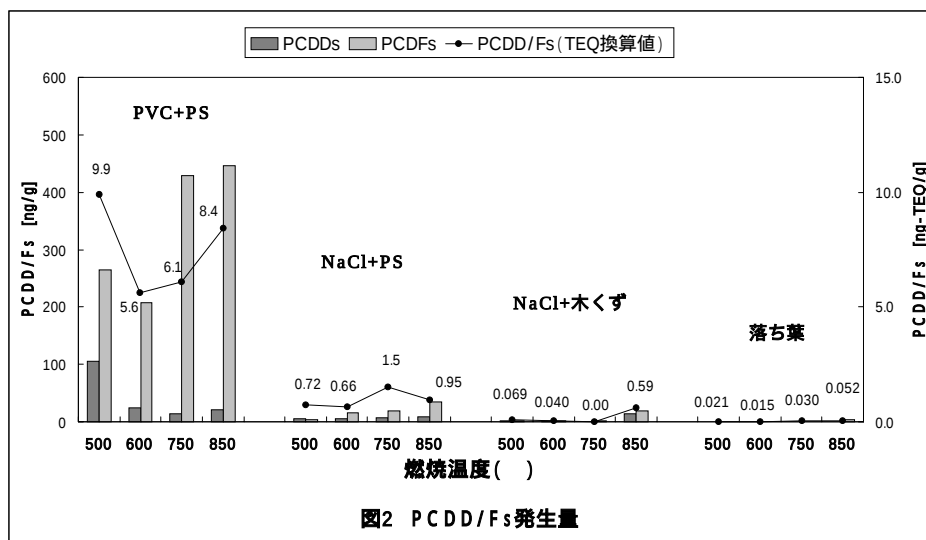


図2 PCDD/Fs発生量

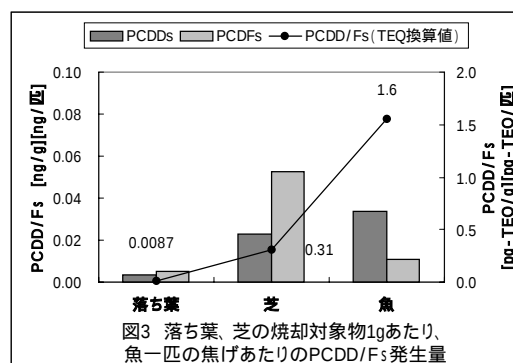


図3 落ち葉、芝の焼却対象物1gあたり、魚一匹の焦げあたりのPCDD/Fs発生量

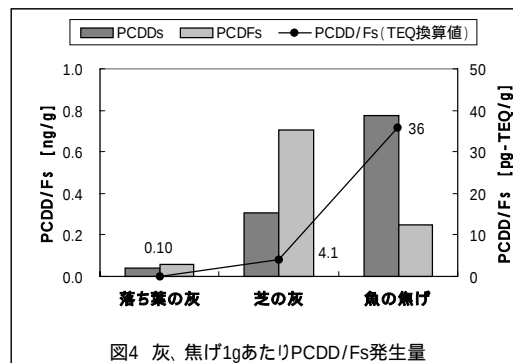


図4 灰、焦げ1gあたりPCDD/Fs発生量