

ポリ塩化ビニリデンの燃焼とダイオキシン

——「第9回環境化学討論会」発表より——

塩化ビニリデン衛生協議会

ごみの焼却によるダイオキシン類（以下DXNと略記）の生成に関するわが国の実態調査から、DXN排出量の実態や今後の推定排出量が示され^{1), 2)}、国の規制³⁾による効果が明らかになってきている。

これまで、DXNの生成は塩素系樹脂の焼却によるものとして、一部の団体から批判されてきたが、現在ではあらゆるごみがDXNの生成源になることや、その塩素源は塩素系樹脂のみならず無機塩（例えば食品中の塩分など）も同様であることが示され、一般に認識されてきている。

また、DXN生成を抑制するには、焼却時の温度管理が重要で³⁾、800℃以上の燃焼ではDXN生成を極めて低いレベルにできることも分かっている。

ポリ塩化ビニリデン（以下PVDCと略記）は塩素系樹脂の1つであり、生産量はポリ塩化ビニル（以下PVCと略記）と比べるとかなり小さいものの、その優れた防湿、低通気性などの特性から日常生活の必需品であるPVDCラップや、またコーティング材料として利用されている。

これまでにPVCの燃焼とDXNの生成についての報告は多数あるが、PVDCに関する報告は殆どない。塩化ビニリデン衛生協議会として、これまでに産業廃棄物焼却炉を用いたPVDCの焼却実験を実施し、その結果を報告している（ビニリデン協だより No.59）。

今回は石英管状炉を用いたPVDCの燃焼とDXNの生成について調査・検討したので、以下にその結果を報告する。

この結果については、第9回環境化学討論会（2000.6.20-22、於：北海道大学）で発表した。また、学術誌Chemosphereにも投稿し、近く掲載されることになっている。

今回の燃焼実験から得られた結果は、以下の通りである。

- (1) PVDC単独（ラップ）を燃やした場合でも、800℃以上であればDXNは生成しない。（ブランク値と同じレベルである。）
- (2) PVDCをコートしたPPフィルムも同様であった。

即ち、本実験の結果から、例えPVDCのみを燃焼したとしても、800℃以上の温度で、滞留時間が2秒以上あれば、DXN生成は極めて低いレベル（ブランクレベル）であることが明らかにされたと言える。

実験内容は次の通りである。

1. PVDCの燃焼実験

試料は市販PVDCラップ及びPVDCコートPPフィルム（PVDC/PP=3μm/20μm）の小片を用いた。燃焼装置は管状加熱炉（光洋リンドバーグ社製）を用いて、それぞれの試料を石英管中で燃焼した（図1参照）。実験は、二次燃焼温度の設定値を700℃～950℃まで50℃刻みで変えて行った。試料は、第1ヒーター中央部（二次空気供給位置の前、一次燃焼部）に、20mgずつ石英ボートに入れて50回挿入した（合計1g）。この時の燃焼ガスの平均滞留時間として、2秒及び3秒の場合について調べた。

今回の実験では、燃焼ガスと空気との混合を良くするために、試料の前方から二次空気を吹き込む工夫をした。

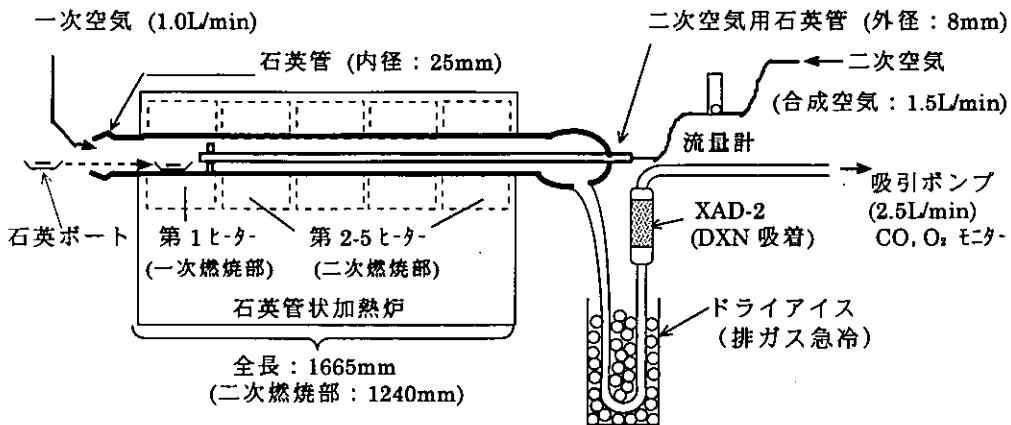
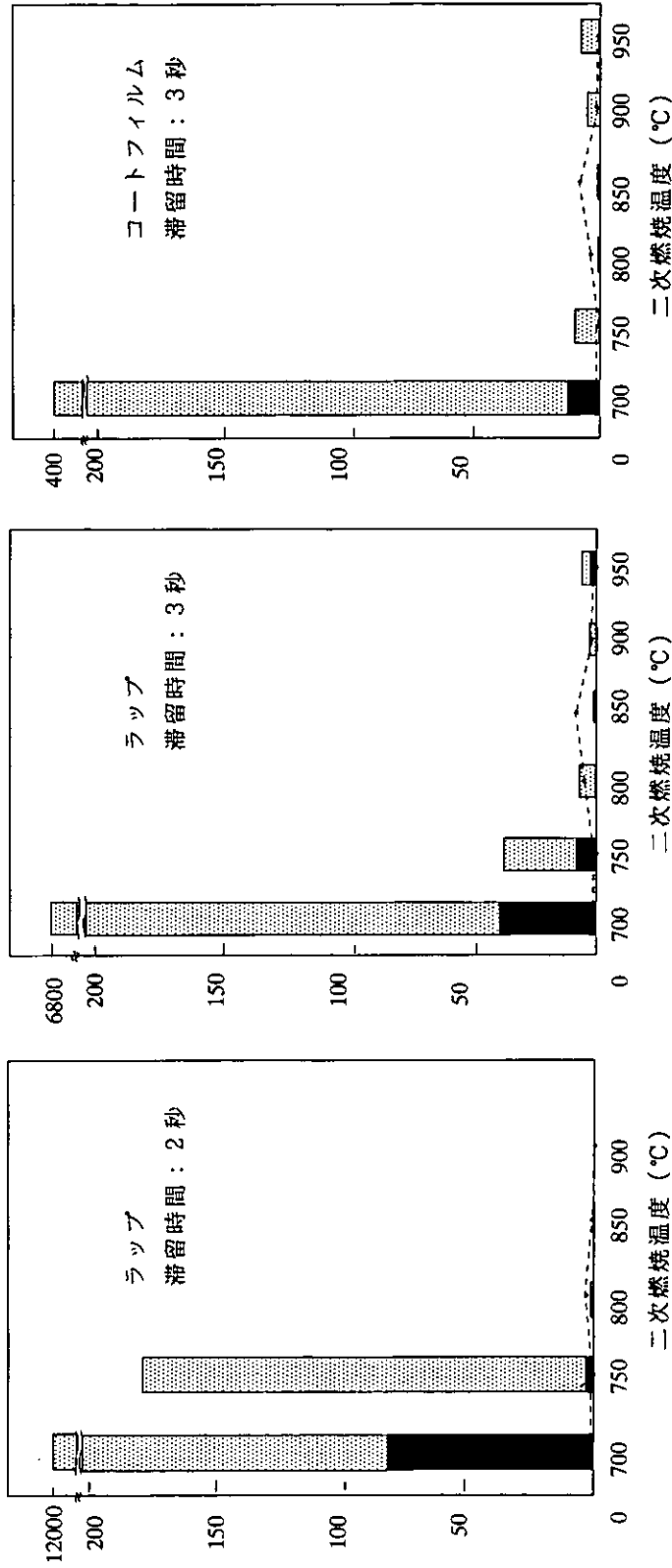


図1 実験装置

2. 結果

ラップ及びコートフィルムの燃焼実験の結果を図2に示した。また、参考のため詳細データを末尾の表1、表2に示した。

図2 二次燃焼温度と生成ダイオキシン量 (pg-TEQ/g) との関係



- ▨ PCDF : ポリ塩化ジベンゾフラン
- PCDD : ポリ塩化ジベンゾ-P-ジオキシン
- - - - - ブランク : 試料 1g を燃焼するのに必要な時間 (120分)、管状炉を通過した空気を分析して求めた。

3. 考 察

(1) PVDC単独（ラップ）あるいはPVDCコートPPフィルムでも800℃以上、加熱部の滞留時間を3秒に設定した燃焼条件では、DXNが生成しなかった（ブランクレベル*と同等）。すなわち、塩素系樹脂であっても適切な条件で燃焼すればDXNの生成を極めて低いレベルに抑制できることが実証された。

*ブランクレベル：試料1gを燃焼するのに必要な時間(120分)、管状炉を通過した空気を分析して求めた。

(2) ラップの場合、加熱部の滞留時間を約2秒にしても、800℃以上の条件では、DXNが生成しなかった。

(3) ブランク試験（試料を入れず空気のみ）で、室温におけるブランクの値は検出限界以下であったが、加熱（700～950℃）した場合は微量ながらDXNが生成することが判明した。このことは、空气中に存在する微量の炭化水素および塩素化合物から、加熱するだけでDXNが生成することを示したものと云える。

4. 結 論

焼却物から塩素源を完全に除去することは事実上不可能なことから、焼却炉から排出されるDXNを抑制するには、厚生省ガイドライン³⁾に示されているように適切な燃焼条件で燃焼し、適切な排ガス処理をすることが必須と考えられる。

参考文献

- 1) 「廃棄物焼却施設からの排出削減対策について」平成11年4月5日 厚生省水道環境部環境整備課
- 2) 「ダイオキシン類の排出量の目録（排出インベントリー）について」平成12年6月29日 環境庁大気保全局大気規制課
- 3) 「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドラインーダイオキシン類削減プログラムー」平成9年1月 厚生省水道環境部

参考資料

表1 ラップの燃焼実験の結果

一次温度 ℃	二次温度 ℃	滞留時間 秒	実測濃度 (ng/g)				毒性等量* (pg-TEQ/g)			
			PCDD	PCDF	DXN Total	ブランク	PCDD	PCDF	DXN Total	ブランク
700	700	3	2.2	800	800	0.29	44.2	6734	6800	0.21
		2	5.0	1670	1700	0.02	88.9	11709	12000	0.055
750	750	3	2.0	36	38	0.22	4.52	34.78	39	0.25
		2	0.33	160	160	0.03	3.0	175.5	180	0.019
800	800	3	0.20	0.70	0.90	0.39	0.176	5.47	5.6	3.9
		2	0.03	1.07	1.1	1.1	0.055	1.35	1.4	3.1
850	850	3	0.13	0.19	0.32	1.1	0.114	0.331	0.44	8.0
		2	0.03	0.30	0.33	0.18	0.056	0.079	0.83	0.48
900	900	3	0.09	0.21	0.30	0.28	0.103	2.91	3.0	0.64
		2	0.01	0.03	0.04	0.05	0.012	0.034	0.046	0.051
950	950	3	0.58	0.22	0.80	0.13	2.82	3.41	6.2	0.12

表2 コートフィルムの燃焼実験の結果

** 一次温度 ℃	二次温度 ℃	滞留時間 秒	実測濃度 (ng/g)				毒性等量* (pg-TEQ/g)			
			PCDD	PCDF	DXN Total	ブランク	PCDD	PCDF	DXN Total	ブランク
700	700	3	1.1	66	67	0.29	13.58	391.2	400	0.21
700	750	3	0.11	0.48	0.59	0.22	0.162	10.6	11	0.25
700	800	3	0.05	0.19	0.24	0.39	0.056	1.24	1.3	3.9
700	850	3	0.05	0.19	0.24	1.1	0.049	0.950	1.0	8.0
700	900	3	0.36	0.43	0.79	0.28	0.177	5.59	5.8	0.64
700	950	3	0.06	0.83	0.89	0.13	0.065	9.28	9.3	0.12

* WHO-TEF(1997)で毒性等量換算した。

** コートフィルムの場合は、一次燃焼温度が高いと燃焼が激しく酸素不足になり、スチが
発生したので、一次燃焼温度を700℃に設定した。



第2回 ゴミとプラスチック

消費生活アドバイザー

佐藤 功

都市ゴミの中のプラスチックが問題になっている。最近の分析例では都市ゴミのうち、約10%（重量）がプラスチックだそうだ。何を買ってもプラスチックで包装されている。包装はすぐゴミとして捨てられるから、多いはずだ。プラスチックは加工しやすく、安価である。それに化学的に安定で、水に濡れても性能は変わらないし、腐ることもない。包装材料として大変優れている。

かつて、食品は大きな単位で小売店に到着した。その時の包装材は酒や味噌なら樽、醤油や酢はカメ、米、麦は俵であった。小売店では対面販売で客の嗜好や希望を聞いて銘柄を選び、小分けし、店頭で改めて包装して客に提供していた。店主の選択眼が店の売りで、客はそれを信用して買物をした。これがいわゆる「のれん」である。

この時代、小売りでの包装は土の付いた大根なら新聞紙だった。肉なら竹の皮、味噌をふきの葉で包んでいた地方もあったという。酒や醤油は一升ビン持参で、豆腐は鍋を持って買いに行く必要があった。最近はこの様な悠長なことはしておれない。

世の中が慌ただしくなり、米屋、酒屋、八百屋、乾物屋、魚屋と買い回ることもできなくなり、品揃え、ワンストップショッピングが要求されるようになった。一方、生活が豊かになり商品が増え、店主が客に代わって選び、品質を保証する事は能力的に不可能になった。これに代わる品質保証機能として「ブランド」が登場し、消費者はのれんよりブランドを信用するようになった。この「のれんからブランドへの転換」こそが消費生活を変えた原点だ。

高度経済成長の時代に、問屋や小売店は従来の業態を維持することが出来ず、世にいう流通革命が起きた。メーカーはブランド力を維持するため、消費される時の品質を保証するようになった。また、物流過程での省力化に協力することが商品を流通させるための重要な要素になってきた。このようにしてスーパーマーケットという業態が生まれ、消費生活の主流を占めるに至った。

消費生活の変化に合わせる形で包装革命が起き、商品は工場で販売単位毎に小分けされて包装されるようになった。こうすると店頭にそのまま並べることが出来、客はセルフサービスで買うことが出来る。また、小分け包装は家庭に持ち帰ってからも、使いやすい。販売形態が変わると工場生産されない生鮮食品も小分け包装されるようになり、ほとんどの商品が販売単位毎にあらかじめ包装されるようになった。

包装は利便性だけでなく、商品の品質を保証する技術でもある。このような動きに合わせてタイミング良く登場したプラスチックは包装材料としてきわめて優れた性能をもっている。水や空気を遮断し、密閉ができる。しかも、石油化学コンビナートが一斉に稼働して価格が急激に下がった。このため、いろんな包装材が開発された。

当時開発された包装材には傑作が多く、今でも使われているものが多い。牛乳パック（紙パックの裏側にフィルムが貼ってある）、ミートトレイとストレッチフィルムの組み合わせ、発泡スチロールのトロ箱、玉子パック、ビールビンなどの飲料コンテナ、マヨネーズや洗剤などのブロー容器、それに小袋やレジ袋と例を挙げればきりが無い。

これらの多くがワンウェイであり、使い終わると都市ゴミとなって廃棄される。回収したり、再生加工するより安全で経済的だからである。こんな経緯があって、プラスチック廃棄物が増加してしまった。したがって、都市ゴミの問題は生活用品の流通でプラスチックの果たしている機能を見無視しては考えられない。確かに、使い過ぎている面はある。しかし、先に述べた流通革命の経緯から見ると、包装材は合理性追求の中で拡大しており、それなりに必然性をもっている。

ゴミ追放を叫んでみても、かつての小売り業が復活し、店主が商品を選んでくれる生活に戻るわけではない。とは言うものの時代は変わっており、商品も、メーカーの生産技術も、そして何より消費者の嗜好も変わっている。包装材がこれに追従出来ない面があると思う。そうであれば、これを改め、時代に合わせていくのも我々プラスチック技術者の使命だ。

〔筆者のプロフィール〕

大手化学メーカー、大手スーパー勤務を経て、現在、消費生活アドバイザーおよび技術士として活躍中。

協議会の活動 (2000.5~10)

5月	8	・ <u>プラ工連／プラスチック加工懇談会</u>
	12~13	・ <u>塗剤部会、コート部会、懇和会合同会議</u>
	16	・ 家庭用ラップ技術連絡会／総会
		・ <u>プラスチック容器包装リサイクル推進協議会／総会</u>
	17	・ プラ工連／総会
	18	・ 日本食品化学学会／総会、学術大会
	23	・ <u>広報分科会</u>
	24	・ <u>総務委員会</u>
	26	・ <u>規格委員会</u>
	30	・ <u>技術ワーキンググループ</u>
6月	2	・ <u>第三分科会</u>
	7	・ プラ処理協／廃プラ事務局連絡会
	9	・ NEDO(DXN)／ワーキンググループ会議
		・ <u>紙製容器包装リサイクル推進協議会／総会</u>
	12	・ プラ工連／プラスチック加工懇談会
	16	・ <u>塗剤部会、コート部会合同会議</u>
		・ <u>プラ工連／プラスチック加工懇談会研修会</u>
	30	・ <u>技術ワーキンググループ</u>
7月	3	・ <u>12年度理事会、定時総会</u>
	7~8	・ <u>総務委員会、技術委員会合同会議</u>
	10	・ プラ工連／プラスチック加工懇談会、広報委員会
	12	・ <u>広報分科会</u>
	18	・ <u>ソーダ工業会／塩素関連製品連絡協議会</u>
	28	・ <u>塗剤部会、コート部会合同会議</u>
8月	2	・ 食品衛生懇話会
	4	・ <u>技術ワーキンググループ</u>
	9	・ <u>プラスチック衛生連絡会／厚生省との情報交換</u>
	14	・ プラ工連／プラスチック加工懇談会
	17	・ <u>広報分科会</u>
	23	・ <u>技術ワーキンググループ</u>
	29	・ <u>プラ工連／材質表示委員会</u>
9月	4	・ DXN類評価特別部会
	6	・ プラ処理協／廃プラ事務局連絡会
		・ <u>塗剤部会、コート部会合同会議</u>
	11	・ プラ工連／プラスチック加工懇談会
	12~14	・ <u>国際福祉機器展／家庭用ラップ技術連絡会出展</u>
	13	・ <u>日本食品添加物協会／欧州視察団報告書検討</u>
	18	・ <u>広報分科会</u>

20	・ <u>第三分科会</u>
21	・ <u>規格委員会</u>
26	・ グリーン購入研究会
	・ プラ工連／産業廃棄物実態調査説明会
10月 3～7	・ 東京国際包装展／塗剤部会、コート部会出展
10	・ プラ工連／プラスチック加工懇談会、広報委員会
13	・ NKK高炉原料化設備見学、打合せ
24	・ <u>広報分科会</u>
26	・ 欧州食品化学事情視察団／報告会
27	・ <u>第一分科会</u>
30	・ 家庭用ラップ技術連絡会／幹事会
31	・ 識別表示に関する説明会

※下線付は当協議会開催

加 盟 会 社 (五十音順)

旭化成工業株式会社
岡田紙工株式会社
関東電化工業株式会社
クライオヴァックジャパン株式会社
呉羽化学工業株式会社
呉羽プラスチック株式会社
株式会社 興 人
サランラップ販売株式会社

ダイセル化学工業株式会社
東セロ株式会社
東タイ株式会社
東洋紡績株式会社
日本ソルベイ株式会社
二村化学工業株式会社
ユニチカ株式会社

ビニリデン協だより 63号

2000年12月発行

塩化ビニリデン衛生協議会 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-14-7 山形ビル

Phone: 03-3591-8126 Fax: 03-3591-8127 ホームページ: <http://www3.ocn.ne.jp/~vdkyo/>