

# ビニリデン協だより

〈特別寄稿〉

## ここまで解ったダイオキシン問題 プラスチック包装材料を中心として

Mar, 1999

技術士 大須賀 弘

(ニッポーパック株式会社 茨城工場長)

### 1. ダイオキシン問題の背景

近年、ダイオキシン問題がマスコミ等により大々的に取り上げられているが、この問題は近年になって発生したものでもなく、また、国による対策がなおざりにされてきたものでもない。表-1にダイオキシン問題の発生の経緯及び日本における厚生省を主体とした対応の歴史を示すが、時期を遅れずに問題の発生に対処してきていると言えよう。

それでは、近年マスコミがこの問題を取り上げているのは、ダイオキシン問題が深刻になってきたからであろうか。

例えば、横浜国立大の中西教授は、母乳中のダイオキシンを例として、以下のように述べている（朝日新聞、1997.10.5）。

「母乳中のダイオキシンが、発がん性、催奇形性、内分泌攪乱性に伴う免疫力の低下などのリスクを持っていることは事実だが、ダイオキシン以外の物質の影響を考えると、その種のリスクの大きさは、ここ25年ほとんど変わらないか、むしろ今の方が小さくなっている。日本人の母乳はDDT、PCB、ディルドリンなどに汚染させてきた。ダイオキシンの生体影響はPCBの一部であるコプラナーPCBのそれと同種であると考えられているし、DDTの毒性も一部重複する。母乳中のPCBは、この25年間にほぼ四分の一に減少し、DDTはさらに高率で減少している。コプラナーPCBのリスクの減少分は、ダイオキシンによるリスクの大きさと同等か、二倍程度と推定されるから、私たちは今、ダイオキシンという全く新しいリスクに直面しているのではなく、せつかく減らしつつある途中で、減少分とほぼ同等か、半分程度のダイオキシンのリスクが加わってしまったという事態なのである。」

国立医薬品食品衛生研究所の豊田氏他は「日本における環境汚染物質の1日摂取量の推定及びその由来の解析」（「食品衛生研究」p.43（1989.9））で、HCH、DDT、PCB等の有機塩素化合物その他の1980年頃からの変化を示しているが、上記の記事を裏付けるデータが示されている。一例としてPCB摂取量の食品群

別年次推移を図-1に示す。

ダイオキシンについては、1998年6月の「内分泌攪乱物質をめぐる生活と食の安全についての国際シンポジウム」において、大阪府立公衆衛生研究所の堀氏が府下の保健所を通して採取した初産者の母乳中の有機塩素化合物量の1973年から1996年までの変化を公表している。その中からPCDDとPCDFの合計量の変化をグラフにして図-2に示す。近年、着実にその濃度が減少していることが明らかであろう。

また、図-3はバルチック海の底質中のダイオキシン濃度の変化であるが、1980年代になって減少に転じている。さらに、英国の年次保存牧草試料を分析した結果でも1980年代に入り1960～1970年の65%程度に減少している。また、北米での湖底質の分析でも1970年以降30%の減少を見ているとのことである（酒井伸一「ダイオキシン類のはなし」p.49日刊工業新聞社（1998.5）。1960年代からの有機塩素系化合物の使用量の増加、燃焼活動（金属精錬、自動車ガス、廃棄物焼却）の増加によりダイオキシン量は以前の10倍以上に上昇したが、1980年以降、特に農薬などの塩素系化合物の生産規制等により減少に転じたという可能性も指摘されている。

日本におけるダイオキシンの一般環境濃度の測定は1985年頃から行われている。まだ明確な傾向は出ていないが、近年急激に増えているようなことはない（環境庁「ダイオキシンのリスク評価」p.87～中央法規（1997年.7））。

このようなデータから見ると、近年なぜ急にダイオキシン問題が取り上げられだしたのか、理解に苦しむとしか言いようがない。

また、残念なことにダイオキシン対策は我々にとって速効性が無いという問題がある。ダイオキシンは非常に安定な物質であるため、食物連鎖の基となる環境中での分解速度が非常に遅い。環境中では主として光で分解されると云われている。ダイオキシンの最大吸収波長は310nmで、直射日光下で10時間で分解するが、土壌中での半減期は0～12年、湖の底質中で1.5年程度と言われている。

このようなダイオキシンの性質から、我々は食物連鎖により、日々ダイオキシンを摂取している。我が国における一般的な生活環境からのダイオキシン摂取の推定を表-2に示す（環境庁「ダイオキシンのリスク評価」p.8中央法規（1997.7））。

では、個別食品にはどの程度のダイオキシンが含まれているのであろうか。平成8年度の実態は、厚生科学研究費による「食品中のダイオキシン汚染実態及びトータルダイエットスタディーによるダイオキシン摂取量研究調査（平成8年度）」（「食品衛生研究」p.88（1998.2））によると表-3の通りである。魚類に含有量が多いことが解る。また、各種の食品群からの摂取量は同資料から表-4の通りとなる。この表にある通り、魚類からの摂取量が全摂取量の80%を占めている。

さらに、人が摂取したダイオキシンは、いったん体内にはいると代謝、排出がされにくく、表-5に示すように、半分量になるのに血液中で4.1～11.3年、脂肪組織中で2.9～9.7年も必要である（宮田秀明「よくわかるダイオキシン汚染」p.114合同出版（1998.3））。

以上のデータから明らかなように、ダイオキシンの摂取量が近年急上昇しているわけではなく、むしろ摂取量は減少している可能性があること、また、食物連鎖の基となる自然中での半減期、さらには摂取後の体内での半減期を考えると、近視眼的対応ではなく、根本的な対策を考える必要がある。

## 2. ダイオキシンとプラスチック包装材料

この様な前提に基づいて、本論の主題である塩ビ、塩化ビニリデン等の含塩素系包装材料とダイオキシン問題の関係を見てみよう。

「新ガイドライン」の付属資料には日本人のダイオキシンの一日摂取量が表-6の様に示されている。この表は安全率を大きく見ているため、前出の各データに比べて摂取量は大きく示されている。1997年、毎日のように新聞をにぎわした焼却炉の排煙規制 80ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>はこの表の「増加する恐れのある摂取量」の内、大気からの量に相当するもので、全摂取量の1.2%が1.3%とかそれ以上になるかの問題である。記事の中から、どの程度の人がこの様な理解を持ちながら新聞を読むことが出来たか疑問である。

我が国の一般廃棄物の計画収集人口は99.2%程度であることから、家庭に持ち帰られた包装材料はほとんどが一般廃棄物、通称都市ごみとして排出されると考えて良からう。我が国のダイオキシン発生起源は80%程度が一般廃棄物焼却炉からと言われている。一般廃棄物中の塩素の分布状態は表-7の様に示されている。プラスチック起因の塩素は全体の32.8%である。この比率が我が国のダイオキシン問題とどのような関係があるか見てみよう。

厚生省のデータを探ると一般廃棄物からのダイオキシン発生量は年間4.3kgである。代表的なダイオキシンであるTCDD(2,3,7,8 Tetra Chloro Dibenzo-p-Dioxin)の分子量は322、その中の塩素分子量は142で約44%であるから、4.3kgのダイオキシンに含まれる塩素は1.8~1.9kgとなる。日本の都市ごみ総量は約5,000万トンである。表-7の例を用いると都市ごみ中の塩素量は1.3%であるから、都市ごみ中の塩素総量は約65万トンとなる。したがって、ダイオキシンとして排出されている塩素量は全塩素量の約3億分の1である。プラスチック系の塩素を除いても、都市ごみ中には、排出されるダイオキシン中の塩素の2.2億倍の塩素が含まれていることになる。

さて、プラスチック包装材料とダイオキシンの問題を考えるに当たっては、まず、ごみの中の塩素量とダイオキシンの発生量が関係するか否かが問題になる。例えば、関係するとした場合、次には、表-7の存在量から見て、厨芥中の塩素の主要な物と考えられる食塩もダイオキシン発生源となるかが問題になる。そして、最後に最も確実なダイオキシン発生量の削減方法が何であるかとなる。

ごみの中の塩素量とダイオキシンの発生量については多数の報告がある。米国機械工業会(ASME)は、1995年にRigo等が作成した、アメリカ、ヨーロッパを中心とした169の都市ごみ、危害物質、医療用廃棄物等の焼却炉、セメントキルン等の施設で、排ガス中のダイオキシン濃度とフィードした塩素量との関係1,900例以上を解析した報告書を発表した(The American Society of Mechanical Engineers「The Relationship between Chlorine in Waste Streams and Dioxin Emission from Waste Combustor Stacks」)。

そのEXECUTIVE SUMMARYには、最初に「燃やす物(fuel)の塩素含有量と焼却炉の煙道(flue)ガスのダイオキシン濃度が相関するという仮説は今回の調査のデータ解析では確認されなかった」と結論している。そして、169工場の1900以上のデータから、統計学的に意味のあるデータをもつ90の焼却工場の107の焼却炉でのデータを解析した結果、80%の炉ではごみ中の塩素量と排出ガス中のダイオキシン濃度は相

関せず、11%の炉では塩素量に従ってダイオキシンも増加し、9%の炉では逆に塩素が増加するとダイオキシンが減少したと説明している。また、燃やす物の塩素含量が0.1%から76%以上の場合の排ガス中のダイオキシン濃度の関係を図-4（同報告 p.5）の様を示している。

また、解析は焼却炉の種類毎に行うべきだとして、63の都市ごみ焼却炉のデータを解析した結果、「解析した都市ごみ焼却工場は類似した特徴を持っている、また、これらの工場においては、塩素含有量の変化は煙道ガス中のダイオキシンの組成に測定できるような変化を起こさないと結論することが出来る」としている。

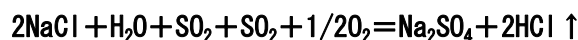
また、都市ごみ焼却炉については、報告書・第2章で、包括的に得られた知見として「焼却工場同士を比較すると、（都市ごみ中の塩素量とダイオキシン排出量の関係について）17の工場では関係が無く、2工場で増加、1工場で減少した。データの示すところ、塩素の供給と排ガスのダイオキシン濃度との関係は見出されないで、都市ごみ塩素量の変化は有意な影響があるとはいえない」としている。

これに対して、ごみの中の塩素含有量とダイオキシン発生量は相関するというデータも多数発表されている。1997年9月、京都で行われた国際エネルギー協会（IEA）と（財）廃棄物研究財団（JWRF）主催の「循環廃棄戦略に関するセミナー」で、グリーンピースのP. Costnerは「焼却炉における塩素供給とダイオキシン排出の関係」について講演している。

その講演要旨集によると、塩素量とダイオキシン排出量が相関するという公表データをいくつか例示している。さらに、上述のASME報告・第2章の都市ごみ焼却炉についての結論に対し、この報告で算出された統計的に処理された数値及びその数値の信頼性レベルに基づき「焼却工場ベースで見ると、HClとダイオキシン濃度の正の相関関係が22工場中15の工場で見られる。正の相関関係の信頼性は、5工場で95%以上、2工場で90%以上、8工場で80%以下である。負の相関性は7工場で見られる。1工場が90%以上の信頼性で、他の7工場は80%以下の信頼性である」と結論することも出来るとしている。そしてASMEの数値は図-5の様に表示することが出来るとして、正の関係が優勢であることは明白となったとしている。

相関するとすると、どのような相関があるかについて見解の一例を図-6に示す（大橋公司「廃棄物とダイオキシン問題」（社）日本包装技術協会関西支部 KPI 会員フォーラム第7回例会講演資料 p.15）。このグラフの場合、ダイオキシンの発生量は塩素量の1乗ないし2乗に比例する。しかしながら、この元データは図-7に示す通りで（酒井信一「ダイオキシン類のはなし」日刊工業新聞、p.63（1998.5））、このデータからダイオキシン発生はむしろ相関しないと見るべきという見解もある。

また、ダイオキシンの発生には塩化水素（HCl）が関与するが、食品中の食塩から塩化水素が発生するかについても両説がある。食塩が水と亜硫酸ガスの存在下で下式により塩化水素が発生すると云われている（廃棄物学会編「廃棄物ハンドブック」p.310（1996））。



また、つぎの反応も実証されているとのことである（宮田秀明「よくわかるダイオキシン汚染」合同出版（1998.3）. p.147）。

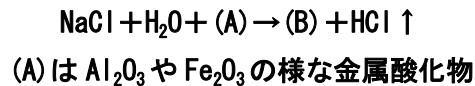


図-8に示すように「食塩+ペットフード+紙」のモデル都市ごみの燃焼試験で食塩の添加量に比例して塩化水素ガスが生成する事例も報告されている(塩化ビニル環境対策協議会「PVC ニュース No. 18」(1996. 9))。

一方、食塩から HCl は発生しないと云う考えもある。吉原福全氏は熱力学による平衡計算を行い、食塩からのダイオキシンの発生はないと推測できるとしている(吉原福全)「廃プラスチックサーマルリサイクルの開発動向」技術情報センター「廃プラスチックリサイクル最前線講習会テキスト」p. 9)。

宮田秀明氏は、石炭に食塩を加えて燃やした実験結果(N. H. MAHLE, L. F.

WHITING の 2 人による実験)に基づくデータを図-9のようにグラフ化し、食塩の添加により燃え殻中でのダイオキシンの生成量は増えるが、排ガス中では増加しないとしている。

このように同じデータから異なる結論が導かれたり、相反する異説が存在することがダイオキシン問題を理解しにくくしているのかもしれない。以上の異なった見解から、可能性があるのなら都市ごみ中の塩素を減らすような方向付けがベターであるという結論も導けるであろう。しかし、筆者は本当に効率的にダイオキシンを減少させるためには、この様な結論は、本質を突いていないと考えるので、以下その論拠を説明する。

### 3. ダイオキシンの排出削減

焼却炉のダイオキシン排出の削減には

- 1) 3T (Temperature 高温、Turbulence 空気と排ガスの攪拌、Time 高温滞留時間)により、焼却炉での原因有機物質及びダイオキシン類の生成量を削減する。
- 2) 排ガスを急激に冷却し、ガス冷却設備、集塵器での de novo 合成によるダイオキシンの再生成を押さえる。
- 3) 高性能集塵器で、ダイオキシンを含むフライアッシュを捕捉する。
- 4) 活性炭によるダイオキシンの吸着、触媒による排ガス中のダイオキシンの分解等を行なう。
- 5) 焼却灰、フライアッシュ中のダイオキシンを、熔融固化法等により分解する。

が効果的であるとされている。厚生省の1990年の旧ガイドラインや、1997年ダイオキシン対策(新ガイドライン)も、高温完全燃焼、集塵器前でのガス冷却等を規制している(水道環境部「廃棄物焼却に係

わるダイオキシン削減のための規制措置について、別添資料」1997. 8. 25)。

ちなみに、厚生省の資料により、1997年1月時点での都市ごみ焼却炉からのダイオキシン排出量を表-8に示すが、旧ガイドラインでも焼却条件のダイオキシン削減効果は歴然としている。また、厚生省は新ガイドライン適用による都市ごみからのダイオキシン排出量の削減予想を図-10の様を示しているが、10年後に旧ガイドライン非適用炉の全てを今回の新ガイドラインに適合させることにより86%、さらに20年後には焼却施設を全て連続化することにより99.6%の削減を予測している。

ダイオキシンの発生については、前述のように相反する両説があつて、実際には未解明といえるであろう。そこで各説毎の、含塩素プラスチックを削減した場合のダイオキシンの残存量を表-9に示す。塩素量とダイオキシン発生量が相関するとした場合、塩素量の影響の大きい二次反応と仮定した。

焼却炉の整備は、表-8に示した旧ガイドラインの効果からも立証済みと考えてよく、また理論的根拠もはっきりしている。しかも、ダイオキシンの削減効果は残存率で見ても他の数十倍以上である。

さらに、前述アメリカ機械工業会のレポートには、大気中に1ppbのHClが存在し(Levine, 1985)、もし他に塩素の受容体がない場合、これは3500ng/Nm<sup>3</sup>のダイオキシンを生成するのに十分な塩素量であるとしている(p. 2-44)。これは新設炉の基準0.1ng/Nm<sup>3</sup>の35,000倍の濃度である。筆者も追計算をしたがppbを容積比とした場合はこの値になる。日本の都市ごみ焼却炉のHClの排出濃度規制は700mg/Nm<sup>3</sup>(430ppm)である。地方の上乗せ条例が20~200ppmで、実測地は5~400ppmという例が示されている(永田勝也「都市ごみ焼却炉におけるダイオキシン対策の現状と動向」廃棄物学会誌、Vol. 3, No. 3, p. 65, 1992)。430ppmを焼却炉排煙の地上での一般的拡散倍率20万倍で除すと濃度は2ppbとなり、上記1ppbは決してかけ離れた数値ではない。

また、現在の日本のダイオキシンのTDIは10pg-TEQ/kg/dayであるが、1998年6月、WHOが発表した新しいTEQは1~4pgであり(「食品衛生研究」Vol. 48, No. 7 (1998))最大、現在の十分の一までダイオキシンを削減しなければならない。

これらのことを考えると、表-9の数値も踏まえて、単にごみの中の塩素量を削減するという次元ではなく、新ガイドラインにもとづく焼却を行うことにより確実に現在の100分の1以下へのダイオキシンの削減を狙うべきであると考えられる。

表-1 ダイオキシン問題及び対応の歴史 1957年アメリカ東部・北西部でひよこの大量死

1957年	アメリカ東部・北西部でひよこの大量死
1969年	原因が餌に用いられた食用油残油中のダイオキシンであることが判明
同年	ベトナム戦争で枯葉剤散布による出産異常報告
1971年	散布中止
1971~73年	動物実験によりダイオキシンの毒性が明らかになってきた
1973年	出産異常の原因が枯葉剤中のダイオキシンの可能性指摘
1976年	イタリア・セブソ事件 化学工場爆発によるダイオキシン飛散

1977年	都市ごみ焼却とダイオキシン発生の関係指摘
1979年	京都市都市ごみ焼却炉のフライアッシュをカナダに送付し、ダイオキシン検出
1982年	厚生省、「廃棄物の処理・処分に伴う微量有害物質の挙動に関する研究」開始
1983年	愛媛大学がゴミ焼却炉のフライアッシュ及び焼却灰からダイオキシン検出
同年	厚生省、「廃棄物処理に係わるダイオキシン等専門家会議」発足
1984年	専門家会議、報告書まとめる
同年	厚生省・環境庁「微量有害環境汚染物質緊急実態調査」実施
同年	枯葉剤メーカー、ベトナム帰還兵へ補償金を支払うことで和解
1985年	「廃棄物の処理におけるダイオキシン等の発生メカニズム等に関する研究（年計画）」開始
1986年	スウェーデンでダイオキシン類の排出基準制定
1990年	厚生省、「ダイオキシンの類発生防止等ガイドライン」制定
同年	ごみ焼却施設における有害物質の低減に関する研究（3年間）開始
1992年	環境庁、紙パ工場のダイオキシン対策を業界団体に要望
同年	厚生省、「ダイオキシンの毒性発現機構に関する調査研究（3年間）」
1996年	厚生省、「ダイオキシンのリスクアセスメントに関する中間報告」発表
同年	「ごみ処理に係わるダイオキシン削減対策検討会」設置
同年	「ごみ処理に関するダイオキシン類の緊急削減対策」発表
1997年	新ガイドライン発表
同年	ダイオキシン類大気汚染防止法の指定物質に

表-2 我が国における一般的な生活環境からの暴露の状況の推定

	大都市地域 pg/kg/day	中小都市地域 pg/kg/day	バックグラウンド地域 pg/kg/day
食物	0.26~3.26	0.26~3.26	0.26~3.26
大気	0.18	0.15	0.02
水	0.001	0.001	0.001
土壌	0.084	0.084	0.008
計	0.52~3.53	0.50~3.50	0.29~3.29

表-2 個別食品資料中の2、3、7、8-TCDD当量濃度 (TEQ) (pg/g;ppt)  
(平成8年度)

	PCDD +PCDF	Co・PCB	合計		PCDD +PCDF	Co・PCB	合計
米	0	0.002	0.002	マサバ	0.527	1.308	1.835
じゃがいも	0.003	0.002	0.005	ガザミ	0.925	0.809	1.734
豆	0.015	0.006	0.022	マアジ	0.534	0.855	1.409
みかん	0	0	0.000	牛肉	0.318	0.134	0.452
大根	0	0	0.000	豚肉	0.010	0	0.010
人参	0.004	0.002	0.006	鶏肉	0.008	0.001	0.008
玉葱	0	0.001	0.001	牛乳	0.006	0	0.006
きやべつ	0	0.002	0.002				
ほうれん草	0.170	0.018	0.188				
とまと	0	0.003	0.003				

表-2 トータルダイエットの1~14群からのダイオキシン類等の摂取量  
(単位 pg-TEQ/day)

食品群	摂取量				
	PCDD +PCDF	Co・PCB	合計	標準偏差	比率(%)
1群(米)	0.292	0.854	1.146	0.405	1.4
2群(穀物・芋)	1.386	0.730	2.116	1.303	2.7
3群(砂糖・菓子)	0.898	0.434	1.332	0.745	1.7
4群(油脂)	1.025	0.649	1.674	0.078	2.1
5群(豆、豆加工品)	0.104	0.152	0.256	0.091	0.3
6群(果実)	0.397	0.167	0.564	0.801	0.7
7群(有色野菜)	1.778	0.593	2.371	1.734	3.0
8群(野菜・海草)	0.244	0.526	0.770	0.490	1.0



9群(嗜好品)	0.119	0.857	0.976	0.988	1.2
10群(魚介)	21.210	42.932	64.142	23.413	80.4
11群(肉・卵)	1.484	0.085	1.669	0.396	2.1
12群(乳・乳製品)	1.630	0.080	1.710	0.374	2.1
13群(加工食品)	0.754	0.247	1.001	0.132	1.3
14群(飲料水)	0.002	0.047	0.049	0.069	0.1
総摂取量(µg)	31.5	48.3	79.8	21.3	100
摂取量 (µg-TEQ/kg/day)	0.63	0.97	1.60	0.43	

注：原表は関東、関西、九州地区に分かれているが、平均値を記入した。  
標準偏差は、3地区のデータの標準偏差。

表-5 ヒトにおける PCDD、PCDF、PCB の生物学的半減期

化合物	生物学的半減期(年)			
	子ども	成人		
	血液	血液	脂肪組織	全身
PCB 混合物	2.8 年	7.1 年		
2、3、7、8-四塩化ダイオキシン				5.8 年
2、3、7、8-四塩化ダイオキシン			9.7 年	
2、3、7、8-四塩化ダイオキシン		7.1 年		
2、3、7、8-四塩化ダイオキシン		11.3 年		
2、3、4、7、8-五塩化ジベンゾフラン		7.2 年	4.7 年	
1、2、3、4、7、8-六塩化ジベンゾフラン		4.4 年	2.9 年	
1、2、3、6、7、8-六塩化ジベンゾフラン		4.3 年	3.5 年	
1、2、3、4、6、7、8-七塩化ジベンゾフラン		4.1 年	6.5 年	

表-6 「緊急対策の必要性の判断基準 (80ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>) の考え方」  
(単位 pg/kg/day)

増加する恐れのある摂取量	大気	0.12
	食品	3.8
	計	3.92
通常の一般的な摂取量	大気	0.18
	食品	5.9
	計	6.08
合計		10

摂取量については安全性を高める条件を設定している

注：現在の日本の TDI 規制は 10pg/kg/day（厚生省）

表-7 都市ごみ中の塩素の分布

成分	厨芥	紙	布	木	プラスチック	ゴム・皮	その他	合計
ごみ 100kg 内訳 (kg)	34.9	29.6	3.3	9.3	12.2	3.3	7.4	100.0
内、塩素量 (kg)	0.43	0.11	0.04	0.03	0.43	0.23	0.04	1.31
塩素存在比率 (%)	32.8	8.4	3.1	2.3	32.8	17.6	3.0	100.0

久保田宏他 プラ処理協報告書 1982 年

表-8 都市ごみ焼却炉のダイオキシン排出量

(単位：ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>)

	旧ガイドライン非適用焼却炉 上段 232 施設、下段 353 施設			旧ガイドライン適用焼却炉 上段 47 施設、下段 73 施設		
	中央値	平均値	最大値	中央値	平均値	最大値
全連続炉	4.4	14.0	200	0.2	0.9	10.3
準連続炉・バッチ炉	23.0	51.1	990	2.2	8.1	80.0

表-9 含塩素系樹脂除去によるダイオキシン残存率

とダイオキシン排出量	相関しない	相関する		焼却炉整備 (新ガイドライン)
		食塩発生源	食塩非発生源	
ダイオキシン残存率	変わらない	50%	24%	0.4%

図-1 PCB 摂取量の食品群別年次推移

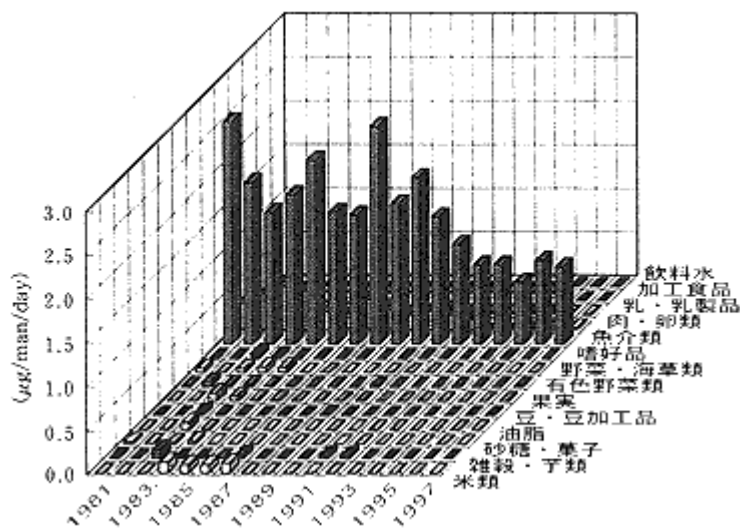


図-2 母乳中のダイオキシン濃度の推移

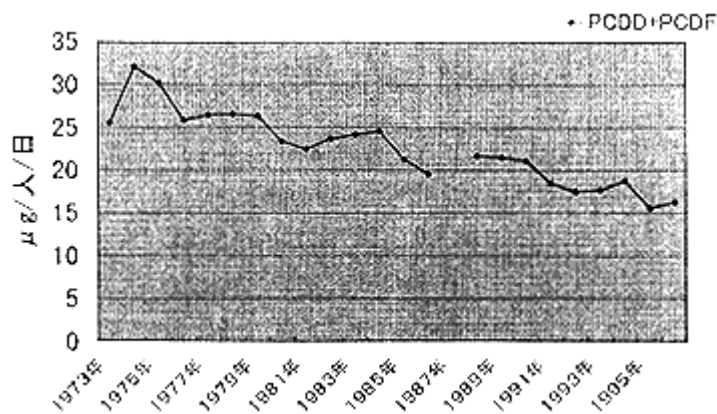


図-3 バルチック海底質コアのダイオキシン類濃度の歴史トレンド

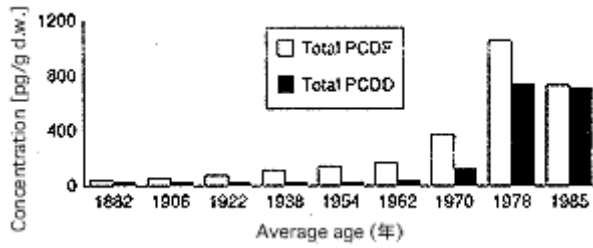


図-4 焼却物の塩素量と排ガス中のダイオキシン

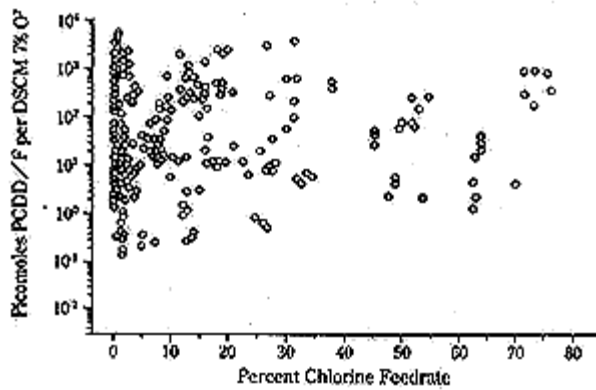


図-5 都市ごみ焼却炉における HCl とダイオキシン濃度の関係

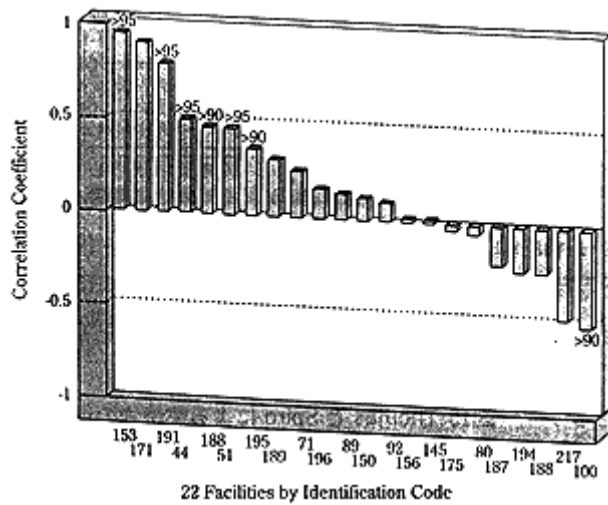


図-6 Thomas と Spiro による燃焼物の塩素濃度とダイオキシン排出係数の関係

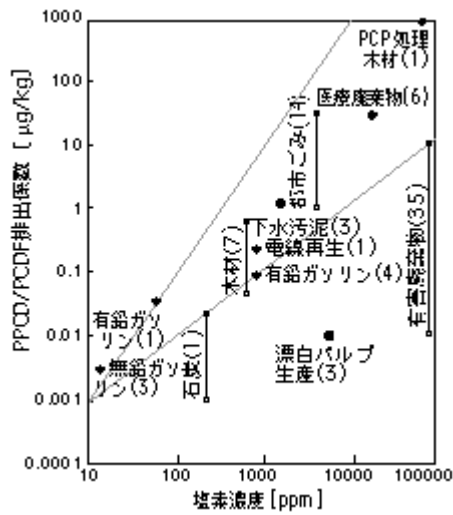


図-7 Carroll により示された Thomas プロットのオリジナルデータ

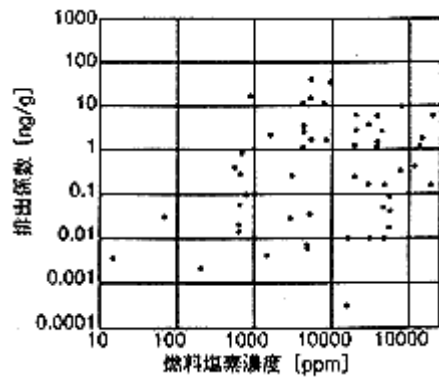


図-8 モデル都市ごみの焼却による HCl の発生

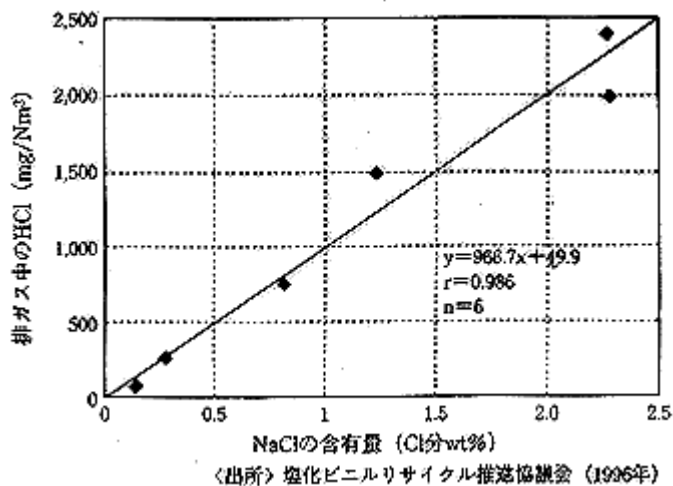


図-9 ダイオキシン生成におよぼす塩素源の影響 (石炭)

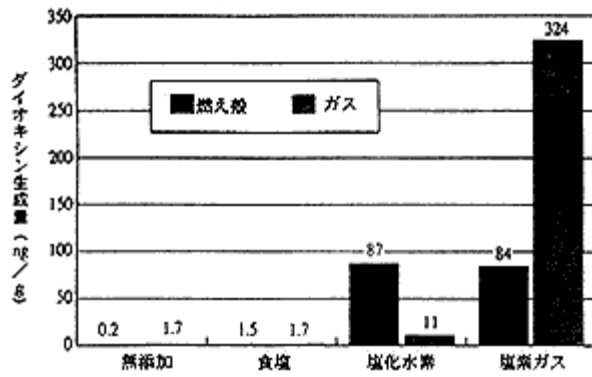
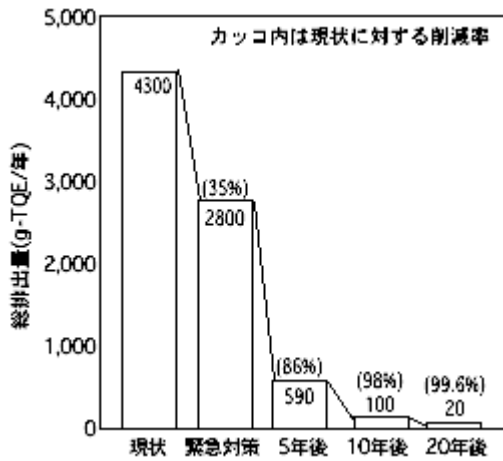


図-10 ダイオキシン削減対策実施による総排出量の将来予測



---

**[著者略歴]**

昭和 36 年 4 月 ユニチカ株式会社入社  
昭和 41 年のナイロン二軸延伸フィルムの企業化を皮切りに、ビニロン二軸延伸フィルム、ポリエステルフィルムの企業化に参画。その間一貫してフレキシブル包装の研究に従事。

昭和 56 年 フィルム技術サービス課長  
昭和 62 年 プラスチック技術サービス部長  
平成 3 年 プラスチック事業本部理事  
平成 8 年 6 月 ユニチカ株式会社退社  
同年 9 月 ニットーパック株式会社入社  
昭和 50 年 技術士（包装物流部門）取得

著 書 「よくわかる容器包装リサイクル法」日本包装技術協会  
「容器包装リサイクル法対応実務マニュアル」日本能率協会  
「フレキシブル包装の全て」日報  
「食品包装と PL 法」日本包装技術協会

共 訳 「製品ライフリサイクルアセスメント」サイエンスフォーラム

編 著 「包装技術便覧」日本包装技術協会  
「包装環境便覧」サイエンスフォーラム

共 著 「コンバーティングの全て」加工技術研究会

他多数

---

加盟会社<50 音順>

旭化成ケミカルズ株式会社  
旭化成ホームプロダクツ株式会社  
岡田紙工株式会社  
株式会社クレハ  
クレハプラスチック株式会社  
株式会社興人

シールドエアージャパン株式会社  
ダイセルバリューコーティング株式会社  
東ゼロ株式会社  
東タイ株式会社  
日本ソルベイ株式会社  
ユニチカ株式会社

---

発行： 塩化ビニリデン衛生協議会  
住所： 〒101-0031 東京都千代田区東神田 2-10-16 丸富第一ビル 3F  
TEL： 03-3864-8030 FAX： 03-3864-8031

ホームページアドレス：<http://vdkyo.jp/>