

ビニリデン協だより

〈特別寄稿〉

本格的なダイオキシン対策のはじまり

Apr, 1998

京都大学大学院工学研究科
教授 武田 信生 (環境工学専攻)

1. ダイオキシンをめぐる最近のうごき

発ガン性等が懸念され、環境中での分解性が低く残留性が高いダイオキシン類が燃焼過程等の工程から非意図的に排出され、大気、水、土壌等を経由して食品を汚染すること等を通じて人体に摂取させることが憂慮されてきた。

ダイオキシンによる汚染が問題とされるようになった大きなきっかけの1つはヴェトナム戦争においてアメリカ軍が敢行した枯葉作戦である。ヴェトコンと呼ばれた共産軍が昼間はジャングルに潜み、夜、米軍を攻撃するというゲリラ的戦法をとったが、これにアメリカ軍が手を焼き、ジャングルを枯らすためにオレンジ剤といわれる枯葉剤をばらまいたのである。この薬剤に不純物としてダイオキシン類が含まれていたために、のちのちにヴェトナムで奇形児が多く生まれる、米国軍人のうちこの作業に従事していたものに身体的傷害が出たといわれたからである。

時代は下って1977年にオランダで都市ごみ焼却炉のフライアッシュからダイオキシン類が検出され、都市ごみ焼却によるダイオキシンの非意図的生成が注目されるようになった。その後、だいたい5年おきくらいに社会的関心が高まりクローズアップされてきたが、その関心はいつの間にか薄れるといったことを繰り返してきた。

1990年には厚生省がダイオキシン類発生防止等ガイドライン(いわゆる「旧ガイドライン」)を出した。1994年にダイオキシン国際会議を京都で開催したのは、わが国におけるダイオキシン類に対する関心を高める必要性を感じていたからであったが、マスコミが一時的に取り上げただけで継続的な関心には至らなかった。その後もわが国のダイオキシン対策は欧米諸国に比較して遅れていると批判されてきたが、1996年になりダイオキシンに関する国の動きが本格的になり、1997年には廃棄物焼却炉等に対する規制の方策が確定し、施行されることとなった。1995～97年における国関係のダイオキシンに対する取り組みの主なうごきを時系列で整理すると次のようになる。

1995. 11 厚生省「ダイオキシンのリスクアセスメントに関する研究班」設置。
1996. 6 同研究班が当面の耐容一日摂取量 TDI として 10pg-TEQ/kg/day を提案。
1996. 7 厚生省“ダイオキシン排出実態等総点検調査”の実施を指示。
1997. 1 厚生省「ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会」が“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—ダイオキシン類削減プログラム—”(新ガイドライン)を公表。
1997. 5 環境庁「ダイオキシンリスク評価検討会」が健康リスク評価指針値として 5 pg-TEQ/kg/day を設定しリスク評価をした報告書を公表。
1997. 5 環境庁「ダイオキシン排出抑制対策検討会」がダイオキシン類を大気汚染防止法の指定物質とし廃棄物焼却炉等を対象とすることを骨子とした報告書を公表。
1997. 6 環境庁が同年4月に設置した「ダイオキシン等に係る大気環境濃度低減のための目標に関する検討会」が大気環境濃度低減のための目標値として、0.8pg-TEQ/m³以下を提言。
1997. 6 中央環境審議会大気部会がダイオキシン類を大気汚染防止法の指定物質とすること等を答申。
1997. 8 ダイオキシン類が大気汚染防止法の指定物質に指定され、指定物質抑制基準が出された。
1997. 8 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の改正。

このような経過から廃棄物焼却炉等に対する規制が施行されることとなった。

2. ダイオキシンの大気中濃度と発生源

公表されたわが国の大気中ダイオキシン濃度を表1に示したが、これによると、都市部では農村部や欧米各国の都市部の濃度のほぼ10倍にも達していることが分かる。また、わが国におけるダイオキシン類の年間排出量は約5,100~5,330g-TEQであり、燃焼工程からの排出量が大半を占め、一般廃棄物焼却施設が約80%、産業廃棄物焼却施設が約10%、金属精錬施設が約5%の寄与率であるといわれている。

環境庁「ダイオキシンリスク評価検討会」の評価によれば、表2に示すように、現在、一般的な生活環境における曝露は0.3~3.5pg-TEQ/kg/日、一般的な生活環境よりも高い曝露を受ける条件での曝露は5pg-TEQ/kg/日程度であり、現時点で人の健康に影響を及ぼしている可能性は小さいものの、現在の曝露レベルは健康リスク評価指針値に比べて十分低いとはいいがたい状況にあるので、環境中ダイオキシン濃度を低減する努力をすることが望ましいとされる¹⁾。

表1 わが国と諸外国における大気環境中のダイオキシン類濃度

国	地域	濃度 (pg-TEQ/m ³)
日本	工業地帯近傍住宅地域	0.63(0.01~2.6)
	大都市地域	0.37(0.00~3.0)
	中小都市地域	0.20(0.00~1.1)
	バックグラウンド地域	0.02(0.00~0.11)
アメリカ合衆国	Ambient*	0.095
	City*	0.09
ドイツ	Rural area*	0.025~0.070
	Not polluted area**	0.013
	Suburb**	0.09
	Urban/industrial area**	0.12
	Near point sources**	0.74
スウェーデン	Rural area**	0.0044
	Suburb**	0.013
	City**	0.024
オランダ	Rural area*	0.025(0.010~0.040)
	Local background**	0.015
	Urban/industrial**	0.080
カナダ	Rural area*	0.20(0.030~0.91)
オーストラリア	Near point source**	1.2

日本；平成6年度環境庁調査結果

外国；*Leam & Zorge (1995)

**Leam et al. (1993)

表2 平均的なダイオキシン類暴露の推定

a 一般的な生活環境 (pg-TEQ/kg/day)

	大都市地域	中小都市地域	バックグラウンド地域
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

b 魚からの摂取量が多い場合 (pg-TEQ/kg/day)

	大都市地域	中小都市地域	バックグラウンド地域
食物	3.32 (1.63~5.01)	3.32 (1.63~5.01)	3.32 (1.63~5.01)
大気	0.18	0.15	0.02
水	0.001	0.001	0.001
土壌	0.084	0.084	0.01
計	3.59 (1.90~5.28)	3.56 (1.87~5.25)	3.35 (1.66~5.04)

c ごみ焼却炉周辺 (pg-TEQ/kg/day)

	摂取量
食物	0.26~3.26
大気	0.9~1.2
水	0.001
土壌	0.63
計	1.79~5.09

(環境庁；ダイオキシンリスク評価検討会報告)

3. 廃棄物焼却炉等に対する規制

前述のように、あらたにダイオキシン類が大気汚染防止法の指定物質に指定され、製鋼の用に供する電気炉（変圧器の定格容量が 1,000kVA 以上のもの）および廃棄物焼却炉（火格子面積が 2m² 以上または焼却能力が 200kg/h 以上の物）が指定物質排出施設とされ、その排出抑制基準が表 3 のように定められた。

表 3 大気汚染防止法に基づくダイオキシン排出抑制基準値（廃棄物焼却炉）(ng-TEQ/m³N)

規模 (kg/h)	新設炉	既設炉		
		1年後まで (H9.12.1~ H10.11.30)	1~5年後 (H10.12.1~ H14.11.30)	5年後以降 (H14.12.1~
4,000 以上	0.1			1
2,000—4,000 未満	1	基準適用猶予	80	5
200—2,000 未満	5			10

この指定に先立ち、厚生省は都市ごみ焼却施設について「新ガイドライン」を出したわけであるが、この新ガイドラインに示された排出ガス濃度基準値の考え方は2つあり、第一は人体に対する健康影響からの設定であり、これは緊急対策の判断基準 $80\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ に相当している。いま一方は、技術的に実施可能であるとの観点からの設定である、いわゆる恒久対策の基準値である。恒久対策の基準値は、新設炉に対して、 $0.1\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、既設炉に対して $1\sim 10\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ となっている²⁾。

前者の緊急対策基準は、当面の耐容一日摂取量 (Tolerable Daily Intake ; TDI) $10\text{pg-TEQ}/\text{kg}/\text{日}$ からごみ焼却炉とは関係なく摂取する可能性があると思定される量 ($6.08\text{pg-TEQ}/\text{kg}/\text{日}$) を差し引いた $3.92\text{pg-TEQ}/\text{kg}/\text{日}$ をごみ焼却炉排ガスに割り振って求められた値である。ごみ焼却炉排ガスによって汚染された空気を呼吸することだけでなくごみ焼却炉排ガスによる食品汚染の上乗せ分も考慮しなければならないが、この分は、大気濃度の上昇に比例して食品濃度が上昇するとの安全側の仮定によっている。これは排ガスとして排出されたダイオキシンの環境中での挙動を確実に把握できるモデルがまだ十分でないためにとられた措置である。

後者の恒久対策基準は、難分解性・蓄積性等の観点から環境中濃度を少しでも低くすることが望ましいために技術的に最大限の努力をすることを求めたものと解することができる。しかるに、既設炉でも $0.1\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ を守れないならば健康影響を生じるので、炉の操業が許されないような誤解をしている向きが残念ながら見受けられるのである。

4. ダイオキシン抑制のための技術

廃棄物焼却からのダイオキシンの抑制方策としては、①燃焼対象物、②燃焼プロセス、③排ガス処理プロセスの3つの段階でそれぞれ考えることができる。燃焼対象物から塩素をなくすれば、ダイオキシン類は生成しないことは当然である。しかしながら、無機系の塩素でもダイオキシン類の生成に寄与するという点、問題としているダイオキシン類の量が極微量レベルであることなどから、塩素フリーの燃焼対象物とすることを対策の柱にすることはできない。

新ガイドラインが示している技術的対策は旧ガイドラインに見られるものと原理的には変わっていない。すなわち、①完全燃焼の確保、②排ガス処理の適正化、③飛灰の安定化である。燃焼過程におけるダイオキシン類抑制対策の要諦を図1に示した。

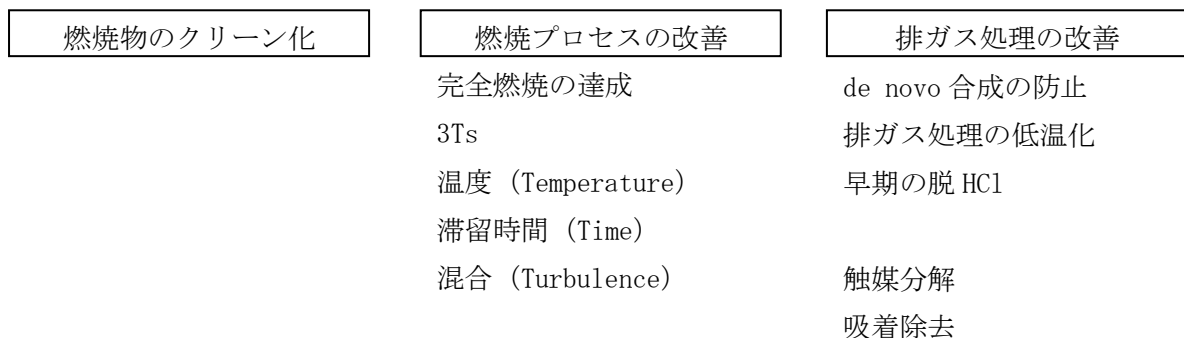


図1 燃焼におけるダイオキシン防止の要諦

1. 完全燃焼の確保 ; 文字通り完全燃焼が達成できれば、燃焼排ガスに有機物は含まれないはずであるので、これは有力な対策である。完全燃焼の確保には、3-Ts が必要であるといわれている。それらは、高い燃焼温度 (Temperature)、十分な滞留時間 (Time)、ガスの十分な混合 (Turbulence) である。
2. 排ガス処理の適正化 ; ダイオキシン類は 300°C内外の温度域で、ばいじんに含まれる金属 (特に銅) が触媒となって作用し、前駆体はもとより炭素からも de novo 合成 (図 2) によって生成することが知られており、この合成反応を抑制するために排ガスを急冷し低温で排ガス処理をすることが肝要である。また、活性炭による吸着除去、触媒を用いた分解も排ガス処理法としては有効である。

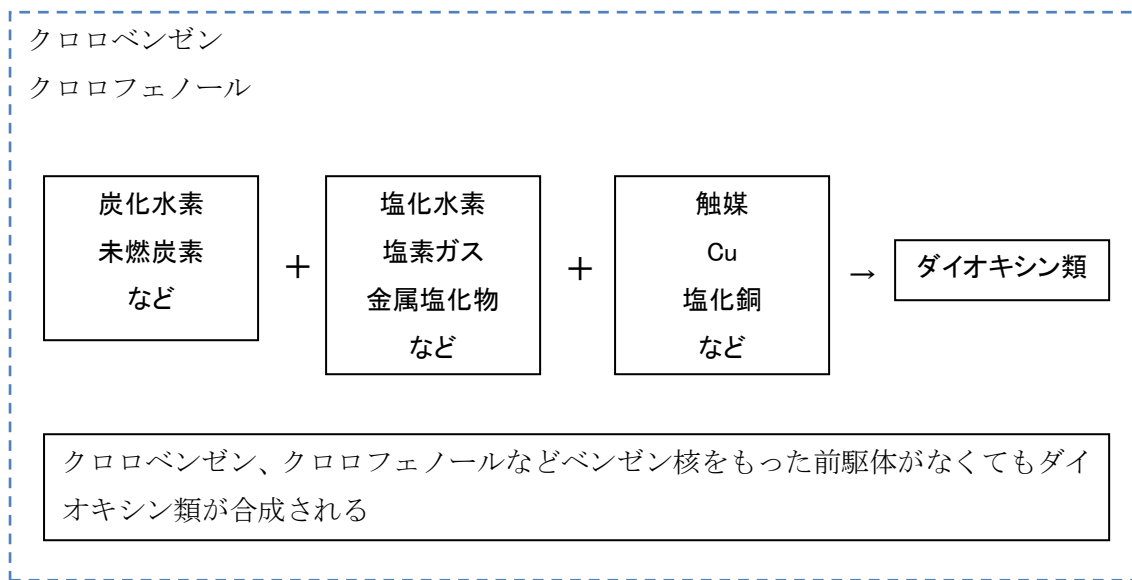


図 2 de novo 合成

3. 飛灰の安定化 ; 飛灰中に含まれるダイオキシン類は容易には溶出しにくいようであるが、埋立地での挙動など不明の点も多いので分解処理することが望ましい。さらにいえば、完全燃焼を確保することによって含有量を最小限にすることが望まれる。

新ガイドラインはプロセス技術に関する記述とともに、システムとしてのダイオキシン抑制に言及している点が新しいところであるといえよう。すなわち、従来の準連続式炉やバッチ式炉をできる限り連続運転に切り替える、ごみ処理の広域化をはかり設備の大型化、連続運転化、余熱の有効利用などをはかること、また、ごみ量が確保できないところではごみの RDF 化を進め大規模化・連続化につなげようとしている点である。このように既存の施設では運転管理の改善 (連続運転化も含まれる)、施設の改造、極端な場合には休止・廃炉が求められ、新設施設については連続大規模化、そのための広域化など計画に立ち入った検討が必要となってくる。

大気から水、土壌、底質、食物への移行経路は複雑であるため、今後とも環境中や食品のダイオキシン汚染のモニタリングを密度高く継続的に進めるとともに、排出側では技術的に最大限の努力をして環境濃

度を低減させる努力を続けなければならない。

〈参考資料〉

- 1) ダイオキシンリスク評価検討会（環境庁）；「ダイオキシンリスク評価検討会報告書」（1997. 5）
- 2) ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会（厚生省）；「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」（1997. 1）

[筆者のプロフィール]

- ・ 1969年京都大学大学院工学研究科修士課程修了
- ・ 京都大学大学院工学研究科教授（環境工学専攻）、京都大学工学博士
- ・ （財）廃棄物研究財団の次世代型ごみ焼却施設開発研究会委員長
- ・ （厚生省）生活環境審議会廃棄物部会専門委員
- ・ （環境庁）中央環境審議会大気部会専門委員
- ・ 日本学術会議リサイクル工学専門委員
- ・ その他多数の要職を兼任し、ダイオキシン国際会議の委員として世界的にも活躍するなど日本におけるダイオキシン問題に関する第一人者。

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/>