

埼玉県における環境大気中ダイオキシン類の過去と現在 -ダイオキシン対策の効果は-

化学物質担当 杉崎 三男

1 はじめに

ダイオキシン類は毒性が強く、環境では分解しにくく残留しやすい物質である。ダイオキシン類は、燃焼の過程や農薬を合成する過程、パルプを塩素で漂白する過程、化学品を合成する過程で化学反応の副産物として生成(非意図的生成物)されることが明らかとなった。

大気中に放出されるダイオキシン類は、ガスや煙、埃(粒子)のなかに存在しており、その主な発生源は都市ゴミ、産業廃棄物の焼却施設や小型焼却炉並びに家庭でのゴミの自家処理によるものであると考えられる。

埼玉県では環境中のダイオキシン類濃度を平成9年度より測定を実施しており、市町村でも独自に環境中のダイオキシン類調査を実施している。それらの調査結果を利用して、過去から現在までの環境大気中のダイオキシン類濃度を、国の法律や県の条例による規制とともに考察する。

2 日本におけるダイオキシン類の発生量

大気環境中のダイオキシン濃度は、発生するダイオキシン類と関連があると考えられる。

日本でのダイオキシン類発生量は、さまざまなデータから推計したダイオキシンインベントリーとして環境省から発表されている。平成9年には、ダイオキシン類の推定発生量は約7.6kg-TEQ/年と算定されており、平成11年にダイオキシン類対策特別措置法の制定、廃棄物処理法の改正によりダイオキシンの発生は平成13年度には約1.7kg/年まで減少(-77%)した。平成14年11月30日まで暫定排出基準を適用し、それ以降の12月1日からは本来の排出基準が適用になった。環境省では平成14年までに平成9年度より約90%削減する数値目標を立てている。

大気へのダイオキシン類の排出は、主に排出ガス、煤塵として放出されるが、その中でも一般廃棄物、産業廃棄物、小型焼却炉からのダイオキシン類の発生量が多く、それらの施設からの合計は、ダイオキシン類全発生量の約90%を占め、これらの施設からのダイオキシン類排出量の低減により、環境大気中のダイオキシン類濃度を低下させることが出来ると考えられる。

ダイオキシン類排出低減について、燃焼条件等を基準に定め、十分な維持管理を規定している。例えば焼却温度850 以上、滞留時間2秒以上、一酸化炭素濃度30ppm以下、電気集塵器入り口温度200 未満(電気集塵器内で300 程度で運転するとダイオキシン前駆物質が反応しダイオキシンを生成する(デノボ合成))などの燃焼管理条件を規定している。これらの燃焼管理条件を達成できないと焼却炉の使用ができない規定になっている。

3 埼玉県におけるダイオキシン類の発生量

埼玉県においても県内で発生するダイオキシン類発生量を推計しており、平成9年度(330g-TEQ/年)と比べて平成12年度では約1/3の 114g-TEQ/年に減少している。埼玉県生活環境保全条例では、法で定められた施設以外の小規模施設(200kg/h 未満で火床面積 2m² 未満のもの)の焼却炉についても規制を行っており、野焼などの不適正な焼却の禁止など定めている。

またダイオキシン類の発生施設である法規制対象の産業廃棄物焼却施設数は、平成11年度では1,253 施設あったが、現在 968 施設である(平成13年度)。焼却施設の廃止は 602 施設である。現在稼働している焼却施設は燃焼管理の条件を満たしたものであり、法施行前に比べてかなり発生量の削減が図られるものと推察される。

4 環境大気中ダイオキシン類濃度に影響する要因は

大気中へ放出されるダイオキシン類のほとんどは、燃焼発生源によるものである。ダイオキシン濃度はさまざまな要因で変動し、その変動要因として、気象と発生源と考えられる。気象要因としては、降雨、風向、風速、天候、大気安定度などである。調査期間中や調査前に降雨があると、雨により大気浮遊粒子が洗い流され(ウォッシュアウト)、雨とともに大気から除去され大気濃度が減少する。大気安定度が大きいと拡散しにくくなり、ダイオキシン類濃度は高くなる傾向があり、風速が大きい場合には、大気拡散しやすい状態で、濃度が低くなる傾向がある。

また野外焼却の有無、固定発生源の稼動状況や風向により環境大気中のダイオキシン類濃度は変動する。また野外焼却は、風の強い日には火災になる可能性があるため少なく、逆に風のない又は弱い日には多くなる傾向がある。

5 環境大気中のダイオキシン類濃度の経年変化

県や市町村で実施した大気環境調査のデータを用いた。その調査データは平成9年～13年度の入手できた調査結果であり、それぞれ153、238、127、376、627例であった。

平成9年～13年の間に、ダイオキシン類のTEQ算出方法の変更になった。1997年にWHOが哺乳動物、鳥類、魚類に対するダイオキシン類のTEF値の勧告を行い、日本ではダイオキシン類の毒性評価に当たり、勧告されたTEF値(哺乳動物)を使用し、TEQ算出にはTEF1998を使用することとなった(付表2)。TEF1998にはco-PCB12種も含まれており、ダイオキシン類濃度としてco-PCBを含めたTEQ値を算出することになった。

平成9年度から平成11年度の調査データはダイオキシン類のみを分析したものやノンオルトco-PCB3種を含めた分析、WHO1993のco-PCBを含めた分析と調査によってさまざまであったので、co-PCBを含めないダイオキシン、フラン類のみの調査結果を用いた。また過去の調査データの中にはダイオキシン類のTEQ算出にI-TEF(付表2)を用いたものもあり、データの整合性を持たせるためTEF1998で再計算を行い、TEQ値を求めた。従って、平成9年～11年度のダイオキシン濃度は平成12年度以降のダイオキシン濃度と比べてco-PCB寄与分、濃度を過少評価することとなった。

また大気環境基準は、同一地点で1回の調査結果での評価ではなく、年に2回以上の調査を実施し、それらの年平均により評価を行うことになっている。その環境基準は平成9年は0.8pg-TEQ/m³であったが、平成10年以降は0.6pg-TEQ/m³に強化された。

平成9年～13年度の調査結果を調査時期でプロットしたものを図1に示した。

全ての調査データを年度毎に単純平均した結果、平成9年～13年度はそれぞれ0.79、0.47、0.24、0.32、0.34pg-TEQ/m³であった(表1)。

表1 季節ごとのダイオキシン濃度 (単位pg-TEQ/m³)

	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
全平均	0.79	0.47	0.24	0.32	0.34
春期	-	0.58	0.54	0.29	0.33
夏期	0.86	0.48	0.17	0.23	0.27
秋期	0.99	0.41	0.26	0.46	0.38
冬期	0.72	0.44	0.37	0.31	0.38
調査数	153	238	127	376	627

○春期、夏期、秋期、冬期はそれぞれ3月-5月、6月-8月、9月-11月、12月-2月とした。

埼玉県の大気環境中ダイオキシン類の濃度変化は平成9年度から減少傾向にあるが、平成11年度以降は横ばい傾向にあると考えられる。

平成12年度からはダイオキシン類対策特別措置法に基づく県の常時監視調査が実施されるようになった。市町村でも独自の調査を行い、常時監視調査と連動し、同一日に調査を実施する機会が多くなった。全県的な環境大気ダイオキシン類濃度を埼玉県地図上に平成12年8月8日～9日、11月7日～8日の調査結果をそれぞれ図2、3に示した。夏期調査(平成12年8月8日)では、環境基準

値を超過した地点は 1 地点のみであったが、秋期調査(平成12年11月7日)では、環境基準値を超過した地点が県南部中央及び東部に集中していた。これらのダイオキシン類濃度変動は、前述したように気象要因等が大きく影響したものと考えられる。すなわち夏期においては、各地で雷雨が見られたように大気の状態が不安定であり、大気拡散により低濃度になったものと思われる。また11月7日では県内各地の平均風速が2m/秒以下であり、大気状態が安定であり、燃焼により発生したダイオキシン類が拡散されにくい状態であり、環境基準値を超過したものと考えられる。

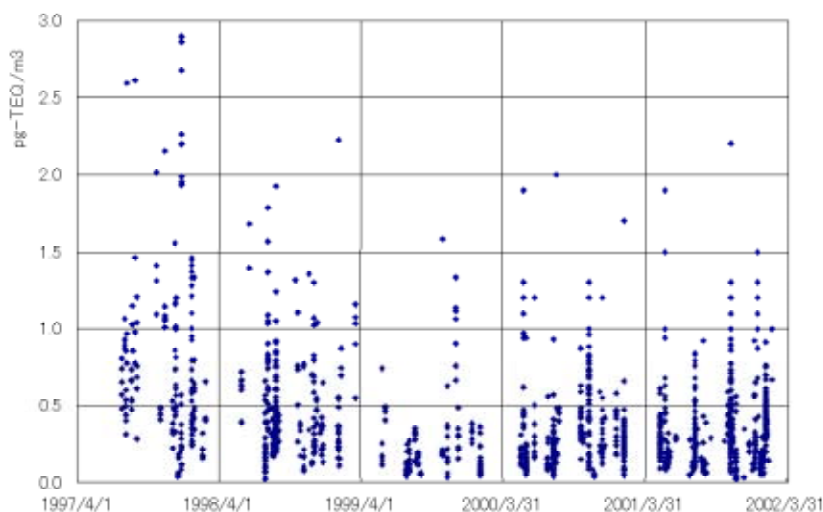
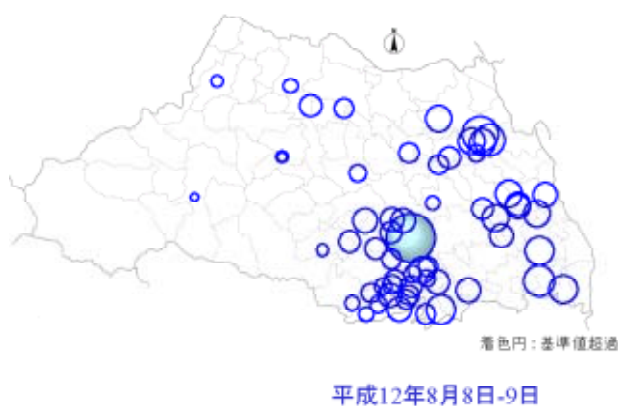
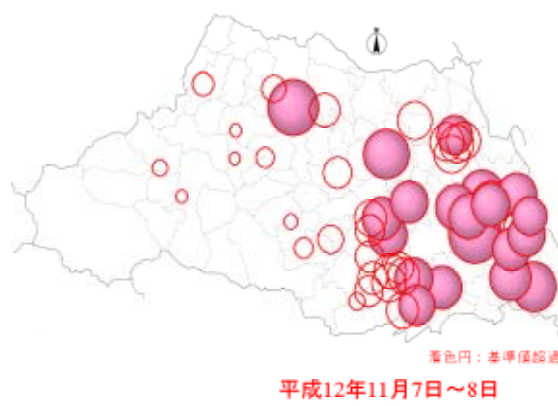


図1 埼玉県環境大気中のダイオキシン類濃度の変遷



平成12年8月8日-9日



平成12年11月7日~8日

図2 埼玉県内のダイ

オキシン濃度分布(8/8)

図3 埼玉県内ダイオキシン類濃度分布(11/7)

6 まとめ

平成9年度～13年度の5年間の県や市町村で実施した環境大気ダイオキシン類の調査結果を基に考察した。

平成9年度では、埼玉県内大気の大ダイオキシン類濃度は 0.79pg-TEQ/m^3 (全データ平均)であったが、平成10年度以降それぞれ 0.47 , 0.24 , 0.32 , 0.34pg-TEQ/m^3 と減少したが、過去3年間は横ばい傾向が見られる。

平成12年度から県で実施する常時監視調査に連動する形で市町村においても独自に調査を実施している。同日の調査データを基に、埼玉県のダイオキシン類濃度マップを作成した。しかしながらダイオキシン類濃度は気象や発生源の要因で変化しやすく、大気の安定度によってダイオキシン類の濃度変動が大きくなることが明らかとなった。

平成14年度から試料採取法が変更となり、1週間(7日間)となった。気象要因による変動が少なくなり、ダイオキシン類による環境リスク評価に利用するには有効となるものと考えられる。

しかしながら、従来の通日採取法は、気象要因等によりダイオキシン類の濃度が変動するが、気象や発生源との因果関係や原因解明調査には有効と考えられる。

ダイオキシン類に関する説明(付図、付表)

単位について

ダイオキシン類の環境大気調査結果では pg-TEQ/m³ という単位がよく用いられる。1pg-TEQ/m³とは 1m³(縦横高さ 1m × 1m × 1m)の中にダイオキシン類が 1pg-TEQ 含まれているということである。

1 pgとは 1 兆分の 1(10⁻¹²) gである。(例えば 10 トン(10⁷g)積みトラック 10 万(10⁵)台分の土の中に 1g のダイオキシン類が含まれている割合)

表 1 単位の説明

単 位	記 号	大 小	
ミリ	milli	m	10 ⁻³ (千分の 1)
マイクロ	micro	μ	10 ⁻⁶ (百万分の 1))
ナノ	nano	n	10 ⁻⁹ (十億分の 1)
ピコ	pico	p	10 ⁻¹² (一兆分の 1)
フェムト	femto	f	10 ⁻¹⁵ (千兆分の 1)

表2 毒性等価係数

◎ジベンゾ-p-ダイオキシン

	I-TEF	TEF1998
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,4,7,8-PeCDD	0.5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01
OCDD	0.001	0.0001

◎ジベンゾフラン

	I-TEF	TEF1998
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.001	0.0001

◎コプラナーPCB

○ノンオルト

	IUPAC #	TEF (WHO/IPCS, 1993)	TEF1998
3,3',4,4'-TCB	#77	0.0005	0.0001
3,4,4',5'-TCB	#61	-	0.0001
3,3',4,4',5'-PCB	#126	0.1	0.1
3,3',4,4',5,5'-HxCB	#169	0.01	0.01

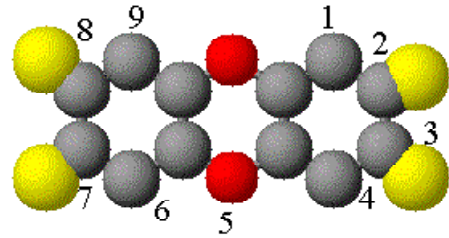
○モノオルト

	IUPAC #	TEF (WHO/IPCS, 1993)	TEF1998
2,3,3',4,4'-PeCB	#105	0.0001	0.0001
2,3,4,4',5'-PeCB	#114	0.0005	0.0005
2,3',4,4',5'-PeCB	#118	0.0001	0.0001
2',3,4,4',5'-PeCB	#123	0.0001	0.0001
2,3,3',4,4',5'-HxCB	#156	0.0005	0.0005
2,3,3',4,4',5',5'-HxCB	#157	0.0005	0.0005
2,3',4,4',5,5'-HxCB	#167	0.00001	0.00001
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB	#189	0.0001	0.0001

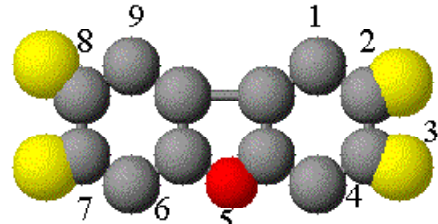
○ジオルト

	IUPAC #	TEF (WHO/IPCS, 1993)	TEF1998
2,2',3,3',4,4',5'-HpCB	#170	0.0001	-
2,2',3,4,4',5,5'-HpCB	#180	0.00001	-

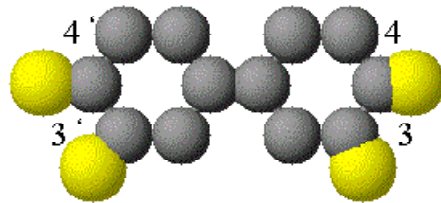
ダイオキシン類の化学構造



2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ダイオキシン



2,3,7,8-テトラクロロベンゾフラン



3,3',4,4'-テトラクロロビフェニル

TEQ、TEFとは何か

ダイオキシン類の中でも毒性が一番強い 2,3,7,8-TCDD の毒性を 1 とした場合に、それぞれの化合物の毒性の強さを係数として示したものが TEF (毒性等価係数)である。表 2 に毒性等価係数を示した。

1997年にWHOから哺乳動物、鳥類、魚類に対する新しいTEF値の勧告があり、日本では哺乳動物のTEFを採用しTEF1998として表に示した。I-TEF(IはInternationalの略)はそれ以前に使用されていたTEFである。

ダイオキシン類は、WHOからco-PCBを含めて評価することとしているので、ダイオキシン類はジベンゾ-p-ダイオキシン(7種)、ジベンゾフラン(10種)、プラナーPCB(12種)と定義された。

表2のTEF1998の係数のある異性体の存在量(濃度)を測定し、それぞれのTEF値を乗じ、合計したものがTEQ値である。

TEQ値は毒性評価に用いられ、ダイオキシン量として示される場合が多く、1つの化学物質の量ではなく、ダイオキシン類の合計量である。