

令和6年3月1日

令和5年度 松の針葉を生物指標とした大気中 ダイオキシン類測定分析調査

株式会社 環境総合研究所

〒152-0033 東京都目黒区大岡山 1-31-9-401

Tel: 03-6421-4610, Fax: 03-6421-4611

E-mail: office@eritokyo.jp, Web: http://eritokyo.jp/

1. 調査の目的

埼玉西部環境保全組合（構成市町：鶴ヶ島市、毛呂山町、鳩山町、越生町）は鳩山町大字泉井、熊井地内に「埼玉西部クリーンセンター」を建設、2022年・令和4年11月1日に試運転を開始、2023年・令和5年4月1日より稼働している。本施設は全連続燃焼ストーカ炉方式（回転ストーカ式）、処理能力130t/日（65t/日×2炉）で、(株)神鋼環境ソリューションを代表企業とする特定建設工事共同企業体によって建設され、(株)神鋼環境ソリューションと(株)クリーン工房の出資により設立された特定目的会社である(株)鳩山環境サービスにより運営等が行われている。

本調査は、本施設稼働前の調査結果とあわせて施設稼働による大気環境の影響を把握、考察することを目的として実施する。

2. 調査の内容

(1) 調査対象地域 鳩山町町内6地点

(2) 分析項目 ダイオキシン類

ポリ塩化ジベンゾパラダイオキシン(PCDD) 7異性体及び同族体

ポリ塩化ジベンゾフラン(PCDF) 10異性体及び同族体

ダイオキシン様ポリ塩化ビフェニル(DL-PCB) *

ノンオルト体4異性体、モノオルト体8異性体

※：コプラナーポリ塩化ビフェニル(Co-PCB)の表記から変更された

3. 調査の方法

3-1 サンプルング

採取年月日：2023年10月22日(日)

採取者：埼玉西部クリーンセンター環境保全対策協議会 副会長

埼玉西部クリーンセンター公害監視委員会 委員

鳩山町役場 産業環境課 職員

地 点：①亀井農村センター（鳩山町大字須江 190 番地 1） 3カ所
②おしゃもじ山公園（鳩山町大字赤沼 2430 番地） 3カ所
③高野倉ふれあい自然公園（鳩山町大字高野倉 454 番地 3） 3カ所
④石坂の森（鳩山町大字石坂 817 番地） 3カ所
⑤埼玉西部クリーンセンターA（鳩山町大字熊井 819 番地） 3カ所
⑥埼玉西部クリーンセンターB（鳩山町大字熊井 819 番地） 3カ所

採取したクロマツの針葉を等量ずつブレンドして1検体（約200g）とした。

図3-1、図3-2に松葉採取地点、埼玉西部クリーンセンター、鳩山町役場の位置を示した。

なお▲の地点には産業廃棄物焼却施設（処理能力90kg/h）がある。令和4年5月30日の排ガス測定結果は3.1ng-TEQ/m³であった（規制値5ng-TEQ/m³）。（出典：<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0504/dioxin-sokuteikekka/index.html>の「東松山環境管理事務所」）処理能力が小さく規制値を下回っているものの、煙突が低く地上の影響が大きくなりやすい条件であることから参考として位置を示した。

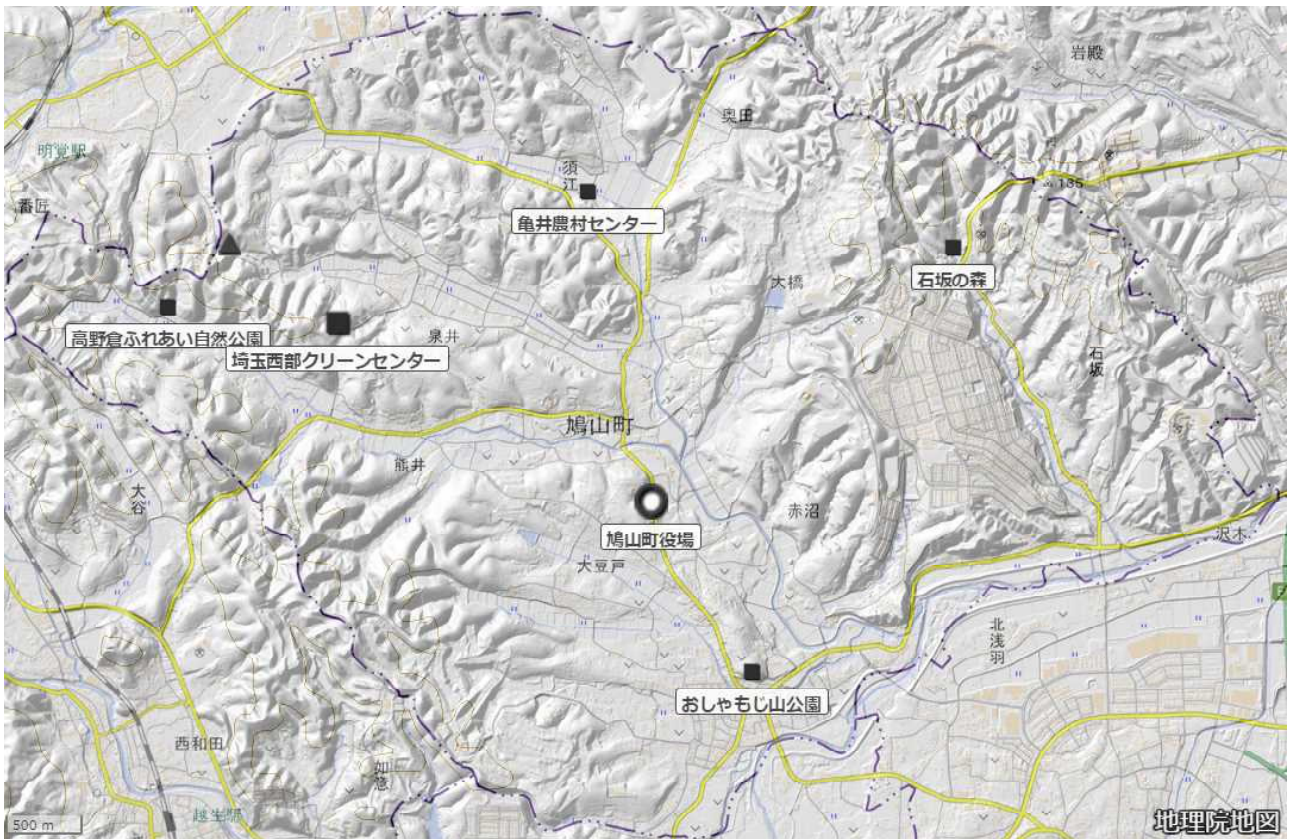


図3-1 松葉採取地点（地理院地図より作成、標準地図に陰影起伏図を重ねた）



図3-2 埼玉西部クリーンセンターA、B松葉採取地点
（地理院地図より作成、標準地図に陰影起伏図を重ねた）

3-2 分析方法

(1) 測定分析機関

Bureau Veritas Canada（旧 Maxxam Analytics）（カナダ・オンタリオ州）

ISO/IEC Guide 25/17025 取得

(2) 分析方法

本松葉調査では、摂南大学宮田研究室の研究成果による方法を採用している。分析機関に送付された松葉試料は凍結保存後、図3-3に示す手順に準拠して順次測定分析されている。

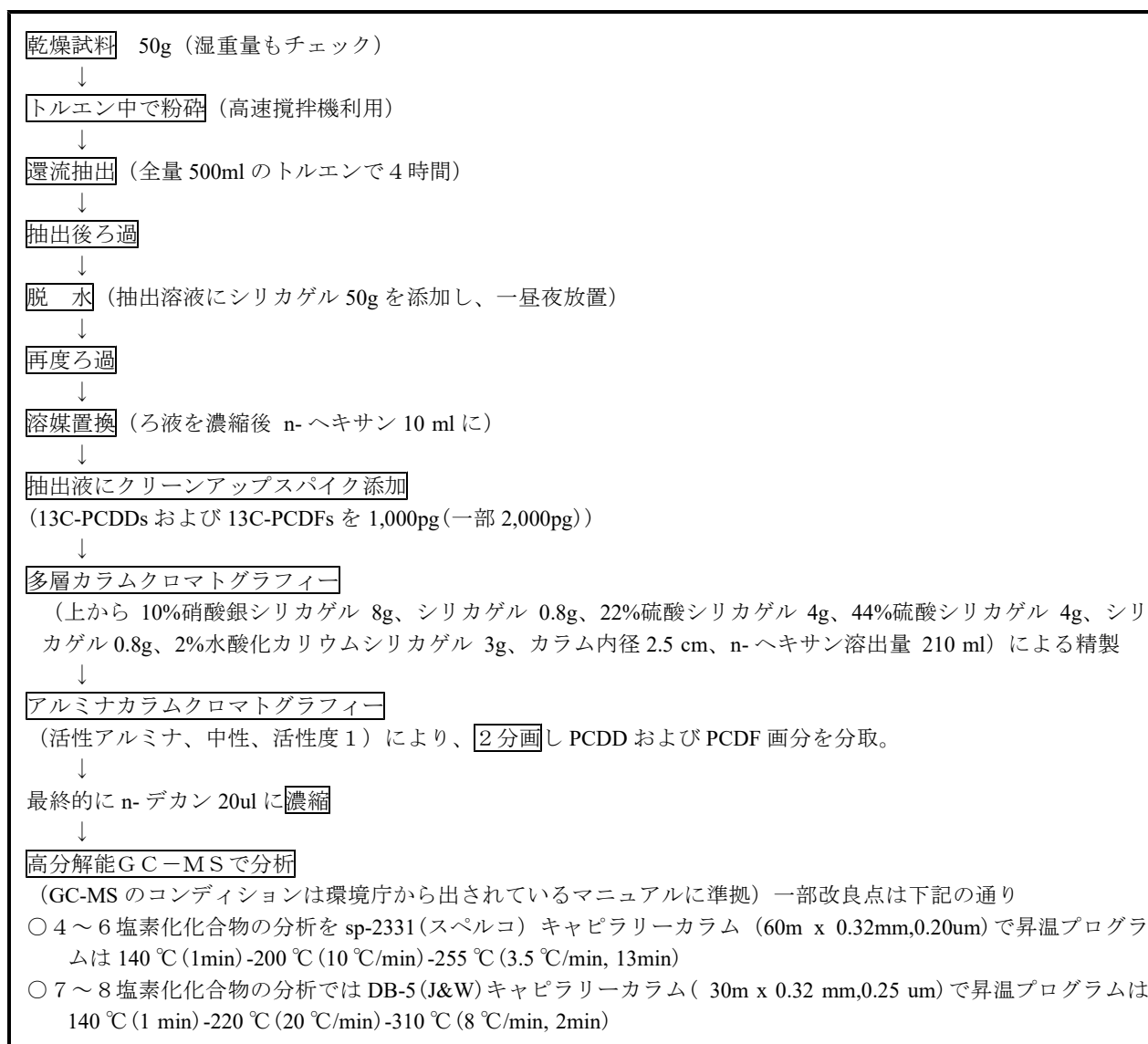


図3-3 松葉ダイオキシン類測定分析手順の概要

先行して宮田研究室が測定した松葉の測定値との整合性を保ち、1999 年度以降、全国で測定された先行データとの整合性を保つため、上記の分析手順に準拠すると共に、Bureau Veritas Canada 社のダイオキシン分析プロトコル (BRL SOP-00406/00410、BRL SOP-00408) により分析した。

(3) 精度管理・精度保証

分析の精度を管理保証するシステムとして、分析機関では取得している ISO/IEC ガイド 17025 に準拠すると共に、カナダ政府の精度管理保証のための手順である EPS 1/RM/23,3 に準拠している。

4. 解析及び評価方法

分析結果は次の視点から解析・評価を行うものとする。

(1) マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度分析結果の評価

- ① 毒性等量
- ② 同族体パターン、異性体分布

(2) 大気中のダイオキシン類濃度の推定

測定したマツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度から、採取地域周辺の大気中のダイオキシン類濃度を推定する。

5. 調査結果と評価

5-1 測定分析結果

(1) 毒性等量・実測濃度結果

調査結果を稼働前の結果と合わせて表5-1、表5-2、図5-1に示す。

表5-1 マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度（単位：pg-TEQ/g）（その1）

時期	地点	ND 処理 方式	PCDD+PCDF+DL-PCB					PCDD+PCDF に占める PCDFの割合
			PCDD+PCDF			DL-PCB		
			PCDD	PCDF				
稼働前 2022年 1月	亀井 農村センター	EPA	0.36	0.42	0.77	0.33	1.1	—
		WHO	0.18	0.40	0.58	0.17	0.74	69%
		MHW	0.00086	0.38	0.38	0.0023	0.38	—
	おしゃもじ山 公園	EPA	0.37	0.5	0.87	0.30	1.2	—
		WHO	0.19	0.38	0.57	0.15	0.72	67%
		MHW	0.00048	0.27	0.27	0.0026	0.27	—
	高野倉 ふれあい自然公園	EPA	0.36	0.42	0.77	0.24	1.0	—
		WHO	0.18	0.35	0.53	0.12	0.65	66%
		MHW	0.0044	0.29	0.29	0.0019	0.29	—
	石坂の森	EPA	0.36	0.41	0.78	0.30	1.1	—
		WHO	0.19	0.32	0.50	0.15	0.65	64%
		MHW	0.0068	0.22	0.22	0.0022	0.23	—
稼働前 2022年 10月	亀井 農村センター	EPA	0.24	0.23	0.47	0.22	0.69	—
		WHO	0.14	0.20	0.34	0.11	0.45	59%
		MHW	0.033	0.17	0.20	0.0011	0.20	—
	おしゃもじ山 公園	EPA	0.21	0.35	0.56	0.21	0.77	—
		WHO	0.13	0.29	0.42	0.11	0.53	69%
		MHW	0.041	0.24	0.28	0.0024	0.28	—
	高野倉 ふれあい自然公園	EPA	0.22	0.29	0.51	0.25	0.76	—
		WHO	0.13	0.24	0.37	0.13	0.50	65%
		MHW	0.031	0.20	0.23	0.0012	0.23	—
	石坂の森	EPA	0.12	0.25	0.38	0.31	0.69	—
		WHO	0.12	0.22	0.34	0.16	0.50	65%
		MHW	0.12	0.18	0.31	0.0016	0.31	—
	埼玉西部 クリーンセンター A	EPA	0.21	0.26	0.47	0.21	0.68	—
		WHO	0.11	0.21	0.32	0.10	0.42	66%
		MHW	0.019	0.16	0.18	0.00075	0.18	—
	埼玉西部 クリーンセンター B	EPA	0.23	0.19	0.43	0.21	0.64	—
		WHO	0.13	0.16	0.29	0.11	0.40	55%
		MHW	0.027	0.12	0.15	0.0020	0.15	—

注) 四捨五入により有効数字2桁で表記したため合計が合わない場合がある。

表5-1 マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度（単位：pg-TEQ/g）（その2）

時期	地点	ND 処理 方式	PCDD+PCDF+DL-PCB					PCDD+PCDF に占める PCDFの割合
			PCDD+PCDF			DL-PCB		
			PCDD	PCDF				
稼働後 2023年 10月	亀井 農村センター	EPA	0.21	0.17	0.37	0.086	0.46	—
		WHO	0.11	0.16	0.27	0.044	0.31	59%
		MHW	0.012	0.15	0.16	0.0015	0.16	—
	おしゃもじ山 公園	EPA	0.19	0.35	0.54	0.19	0.73	—
		WHO	0.15	0.35	0.50	0.18	0.68	70%
		MHW	0.12	0.34	0.46	0.17	0.63	—
	高野倉 ふれあい自然公園	EPA	0.40	0.23	0.63	0.51	1.1	—
		WHO	0.20	0.15	0.35	0.26	0.61	43%
		MHW	0.0041	0.076	0.080	0.0020	0.082	—
	石坂の森	EPA	0.38	0.23	0.61	0.12	0.73	—
		WHO	0.19	0.22	0.41	0.12	0.53	54%
		MHW	0.0049	0.21	0.21	0.11	0.32	—
	埼玉西部 クリーンセンター A	EPA	0.43	0.18	0.61	0.37	0.98	—
		WHO	0.22	0.12	0.34	0.19	0.53	35%
		MHW	0.0031	0.061	0.064	0.0012	0.066	—
埼玉西部 クリーンセンター B	EPA	0.22	0.21	0.42	0.42	0.84	—	
	WHO	0.11	0.19	0.30	0.21	0.51	63%	
	MHW	0.0035	0.18	0.19	0.0014	0.19	—	

注) 四捨五入により有効数字2桁で表記したため合計が合わない場合がある。

異性体の実測値が ND（定量下限値未満）とは、定量下限値を下回って濃度が定量できなかったという意味である。実際の濃度は 0 ～定量下限値の範囲内にあるということである。WHO 方式とは、異性体の実測値が ND の時、ダイオキシン類が定量下限値の 1 / 2 含まれる、つまり可能性のある幅の中央と仮定して毒性等量濃度を計算する方式である。同様に EPA 方式は幅の上限、MHW 方式は幅の下限である。

なお本調査の分析結果は「おしゃもじ山公園」を除くといずれも濃度が低く、ND となった異性体が多かった。たとえば、2021年1月の亀井農村センターの場合には、毒性等量の可能性の幅（ND となった異性体の濃度を 0 とした場合から定量下限値と同じ値とした場合の幅）は 0.38 ～ 1.1pg-TEQ/g である。他の地点も同程度の幅がある。

なお「おしゃもじ山公園」は稼働前の2回の調査では他の地点と同様、ND となった異性体が多かったが本調査では ND となった異性体の影響は小さかった。ただし ND の結果を定量下限値と同じ値とした場合の結果は「おしゃもじ山公園」が特に高いというわけではない。

したがって2022年1月の4地点、2022年10月の6地点、2023年の10月の6地点の毒性等量濃度に差があるとまでは言えず、おおむね同程度であると評価される。図5-1をみると2022年1月と2022年10月を比較すると低下しているように見えるが、これは定量下限値が下がっているためであり分析上の技術的な要因の変化に過ぎない。

表5-2 マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度・ND処理=WHO方式（単位：pg-TEQ/g）

時期	地点	PCDD+PCDF +DL-PCB
稼働前 2022年1月	亀井農村センター	0.74
	おしゃもじ山公園	0.72
	高野倉ふれあい自然公園	0.65
	石坂の森	0.65
稼働前 2022年10月	亀井農村センター	0.45
	おしゃもじ山公園	0.53
	高野倉ふれあい自然公園	0.50
	石坂の森	0.50
	埼玉西部クリーンセンターA	0.42
	埼玉西部クリーンセンターB	0.40
稼働後 2023年10月	亀井農村センター	0.31
	おしゃもじ山公園	0.68
	高野倉ふれあい自然公園	0.61
	石坂の森	0.53
	埼玉西部クリーンセンターA	0.53
	埼玉西部クリーンセンターB	0.51

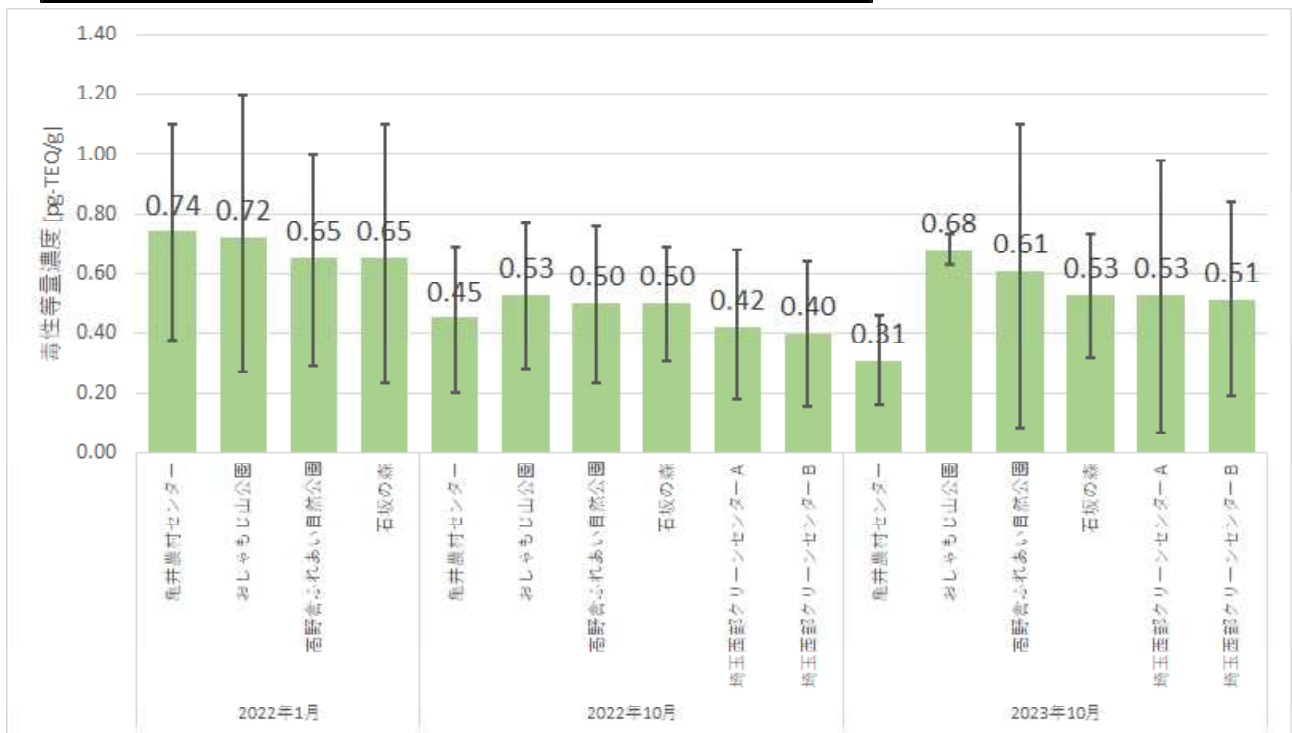
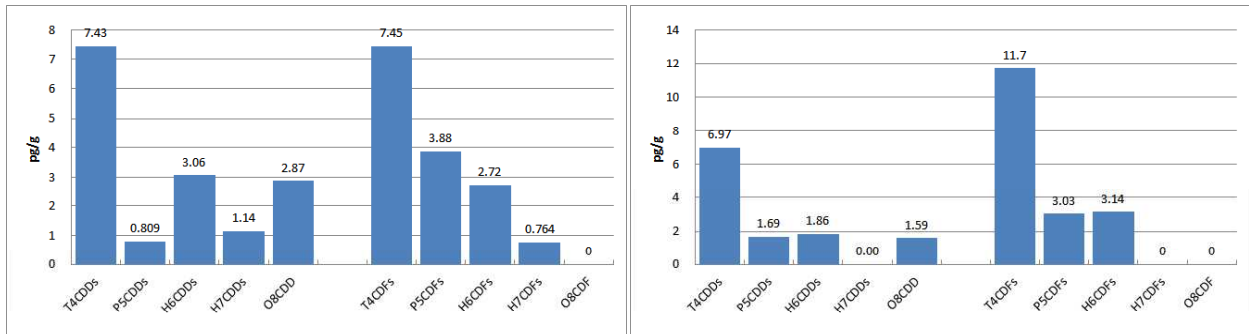


図5-1 マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度（毒性等量濃度とND処理による幅）

※棒グラフは WHO 方式、縦棒の上端が EPA 方式、縦棒の下端が MHW 方式

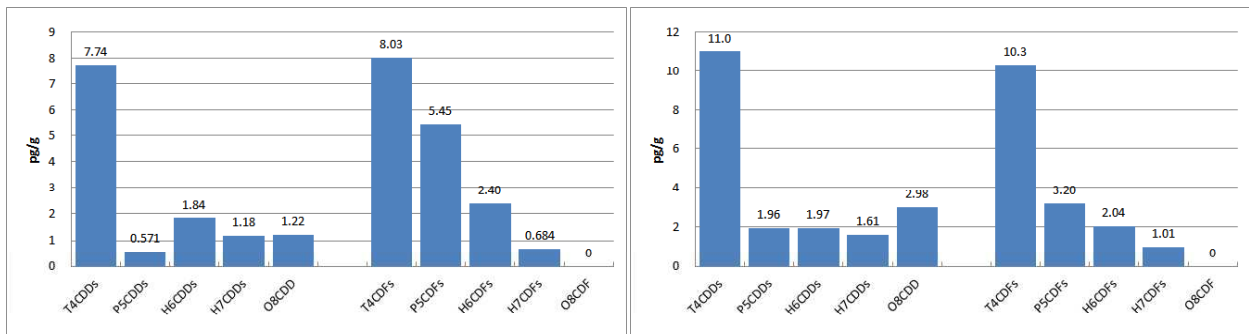
(2) 同族体パターン分析

次に、同族体パターンを図5-2に示す。同族体とは PCDD、PCDF の塩素数ごとに実測濃度を示し、濃度のパターンをグラフ化したものである。



亀井農村センター : 0.74pg-TEQ/g

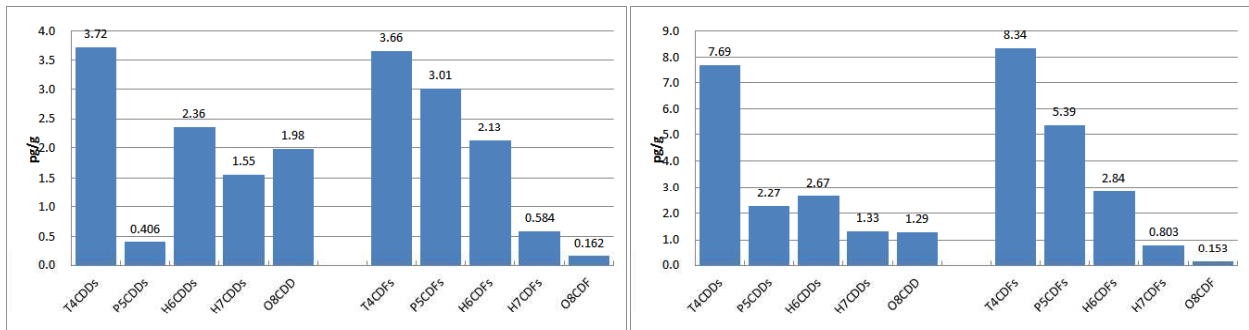
おしゃもじ山公園 : 0.72pg-TEQ/g



高野倉ふれあい自然公園 : 0.65pg-TEQ/g

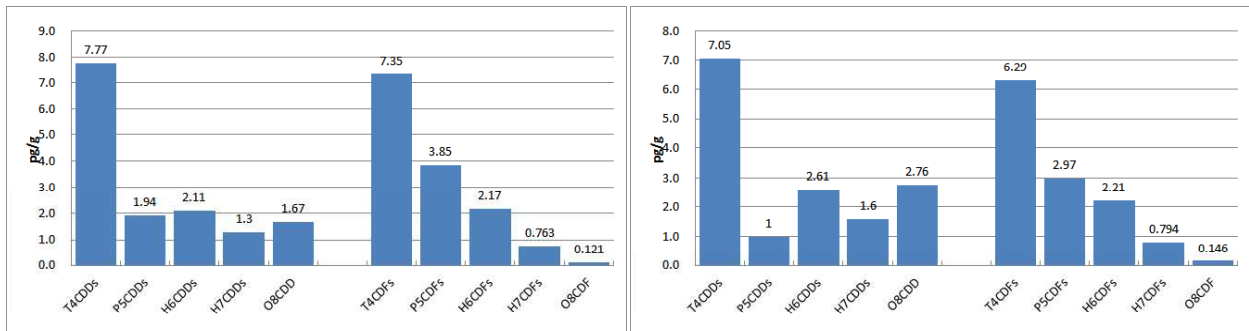
石坂の森 : 0.65pg-TEQ/g

図5-2 同族体パターン (2022年1月)



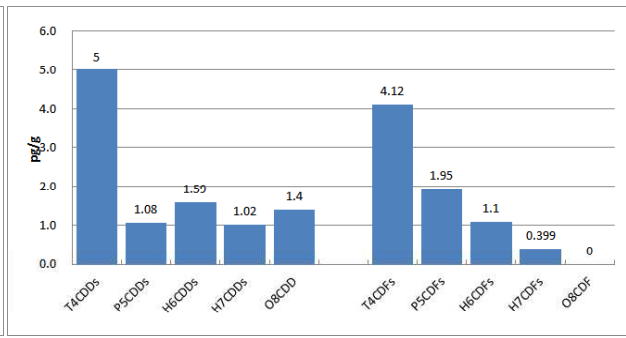
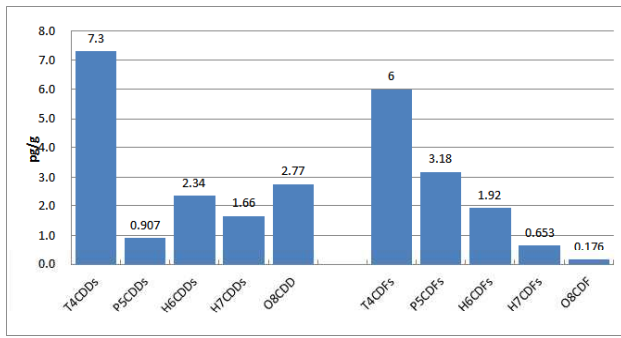
亀井農村センター : 0.45pg-TEQ/g

おしゃもじ山公園 : 0.53pg-TEQ/g



高野倉ふれあい自然公園 : 0.50pg-TEQ/g

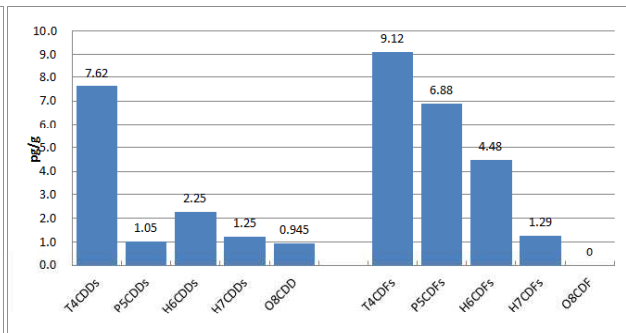
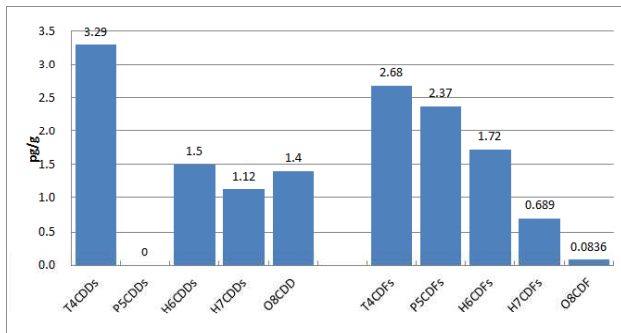
石坂の森 : 0.50pg-TEQ/g



埼玉県西部クリーンセンターA : 0.42pg-TEQ/g

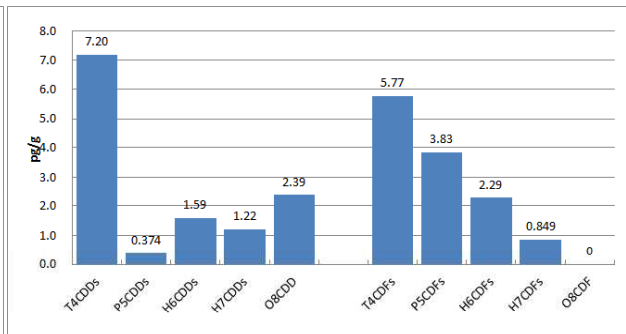
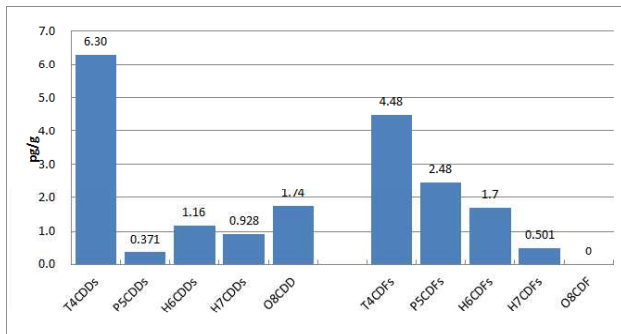
埼玉県西部クリーンセンターB : 0.40pg-TEQ/g

図5-3 同族体パターン (2022年10月)



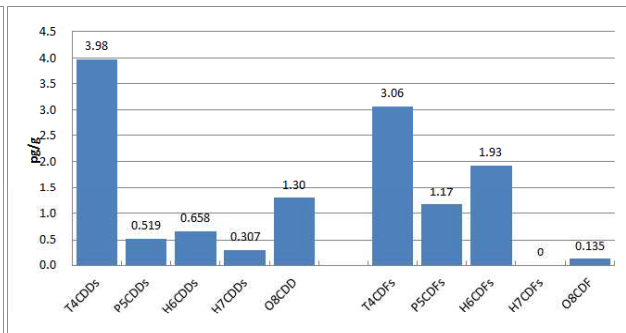
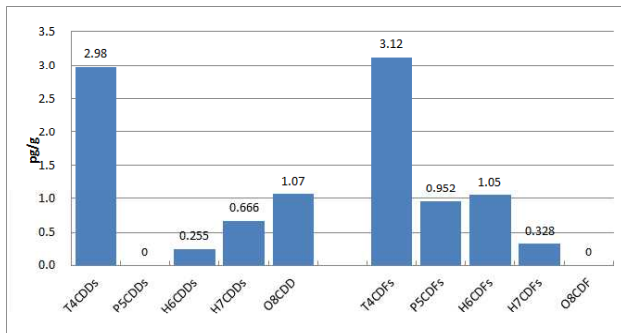
亀井農村センター : 0.31pg-TEQ/g

おしゃもじ山公園 : 0.68pg-TEQ/g



高野倉ふれあい自然公園 : 0.61pg-TEQ/g

石坂の森 : 0.53pg-TEQ/g



埼玉県西部クリーンセンターA : 0.53pg-TEQ/g

埼玉県西部クリーンセンターB : 0.51pg-TEQ/g

図5-4 同族体パターン (2023年10月)

大気中に存在するダイオキシン類にはガス状物質と粒子状物質が存在するが、マツの針葉が炭酸同化作用・呼吸により吸収蓄積するものの多くは、ガス状のダイオキシン類とされている。特に4塩素化物は同族体の中でも質量が小さいことから、マツの針葉に多く吸収される。

典型的な焼却由来のパターンは、グラフの左側 (PCDD) の5本、右側 (PCDF) の右側の5本がいずれもそれぞれ左上がりの階段状になっている。

一方、特定の発生源の影響が小さいバックグラウンド地域の典型的なパターンは、一番左のT4CDDsのみが高く他が低い「L」字のような形のグラフである。

2022年1月、2022年10月（いずれも稼働前）、2023年10月（本調査、稼働後）の結果をみると、PCDD（左側）はバックグラウンド地域のパターンであるが、右側はやや焼却由来のパターンの傾向がみられる。総合的には焼却由来の傾向は弱いものの、バックグラウンド地域とまでは言えない結果である。稼働前と稼働後で大きな変化はない。

(3) 大気環境濃度の推計

次に、今回測定したマツの針葉に含まれるダイオキシン濃度から大気中のダイオキシン類濃度を推計した。クロマツの場合、クロマツの針葉のダイオキシン類濃度（単位：pg-TEQ/g）のおよそ1/10が大気中濃度（pg-TEQ/m³）として推計される。

表5-3 マツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度から推計した大気中濃度

時期	地点	毒性等量濃度	
		松葉中濃度 [pg-TEQ/g]	大気中濃度推計 [pg-TEQ/m ³]
稼働前 2022年1月	亀井農村センター	0.74	0.074
	おしゃもじ山公園	0.72	0.072
	高野倉ふれあい自然公園	0.65	0.065
	石坂の森	0.65	0.065
稼働前 2022年10月	亀井農村センター	0.45	0.045
	おしゃもじ山公園	0.53	0.053
	高野倉ふれあい自然公園	0.50	0.050
	石坂の森	0.50	0.050
	埼玉西部クリーンセンターA	0.42	0.042
	埼玉西部クリーンセンターB	0.40	0.040
稼働後 2023年10月	亀井農村センター	0.31	0.031
	おしゃもじ山公園	0.68	0.068
	高野倉ふれあい自然公園	0.61	0.061
	石坂の森	0.53	0.053
	埼玉西部クリーンセンターA	0.53	0.053
	埼玉西部クリーンセンターB	0.51	0.051

注) ND 処理方式は、WHO 方式 (ND=1/2MDL) を採用

大気中ダイオキシン類濃度は、2022年1月は**0.065 ~ 0.074pg-TEQ/m³**程度（ND処理の違いを考慮すると0.023 ~ 0.12pg-TEQ/m³の幅）、2022年10月は**0.045 ~ 0.053pg-TEQ/m³**程度（ND処理の違いを考慮すると0.015 ~ 0.077pg-TEQ/m³の幅）。2023年10月は**0.031 ~ 0.068pg-TEQ/m³**程度（ND処理の違いを考慮すると0.0066 ~ 0.11pg-TEQ/m³の幅）。

日本では、ダイオキシン類対策特別措置法により、ダイオキシン類の大気中環境基準は**0.6pg-TEQ/m³**と定められている。同環境基準と比較すると、現状の大気中ダイオキシン類濃度は、大幅に基準値を下回っていることになる。

世界保健機構（WHO）では将来的にTDI（耐容1日摂取量）を現在の1 ~ 4pg-TEQ/体重kg・日から、1もしくは2pg-TEQ/体重kg・日への変更を検討している。その場合には大気環境基準0.3もしくは0.15pg-TEQ/m³に変更される可能性がある。現在日本が採用しているTDIは現行での最も高い値、すなわち4pg-TEQ/体重kg・日であり最も緩い。予防原則の面からも日本も他の先進国並のTDIを採用することが望まれる。こういった動向をにらみ、調査対象地域の大气中ダイオキシン類

濃度が日本の大気環境基準値未満であるだけでなく、0.3 もしくは 0.15pg-TEQ/m³ 以下を目指すことが重要である。本調査から推計される大気中濃度はこの値も満たしている。

なお、令和3年度ダイオキシン類に係る環境調査結果報告書（令和5年3月環境省発表）によると、大気中ダイオキシン類については、年間2回以上測定を行った584地点の平均濃度が**0.015pg-TEQ/m³**（最小値0.0022～最大値0.25pg-TEQ/m³）となっている。

そのうち一般環境については、年2回以上測定を行った450地点の平均値が**0.014pg-TEQ/m³**（最小値0.0022～最大値0.25pg-TEQ/m³）、また、発生源周辺については、同じく年間2回以上測定を行った地点数109地点の平均値は**0.017pg-TEQ/m³**（最小0.0028～最大0.25pg-TEQ/m³）と報告されている。ただしこれら行政による大気中ダイオキシン類濃度の測定は年間数日の調査であるため、必ずしも年間平均値を反映しているとは言えない。

本調査により松葉中ダイオキシン類濃度から推計した大気中ダイオキシン類濃度は、稼働前、稼働後とも、ND処理による幅の下限値でも全国平均と同程度かやや高めであることが分かる。

図5-5には定量下限値未満の異性体の計算方法による幅を縦棒で示した。

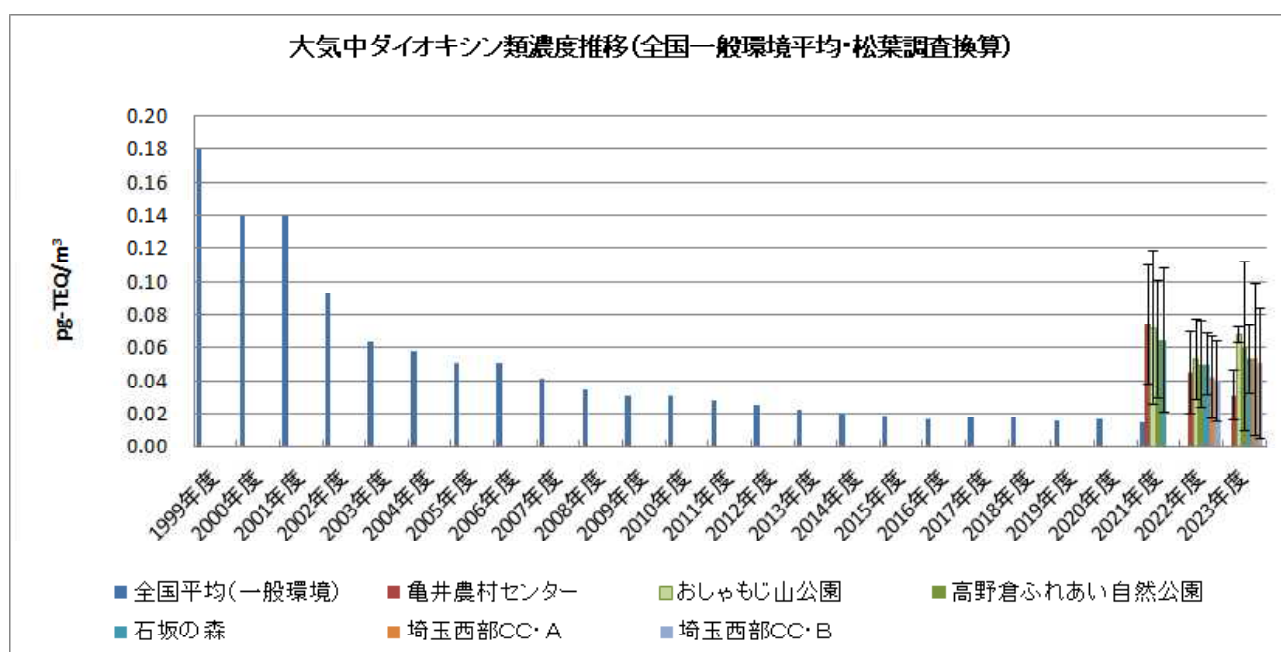


図5-5 大気中ダイオキシン類濃度（全国平均）と松葉調査からの大気換算濃度の推移

※松葉調査からの換算は、NDの異性体をWHO方式で計算した値を用いた

※松葉調査からの換算の棒グラフについている縦の棒は定量下限値未満（ND）の計算方法による幅を示している

5-2 まとめ

本調査は、「埼玉西部クリーンセンター」稼働による環境への影響を考察するために行ったものである。

その結果、町内4地点および施設敷地境界付近2地点の濃度の違いも小さく、現状において特定の発生源の影響を受けている傾向は見られず、稼働前からの顕著な変化もみられなかった。

濃度水準は全国平均よりもやや高い濃度であるものの、日本の大気環境基準等からみて十分に低い状態であることが分かった。

同族体毎の濃度パターンをみると、完全なバックグラウンド地域のパターンとは言えないまでも、あきらかな焼却由来ではなく、おおむね良好な環境であることが確認できた。

今後も調査を継続して実施し濃度の変化、地域毎の濃度の違いの変化、同族体パターンの変化などを考察することにより、施設からの影響について監視し、良好な環境を保っていくことが望ましい。