

2010.02.10

生活クラブ埼玉 熊谷ブロック 環境委員会 御中

## 2009年度 アカマツの針葉による ダイオキシン類測定分析調査結果報告書

市民参加による松葉ダイオキシン調査実行委員会事務局  
株式会社 環境総合研究所  
〒 142-0064 品川区旗の台 6-1-4-201  
Tel 03-5942-6832, Fax 03-5751-7646

### 1. 調査の目的

本調査の目的は、彩の国資源循環工場が周辺環境にもたらす影響を把握するものである。同工場周辺地域においては、2004年度から市民グループが継続調査を行っており、施設建設前後の周辺のダイオキシン類の影響を把握してきた。施設は平成17年度から順次竣工し、平成17(2005)年5月から株式会社エコ計画が、平成18(2006)年2月からオリックス資源循環株式会社が稼働している。

寄居町も2006年度及び2007年度に松葉によるダイオキシン調査を実施した。今回(2009年度の調査)は、2007年度の市民グループの調査において高濃度が検出されたことから、その後の状況を把握することを主な目的としている。同時に重金属類12項目の含有濃度も測定し、サーマルリサイクル等の燃焼施設からの有害物質の把握を行うこととしている。(重金属類については別報告書参照のこと)

### 2. 調査の内容

- (1) 調査対象 彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域に存在するアカマツの針葉
- (2) 対象地域 彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域
- (3) 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

### 3. 調査の方法

#### 3-1 サンプルング

下図は、今回の調査にあたって、マツを採取した地点を示したものである。彩の国資源循環工場敷地内から7地点、周辺地域から9地点の採取を行った。

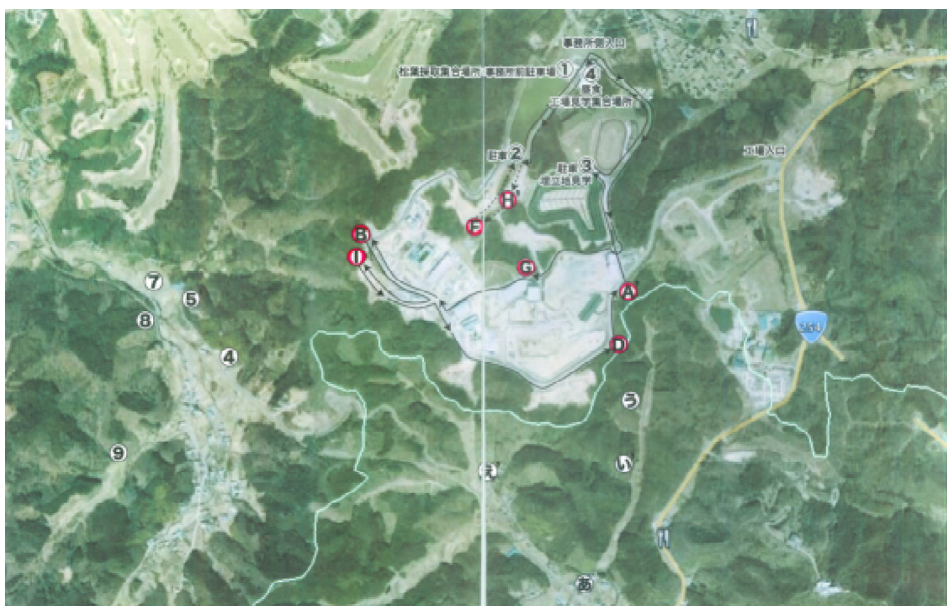


図3-1 敷地内サンプルング地点地図 (生活クラブ埼玉 群馬ブロック環境委員会作成)

採取した松葉は前年度までと同様に、アカマツである。

採取は、地図上の記号の通り、敷地内については、H',F',G,B,I,D,A の各地点を順番、周辺地域については、あ、い、う、え'、4、5'、7、8、9の9地点を順次採取した。

採取年月日：2009年12月17日

採取者：生活クラブ埼玉群馬ブロック環境委員会メンバー及び彩の国資源循環工場と環境を考えるひろばメンバー

### 3-2 分析方法

#### (1) 測定分析機関

Maxxam Analytics Inc. (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から松葉を凍結乾燥し保存する方法を採用している。宮田研究室では、松葉の表皮ワックス層に存在する高塩素化ダイオキシン類が凍結乾燥及び降雨等による影響をどう受けるかについて検討している。

それによると凍結保存試料、水洗試料、未処理試料を比較すると、大きな差異は認められず、採取した松葉試料を一旦凍結乾燥したのち、低温保存することにより、腐敗、カビなどの影響を受けることなく長期保存可能なことが確認されている。カナダの分析機関に送付された松葉試料は凍結保存後、図3-2に示す手順に準拠して順次測定分析されている。

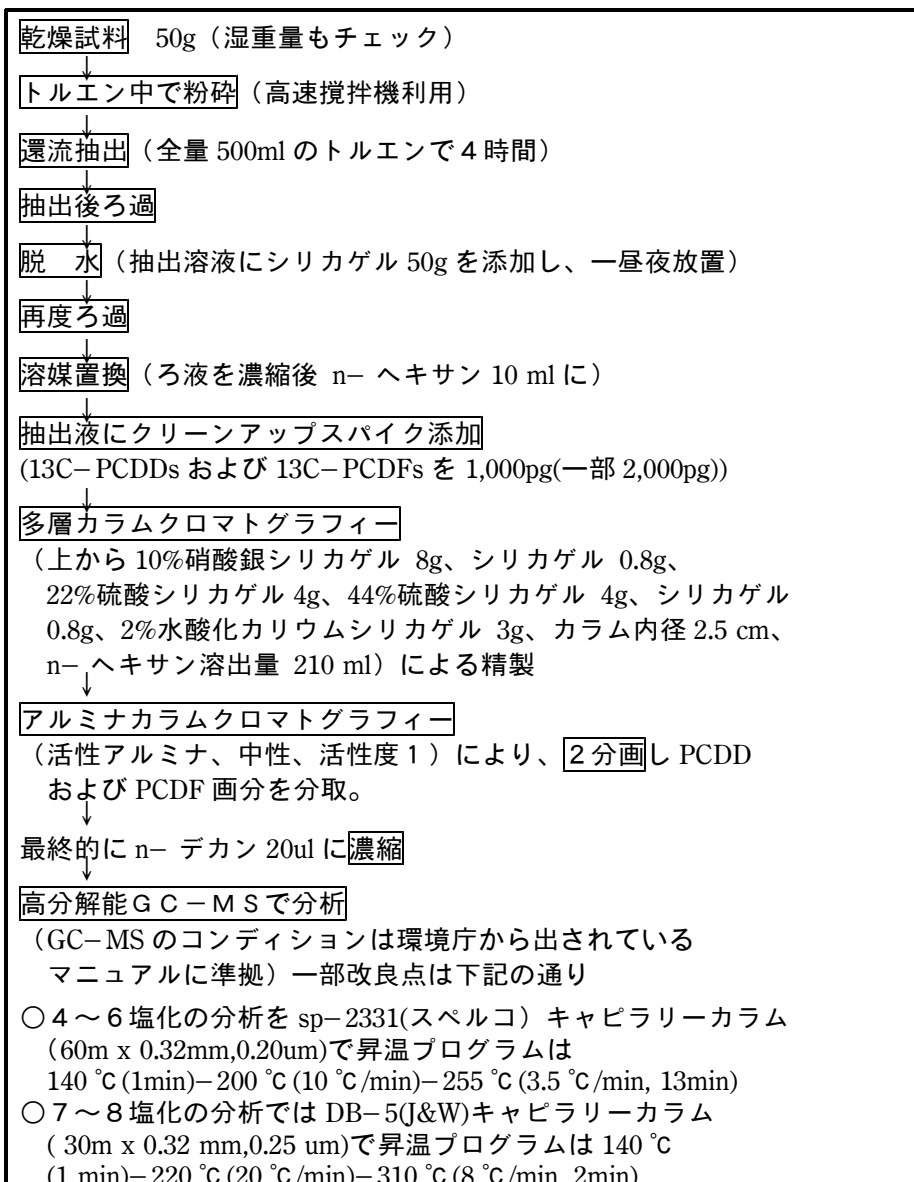


図3-2 松葉ダイオキシン類測定分析手順の概要

この分析方法を採用したのは、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つこと、また 1999 年度～ 2006 年度にかけて全国で測定された先行データとの整合性を保つことにより、測定分析方法の違いにより結果が異なることを未然に防ぐための措置でもある。

上記の分析手順に準拠すると共に、Maxxam 社が独自に開発したダイオキシン分析プロトコル (BRL SOP 00402) に基づいて分析を行った。

### (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,mod 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) アカ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 (クロマツ換算値による評価)

- ① 毒性等量・実測濃度
- ② 同族体パターン

### (2) 全国比較

- ・全国各地のクロマツの針葉中のダイオキシン類濃度との相対的な比較を行い、彩の国資源循環工場敷地内の汚染レベルを明らかにする。本調査の場合サンプルはアカマツであるので、クロマツに換算した値で比較することとなる。

### (3) 大気中のダイオキシン類濃度の推定

- ・測定したアカ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。(クロマツ換算値による推計)

## 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

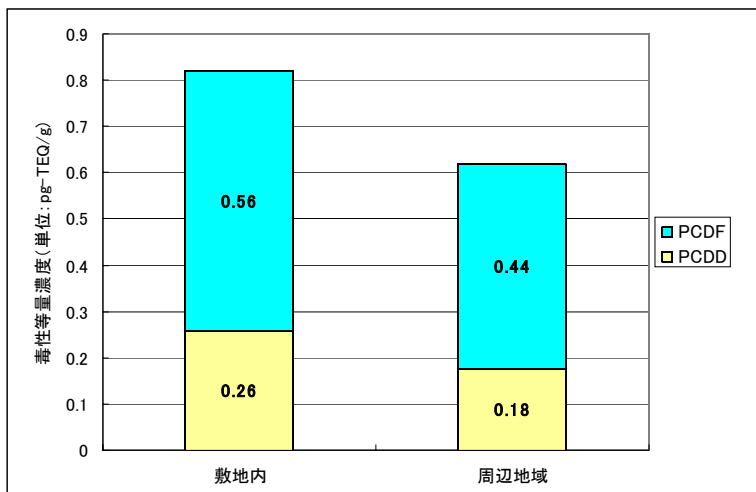
アカマツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度の測定結果を表 5-1 に示す。本調査はアカマツを用いて行われたため、分析結果をクロマツに換算した値による評価を行うことになる。環境総合研究所が行った比較調査により、アカマツでの分析結果を 2 倍した値がクロマツでの分析結果に相当することが明らかとなっている。

表 5-1 アカマツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度及びクロマツ換算値

	実測濃度 (pg/g)			毒性等量濃度 (pg-TEQ/g)			毒性等量濃度(クロマツ換算値) (pg-TEQ/g)		
	PCDD	PCDF	合計	PCDD	PCDF	合計	PCDD	PCDF	合計
敷地内	14	15	30	0.13	0.28	0.41	<b>0.26</b>	<b>0.56</b>	<b>0.82</b>
周辺地域	18	13	31	0.059	0.22	0.28	<b>0.12</b>	<b>0.44</b>	<b>0.56</b>

注) ND 処理方式は、WHO 方式 (ND=1/2MDL) を採用

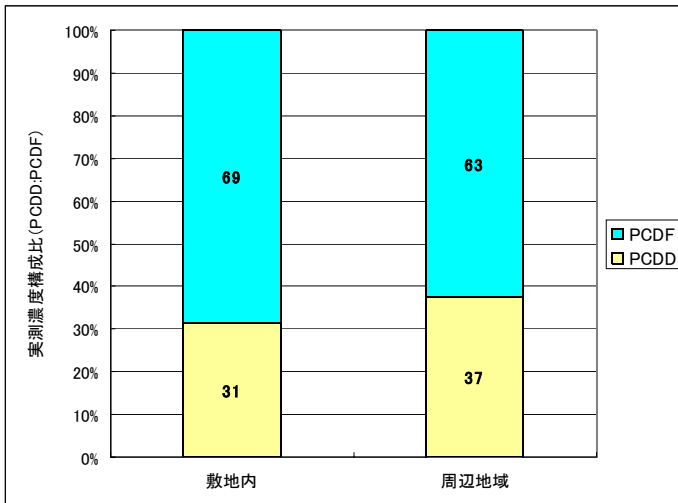
四捨五入のうえ、有効数字 2 桁表記。その為合計が合わない場合がある。



今回の調査の結果、敷地内では毒性等量濃度で **0.82pg-TEQ/g**、実測濃度で **60pg/g** であったのに対し、周辺地域では、毒性等量濃度が **0.56pg-TEQ/g**、実測濃度が **62pg/g** となった。

実測濃度では内外の濃度はほぼ同じレベルであったのに対し、毒性等量濃度では、敷地内が約 **1.5 倍**ほど高い濃度となった。

図 5-1 毒性等量濃度の比較(クロマツ換算値)



次に、PCDD と PCDF の割合を比較する。敷地内では、PCDF の割合が 68%、周辺地域は 79%となり、両者には約 10 ポイントの差が見られた。

PCDF の割合が高いことは焼却由来を示す特徴とされていることから、敷地内、周辺地域とも焼却由来のダイオキシン類の影響が見て取れる。

図5-2 PCDDとPCDFの割合

## (2) 同族体パターン分析

次に、両地域の同族体パターン（塩素数ごとの実測濃度のパターン）を図5-3に示す。

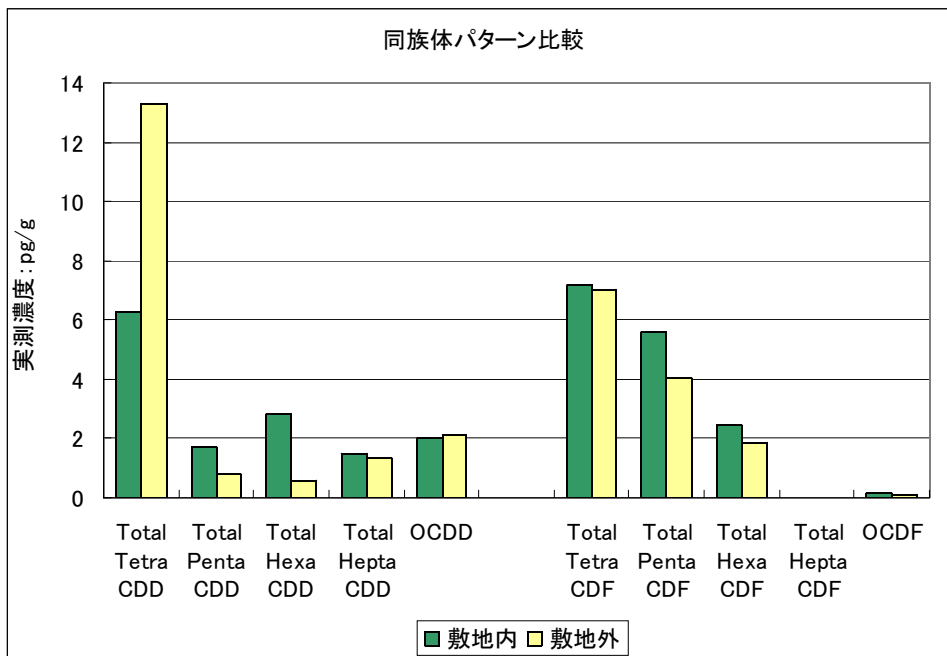


図5-3 同族体パターン

図の左側が PCDD、右側が PCDF の同族体ごとの濃度を示している。両地域を比較すると、PCDD については、周辺地域において 4 塩化ダイオキシン (T4CDD) が突出して高い濃度となっており、その他については、概ね、低塩素化合物から高塩素化合物までが右肩上がりとなっている。それに対して、敷地内は、同様に T4CDD が高いものの、その他の同族体は周辺地域とは異なり、6 塩化ダイオキシン (H6CDD) が二番目に高くパターンが凸凹しており、周辺地域とは異なっている。

一方、PCDF についてみると、敷地内・周辺地域ともに、4 塩化フラン (T4CDF) から 8 塩化フラン (OCDF) にかけて右肩下がりとなっている点、両者とも 7 塩化フラン (H7CDF) は不検出となっている点が共通している。特に、「右肩下がり」は、焼却由来のダイオキシン類に共通するパターンであり、調査の対象となったエリアが焼却由来のダイオキシン類の影響を受けていることを示すものである。ただし、両者をさらに比較すると、T4CDF はほぼ同程度の濃度であるのに対し、5 塩化フラン (P5CDF) は敷地内が高い濃度となっていることが分かる。フラン類の中で 5 塩化フランには毒性係数の高い異性体が含まれていることから毒性等量濃度に差が生じたものと考えられる。特に、P5CDF は、焼却起源とされる同族体であることから、敷地内がやや焼却由来の特徴を強く示していると言える。

さらに、敷地内と周辺地域の違いを明らかにするため、毒性係数が定められている異性体ごとの濃度を比較してみる。

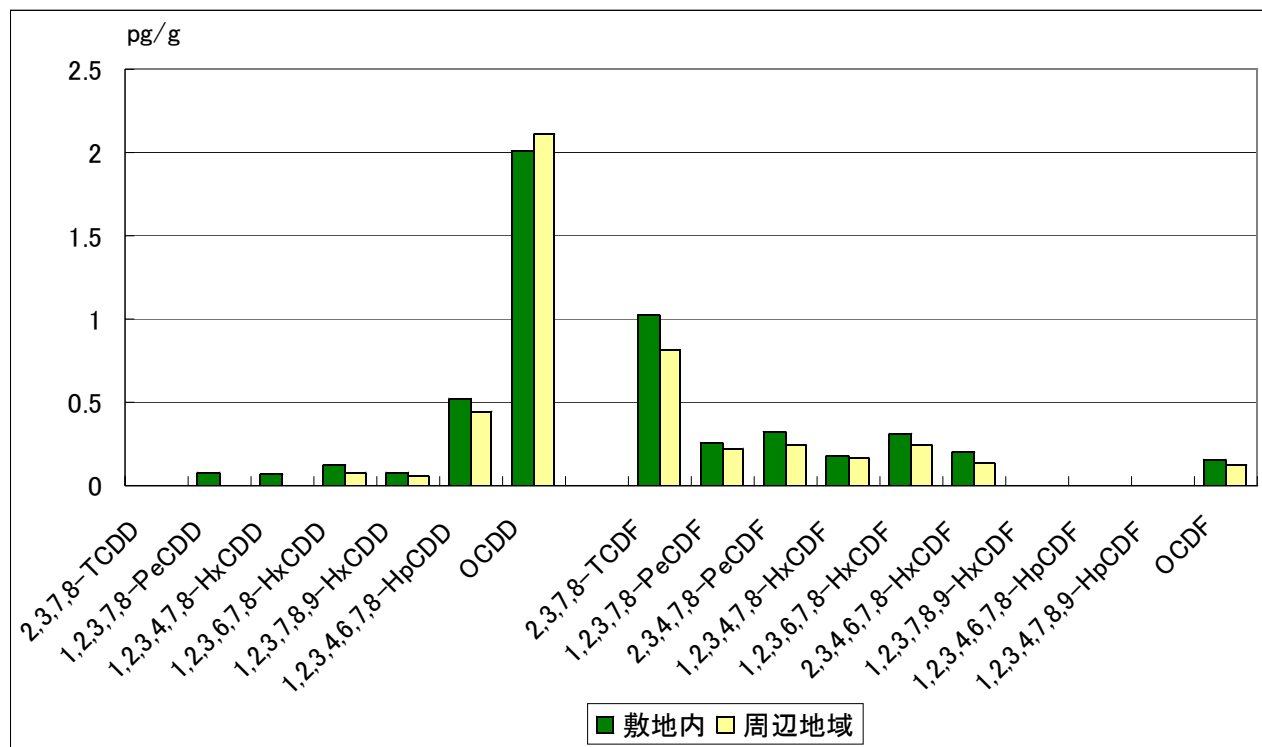


図5-4 敷地内と周辺地域の異性体分布の比較 (PCDDとPCDF)

表5-2 異性体別毒性係数(WHO2007)

異性体の種類	毒性係数
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
OCDD	0.0003
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
OCDF	0.0003

注) WHO2005 = WHO2007

敷地内と周辺地域の異性体分布を見ると、図5-4に示したように、PCDDでは、7つの異性体のうち、敷地内では最も毒性係数の高い2,3,7,8-T4DDを除き、すべての異性体が検出されているが、周辺地域では、毒性係数が1の異性体は不検出となっており、4つの異性体のみとなっている。

一方、PCDFについてみると、10個の異性体のうち、検出されているのはいずれの地域も同じではあるものの、いずれも僅かずつとは言え、敷地内の濃度が高くなっている点が注目される。

同族体及び異性体のパターンより、彩の国資源循環工場敷地内と周辺地域の濃度は毒性等量濃度で1.5倍の差があり、かつ、詳細に見た場合、敷地内でより毒性の強いダイオキシン類が多く検出されていることが明らかとなった。

### (3) 全国データとの比較

2009年度調査に参加した各地域の結果は、現在まだ公表される段階に無いため、目安として2008年度の主要な調査地域(地域平均)のデータと比較することにする。

全国の2008年度調査結果(公表の許可を得ている結果のみ)と本調査結果との比較を図5-5に示した。なお、アカマツでの調査結果は全てクロマツ換算値で表示している。

2008年度に調査を行った地域の中では、本調査結果のうち敷地内が二番目に高い濃度となっている。また、周辺地域は7番目に位置している。

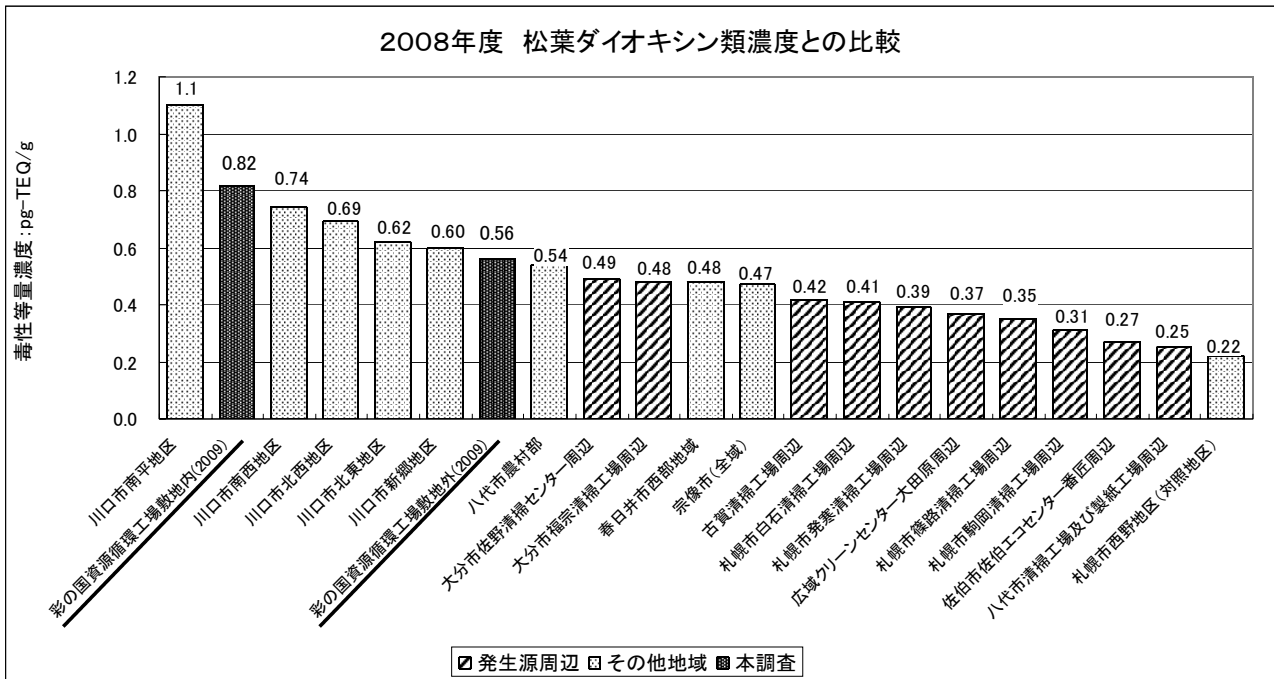


図5-5 2008年度の全国データとの比較

全国的な傾向としては濃度が年々改善されている地域が多く見受けられ、環境省がとりまとめている大気中のダイオキシン類濃度全国調査の平均値も年々下がってきている。その理由としては、焼却炉の排ガス規制強化（平成14年12月1日適用開始）や市民の野焼きなどに対する意識の変化などによる、バックグラウンド（背景）濃度の改善等が挙げられる。

2008年度調査対象地域（19地域）の内、1pg-TEQ/gを超える地域は川口市南平地区（ガス化溶解炉風下地域）のみであり、その他は発生源周辺地域であっても1pg-TEQ/gを下回るまで改善している様子が見られた。

#### (4) 大気環境濃度の推計

次に、今回測定したアカ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、針葉中のコプラナーPCB類濃度について、全体の10～20%が含まれるものと仮定して推計し、全ダイオキシン類濃度を求め、その上で大気中の濃度をクロマツの針葉のダイオキシン類濃度のおよそ1/10として算出する。本調査はアカマツで行ったため、クロマツ換算値を用いて算出した。2006年度及び2007年度に寄居町が行った松葉によるダイオキシン調査ではコプラナーPCBも測定しており、そこでの割合はいずれも10～20%の範囲であった。

表5-3 アカマツに含まれるダイオキシン類濃度から推計した大気中のダイオキシン類濃度

(単位：松葉 pg-TEQ/g, 大気 pg-TEQ/m<sup>3</sup>)

		松葉 (クロマツ換算値)					大気
		分析結果			推計値		推計値
		PCDD	PCDF	PCDD+PCDF	Co-PCBs 推計値	D/F+Co-PCB	D/F+Co-PCB
2009年度	敷地内	0.26	0.56	0.82	0.091～0.21	0.91～1.0	<b>0.091～0.10</b>
	周辺地域	0.12	0.44	0.56	0.062～0.14	0.62～0.70	<b>0.062～0.070</b>

注) ND処理方式は、WHO方式 (ND=1/2MDL)を採用  
四捨五入のうえ、有効数字2桁表記。その為合計が合わない場合がある。

上記より、今回分析したアカマツの針葉に含まれるダイオキシン類濃度の測定結果から、敷地内の大気中のダイオキシン類濃度は、0.091～0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>、周辺地域は0.062～0.070pg-TEQ/m<sup>3</sup>と推定され、環境基準（年間平均値で0.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>以下）と比較すると、大幅に下回っていることが分かった。

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 0.30 もしくは 0.15pg-TEQ/m<sup>3</sup> に変更される可能性がある。現在日本が採用している T D I は現行での最も高い値、すなわち 4pg-TEQ/体重 kg・日であり、最も規制が緩い。T D I の規制を厳しくすることは予防原則の面からも推奨されるべきで、日本も厳しい規制値を採用することが望まれる。こういった世界的動向をにらみ、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ったとしても満足せず、常に 0.30 もしくは 0.15pg-TEQ/m<sup>3</sup> 以下であることを目指すことが重要であると考えられる。当該地域においても、引き続き安定的に低い濃度が維持されるように監視を行っていく必要がある。

なお、平成 20 年度ダイオキシン類に係る環境調査結果報告書（平成 21 年 11 月 30 日環境省発表）によると、大气中ダイオキシン類については、全国 799 地点、2675 検体のうち、年間 2 回以上測定を行った 721 地点、2541 検体の平均濃度が **0.036pg-TEQ/m<sup>3</sup>**（最小値 0.0032 ～最大値 0.26pg-TEQ/m<sup>3</sup>）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 538 地点、1927 検体の平均値が **0.035pg-TEQ/m<sup>3</sup>**（最小値 0.0041 ～最大値 0.26pg-TEQ/m<sup>3</sup>）、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 156 地点、516 検体の平均値は **0.041pg-TEQ/m<sup>3</sup>**（最小 0.0032 ～最大 0.22pg-TEQ/m<sup>3</sup>）と報告されている。この調査結果によると、全国的に一般環境と発生源周辺の濃度差は小さい。

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气中ダイオキシン類濃度、敷地内：**0.091 ～ 0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>**、周辺地域：**0.062 ～ 0.070pg-TEQ/m<sup>3</sup>** は、全国平均よりはいずれも高く、発生源周辺と比較しても敷地内は 2 倍以上となっている。周辺地域は一般環境の全国平均と比較すると概ね 2 倍程度の高い濃度レベルであることがわかる。

同調査より、埼玉県比企郡小川町の測定値を見ると、年 4 回測定の平均値が **0.023pg-TEQ/m<sup>3</sup>**（最小 0.018 ～最大 0.033pg-TEQ/m<sup>3</sup>）と報告されており、調査時期にずれはあるが、これらの調査結果と比較すると、敷地内では比企郡小川町の 4 倍程度、周辺地域では 3 倍程度高いことがわかる。

一方、発生源周辺調査では、熊谷市三ヶ尻で測定が行われており、その結果は年 4 回測定の平均が **0.076pg-TEQ/m<sup>3</sup>**、濃度範囲は最小が **0.040pg-TEQ/m<sup>3</sup>**、最大が **0.12pg-TEQ/m<sup>3</sup>** となっており、今回の結果は彩の国資源循環工場敷地内の濃度が熊谷市三ヶ尻の平均濃度よりさらに高いレベルであることが分かった。

行政による大气中ダイオキシン類濃度の測定は年間四季 4 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。同調査には寄居町での測定データは記載されていない。

なお、埼玉県は、環境整備センター敷地境界上及び敷地境界の外側 7 地点においても年 4 回 1 週間ずつダイオキシン類の測定を行っている。そのデータを表 5-4 に示す。

表 5-4 彩の国資源循環工場運営協定に基づく環境調査結果

測定場所	大气中ダイオキシン類濃度 (単位：pg-TEQ/m <sup>3</sup> )				
	春季	夏季	秋季	冬季	平均値
No.1 オリエンタル火工(株)所有地前 (寄居町大字三ヶ山 130-3 番地先)	0.033	0.043	0.026	0.029	0.033
No.2 蔵田地区内 (寄居町大字富田 4053 番地先)	0.023	0.022	0.023	0.030	0.025
No.3 天神社前 (寄居町大字富田 3283 番地先)	0.024	0.022	0.020	0.033	0.025
No.4 深田地区内 (小川町大字木呂子 184 番地先)	0.022	0.015	0.016	0.027	0.020
No.5 埼玉県立小川げんきプラザ内 (小川町大字木呂子 561 番地先)	0.021	0.018	0.022	0.027	0.022
No.6 五ノ坪集落農業センター (寄居町西ノ入 2872 番地先)	0.018	0.017	0.10	0.36	0.12
No.7 平倉団地脇 (平成 19 年 1 月追加) (寄居町西ノ入 452-1 番地先)	0.020	0.018	0.021	0.094	0.038

出典：埼玉県 HP (<http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BC01/jyunkan/kankyoutyousa20.pdf>) をもとに作成  
( ) 内の住所は ERI 記載 (住所確認は、彩の国資源循環工場と環境を考える広場)

7 地点の全平均値は 0.040pg-TEQ/m<sup>3</sup>、濃度範囲は 0.020 ～ 0.12pg-TEQ/m<sup>3</sup> となっている。今回測定

した彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域の大气中ダイオキシン類濃度は、敷地内：0.091 ～ 0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>、周辺地域：0.062 ～ 0.070pg-TEQ/m<sup>3</sup>と推定され、協定に基づく周辺地域の測定結果の平均値(0.04pg-TEQ/m<sup>3</sup>と)を超えていることが分かった。ただし、7地点の中で最も濃度が高かった No.6 五ノ坪集落農業センター（寄居町西ノ入）では 0.12pg-TEQ/m<sup>3</sup>となっており、本調査結果からの推計した彩の国資源循環工場敷地内、周辺地域の大气中濃度を大幅に上回っている。発生源については、別途調査を行う必要がある。

測定方法の差違について言えば、松葉は年間を通じてダイオキシン類を炭酸同化作用により呼吸しているため、年4回の測定と比較して、より正確に現状を反映していると考えられる。

## 5-2 発生源との関係

PCDF の割合や同族体パターンなどから今年度の調査結果は焼却の影響を大いに受けていると言える。

施設内のサーマルリサイクル施設のうち、オリックス資源循環株式会社（以下「オリックス」とする）と株式会社エコ計画（以下「エコ計画」とする）の施設は自身の HP で排ガス中ダイオキシン濃度を公表している。

オリックスではガス改質後の煙道では 0.000088ng-TEQ/m<sup>3</sup>N(2009.2.28 測定)、燃焼後の排出口では煙突1号 0.000014ng-TEQ/m<sup>3</sup>N(2009.2.28 測定)、煙突2号 0.000044ng-TEQ/m<sup>3</sup>N(2009.2.28 測定)であり、法令規制値 0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N を大幅に下回っている。

エコ計画は、二ヶ月おきに煙突排気口での大气測定を行っている。それによると 2009 年度(2008年12月～2009年10月までの5回)のダイオキシン類の測定値の平均濃度は 0.00082ng-TEQ/m<sup>3</sup>N(4回の測定結果がすべて同じ値)と報告されており、オリックス同様、基準値は満たしている。

日常的にこの低い排ガス濃度が維持されているか、スポット的な測定であるため、確認ができない。稼働状況が不連続であるならば、炉内温度が高温になりにくく、ダイオキシンの発生を許してしまうことも十分あり得る。

## 5-3 まとめ

彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域において松葉（アカマツ）の採取を行い、ダイオキシン類の分析を行った。分析結果は毒性等量濃度でクロマツ換算値、敷地内：**0.82pg-TEQ/g**、周辺地域：**0.56pg-TEQ/g**となった。

この結果から推計した大气中濃度が敷地内：0.091 ～ 0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>、周辺地域：0.062 ～ 0.070pg-TEQ/m<sup>3</sup>であった。（ただしこの値はクロマツ換算値による。）

行政による一般環境地域、また、発生源周辺地域の大气中ダイオキシン類濃度と比較すると、彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域のダイオキシン類濃度は総じて高く、同施設に集中する廃棄物焼却施設による影響が見て取れた。

PCDD・PCDF の割合や同族体パターンや異性体の分布をを見ると、調査対象地域は焼却の影響を受けていることがわかる。

市民グループによるこれまでの調査から、彩の国資源循環工場が本格的に稼働を始めてから濃度が高くなったことにより、直接的な原因として工場の影響があることが推察されるが、県が行った大气環境調査結果や焼却炉の排ガス中ダイオキシン濃度調査結果を見ると、基準値を大幅に下回る低い値であった。

これらの行政や事業者による調査結果は、いずれも連続的なものではないため、それらの値が適切に現状を反映しているかどうかは疑問である。今後、施設の稼働状況や調査が適正に行われているかどうかについて、注意深く監視していく必要がある。