

## 2005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  
〒 141-0021 品川区上大崎 4-5-26,4-1108  
Tel 03-5759-1690, Fax 03-5759-1890

### 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調べるものである。そのため、施設建設前に周辺のダイオキシン類の影響を確認しておき、施設稼働後に測ったデータと比較検討を行うことを予定している。とりわけ、本調査は施設建設前の施設内外のダイオキシン類濃度について測定するものである。同時に重金属類（鉛、カドミ、ヒ素）の含有濃度も調査している。

### 2. 調査の内容

- (1) 調査対象 彩の国資源循環工場敷地内と敷地外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煙源3箇所から近い敷地内及び、煙源3箇所から遠い敷地外の住宅地（2つとも風下側）
- (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

彩の国資源循環工場敷地内9箇所、敷地外10箇所からのサンプルングであった。

#### (1) 敷地内

図3-1は敷地内のサンプルング地点9箇所の地図である。採取した松葉は全てアカマツであった。

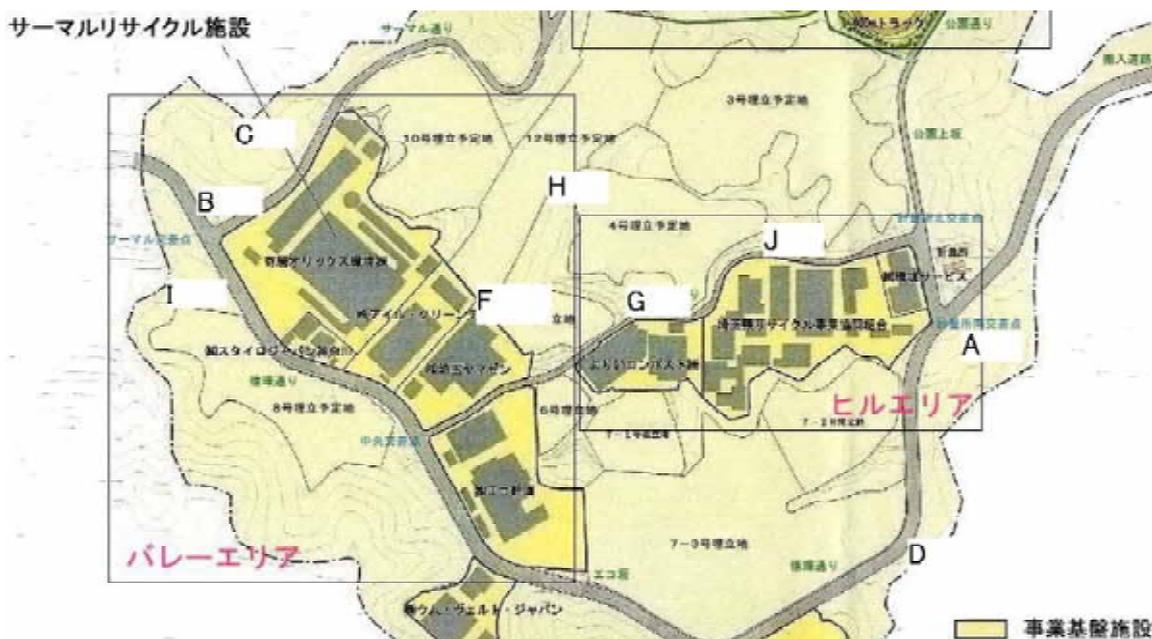


図3-1 敷地内サンプルング9地点地図

採取年月日：2005年8月21日

採取者：彩の国資源循環工場と環境を考えるひろばメンバー

## (2) 敷地外



図3-2 敷地外サンプリング10地点地図

図3-2は、サンプリング地点地図からの情報をもとに作成した、敷地外のサンプリング地点10箇所の地図である。

地点が近接しているため、サンプル番号は表示していない。

なお、サンプル番号7, 10についてはクロマツのようなアカマツであったが、試料には採用した。

採取年月日：2005年8月22日

採取者：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

住民参加による松葉調査では、同時期に多数の試料を採取することになる。その場合、短期間に多数の松葉試料からダイオキシン類の抽出作業を終えるのは困難となり、松葉の長期保存方法が重要なものとなる。そのため本松葉調査では、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3-3に示す手順に準拠して順次測定分析されている。

**乾燥試料** 50g (湿重量もチェック)

**トルエン中で粉砕** (高速攪拌機利用)

**還流抽出** (全量 500ml のトルエンで 4 時間)

**抽出後ろ過**

**脱水** (抽出溶液にシリカゲル 50g を添加し、一昼夜放置)

**再度ろ過**

**溶媒置換** (ろ液を濃縮後 n-ヘキサン 10 ml に)

**抽出液にクリーンアップスパイク添加**

(13C-PCDDs および 13C-PCDFs を 1,000pg (一部 2,000pg))

**多層カラムクロマトグラフィー**

(上から 10%硝酸銀シリカゲル 8g、シリカゲル 0.8g、22%硫酸シリカゲル 4g、44%硫酸シリカゲル 4g、シリカゲル 0.8g、2%水酸化カリウムシリカゲル 3g、カラム内径 2.5 cm、n-ヘキサン溶出量 210 ml) による精製

**アルミナカラムクロマトグラフィー**

(活性アルミナ、中性、活性度 1) により、**2分画**し PCDD および PCDF 画分を分取。

最終的に n- デカン 20ul に濃縮

高分解能 GC - MS で分析

(GC-MS のコンディションは環境庁から出されている  
マニュアルに準拠) 一部改良点は下記の通り

4 ~ 6 塩化の分析を sp-2331(スペルコ) キャピラリーカラム  
(60m x 0.32mm, 0.20um) で昇温プログラムは  
140 (1min) - 200 (10 /min) - 255 (3.5 /min, 13min)  
7 ~ 8 塩化の分析では DB-5(J&W) キャピラリーカラム  
(30m x 0.32 mm, 0.25 um) で昇温プログラムは 140  
(1 min) - 220 (20 /min) - 310 (8 /min, 2min)

図 3 - 3 松葉ダイオキシン類測定分析手順の概要

上記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 ~ 2004 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 (Ont SOP-301) 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 19, EPS 23, EPA 8290 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

毒性等量・実測濃度  
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稼働前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。

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

本調査の測定結果及び 2004 年度の結果において、WHO 方式による毒性等量の概要を表 5 - 1 に示す。

敷地内では毒性等量濃度で 0.53pg-TEQ/g、実測値で 32pg/g となり、敷地外では毒性等量濃度で 0.52pg-TEQ/g、実測値で 44pg/g となった。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。一般的に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。

2004 年度と 2005 年度の毒性等量濃度については図 5 - 1、PCDD と PCDF の割合については図 5 - 2 に示した。

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
2004年度	敷地内	10	11	21	0.11	0.29	0.40	0.22	0.58	0.80
	敷地外	18	12	30	0.11	0.27	0.38	0.22	0.54	0.76
2005年度	敷地内	16	16	32	0.17	0.36	0.53	0.34	0.72	1.1
	敷地外	26	18	44	0.17	0.35	0.52	0.34	0.70	1.0

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

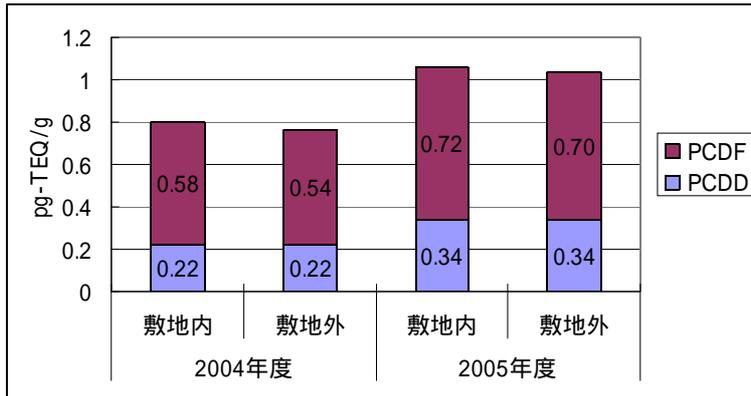


図 5 - 1 毒性等量濃度の比較 (クロマツ換算値)

2004 年度と比較して、2005 年度は全体的に濃度が高くなっている。一年の間に敷地内では約 1.4 倍、敷地外では約 1.3 倍濃度が高くなっている。

それぞれの年度における敷地内外の濃度は、どちらも敷地内のほうがやや濃度が高い。各年度とも敷地内外の PCDD の濃度が同濃度であるので、差は PCDF の濃度の差となっている。

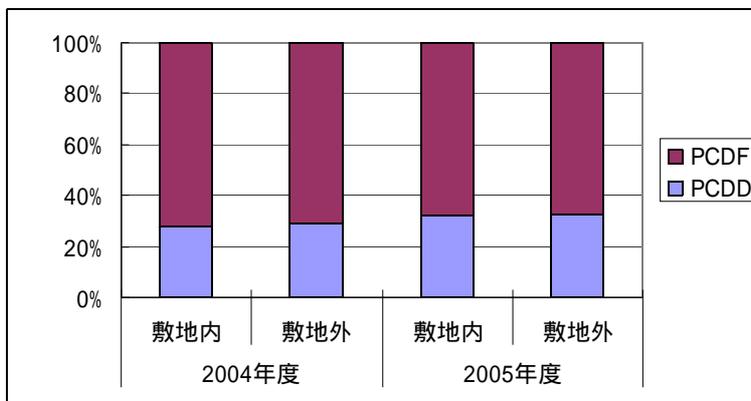


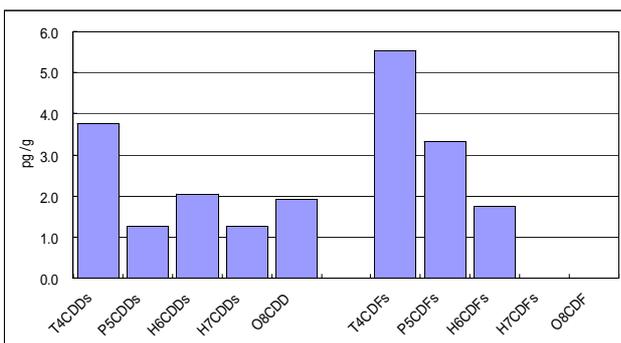
図 5 - 2 PCDDとPCDFの割合

2004 年度の PCDF の割合は敷地内外ともに 70% を超えていた。2005 年度では敷地内では約 68%、敷地外では約 67% と、2004 年度の割合よりもやや低くなってはいるが、依然として PCDF の割合が高い。PCDF の割合が高いということは、敷地内外ともに焼却の影響を受けていると評価できる。

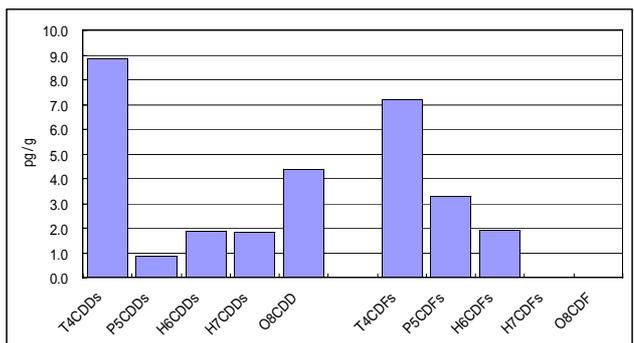
(2) 同族体パターン分析

2004 年度、2005 年度の敷地内及び敷地外同族体パターンを図 5 - 3 に示す。

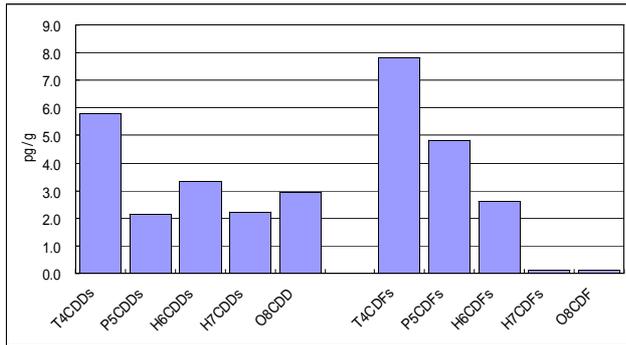
< 2004 年度敷地内 >



< 2004 年度敷地外 >



< 2005 年度敷地内 >



< 2005 年度敷地外 >

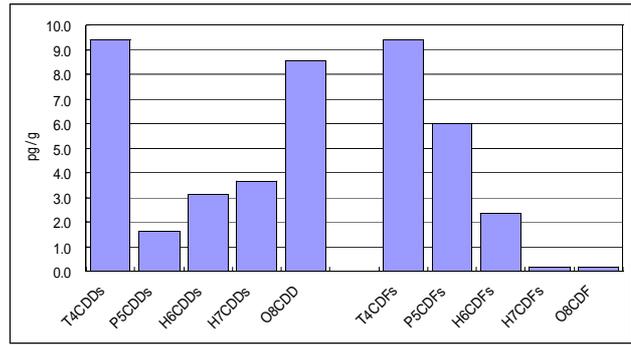


図 5 - 3 同族体パターン

< 敷地内 >

2005 年度調査の PCDD については 4 塩化ダイオキシンの濃度が最も高く、大体 W 字のパターンを示した。これは 2004 年度のパターンと同じである。PCDF については、2004 年度が 7 塩化・8 塩化フランが存在しなかったのに対し、2005 年度では検出されている。4 塩化フランから 6 塩化フランにかけてははっきりとした右肩下がりのパターンを示し、焼却由来の特徴を示しているのは 2004 年度、2005 年度とも同じである。

敷地内でも焼却由来の特徴が見られた原因としては、採取した松のすぐ近くに発生源はなくとも、バックグラウンドの空气中に離れたところで稼働している焼却炉の影響や野焼きなどの影響が反映されているためと考えられる。また、埋立処分場には焼却灰も持ち込まれているため、それらの灰が処分場内に運ばれた後、再度大気中に浮遊、拡散することも考えられる。現に、東京の日の出町では処分場周辺の松葉でダイオキシンが検出され、処分場閉鎖後にはその濃度が大幅に低下したという調査結果が裁判にも証拠として提出されている。その他、工事中の重機の稼働等による影響も考えられる。

< 敷地外 >

PCDD については、4 塩化ダイオキシンが最も高く、次いで 8 塩化ダイオキシンが高い。5 塩化ダイオキシンから 8 塩化ダイオキシンにかけて右肩上がりになっている。この点 2004 年度、2005 年度とも類似したパターンとなっているが、2005 年度の 8 塩化ダイオキシンが高くなっている。8 塩化ダイオキシンの濃度が高いことは農薬等、焼却以外の発生源の影響を受けている可能性も考えられるため、周辺での農薬の使用散布状況なども確認しておくことが必要である。PCDD のパターンは、敷地内とは明確な違いを示している。

PCDF については、2004 年度、2005 年度とも敷地内と同様、4 塩化フランから 6 塩化フランにかけてははっきりとした右肩下がりのパターンを示し、焼却由来の特徴を示している。2005 年度では 7 塩化・8 塩化フランが検出されている。

( 3 ) 全国データとの比較

2005年度市民参加による松葉ダイオキシン調査の全国各地の結果は、未だ発表される状態にはないため、2005年度における他の地域データと比較することは出来ない。目安として、千葉県、中国・九州地方の2004年度データと比較することにする(図5-4)。数値はクロマツ換算値を用いた。

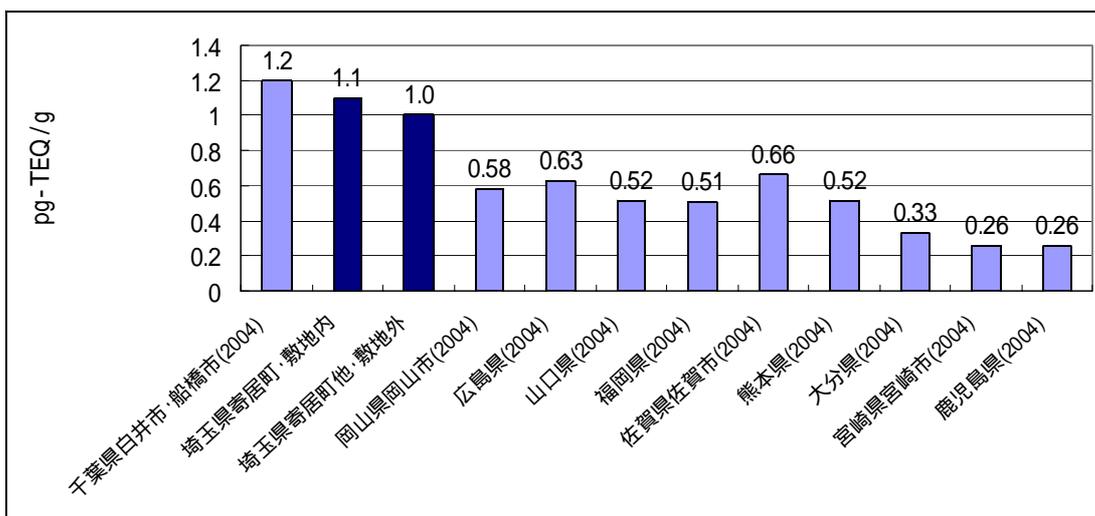


図5 - 4 全国データとの比較

敷地内外とも、毒性等量濃度は2004年度の千葉県白井市・船橋市よりは低いものの、中国・九州エリアと比較すると約2～4倍濃度が高くなっている。全国の傾向として年々濃度は下がってきており、1pg-TEQ/g未満の地域が増えてきているので、本調査地域は比較的濃度が高い地域であると言える。

(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。

表5 - 2 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
2004年度	敷地内	0.22	0.58	0.80	0.090 ~ 0.20	0.89 ~ 1.0	0.089 ~ 0.10
	敷地外	0.22	0.54	0.76	0.08 ~ 0.19	0.84 ~ 0.95	0.084 ~ 0.095
2005年度	敷地内	<b>0.34</b>	<b>0.72</b>	<b>1.1</b>	<b>0.12 ~ 0.28</b>	<b>1.2 ~ 1.4</b>	<b>0.12 ~ 0.14</b>
	敷地外	<b>0.34</b>	<b>0.70</b>	<b>1.0</b>	<b>0.11 ~ 0.25</b>	<b>1.1 ~ 1.3</b>	<b>0.11 ~ 0.13</b>

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、0.12～0.14pg-TEQ/m<sup>3</sup>、敷地外の大気中のダイオキシン類濃度は、0.11～0.13pg-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。

また、環境省は「平成15年度ダイオキシン類に係る環境調査結果」(平成16年9月)において、全国各地の大気中ダイオキシン類濃度の測定結果を発表している。調査は年2回ないし年4回測定を行う。それを参照すると、本調査対象地域に最も近い地点では一般環境の項目で比企郡小川町(小川局)で測定しており、その値は0.042pg-TEQ/m<sup>3</sup>(0.034～0.060pg-TEQ/m<sup>3</sup>)であった。また、全国平均値は一般環境中の濃度の平均値が0.064pg-TEQ/m<sup>3</sup>となっている。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、本調査対象地域は比企郡小川町の3倍程度、全国平均より2倍程度の濃度である。行政による大気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。

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吸着しているため、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

埼玉県の HP より、彩の国資源循環工場の整備スケジュール（工事進捗状況）を見ると、以下の通りである（<http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BC01/jyunkan/schedule.html>）。

平成 15 年 10 月	基盤整備工事（PFI） 着工 公園緑地施設工事（PFI） 着工
平成 16 年 4 月	サーマルリサイクル施設（PFI） 着工 借地リサイクル施設 順次着工
平成 16 年 6 月	資源循環工場共同研究オフィス 着工
平成 16 年 9 月	公園緑地施設 竣工
平成 16 年 10 月	公園緑地施設「三ヶ山緑地公園」 供用開始
平成 17 年 1 月	株式会社環境サービス（借地施設） 竣工
平成 17 年 2 月	基盤整備工事 竣工 資源循環工場共同研究オフィス 竣工 よりいコンポスト株式会社（借地施設） 竣工
平成 17 年 4 月	株式会社アイル・クリーンテック（借地施設） 竣工
平成 17 年 5 月	株式会社エコ計画（借地施設） 竣工

今年度から彩の国資源循環工場の施設が順次竣工しているの、数ヶ月しか経ってはいないが、松葉調査に影響を及ぼしている可能性がある。

同族体パターンや PCDD と PCDF の割合から評価すると、何らかの焼却の影響を受けていると考えられる。また、2004 年度と毒性等量濃度を比較すると濃度が約 1.3 ～ 1.4 倍高くなっていることが問題である。全国的な傾向としてバックグラウンドの濃度が下がったため全体的に濃度が下がり、1pg-TEQ/g未満の地域が増えてきているなかで、濃度が高くなるということは、新たな発生源がこの一年間に出現したことを示している。現時点でこれらの原因が彩の国資源循環工場であると断定することは難しい。松葉採取エリア周辺の彩の国資源循環工場以外の発生源の状況、つまり廃棄物の焼却炉（一般廃棄物、産業廃棄物）だけでなく、民家や農家等における野焼き等の状況を確認することが必要である。

## 5 - 3 まとめ

彩の国資源循環工場敷地内と敷地外の住宅地 2 箇所において松葉（アカマツ）採取を行った。分析結果は敷地内においては毒性等量濃度が 1.1pg-TEQ/g、推計した大気中濃度が 0.12 ～ 0.14pg-TEQ/m<sup>3</sup> であり、敷地外においては毒性等量濃度が 1.0pg-TEQ/g、推計した大気中濃度が 0.11 ～ 0.13pg-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ものである。

毒性等量濃度については、2004 年度の他地域の松葉調査結果と比較すると、千葉県白井市・船橋市より濃度はやや低い、中国・九州地域よりは約 2 ～ 4 倍高い濃度であった。

平成 15 年度に比企郡小川町小川局にて実施された行政調査による大気中ダイオキシン類濃度測定結果と比較すると、3 倍程度高い濃度であった。平成 15 年度の全国平均より 2 倍程度高い濃度であった。

今年度から彩の国資源循環工場の施設が順次竣工しているが、現段階では 焼却の影響があること

2004 年度から濃度が高くなったことの原因として彩の国資源循環工場を特定することはできない。2004 年度の PCDD・PCDF の割合や同族体パターンを見ると、2004 年度から既に野焼き等何らかの焼却の影響を受けていると考えられる。また、敷地外の同族体パターンから、農薬の影響も受けられていると考えられる。

彩の国資源循環工場の開発に際して事業者側が実施した環境調査等の資料に、ダイオキシン類の大気中濃度に関する現況調査データがあれば比較が可能である。

来年度も調査を継続し、本格的に稼働した彩の国資源循環工場の影響を調査することが望ましい。

## 2005年度 アカマツの針葉に含まれる 金属類（ヒ素、カドミウム、鉛）の含有濃度測定分析調査結果報告書 （暫定版）

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  
〒 141-0021 品川区上大崎 4-5-26,4-1108  
Tel 03-5759-1690, Fax 03-5759-1890

### 1. 調査の目的

本調査は、ダイオキシン類調査と同様に、彩の国資源循環工場が周辺環境にもたらす影響を調べるものである。特にガス化溶融炉、灰溶融炉等の高温処理が行われる施設では、ダイオキシン類の濃度は多少改善されたとしても、重金属類が気化して大気中に拡散することが危惧されている。そのため、施設建設前に周辺のアカマツに含まれる重金属類の測定を行い、施設稼働後の測定結果と比較検討を行うことにより、その影響を把握しようとするものである。2004年度にも同様の調査を行っている。

### 2. 調査の概要

- (1) 測定項目      ヒ素 (As)  
                         カドミウム (Cd)  
                         鉛 (Pb)
- (2) 分析方法      ICP分析 (誘導結合プラズマ発光分析: Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry) 米国環境保護庁 EPA SW846-6010B に準拠した含有濃度分析  
Maxxam社が独自に開発した分析プロトコル (SOP ING-101) に基づいた分析  
注) 2004年度との分析方法の違いについては確認中。
- (3) 分析機関      Maxxam Analytics Inc. (オンタリオ州、カナダ)

### 3. 分析結果

表3-1に2004年度及び2005年度における敷地内と敷地外のアカマツに含まれる金属類の濃度を示した。

表3-1 分析結果

分析項目		単位	清掃工場敷地内	清掃工場敷地外	検出下限値
2004年度	酸抽出 ヒ素 (As)	μ g/g	ND	ND	4
	酸抽出 カドミウム (Cd)	μ g/g	ND	0.4	0.3
	酸抽出 鉛 (Pb)	μ g/g	9.6	5.6	2.5
2005年度	総 ヒ素	μ g/g	ND	ND	1
	総 カドミウム (Cd)	μ g/g	ND	ND	0.3
	総 鉛 (Pb)	μ g/g	ND	1.0	1

注) ND: 不検出 (検出下限値未満)

2004年度の結果と比較をすると、ヒ素は敷地内、外ともに変わらず不検出、カドミウムは2004年度には敷地外で0.4 μ g/g 検出されたが、2005年度には検出されていない。鉛については、2004年度には敷地内 9.6 μ g/g、敷地外 5.6 μ g/g と検出されていたが、2005年度には敷地外のみ 1.0 μ g/g 検出されている。また鉛においては、2004年度には敷地内のほうが高い濃度であったのが、2005年度には敷地外のほうが高い濃度になるという変化も見られる。

2004年度の結果と比較すると、鉛の濃度が特に改善されている様子が見られる。施設は2005年、2006年に竣工の予定なので、工事の作業状況の変化によるものとみることができる。

### 4. 評価について

松葉に含まれる金属類（鉛、カドミ、ヒ素）についての既存データがほとんど無いため、金属類の

調査は、あくまでも施設が稼働する前と後を比較するという前提で実施することとする。

現在、彩の国資源循環工場の施設は順次竣工しており、本調査結果にその影響がみられる可能性があるが、2004年度の結果と比較をすると鉛、カドミ、ヒ素についての環境は改善されていると言える。ただし、鉛が検出されているのが懸念される。来年度も継続して調査し、鉛の検出状況を調査することが望ましい。また、本格的に彩の国資源循環工場が稼働を始めてどのような影響が見られるかを調査する必要性もある。