

## 2004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、2006 年度に竣工予定である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と重金属類について測定するものである。

### 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 9 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。

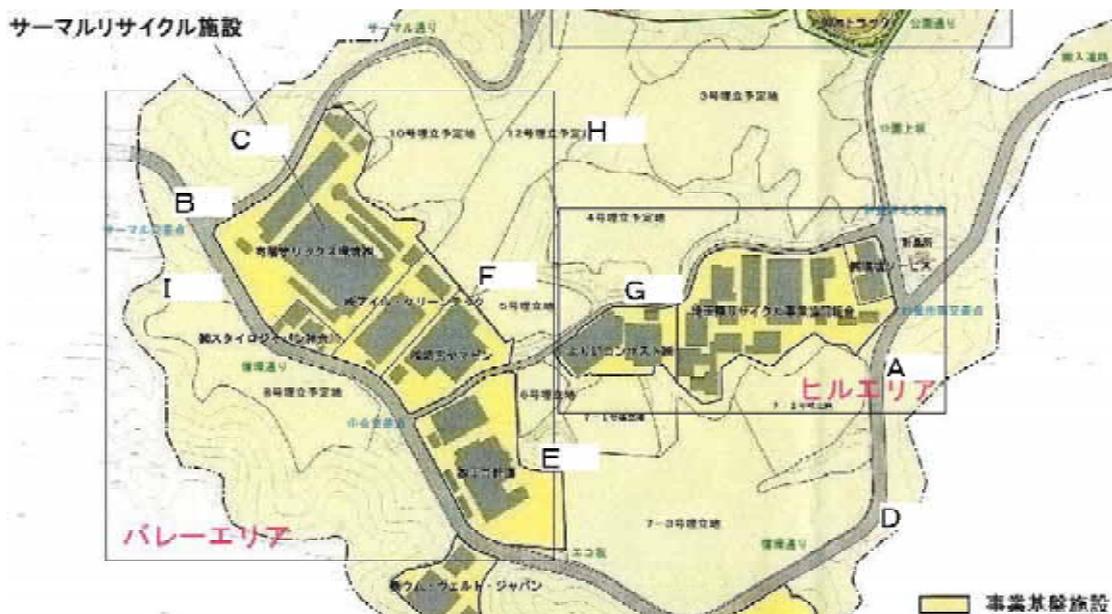


図 3 - 1 敷地内サンプルング 9 地点地図

採取年月日：2004 年 8 月 25 日、9 月 3 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は、サンプリング地点の住所、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9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1, 2, 3についてはアカマツではないと判断したため試料として採用はしなかった。

採取年月日：

2004年8月25日～9月4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

図3-2 敷地外サンプリング9地点地図（試料としての採用は6地点）

## 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の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。

図3-3 松葉ダイオキシン類測定分析手順の概要

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(スベルコ) 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)

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 ~ 2003 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 (SOP# TO.1013.05) 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 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

本調査の測定結果より、WHO 方式による毒性等量の概要を表 5 - 1 に示す。

測定結果は、結果は表及び図に示す。敷地内では毒性等量濃度で 0.40pg-TEQ/g、実測値で 21pg/g となり、敷地外では毒性等量濃度で 0.38pg-TEQ/g、実測値で 30pg/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が必要となる。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。

なお、アカマツとクロマツの針葉に含まれるダイオキシン類の濃度比については、別添の調査報告書を参照されたい。トヨタ財団の研究助成を受けて、「市民参加による松葉ダイオキシン調査実行委員会」が鹿児島県始良郡、埼玉県(所沢)、宮城県仙台市において比較分析調査を実施している。

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	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

注) ND 処理方式は、WHO 方式 (ND=1/2MDL) を採用

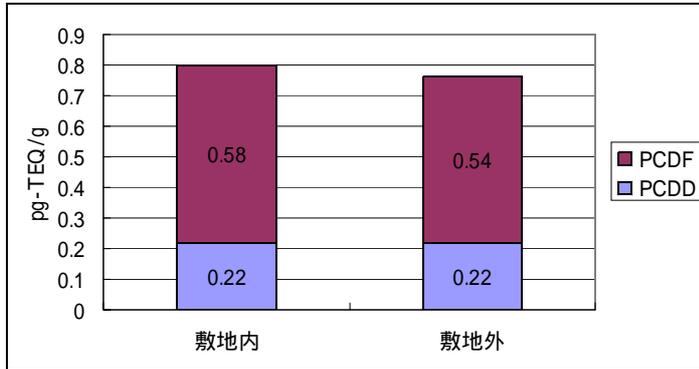


図 5 - 1 毒性等量濃度の比較 (クロマツ換算値)

現時点における毒性等量濃度については、敷地内における PCDF が、敷地外に較べ若干濃度が高いという程度であり、あまり差はない。

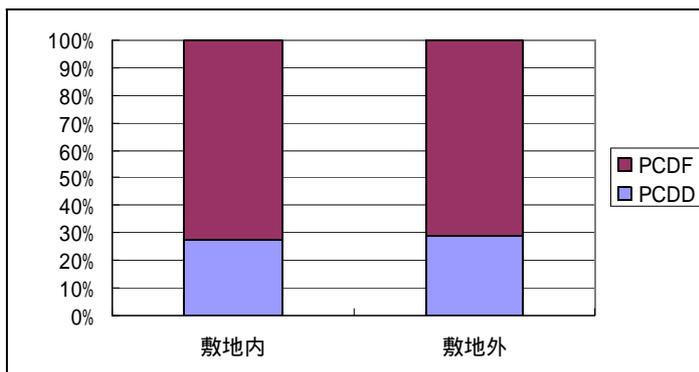


図 5 - 2 PCDDとPCDFの割合

PCDD と PCDF の割合を表したのが図 5 - 2 である。敷地内外いずれも PCDF の割合が 70% を超えている。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

<敷地内>

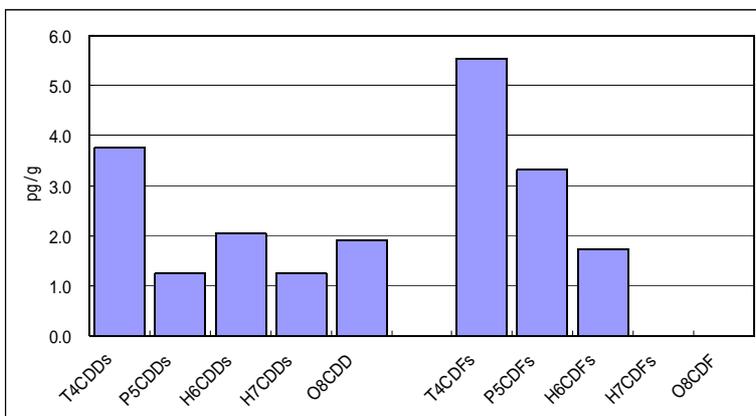


図 5 - 3 同族体パターン (敷地内)

敷地内及び敷地外と同族体パターンを図 5 - 3 に示す。

敷地内において、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。PCDF については 7 塩化・8 塩化フランは存在せず、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りのパターンを示し、焼却由来の特徴を示している。

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。

### < 敷地外 >

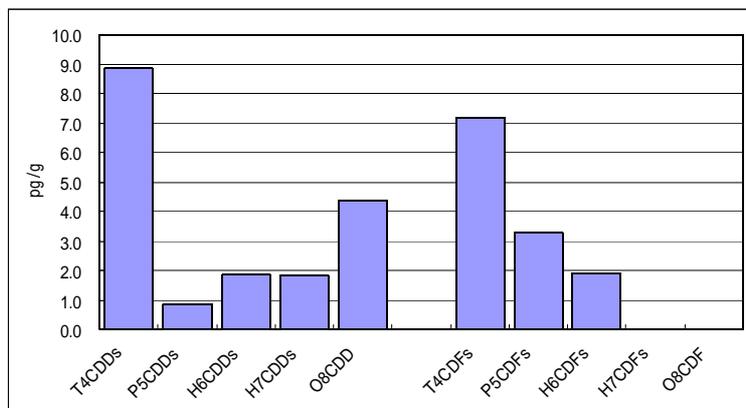


図5 - 4 同族体パターン (敷地外)

敷地外においては、PCDD については 4 塩化ダイオキシンが最も高い。次いで 8 塩化ダイオキシンが高いことが敷地内とは異なっており、8 塩化ダイオキシンが高いことは農薬の影響も受けていることが考えられる。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、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りのパターンを示し、焼却由来の特徴を示している。

現時点では、敷地内外であまり大きな差はなく、両サンプルはほぼバックグラウンドのダイオキシン濃度を反映していると思われる。これが施設稼働後に大きく変化すれば、施設稼働による影響と考えることができる。ただし、周辺にその他の発生源が新たに出現した場合には状況が変わってくる。

### (3) 全国データとの比較

2004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、今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、継続的に松葉調査を行っている千葉県、中国・九州地方の2003年度データと比較することにする。数値はクロマツ換算値を用いた。

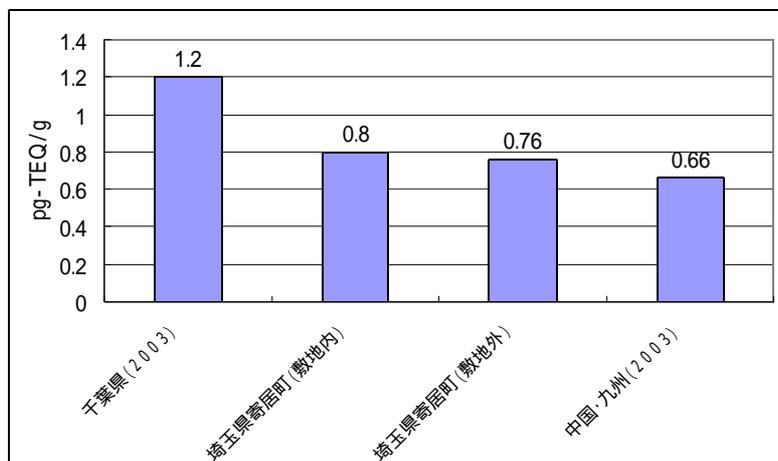


図5 - 5 全国データとの比較

敷地内外とも松葉中ダイオキシン毒性等量濃度は2003年度の千葉県平均よりは低いものの、中国・九州エリアよりはやや濃度が高い。

彩の国資源循環工場が稼働する前の現時点において、敷地内と敷地外の松葉が吸収・蓄積しているダイオキシン類は発生源の違いが若干見られるものの、濃度としては、大きな差は見られないことがわかった。

### 注) 松葉中のダイオキシン類測定分析への酸性雨の影響

ダイオキシン類は酸及びアルカリなどに分解しない、非常に安定した化学物質であるため、酸性雨による影響(分解や消滅等)は受けないと考えられる。摂南大学薬学部宮田研究室では、雨によるクロマツ針葉中のダイオキシン類濃度への影響について研究を行っているが、ほとんど影響は受けないという結果が報告されている。

### (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
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

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、0.089 ~ 0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>、敷地外の大気中のダイオキシン類濃度は、0.084 ~ 0.095pg-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>となっており、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倍以上、全国平均より若干高めの濃度と言える。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が、彩の国資源循環工場が稼働前に、既に全国平均を上回っている点が注目される。

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。

追記：埼玉県が事前に行った同地域の大気中ダイオキシン濃度の約2倍となった理由

県が測定したのは大気であり、しかも年間に2回かせいぜい4回しか測定していない。現行の制度では、最低夏冬2回の測定でも年間平均値とすることが認められている。それに対して、松葉は長期平均（年間平均）を反映しているために、両者の間には差が生ずることになる。これまでの調査では、特に発生源が近くにない地域での大気の測定の場合、松の針葉を生物指標とした調査に比べて低い値になることが多い。

## 5 - 2 発生源との関係

調査対象施設としている彩の国資源循環工場がまだ稼働していないため、彩の国資源循環工場と関連づけることはまだ不可能である。

ただ、同族体パターンや PCDD と PCDF の割合から評価するに、現時点でもどこからかの焼却の影響を受けていると考えられる。松葉採取エリア周辺の発生源の状況について把握しておくことが望ましい。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などもダイオキシン類の発生源となるので、そうした行為が行われていないかどうか確認しておくことが重要となる。

## 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 0.40pg-TEQ/g、推計した大気中濃度が 0.089 ~ 0.10pg-TEQ/m<sup>3</sup>であり、敷地外においては毒性等量濃度が 0.38pg-TEQ/g、推計した大気中濃度が 0.084 ~ 0.095pg-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、2003年度の他地域の松葉調査結果と比較すると、千葉県より濃度は低いが、中国・九州地域よりはやや高い濃度であった。

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、2倍高い濃度であった。

現段階では彩の国資源循環工場が稼働していないので彩の国資源循環工場との関連性を評価することはできない。PCDD・PCDFの割合や同族体パターンから見ると、現時点で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。

## 2004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

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、2006年度に竣工予定である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。

### 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 EPA6010B に準拠した含有濃度分析
- (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

検体番号・ 検体名	単位	D58084	D58085	検出下限値
		P2004-033 清掃工場敷地内	P2004-034 清掃工場敷地外	
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

注) ND: 不検出 (検出下限値未満)

結果を見ると、ヒ素は敷地内、外ともに不検出、カドミウムは敷地外で若干検出され、鉛は両方とも検出されています。鉛の濃度は敷地内の方がやや高くなっています。既に敷地内で重機などが稼働していれば、そうした重機のディーゼル排ガスも一部影響している可能性も考えられます。

### 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ありません。今回の調査は、あくまでも施設が稼働する前と後をひかくするという前提で実施しています。そのため、評価は施設稼働後の調査を待つこととなります。

今後、松葉に含まれるこうした金属類のデータが何らかの資料から得られ、評価に使用できるようであれば、それをもとに評価が可能です。環境総合研究所では以前に、産業廃棄物焼却炉近傍とそれ以外のところに生息するクロマツに含まれる金属類の含有濃度を比較した例がありますが、その事例では、産業廃棄物焼却炉近傍の金属類の濃度は高めに検出されていました。いずれにしても、現時点での詳しい評価はできませんのでご了承下さい。稼働前の状況を示すデータと理解してください。