

2011年度 アカマツの針葉による 金属元素濃度の含有分析結果報告書概要（暫定版）

2011年10月25日

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 副所長 池田こみち

〒142-0064 品川区旗の台 6-1-4-201

Tel 03-5942-6832, Fax 03-5751-7464

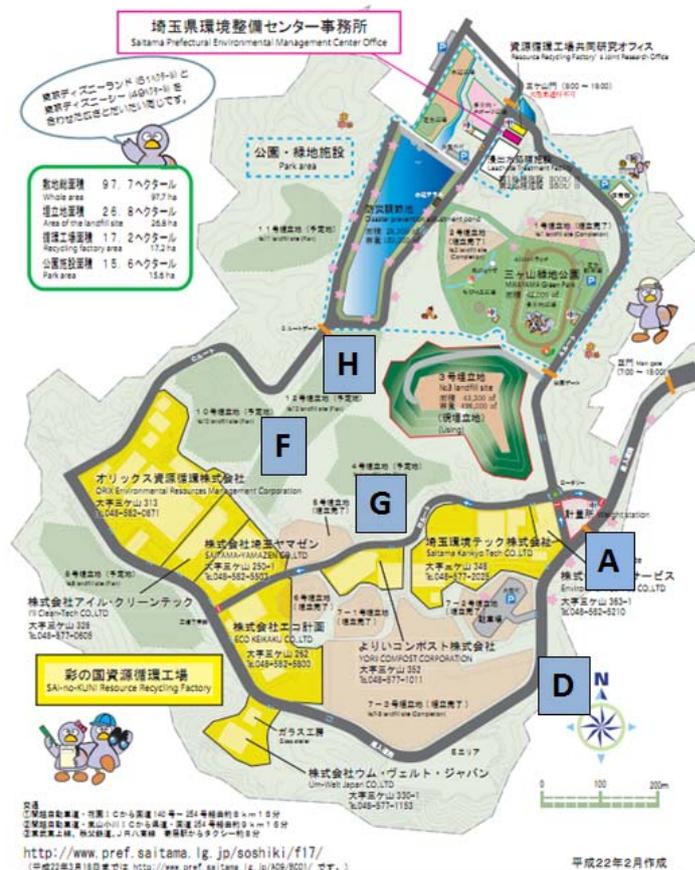
1. 調査の目的

本調査は、彩の国資源循環工場敷敷地内における環境汚染を把握することを目的に 2009 年度に引き続き、行ったものである。

2. 調査の概要

(1) 測定対象地域

調査対象地域は 2009 年度と同様、彩の国資源循環工場敷敷地内については、5 地点から松葉を採取して調査を行った。



採取は、地図上の記号の通り、敷地内については、A,D,F,G,H の 5 地点を順次採取した。

採取年月日：A,D,F,G,H については 2011 年 08 月 21 日

採取者：生活クラブ生協寄居支部・小川支部、熊谷ブロック、彩の国資源循環工場と環境を考えるひろば、まちネットワークよりい、ワーカーズコレクティブ キッチンそら豆、及びイベント参加者

- (2) 測定項目 EU における規制項目 12 元素
 ヒ素 (As)、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、タリウム (Tl)、水銀 (Hg)、
 アンチモン (Sb)、クロム (Cr)、コバルト (Co)、銅 (Cu)、マンガン (Mn)、
 ニッケル (Ni)、バナジウム (=ヴァナジウム) (V)

(3) 分析方法

水銀：CVAA 分析 (原子吸光法: Cold Vapor Atomic Absorption) 米国環境保護庁 EPA 7470 (modified) 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 (CAM SOP-00453) に基づいた分析

その他の項目：ICP 分析 (誘導結合プラズマ質量分析法: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry)

米国環境保護庁 EPA SW846,6020 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 (Ont SOP 0624,0102) に基づいた分析

- (4) 分析機関 Maxxam Analytics Inc. (オンタリオ州、カナダ)

3. 測定結果

測定した 12 項目の結果を 2009 年度の結果とともに表 3-1 に示した。これらの項目は EU において排ガス中の濃度が規制されている項目である。

表3-1 金属類測定結果

分析項目	結果 単位	P2011-01	P2009-17	P2009-18
		敷地内	敷地内	周辺地域
アンチモン	mg/kg	0.13	0.08	<0.05
砒素	mg/kg	<0.1	0.1	<0.1
カドミウム	mg/kg	0.25	0.13	0.09
クロム	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3
コバルト	mg/kg	0.821	0.381	0.477
銅	mg/kg	4.2	4.4	3.1
鉛	mg/kg	0.89	0.96	0.32
マンガン	mg/kg	715	595	572
水銀	µg/g	0.16	0.09	0.05
ニッケル	mg/kg	0.97	0.84	0.62
タリウム	mg/kg	0.013	0.014	0.010
ヴァナジウム	mg/kg	0.22	0.19	0.12

今回は、周辺地域の調査を行っていないため、敷地内についてのみ比較を行うこととする。

彩の国資源循環工場敷地内と周辺地域を比較すると、測定を行った 12 項目の内、7 項目 (アンチモン、カドミウム、コバルト、マンガン、水銀、ニッケル、ヴァナジウム) で 2009 年度を上回る濃度となった。

砒素及びクロムはいずれも ND (定量下限値未満) であった。

注) mg/kg = µg/g, ppm 有効数字 2 桁表記

大気中には粒子状の金属類とともに、気相状態 (気化した状態: ガス状) の金属類が存在し、松の針葉の気孔から取り込まれていることがわかる。このことは、人間も呼吸によりこれらの金属元

素を体内に摂取していることを裏付けるものである。

敷地内について、EU の排ガス規制の内容に沿って、上記金属類を3つのグループに区分してみると、表3-2の通りとなり、カドミウム及びタリウムの合計濃度、水銀、その他金属類合計ともに、2009年度に比べて高い濃度となっている。

表3-2：EU排ガス規制区分での濃度比較(mg/kg)

測定値 EU排ガス区分	2011年度	2009年度測定値	
	敷地内	敷地内	周辺地域
①カドミウム+タリウム	0.26	0.14	0.10
②水銀	0.16	0.09	0.05
③その他金属類	722	602	577
合計濃度	723	602	577

表3-3は測定を行った12項目全体の濃度合計とその中に占めるマンガン(Mn)の割合を示したものである。マンガンを除く微量元素の合計濃度は2009年度は1.2%であったのに対して、周辺地域は0.83%と約1.45倍敷地内が高かった。2011年度は敷地内の割合は大きく変わらず、1.1%であった。

表3-3 測定値と合計濃度、Mnとそれ以外の微量元素の濃度割合

測定値 EU排ガス区分	2011年度	2009年度測定値	
	敷地内	敷地内	周辺地域
12項目合計濃度 (mg/kg)	723	602	577
Mn以外の合計濃度(mg/kg)	7.7	7.2	4.8
微量元素割合(%)	1.1	1.2	0.83
マンガンの濃度割合(%)	99	99	99

そこで、マンガンを除いた項目について、濃度構成を図3-1と図3-2に示した。敷地内の変化を見ると、わずかに2009年度より高くなっている。

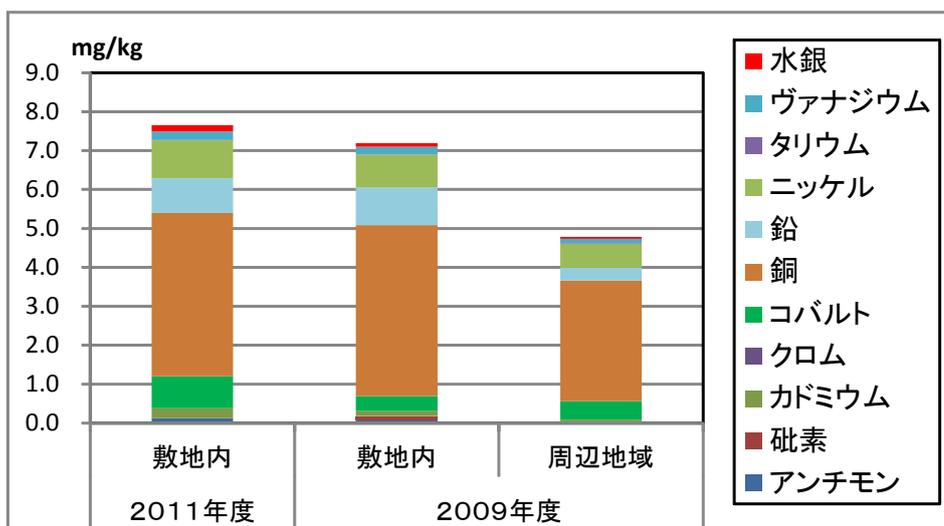


図3-1 Mnを除いた微量元素濃度構成の比較 (mg/kg)

図より、今回も、内訳では、マンガンを除けば、銅が大きな割合を占め、次いで、鉛、ニッケル、コバルトとなっていることがわかる。パターンとしては大きな変化は見られていない。水銀、カドミウム、コバルトなどが前回に比べて高めとなっている点が注目される。

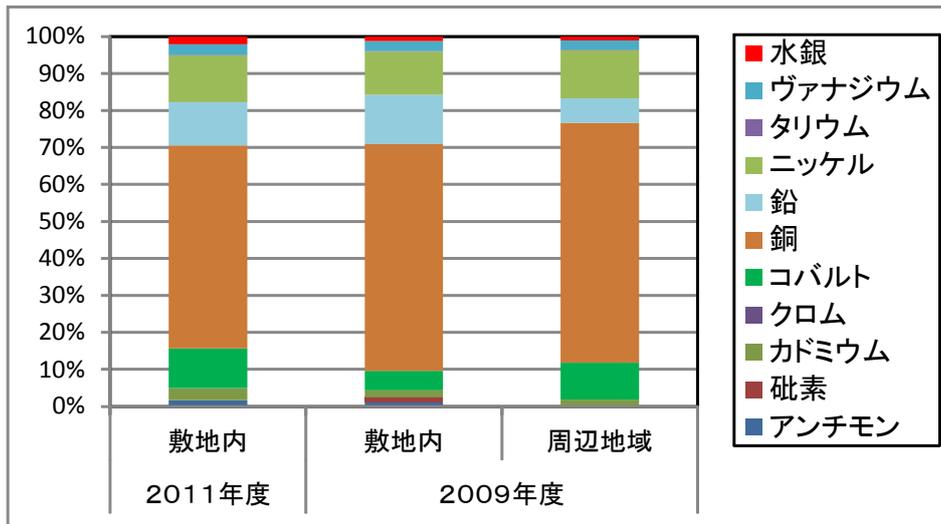
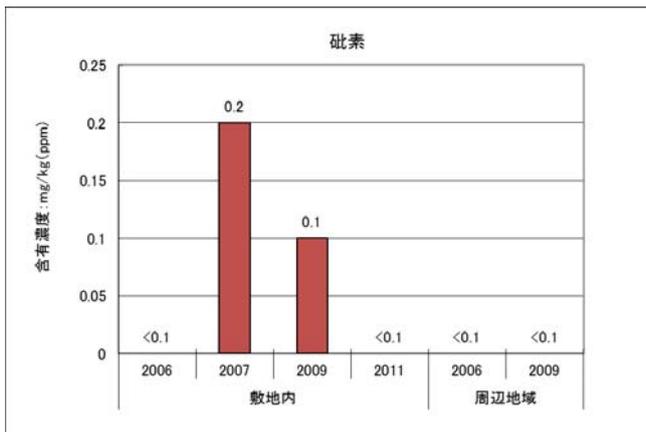


図3-2 Mnを除いた微量元素濃度構成比の比較 (%)

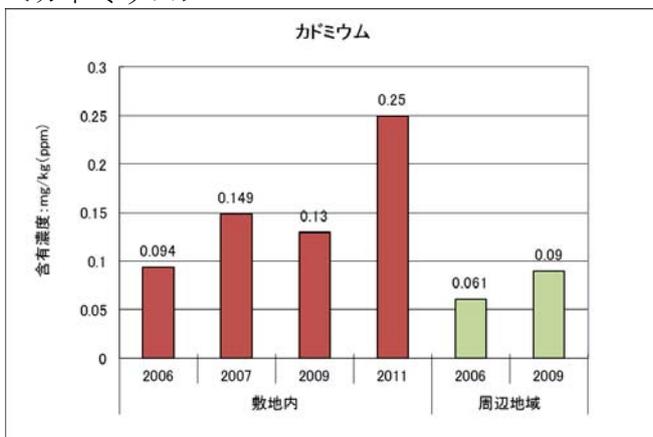
以下、項目ごとに環境総合研究所が実施した 2006 年度・2007 年度の調査結果と併せて比較を行うこととする。

<砒素>



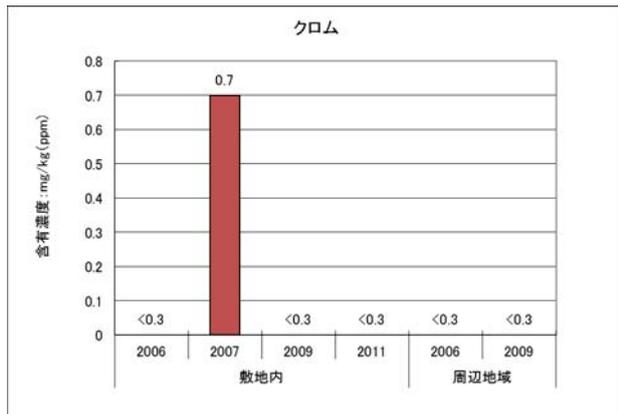
2007 年度は、オリックス資源循環株式会社 寄居工場によるサーマルリサイクルが本格稼働した後もあり、砒素が敷地内で 0.2mg/kg 検出された。2009 年度には 1/2 に濃度が低下し、今年度は定量下限値未満となっている。

<カドミウム>



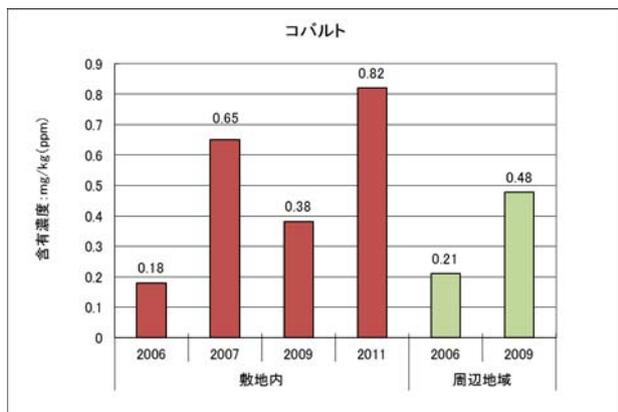
カドミウムは、2006 年以降毎回検出されているが、特に 2011 年度は 0.25mg/kg とこれまでで最も高濃度となった。これまでに行った彩の国資源循環工場の周辺地域との差が顕著となっている。

<クロム>



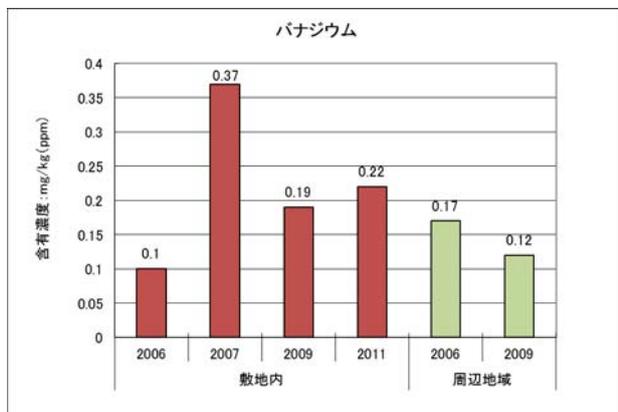
クロムはこれまで調査を行った地域でも検出される例は少ない。当該地域については、2007年度についてのみ 0.7mg/kg が検出され、他の地域と比べても高濃度となった。その後は定量下限値未満で推移している。

<コバルト>



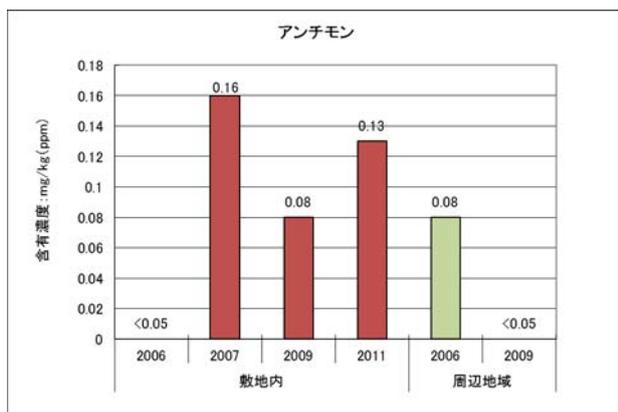
コバルトは、年度によって濃度が上下に変化しているが、これまでの中では今年度が最も高く 0.82mg/kg となった。

<ヴァナジウム>



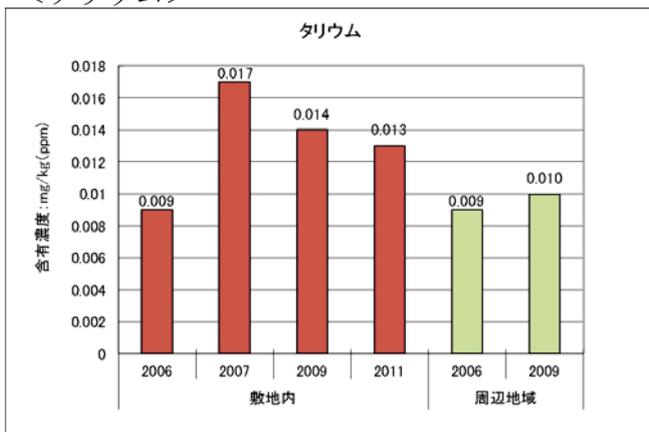
ヴァナジウムは 2007 年度が最も高く、0.37mg/kg となったが、今年度は 0.22mg/kg にとどまった。2009 年度よりは若干高めとなっている。

<アンチモン>



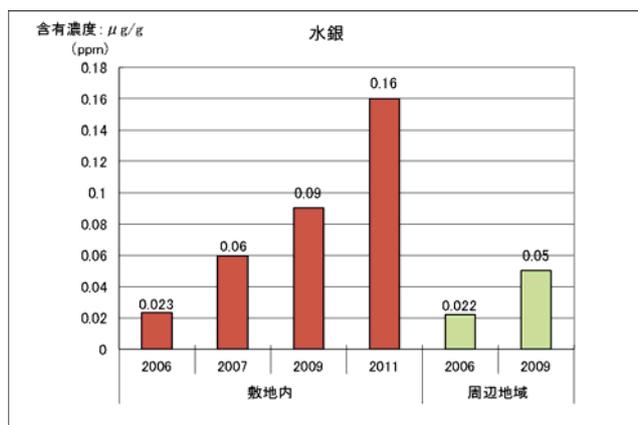
アンチモンもヴァナジウム同様に、2007 年度に次いで高い濃度となっている。2009 年度は 0.08mg/kg と 2007 年度に比べて半減したが、今年度は 0.13mg/kg にまで上昇している。

<タリウム>



タリウムについては、オリックスが産廃によるごみ発電を本格稼働させた 2007 年度をピークにやや低下傾向を示しているが、2009 年度との差は大きくない。

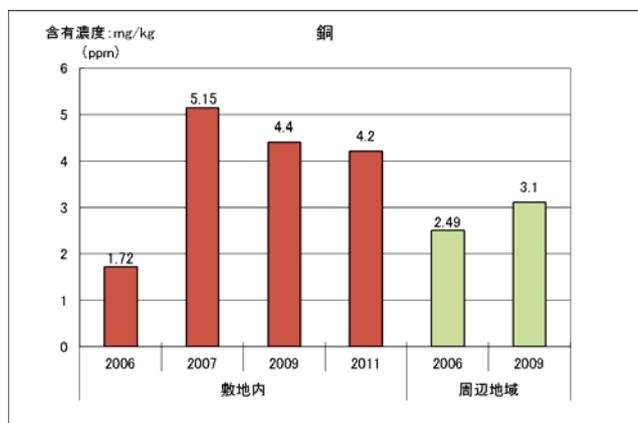
<水銀>



水銀は他の金属類と比べて特異な濃度変化を示している。2006 年度は低く、周辺地位 k と同じ程度であったが、2007 年度には約 3 倍に増加、2009 年度には約 4 倍へと増加し、今年度は 0.16 μg/g へと上昇している。

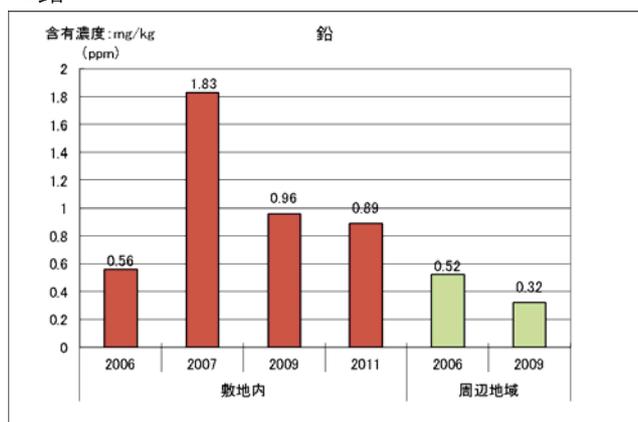
ごみ発電の本格稼働や蛍光灯等のリサイクル施設の存在がその原因の可能性も考えられる。

<銅>



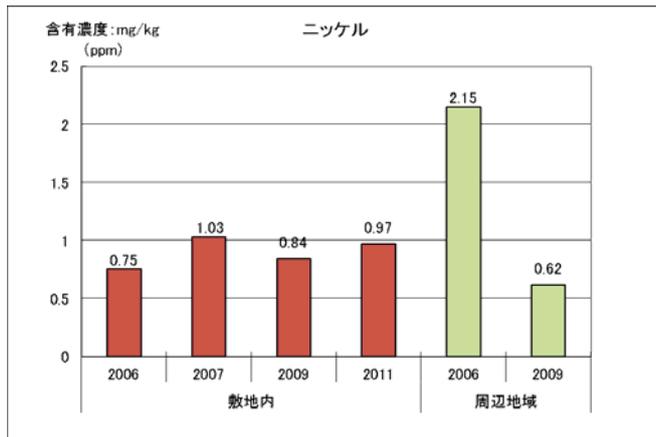
銅は、2007 年度以降、大きな変化は見られていないが、2006 年度に比べると、2.5 ～ 3 倍の濃度レベルで推移している。

<鉛>



鉛は、他の金属類と同様、2007 年度が最も高く、1.83mg/kg であったが、その後は 1mg/kg 以下で推移している。2009 年度は敷地内の濃度が周辺地域に比べて 3 倍程度高かった。

<ニッケル>



ニッケルは他の金属類と異なり、2006年度の調査において、周辺地域の濃度が敷地内の3倍程度高い濃度となった。しかし、2009年度には大幅に濃度が低下している。

敷地内に着いてみると、他の金属ほど変化は著しくなく、2007年度以降は0.84～1.03mg/kgの範囲で推移している。

なお、彩の国資源循環工場周辺地域で測定している環境大気中の水銀濃度は、下図の通りとなっている。測定は年1回行われているが、平成22年度と23年度を比較すると、7地点の内、5地点において、23年度が高い値となっている。

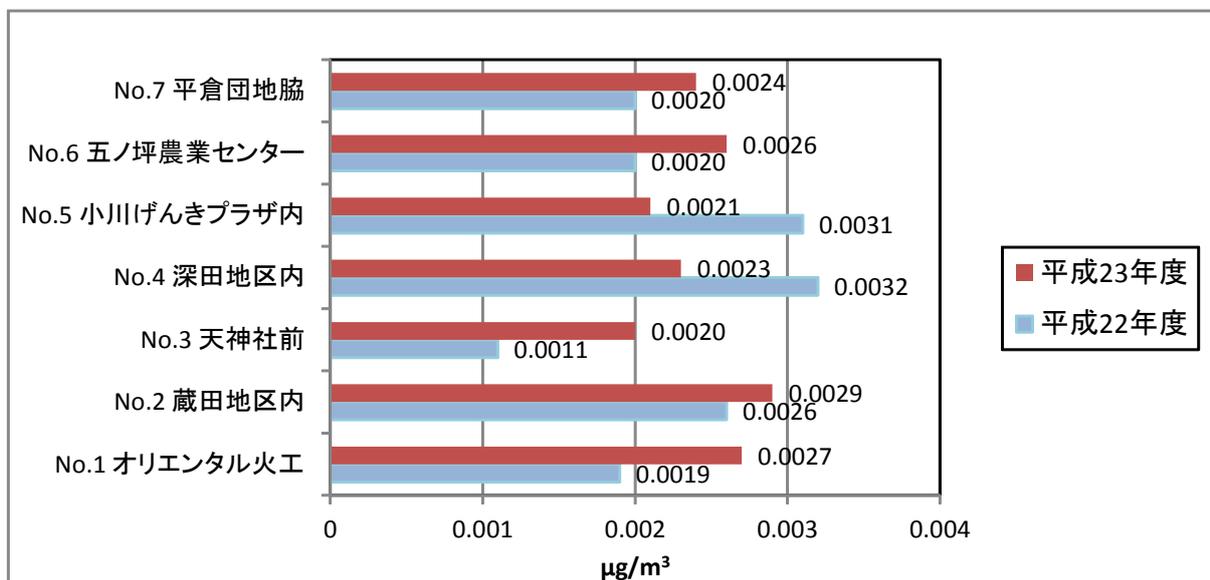


図3-3 彩の国資源循環工場周辺地域の大気中水銀濃度の状況

出典；埼玉県 彩の国資源循環工場環境調査結果 化学物質 平成22年度及び23年度より抜粋

水銀については、今後、彩の国資源循環工場内のオリックス資源循環株式会社寄居工場や株式会社ウンヴェルト（蛍光管リサイクル）の維持管理データなどを参考に、処理している廃棄物の内訳などを確認しておく必要がある。

他地域との項目別比較は年度末に他地域の測定データが公表可能となった段階で改めて行うこととする。

4. 評価について

EU において、排ガス中におけるこれら 12 項目の金属類が規制されている背景には、金属類には、発がん性など毒性の強いものが多く、特に有機物（ダイオキシン類等）との複合的な汚染が健康への影響をもたらす可能性があることがある。

評価については、大気中や排ガス中の金属濃度と松葉に吸収蓄積された濃度との関係が未だ明らかになっていないため、松葉に蓄積された金属類の濃度から環境リスクや健康リスクに言及することは困難ではあるが、まずは、彩の国資源循環工場敷地内及び周辺地域における調査結果の変化を見るとともに、他地域との比較を行いながら、地域毎の特徴についても検討を行っていくこととする。なお、アカマツとクロマツの相関関係や土壌濃度との関係は、未だ解明されていないため、測定値のまま評価する。

4-1 れまでの松葉による金属類調査の経過

全国各地の市民グループや弁護士グループは、これまで環境省に対して金属類の監視や規制について申し入れを行ってきたが、日本の焼却炉は高度な排ガス処理装置が装備されているから、その根拠となる調査結果が無いにもかかわらず、重金属類はフィルターによって補足されガス状や微粒子として環境中に出ることはほとんどないとして、EU のような監視や規制は実現に至っていない。有害大気汚染物質に指定されている金属類の測定は、水銀を除き、粉じん（粒子状物質）に含まれる金属類濃度に限定されており、ガス状や蒸気に含まれるものは含まれていない。また、廃棄物焼却炉は固定発生源として監視の対象となっていない。

そこで、環境総合研究所（ERI）は、これまで松葉によるダイオキシン調査を行ってきた各地の市民グループと共同でダイオキシン同様に、気孔から取り込まれ、松葉に吸収・蓄積される金属類（EU が規制している 12 項目）について 2006 年度から測定を行ってきた。その結果、各地域の継続調査によって次のようなことが明らかとなっている。

- ①廃プラスチック類の焼却を始める前と後では、後の方が多くの金属類の濃度が上昇した。
- ②サーマルリサイクル（ごみ発電）事業を開始する前と後では、後の方が全金属類の濃度が上昇した。
- ③発生源のない山間地のアカマツと焼却炉周辺のアカマツを比較すると、焼却炉周辺の方が濃度が高い項目が多く見られた。
- ④大都市部と郊外を比較すると発生源が集中する大都市の濃度が高い傾向が見られた。
- ⑤廃プラ専焼却炉近傍では、特に高濃度となる項目が多く見られた。

こうした結果は、金属類の発生源が多様でかつ多数集中していると考えられる大都市部より発生源が明確な地方都市や郊外などでより顕著に確認された。

4-2 今後の課題

市民参加によるマツの針葉を生物指標とした金属元素の監視活動は、まだ緒についたばかりであり、今後も研究者の協力を得ながら次のような点を解明していくことが課題となっている。

- ①焼却炉の監視に適した項目の見極め。
- ②土壌中の金属元素濃度との関係の解明。
- ③統計的な処理が可能となるデータの収集。
- ④アカマツとクロマツの相関関係や蓄積過程の解明。
- ⑤行政が測定している有害大気汚染物質の浮遊粒子状物質中の濃度との関係の解明。
- ⑥マツの植物としての代謝機能や分解機能との関係の解明。など

測定を行った 12 項目の中でも濃度が高く出るのは、マンガン、銅、ニッケル、鉛の順となってい

る。これらのうち、マンガンと銅は地球上に多く存在する元素であり、土壌中にも比較的高濃度に含有されている。また、マンガンと銅は植物にとっての必須栄養元素であり、特にマンガンは葉緑素を生成する成分として葉に多く蓄積している。これらの点を加味して、今後解析を行っていく必要がある。

なお、焼却される廃棄物には多くの金属類が含まれていることがさまざまな調査から明らかになっている。下表は、東京 23 区清掃一部事務組合（清掃一組）が廃プラ混合焼却の開始に先立って調査を行ったプラスチック製品中の金属濃度の概要である。

参考資料：調査した全プラスチック製品中の金属濃度の概要

測定項目		カドミウム	鉛	亜鉛	総クロム	六価クロム	砒素	総水銀	セレン	リチウム
		Cd	Pb	Zn	Cr	Cr6+	As	Hg	Se	Li
測定結果	総数	101	101	101	101	32	101	101	101	101
	検出数	8	24	84	32	0	15	2	0	3
	不検出数	93	77	17	69	32	86	99	101	98
最大値 (mg/kg)		32	3690	102000	19200	—	25	71	—	160
最小値 (mg/kg)		<1	<5	<5	<5	<3	<1	<1	<1	<10
平均値 (mg/kg)		1	151	4876	615	<3	1	1	<1	<10

出典：清掃一組 プラスチック製品中の含有重金属類分析調査結果について 平成 20 年 6 月 10 日より抜粋

なお、清掃一組が行った廃プラ混合焼却確認実証試験のなかで、可燃ごみとして焼却炉に持ち込まれるごみの中にも多くの金属類が含まれていることが明らかになっている。中でも水銀はもっとも気化しやすい金属であり、無機水銀は長期間にわたって環境中を浮遊し最終的には地圏・水圏を経て水生生物に蓄積されることから、水銀を含む廃棄物については徹底した危険物としての分別回収を行う必要がある。

