

環境ホルモン学会第11回研究発表会

2008.12.13 於：星陵会館(東京)

# マツの針葉を生物指標とした 大気中の金属元素濃度の把握



発表者：池田こみち

所属：株式会社 環境総合研究所

# ．背景と目的

## 1．廃棄物の高温焼却・溶融処理の増加

2007年度末現在、ガス化溶融炉は全国90施設に増加、灰溶融施設40を加えると100施設にも達している。

## 2．焼却・溶融される廃棄物の質的な変化

最終処分場の延命化やエネルギーの有効利用を背景に、廃プラスチックの焼却処理が増加し、焼却残渣・飛灰等の溶融処理も増加している。

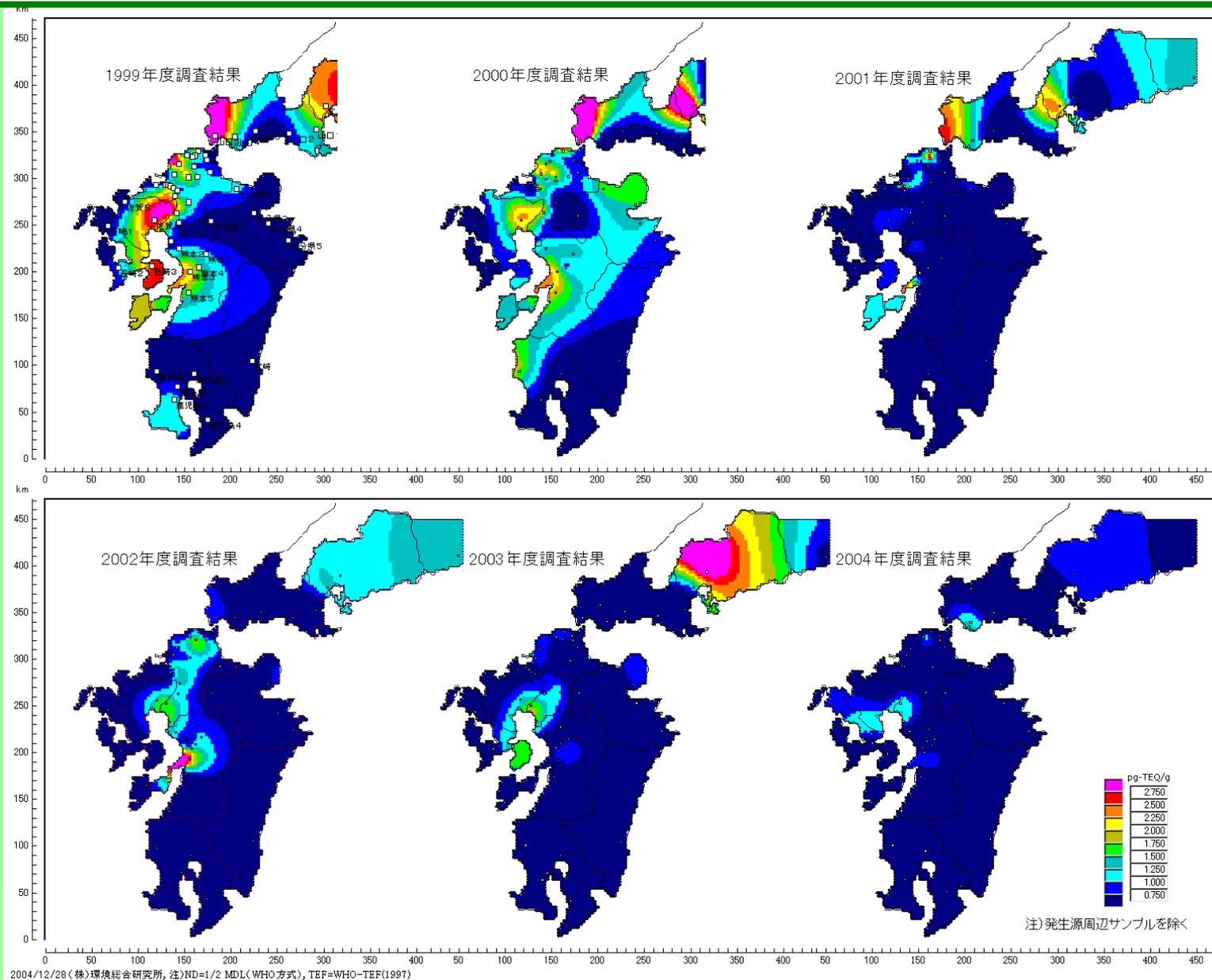
## 3．排ガス及び環境大気有害物質モニタリング・規制の不備

一方で、煤煙発生施設としての焼却炉や溶融炉等の排ガスの監視、規制項目は限られていて、未規制有害物質への対応がれることになる。EUでは、排ガス中の金属類を規制している。

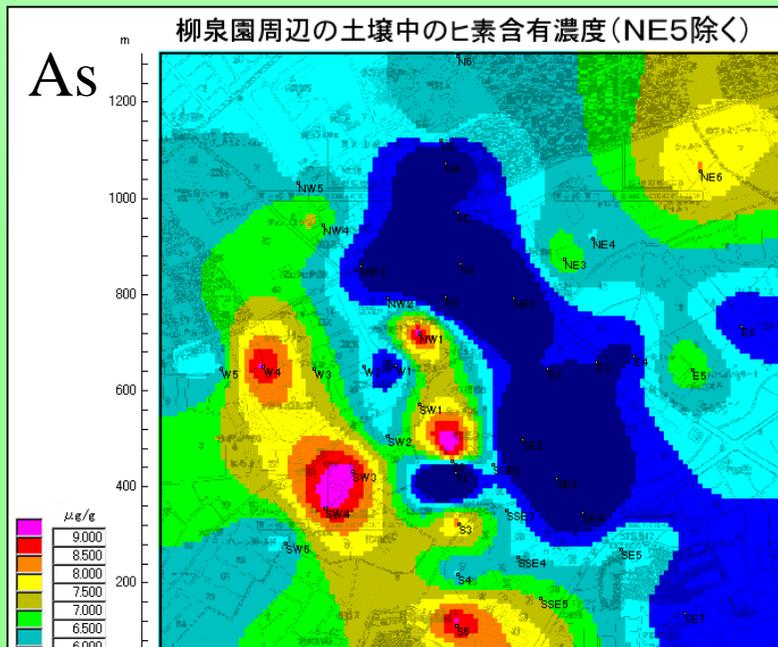
## 4．廃棄物処理の抜本的な転換に向けた環境教育の必要性

身近な試料を用いて環境を監視する事を通じ、棄物処理施設から排出される有害物質の多様性を認識するきっかけとする。ダイオキシン類以外の有害物質への関心を高める。

# 市民参加によるマツを生物指標としたダイオキシン調査の例 1999年度～2004年度(中国・九州地域)



砒素

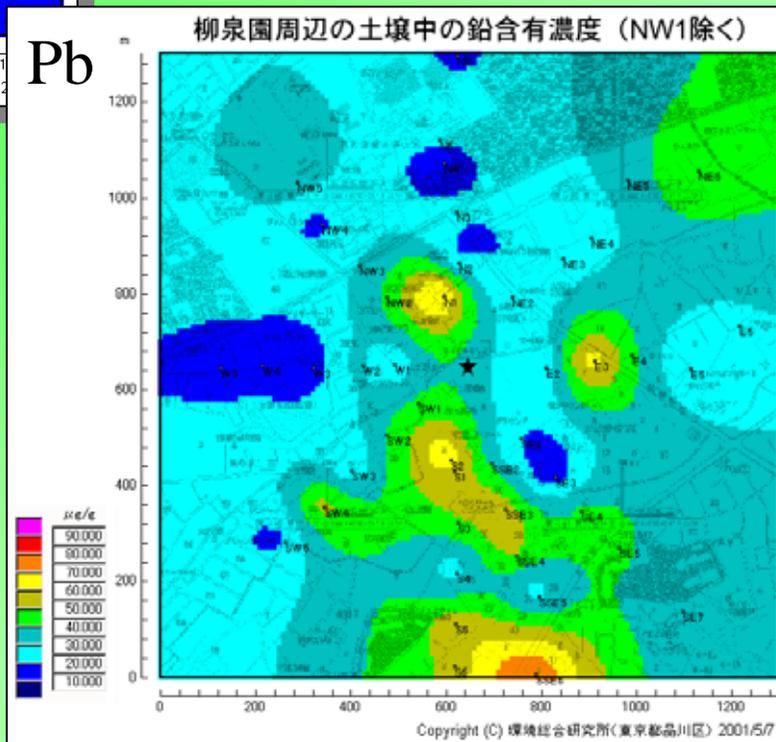
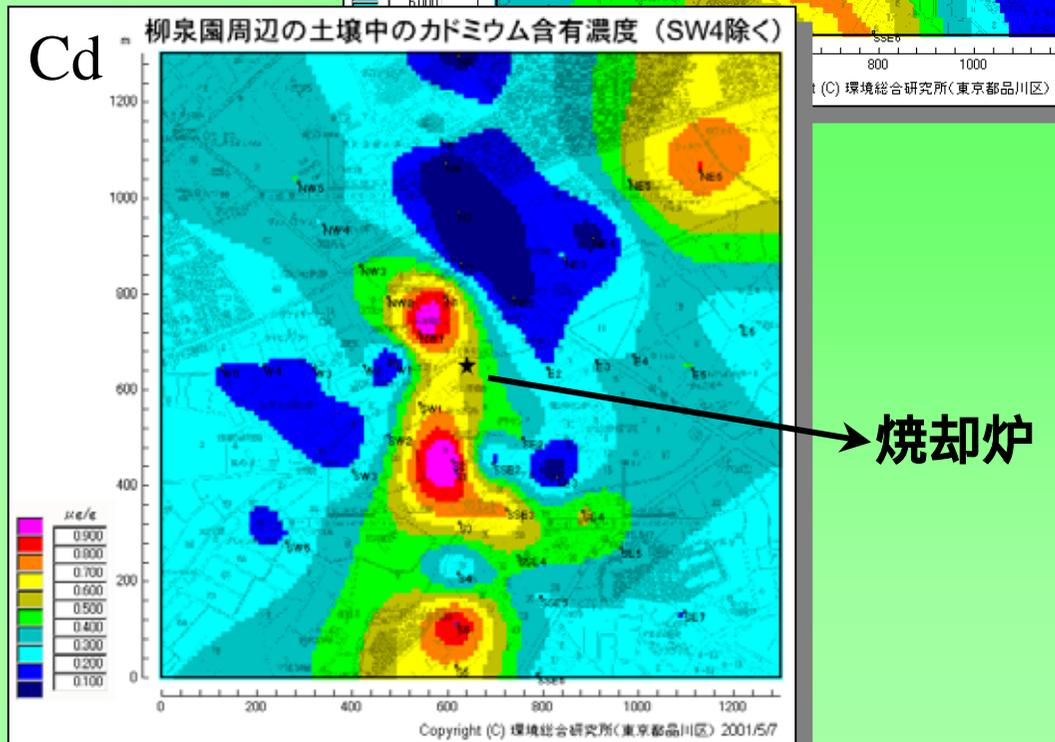


市民参加による  
焼却炉周辺土壌の  
重金属類含有濃度地図

東久留米市 (柳泉園)

鉛

カドミウム



## EUが規制している焼却施設の排ガス中重金属類

重金属類規制対象項目	規制値	暫定規制値*
カドミウム (Cd) 及びその化合物	合計0.05mg/m <sup>3</sup>	合計0.1 mg/m <sup>3</sup>
タリウム (Tl) 及びその化合物		
水銀 (Hg) 及びその化合物	0.05mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup>
アンチモン (Sb) 及びその化合物		
ヒ素 (As) 及びその化合物		
鉛 (Pb) 及びその化合物		
クロム (Cr) 及びその化合物	合計0.5 mg/m <sup>3</sup>	合計 1 mg/m <sup>3</sup>
コバルト (Co) 及びその化合物		
銅 (Cu) 及びその化合物		
マンガン (Mn) 及びその化合物		
ニッケル (Ni) 及びその化合物		
ヴァナジウム (V) 及びその化合物		

出典 : Guidance on; Directive 2000/76/EC On The Incineration of Waste, pp.49-50

暫定規制値\* : 1996年12月31日以前に許可を得た施設については、2007年1月1日まで猶予。

## 法律により監視されている重金属類

### (1) 大気汚染防止法(固定発生源)のばい煙排出規制項目のうちの有害物質:

カドミウム(Cd)、鉛(Pb)

### (2) 有害大気汚染物質(234種)の金属類等元素類:

低濃度であっても長期的な摂取により健康影響が生ずるおそれのある物質

亜鉛(Zn)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、臭素(Br)、水銀(Hg)、  
スズ(Sn)、セリウム(Ce)、セレン(Se)、タリウム(Tl)、チタン(Ti)、  
ニッケル(Ni)、バナジウム(V)、バリウム(Ba)、パラジウム(Pd)、  
砒素(As)、ベリリウム(Be)、マンガン(Mn)

### (3) (2)のうち優先取組物質(22種)に含まれる金属元素類:

有害大気汚染物質のうち特に優先的に取り組む物質

水銀(Hg)、ニッケル(Ni)、砒素(As)、ベリリウム(Be)、  
マンガン(Mn)、六価クロム(Cr-6、当面クロム(Cr))

### (4) モニタリング対象項目(有害大気汚染物質モニタリング指針)に含まれる

金属元素類: 水銀(Hg)、ニッケル(Ni)、砒素(As)、マンガン(Mn)

六価クロム(Cr-6: 当面クロム(Cr)を測定)

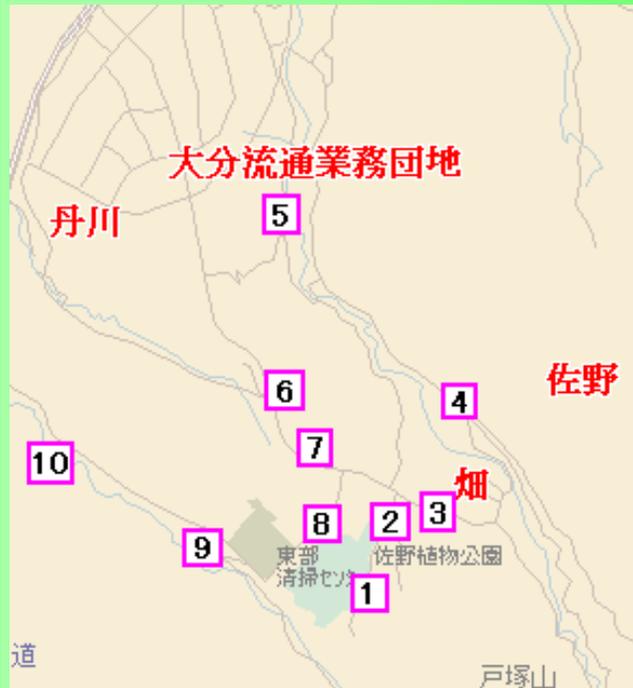
水銀はガス状物質を測定し、その他の金属類は粒子状物質に限る。

# 調査の方法

## 1. 試料の採取

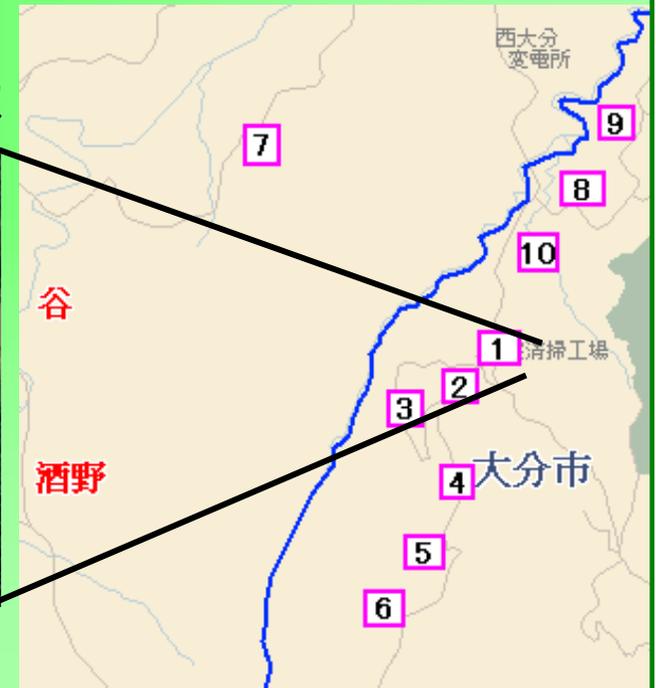
**被影響試料:** ターゲットとする発生源から概ね1~2km以内に生息するマツ(地域によってはアカマツ)の針葉の1年葉を鞘ごと採取する。採取地点数は各発生源ごとに10地点程度。  
**コントロール試料:** 対照地域として、焼却施設など大規模な発生源が存在しない地域や広域からも同様に採取。

大分市佐野清掃センター周辺地域



大分市福宗清掃工場周辺地域

清掃工場周辺1km以内の範囲から採取



## 2. 試料調整

複数地点から採取したマツの針葉を各約10gずつ計量し、約100gを1検体としてブレンドする。2006年から2007年にかけて全国7地域17検体の調査を行った。

## 3. 分析項目

EUが焼却炉排ガスに対して規制している12項目

### 分析項目：金属元素

砒素 (As)	マンガン (Mn)
カドミウム (Cd)	ニッケル (Ni)
コバルト (Co)	鉛 (Pb)
クロム (Cr)	アンチモン (Sb)
銅 (Cu)	タリウム (Tl)
水銀 (Hg)	ヴァナジウム (V)



## 4. 対象地域(2006年度～2008年度)

### < 市民参加による対象地域:主として発生源周辺地域 >

大田区:京浜島 大田第二清掃工場近傍(廃プラ専焼炉)

江東区:国内最大規模の焼却炉、灰溶融炉等が集中する地域。臨海部と内陸部を比較。

寄居町:埼玉県寄居町・小川町の境にある廃棄物処理施設団地。  
07年度からサーマルリサイクル(ごみ発電)を本格稼働。

川口市:荏原製作所の流動床式ガス化溶融炉周辺地域の監視。

古賀市:福岡県古賀市 古賀清掃工場周辺地域の監視活動。

キルン式ガス化溶融炉

春日井市:愛知県春日井市高蔵寺中学校周辺 環境教育活動

島田市:静岡県島田市 新日鐵エンジニアリング製

シャフト炉型ガス化溶融・改質炉 監視活動

室蘭市:三井造船(株)製 キルン・旋回溶融炉、監視活動

伊賀市:三重県伊賀市桐ヶ丘自治会 焼却炉新規立地監視活動

### < 非汚染対象地域:アカマツ >

群馬県嬭恋村バラギ湖湖畔

群馬県長野原町浅間牧場内

群馬県嬭恋村万座川砂防ダム近傍(鍬沢・門貝地区)

## 5. 分析方法

- (1) 水銀はCVAA (Cold Vapor Atomic Absorption:冷却蒸気原子吸光法、カナダ保健省 (Health Canada) の方法に準拠)
- (2) その他金属類は、ICP-MS法 (EPA SW846 Method 6020 準拠) により含有濃度の分析を行った。

6. 分析機関 Maxxam Analytics Inc. (Ontario, Canada)

## 7. 評価方法

マツの針葉など植物中の金属元素濃度については、基準値等が存在しないため、継続調査と地域別調査を実施し、絶対濃度の変化及び地域間比較を行い評価した。

- (1) 同じ地域の項目毎の比較 - 例: 東京都23区内
- (2) 同じ発生源周辺の経年変化 - 例: 大分市内清掃工場周辺
- (3) コントロール地域との比較 - 例: 発生源のない地域

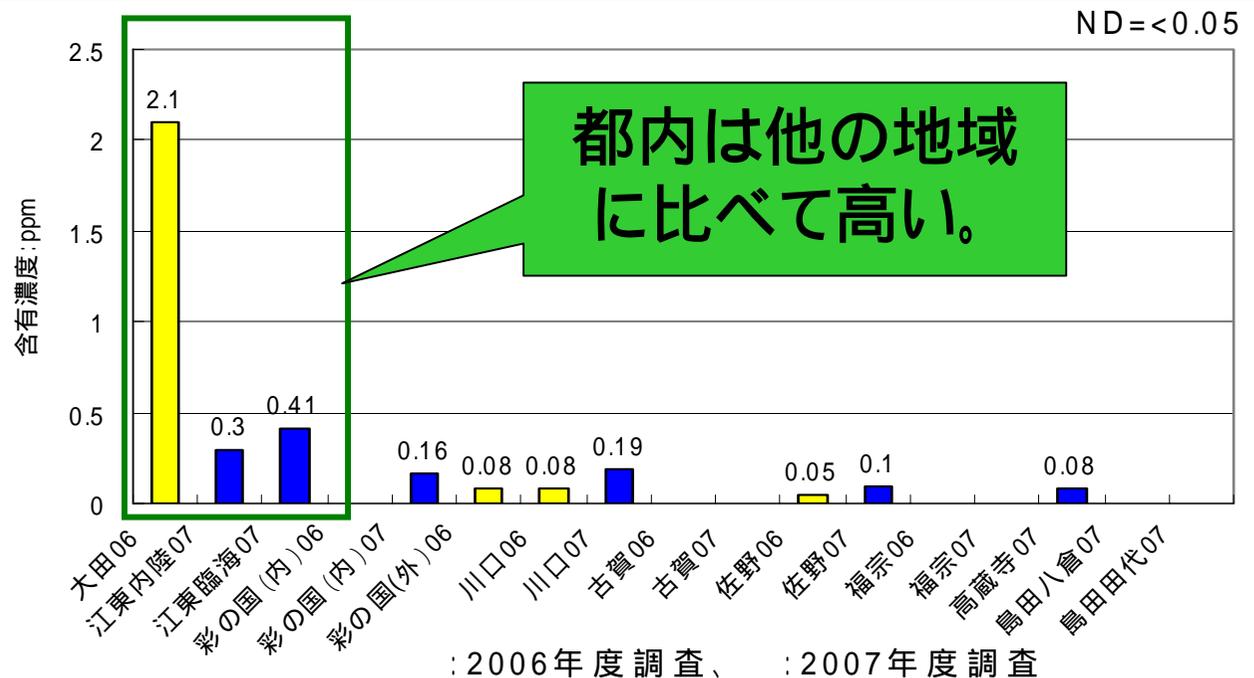
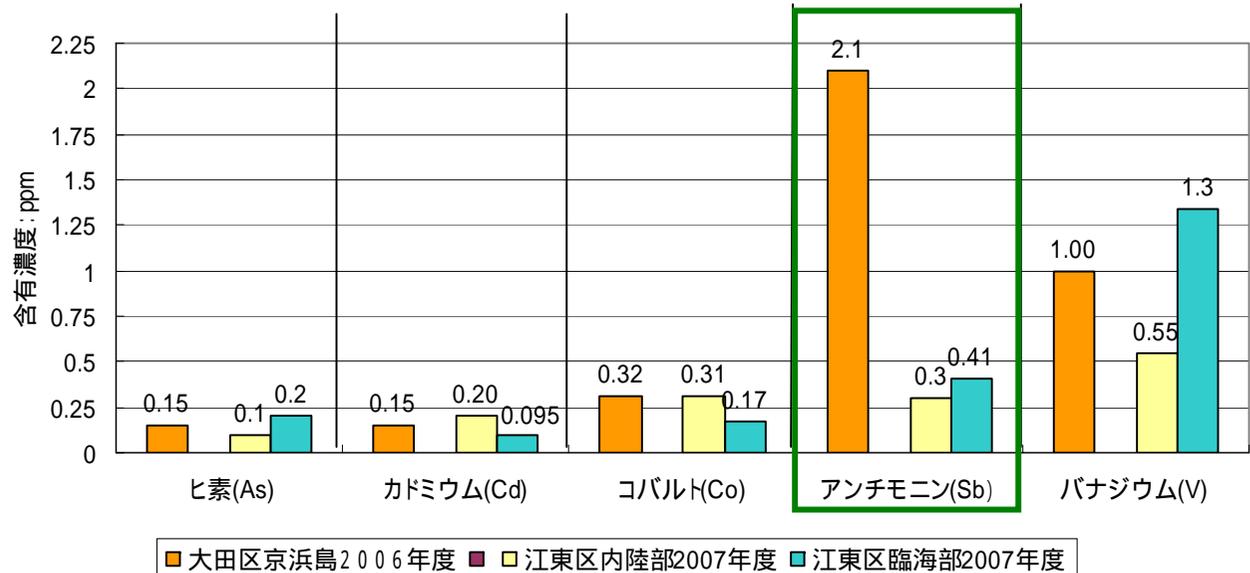
# 分析結果と解析評価(1) - 23区南部

## アンチモン(Sb)

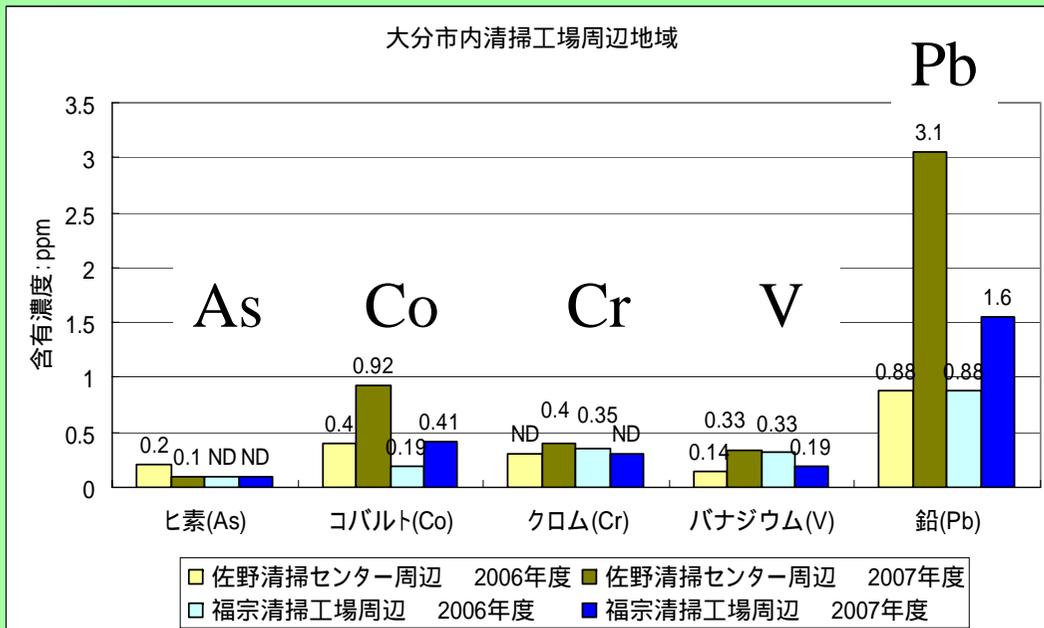
プラスチック製品の難燃剤として多く使用されるSbが廃プラ専焼炉である大田第二清掃工場近傍で高濃度となった。

全国の測定結果と比較して都内のマツのSb濃度は高く、その中でも大田第二工場周辺は突出している。

東京都：大田区京浜島と江東区内



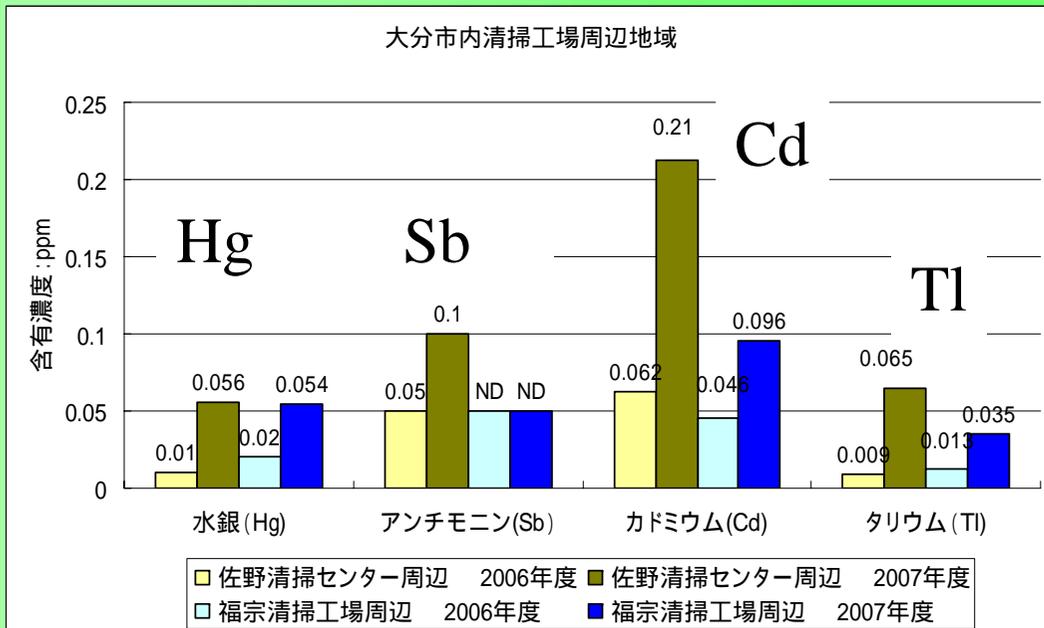
# 分析結果と解析評価(2): 廃プラ焼却前後の比較



## 大分市清掃工場周辺地域の例【アカマツ】

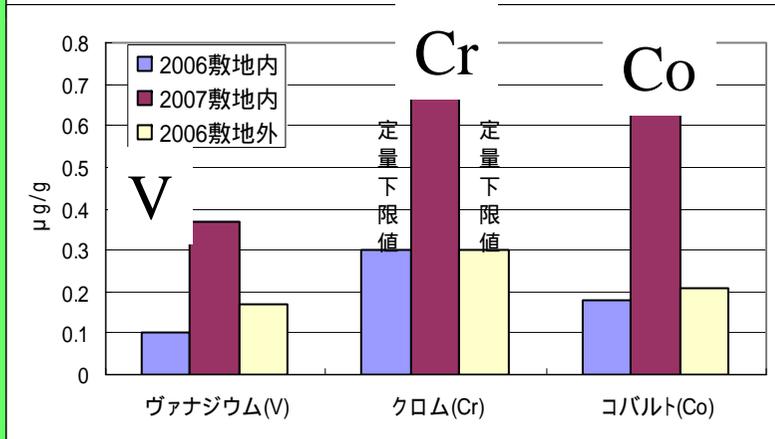
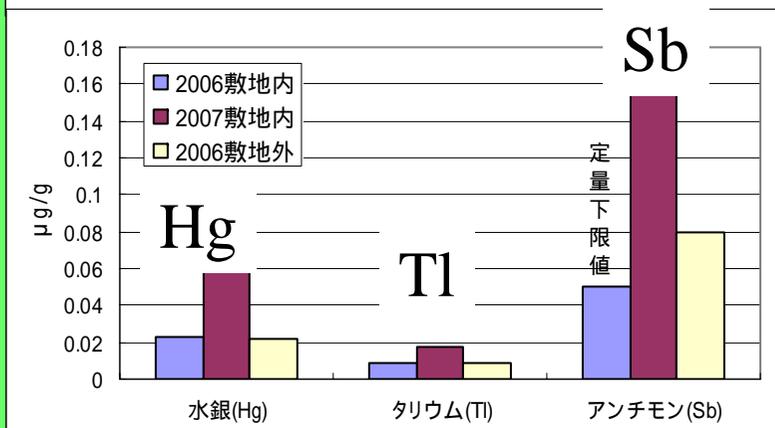
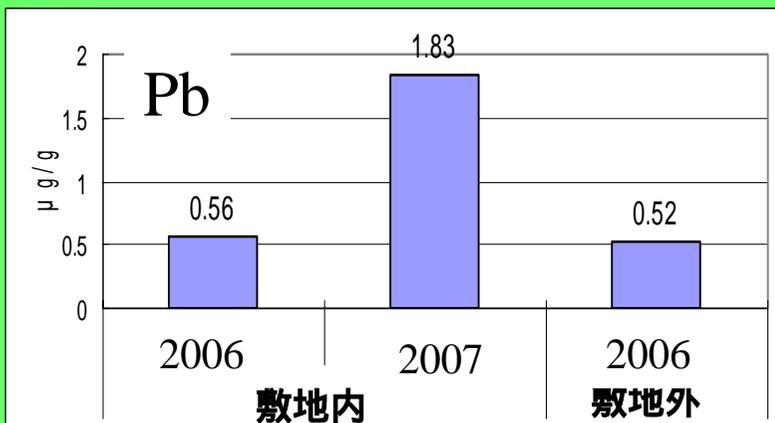
- ・佐野清掃センター(ガス化炉)
- ・福宗清掃工場(ストーカー炉)

2006年度と2007年度で  
ごみ質(組成)が変化したこと  
による影響を示唆している。  
大分市では、07年度から  
廃プラスチックを焼却処理す  
ることになり、分別方式が変  
わった。



# 分析結果と解析評価(3) : サーマルリサイクル開始前後の比較

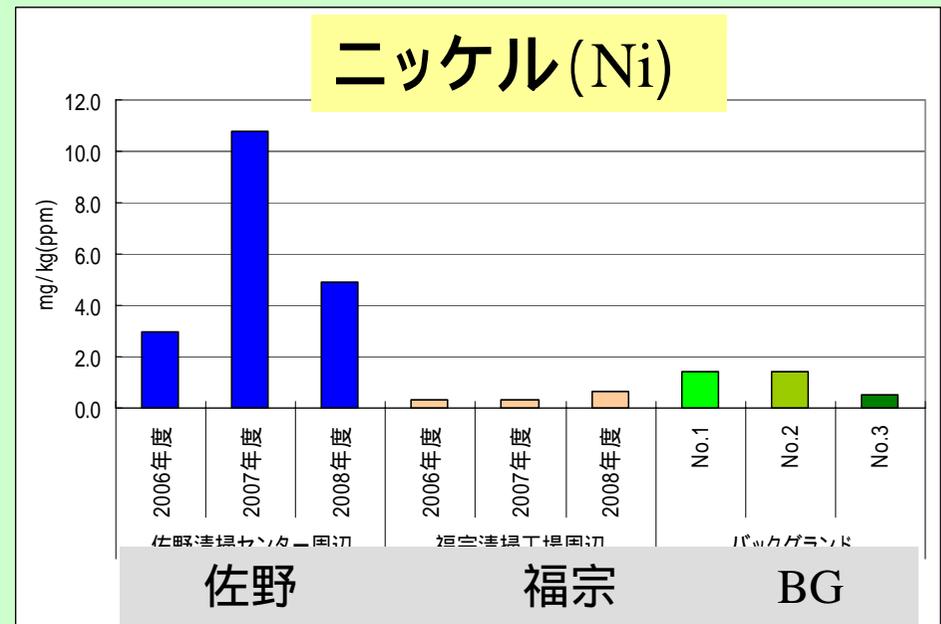
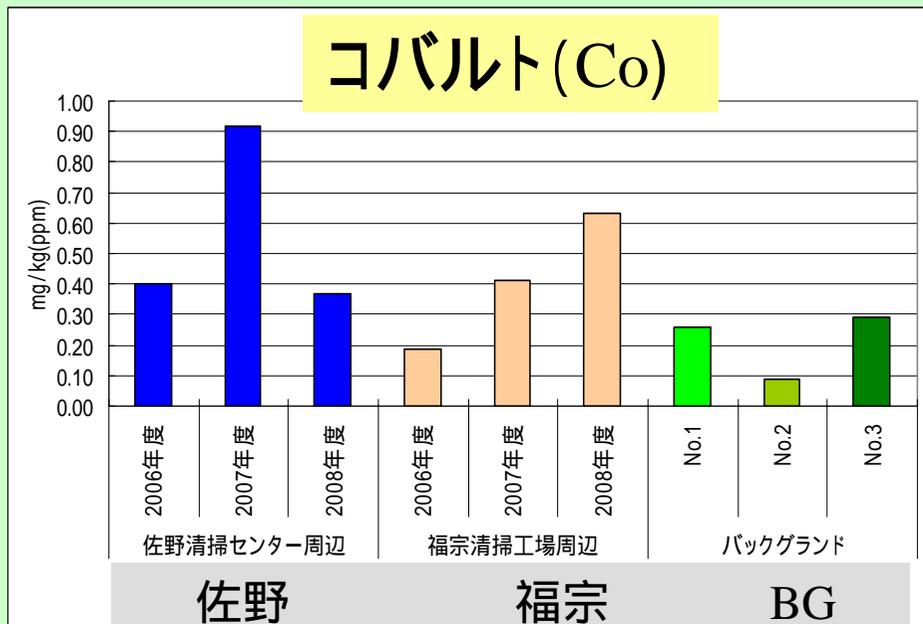
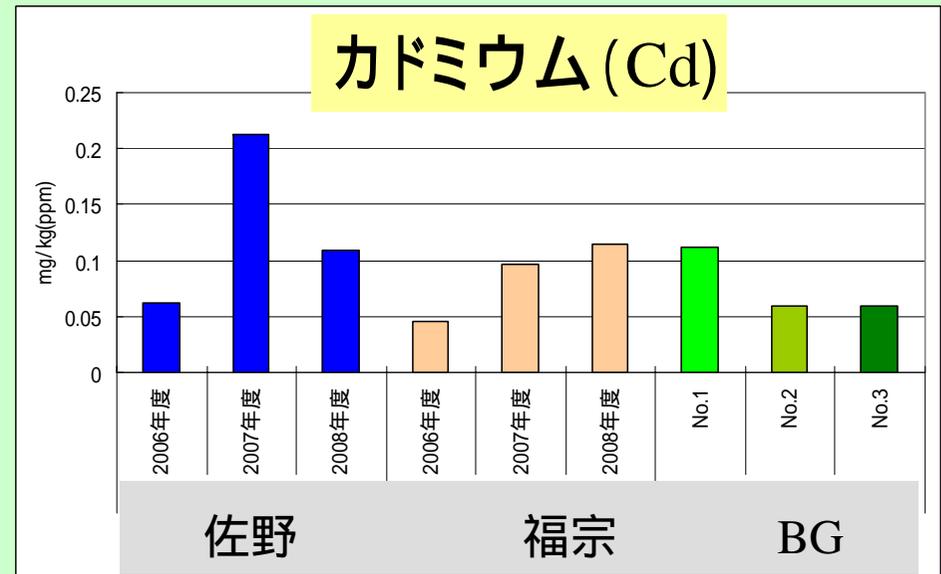
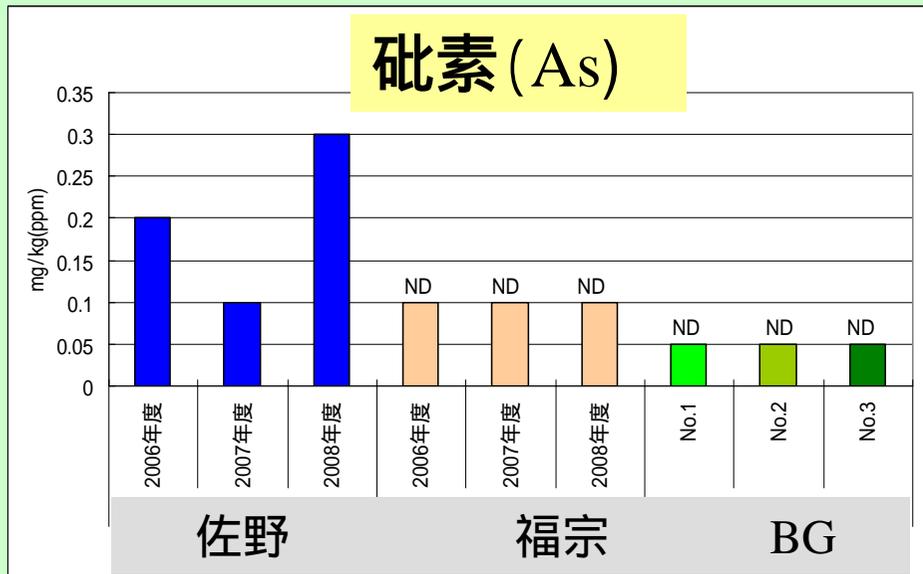
埼玉県寄居町・小川町  
彩の国資源循環工場の例 [アカマツ]  
サーマルリサイクル本格稼働後に  
全項目で濃度が上昇し、その影響が  
示唆された。



対象地域	循環型工場		同
	施設敷地内		敷地外
	2006年	2007年	2006年
分析項目			
ヒ素 (As)	ND (<0.1)	0.20	ND (<0.1)
カドミウム (Cd)	0.094	0.149	0.061
鉛 (Pb)	0.56	1.83	0.52
アンチモン (Sb)	ND (<0.05)	0.16	0.08
クロム (Cr)	ND (<0.3)	0.7	ND (<0.3)
コバルト (Co)	0.18	0.65	0.21
銅 (Cu)	1.72	5.15	2.49
マンガン (Mn)	232	828	185
水銀 (Hg)	0.023	0.06	0.022
ニッケル (Ni)	0.75	1.03	2.15
タリウム (Tl)	0.009	0.017	0.009
バナジウム (V)	0.10	0.37	0.17

注1) ND : 不検出 (定量下限値未満)

# 分析結果と解析評価(4): コントロールとの比較【アカマツ】



対照地域(非汚染地域)と比較すると発生源周辺が高い傾向。

# 松葉による金属元素濃度把握の可能性と課題

継続調査を行っている地域の中で、明らかに上昇傾向を示した地域は、廃プラ焼却やごみ発電(サーマルリサイクル)を始めた焼却炉周辺地域だった。コントロール地域の試料と比較しても高い傾向を示した。

これらの地域では、他に大規模な発生源もなく、影響が顕著に出やすい。松葉に蓄積されているということは、気相化した金属元素が気孔から吸収されている可能性を示唆している。

廃棄物焼却炉や熔融炉の排ガスにはダイオキシン類以外にも多様な未規制物質がふくまれていることを市民レベルで理解する上で有効な調査となる可能性がある。

## 今後の課題

12項目のうちどのどの金属元素が最も監視に適しているかの見極め。

マツが生息している地点の土壌中の金属元素濃度との関係の解明。

アカマツとクロマツの相関関係や年数による蓄積過程の解明。

統計的な処理が可能となるデータの収集。

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。

謝辞；本調査は、全国の市民グループ、NGOの協力により廃棄物焼却施設周辺の環境監視活動の一環として行われているパイロット調査である。この場を借りて調査研究への協力に感謝の意を表すとともに、ご指導頂いた宮田教授（摂南大学）や草野教授（東北大学）にもお礼を申し上げたい。