

都市域における微量金属の湿性沈着量の経年変化と水銀の降水への取り込み

背景

大気中の微量物質に起因する人の健康リスクを評価する上で、微量物質が地表に沈着した後、食物連鎖を通して食物に濃縮され、それを人が摂取することによるリスク（経口リスク）が重要となっている。そのリスクを評価するためには、まず地表への沈着量を明らかにする必要がある。大気中の化学物質の沈着には、降水による湿性沈着とガスや粒子が直接地表に到達する乾性沈着の二つがある。わが国では、これまでに水銀等の微量物質の沈着量が長期間にわたって継続的にモニタリングされた事例はない。このため、それらの沈着量のレベルや経年変化については不明である。

目的

東京都狛江市（図-1）における4年間（2000～2003年）の観測により、水銀（Hg）、カドミウム（Cd）、銅（Cu）、マンガン（Mn）、鉛（Pb）および亜鉛（Zn）の湿性沈着量の経年変化とHgの降水への取り込みに関する実態を明らかにする。

主な成果

1. 微量金属の湿性沈着量の経年変化とその要因

Hg、Cd、PbおよびZnの湿性沈着量は、大気中の濃度変化と調和して経年的に低下する傾向にあった。特に、HgとPbの湿性沈着量の低下は顕著であった（図-2）。当所は、これまでに大気中のPb同位体比やPbと他の微量金属との濃度比がごみ焼却施設（清掃工場）排ガス中の値と一致することなどを根拠に、PbをはじめHg、Cd、Znは主として周辺の清掃工場から排出されていることを明らかにしている。東京23区内の清掃工場からのHgとばいじんの排出量を推計した結果、それらの量は大気汚染防止対策の進展により経年的に低下していることがわかった（図-3）。したがって、Hg、Cd、PbおよびZnの湿性沈着量の低下は、清掃工場からの排出量の減少に起因するものである*1。

2. 降水への粒子状Hgとガス状Hgの取り込み

降水中にガス状および粒子状で取り込まれるHgについて、微量金属の洗浄比（＝降水中濃度／大気中濃度）を基に、湿性沈着量における粒子状Hgの寄与率を評価した*2。その結果、降水に取り込まれたHgの約30～60％は粒子状Hgであり、ガス状Hgとほぼ同様な寄与率であることがわかった（表-1）。これより、Hgの湿性沈着において降水への粒子状Hgとガス状Hgの取り込みが、共に重要な役割を果たしていると評価できる。

今後の展開

水銀等微量金属の健康リスクを評価する上で、大気から水域への沈着とその後の魚介類への濃縮が重要な経路となるため、東京湾をモデル水域として湾内への湿性および乾性沈着量の実態を明らかにする。

主担当者 環境科学研究所 大気環境領域 上席研究員 坂田 昌弘

関連報告書 「都市域における微量金属の湿性沈着量の経年変化と水銀の降水への取り込み」電力中央研究所報告：T03015（2004年3月）

*1：CuとMnについては、清掃工場は主要な発生源ではないため、そこからの排出量の低下に起因する大気中濃度や湿性沈着量の低下は小さかった。

*2：粒子状Hgの洗浄比は他の微量金属（全て粒子状で存在）と同じと仮定して、その沈着量（＝洗浄比×降水量×大気中濃度）を算出した。

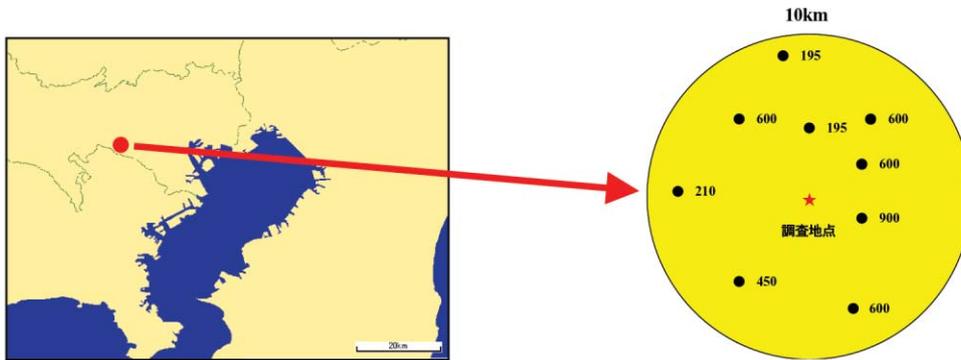


図-1 東京都狛江市の位置と調査地点の10 km圏内における清掃工場の分布(数字は焼却規模、t day⁻¹)
本調査地点の周辺には多くの大規模な清掃工場が存在する(10 km圏内:9カ所)。

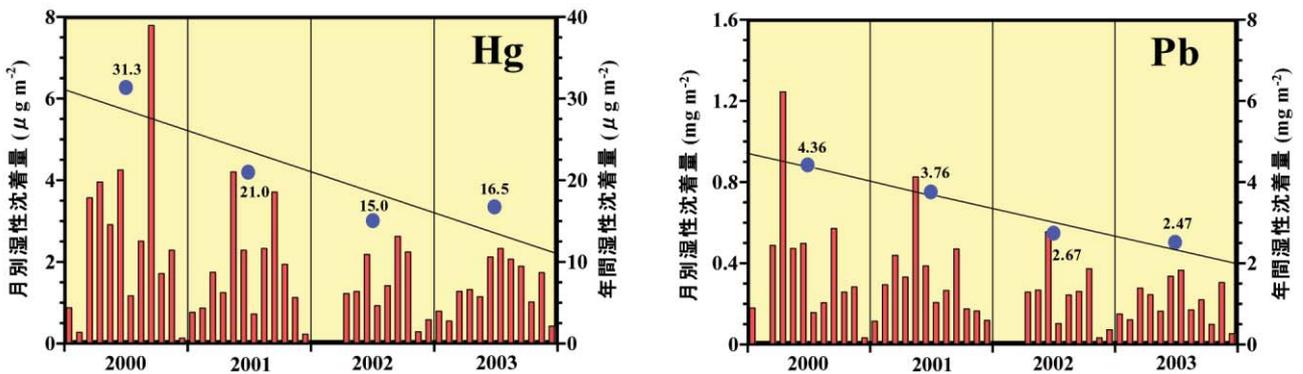
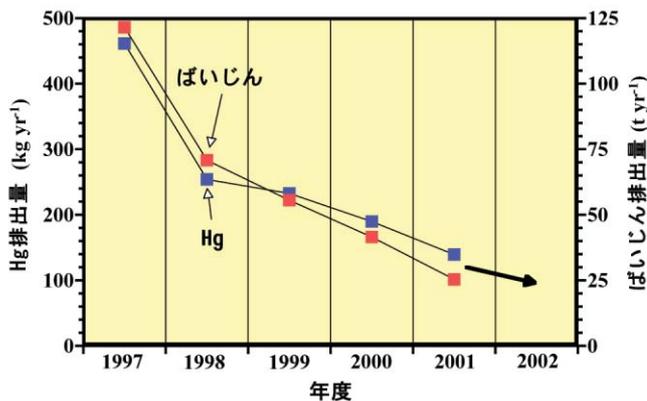


図-2 水銀と鉛の月別湿性沈着量と年間湿性沈着量の変化(2002年の沈着量は、1~3月が未測定であるため推定値)
HgとPbの湿性沈着量は、降水量が低下する冬季に減少する季節変化を繰返しながら、経年的に低下していることがわかる。2000年を基準とする湿性沈着量の年低下率は、いずれも16%であった。



排ガス中のHgとばいじんの年平均濃度が公表されている東京23区内の清掃工場(17-20カ所)におけるそれらの排出量を推計した。2001年度の排出量は1997年度に比べて、Hgでは約1/3、ばいじんでは約1/5まで低下した。

図-3 東京23区内の全清掃工場からの水銀とばいじんの排出量の経年変化
(2002年度の排出量は、ほぼ全てのデータが検出限界以下であるため算出不能)

表-1 水銀の湿性沈着量における粒子状水銀(Hg(p))の寄与率

年	微量元素の洗浄比	Hg(p)の湿性沈着量(計算値)*, $\mu\text{g m}^{-2}$	Hg(p)の寄与率, %
2000	112±32	12.8	48
2002	170±49	7.3	58
2003	122±15	4.5	32

*大気中濃度が測定された4-12月間の合計沈着量(2001年は、大気中濃度未測定)

Hg以外の微量元素の洗浄比は、お互いに類似した値を示した。この洗浄比を基に算出された各年の粒子状Hgの湿性沈着量(前頁脚注*2参照)は、Hgの湿性沈着量(実測値)の32~58%に相当した。