

# 【資料】固定発生源周辺における浮遊粒子状物質中の重金属の経年変化

牛木龍二 小池有理子 熊谷貴美代

## The Trends of Heavy Metals in Suspended Particulate Matter around Stationary Source

Ryuji USHIKI, Yuriko KOIKE, Kimiyo KUMAGAI

### 1.はじめに

群馬県では、1940 年頃から亜鉛製錬事業所（以下、事業所）周辺においてカドミウム（Cd）の汚染問題が発生した（小林ら、1970；本間ら、1977）。そのため群馬県では、1973 年から当該事業所の周辺において浮遊粒子状物質（SPM）中の重金属の環境調査を継続している。事業所周辺における SPM 中の Cd 濃度については、群馬県環境白書に掲載されているほか、過去に飯島ら（2005a）や八木ら（2022）によって取りまとめられているが、その他重金属については飯島ら（2005a）以降報告されていない。

また、当該事業所の操業状況が変更となった場合、周辺環境も変わることが予想されるため、今後の環境変化を見るために、これまでの調査結果をとりまとめることとした。本報では、SPM 中の Cd 濃度と、過去の報告（飯島ら、2005b）において他地域と比較して Cd とともに濃度の高かった亜鉛（Zn）の濃度の経年変化をまとめたので報告する。

### 2.調査方法

#### 2.1. 事業所と調査地点の位置関係

事業所とその周辺の調査地点I（大気汚染常時監視安中 1 局）、II（安中 5 局）、III（安中 4

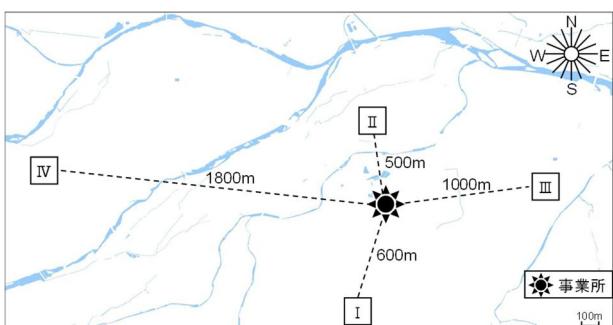


図 1 事業所及び調査地点の位置

局）及びIV（安中 6 局）の位置関係を図 1 に示す。事業所は南から北に下る斜面の中腹に立地しており、その東西方向は事業所を中心として若干の下りの傾斜となっている。調査地点I～IVは事業所を中心に東西南北に位置しており、Iは事業所南側の斜面の上部、IIは事業所北側の斜面下部、IIIは事業所東側、IVは事業所西側に位置している。なお、調査地点周辺には当該事業所の他に同様の物質を排出する事業所の存在は確認されていない。

#### 2.2. 試料採取と測定方法

SPM の試料採取は、「浮遊粒子状物質に係る測定方法について（昭和 47 年 6 月 1 日、環大企 88 号）」で定める標準測定方法に準じ、ローボリュームエアサンプラーにより、石英纖維フィルターに捕集する方法で行った。試料採取は 4 地点同日に毎月行い、連続する平日 4 日間大気を採取した。ただし、地点IVにおける 2004～2008 年度の調査では年 2 回（5 月と 10 月）の試料採取とした。SPM 濃度は、捕集前後のフィルターをウルトラミクロ電子天秤で秤量することにより測定した。

SPM 中の Cd 及び Zn は「有害大気汚染物質測定方法マニュアル（令和 6 年 3 月改訂）」に準じ、試料フィルターを酸分解処理した後、誘導結合プラズマ質量分析法により定量した。

#### 2.3. データ解析

本報では、2004～2024 年度の SPM 濃度、Cd 濃度及び Zn 濃度のデータについて取りまとめた。また、事業所周辺と群馬県における平均的な SPM 濃度との比較のため、2004～2024 年度における県内の大気汚染常時監視局のうち一般局全測定局の SPM 濃度年平均値（以下、県平均）も取りまとめた。測定地点数は測定局再配

置などで年度によって異なる（例えば 2004 年は 23 地点、2024 年は 16 地点）。

#### 2.4. 気象データ

風向風速に関する気象データは周辺建物等の影響が少なく、発生源近傍の状況を代表すると考えられる地点Iで観測されたデータを用いた。

### 3.結果および考察

#### 3.1. SPM 浓度の経年変化

各調査地点及び県平均の SPM 浓度の経年変化を図 2 に示す。2004 年度における SPM 浓度は、地点I～IV及び県平均でそれぞれ 24、25、26、21 及び  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であり、2024 年度には、地点I～IV及び県平均でそれぞれ 9、8、8、5 及び  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  だった。全地点において減少しており、近年は年平均値  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  程度で推移している。これは事業所周辺の調査地点だけではなく、県内全体的に同様の傾向である。

#### 3.2. SPM 中の重金属濃度の経年変化

##### 3.2.1. Cd 濃度の経年変化

SPM 中の Cd 濃度の経年変化を図 3 に示す。2004 年度における Cd 濃度は、地点I～IVでそれぞれ  $0.93$ 、 $0.77$ 、 $1.1$  及び  $0.83 \text{ ng}/\text{m}^3$ 、2024 年度には地点I～IVでそれぞれ  $0.17$ 、 $0.17$ 、 $0.30$  及び  $0.088 \text{ ng}/\text{m}^3$  だった。2004～2024 年度の間、年度によって増減の変動はあるものの、全地点において長期的には減少傾向となっていた。各地点の濃度を比較すると、ほぼ全ての年度において、事業所の東側に位置する地点IIIは他地点より濃度が高く、また変動も大きいことから、事業所からの排出の影響を受けやすい地点であ

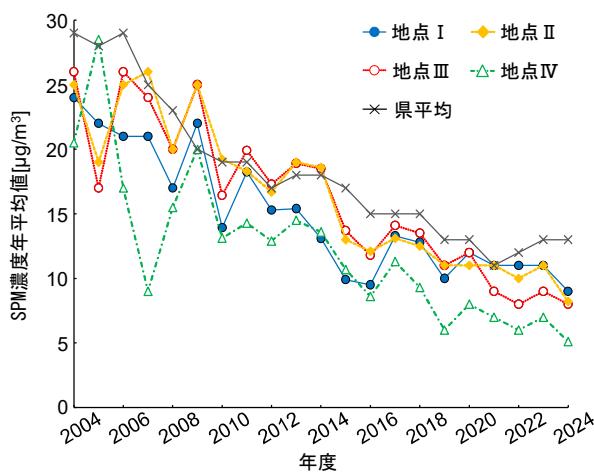


図 2 SPM 浓度の経年変化

ると考えられる。

#### 3.2.2. Zn 濃度の経年変化

SPM 中の Zn 濃度の経年変化を図 4 に示す。2004 年度における Zn 濃度は、地点I～IVでそれぞれ  $246$ 、 $165$ 、 $182$  及び  $150 \text{ ng}/\text{m}^3$  であり、2024 年度には地点I～IVでそれぞれ  $54$ 、 $38$ 、 $54$  及び  $17 \text{ ng}/\text{m}^3$  だった。全地点において 2009 年度以降減少傾向となっている。各地点の濃度を比較すると、事業所の南側に位置する地点Iが他地点より濃度が高く、Cd 濃度とは異なる傾向となった。一方、地点IVが最も低いことは Cd と共通だった。これは事業所からの距離が 4 地点の中で最も長いことに関係していると考える。

#### 3.3. Cd 及び Zn 濃度の季節変動

2019 年度から 2024 年度における Cd 濃度の

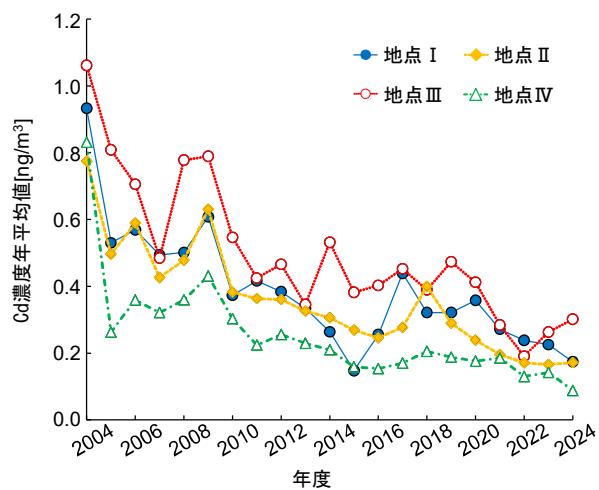


図 3 SPM 中 Cd 濃度の経年変化

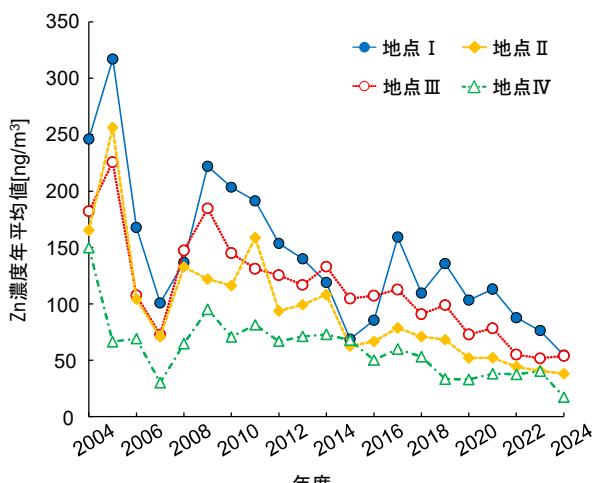


図 4 SPM 中 Zn 濃度の経年変化

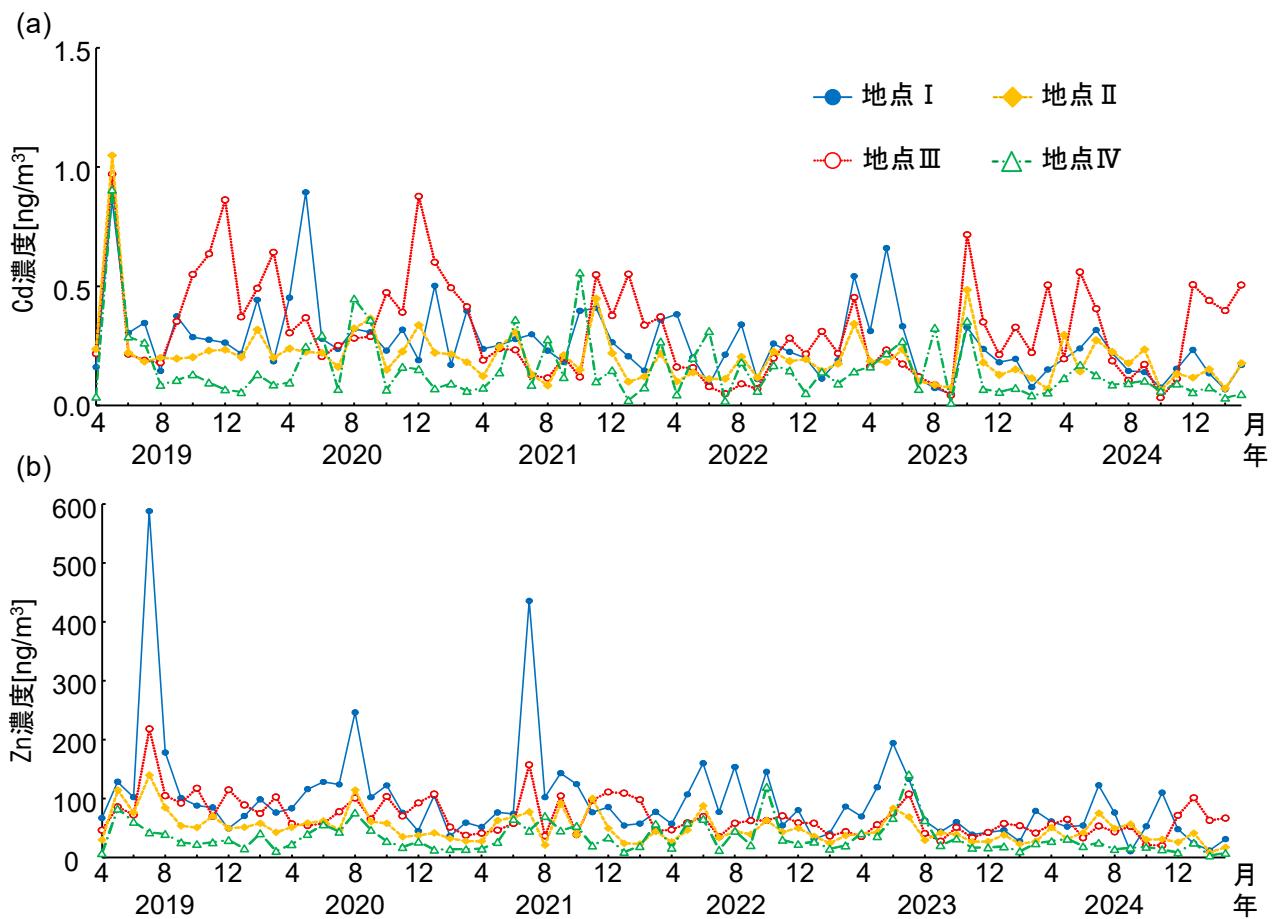


図 5 各月における SPM 中の Cd 濃度(a)及び Zn 濃度(b)

各月の調査結果（図 5(a)）を確認すると、地点 IIIにおいて 10 月～1 月に高濃度となる傾向が見られた。これは、秋季と冬季に西よりの風が支配的になるため（飯島ら、2005a）と考えられ、実際に 2021 年度の風配図（図 6）でもそのようになっていた。そのため事業場の東側に位置する地点 III が他地点よりも濃度が高くなつたと考えられる。これは対面に位置する地点 IV で、秋季と冬季に低濃度となる逆の挙動を示すことからも言える。

一方、Zn 濃度の各月の調査結果（図 5(b)）を確認すると 4 地点すべてにおいて 6 月～8 月に高濃度となる傾向が見られ、地点 I が特に顕著だった。2021 年度の地点 I における風配図（図 6）を見ると、6～8 月に北東の風となっている。このことにより事業所の南側に位置する地点 I が夏季に高濃度となる傾向が顕著だったと考えられる。しかしその他の 3 地点においても同時期に Zn 濃度が増加する傾向が見られたことは事業所の操業状況等、別の要因が可能性の一つとして考えられるものの、はっきりした理由は分かっていない。

#### 4.まとめ

事業所周辺における SPM 濃度、Cd 濃度及び Zn 濃度の経年変化は、全ての調査地点において減少傾向で、SPM 濃度については近年は県平均と同様年平均値  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  程度であった。Cd 濃度については、事業所の東側に位置する地点 III で最も濃度が高くなり、10 月～1 月に高濃度となる傾向が見られた。これは秋季と冬季に西よりの風が支配的になるためと考えられた。一方、Zn 濃度については、事業所の南側に位置する地点 I で最も濃度が高くなり、6 月～8 月に高濃度となる傾向であった。

#### 謝辞

本調査は碓氷川・柳瀬川流域環境汚染対策浮遊粒子状物質調査として行った。試料採取は、群馬県西部環境森林事務所の職員が担当し、分析は齊藤（現 高崎経済大学）をはじめ、多くの当研究所職員が担当した。関係者の皆様に感謝いたします。

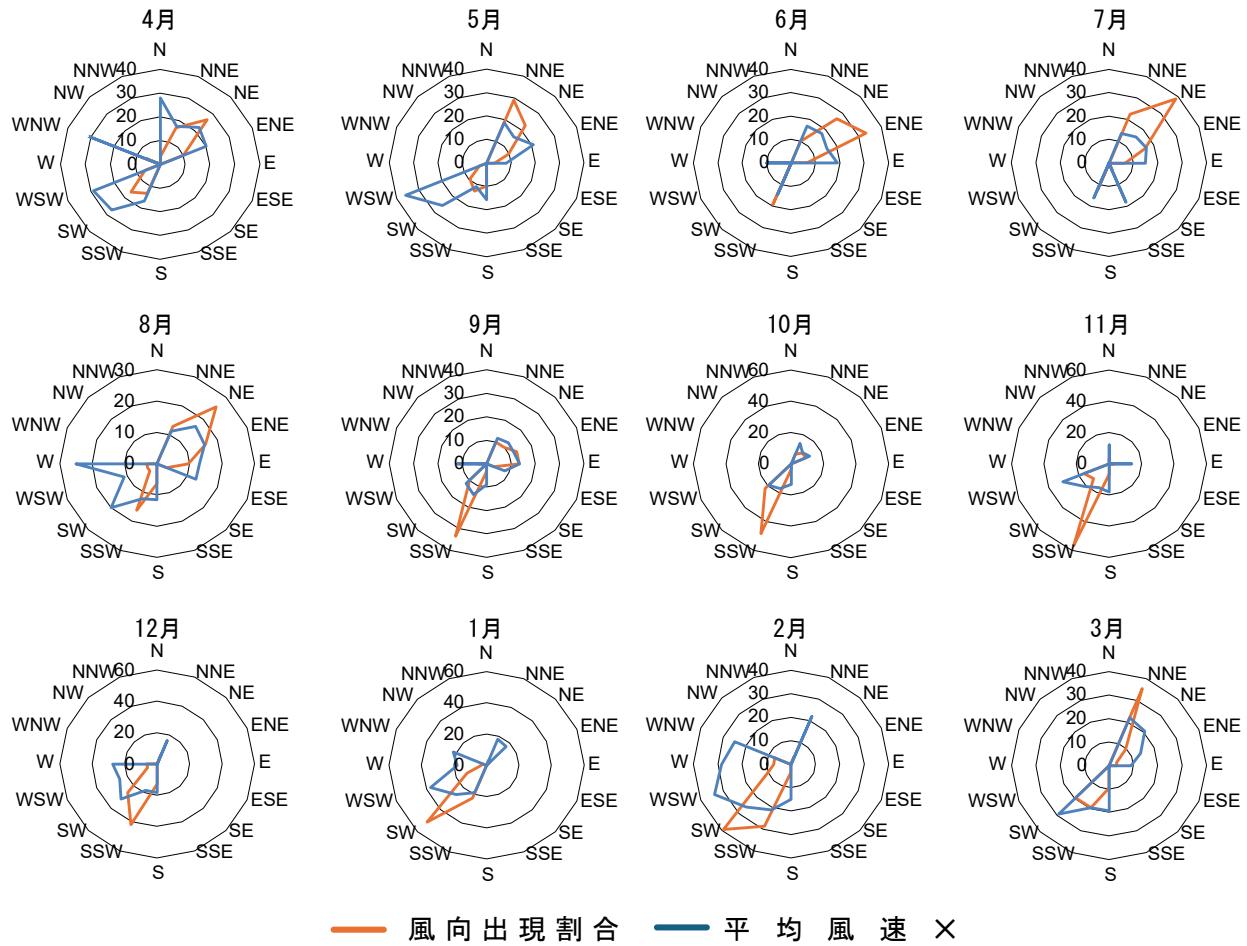


図 6 地点 I における 2021 年度の風配図

### 文献

群馬県環境政策課. 環境白書 (2002-2024)

<https://www.pref.gunma.jp/site/kankyouhaku/>  
(2025 年 8 月閲覧)

本間慎, 白田和人.1977.群馬県安中市の亜鉛製錬所による桑樹の重金属汚染について.日蚕雑, **46(2)**:159-166.

飯島明宏, 堀越壮一, 田子博, 熊谷貴美代. 2005a. 固定発生源周辺地域における粒子状物質の動態解析に基づく効果的な事業所監視方法の提案. 群馬県衛生環境研究所年報, **37**:31-40.

飯島明宏, 田子博, 熊谷貴美代, 今井克江. 2005b. 群馬県における有害大気汚染物質調査 (V) . 群馬県衛生環境研究所年報, **37**:41-49.

環境省. 浮遊粒子状物質に係る測定方法について (昭和 47 年 6 月 1 日環大企 88 号)  
<https://www.env.go.jp/hourei/01/000067.html>  
(2025 年 8 月閲覧)

環境省. 有害大気汚染物質測定方法マニュアル  
(令和 6 年 3 月改訂)

<https://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>

(2025 年 8 月閲覧)

小林純, 森井ふじ, 村本茂樹, 中島進. 1970. 群馬県安中市の製錬所に因る農作物などの重金属 (Cd, Pb, Zn) 汚染について. 日本衛生学雑誌, **25(4)**:364-375.

八木千聖, 田子博. 2022. 40 年以上にわたる固定発生源周辺における河川水、浮遊粒子状物質及び降下ばいじん中の重金属の経年変化. 群馬県衛生環境研究所年報, **54**:49-53.