

ノート

中国・瀋陽市における浮遊粉じん中の重金属濃度について (第 2 報)

塚田 進，松本 寛¹⁾，崔 金山²⁾，山内 徹³⁾

Heavy Metal Concentrations in Suspended Particles at Shenyang, China (2nd)

Susumu TSUKADA, Yutaka MATSUMOTO, Jinshan CUI
and Tooru YAMAUCHI

前報に引き続き，中国・瀋陽市の大気中の浮遊粉じんをハイポリウムエアースンプラーを用いて地域別に採取し，浮遊粉じんに含まれる重金属類や水溶性イオンについて調査を行った。その結果，季節によって濃度が変化するものとあまり変わらないもの，地域によって濃度の差が大きいものと地域間の差が少ないものなどのグループに分けることができた。各測定項目について主成分分析を行ったところ，Al, Ca, Fe の主として土壌等自然由来のグループ，SO₄, NO₃, NH₄ の主として二次生成粒子のグループ，その他のグループと大きく 3 つに分けることができた。また，Ca/Al の比と浮遊粉じん濃度の月別の変化から Ca/Al の比が小さいほど浮遊粉じん濃度が大きく，その比が大きいほど浮遊粉じん濃度が小さかったことから，夏季は建設現場から発生する粉じん等が粉じん濃度に影響を与え，冬季から春季は黄砂による影響が粉じん濃度に影響を与えていることが推察された。

キーワード：中国・瀋陽市，浮遊粉じん，有害重金属，水溶性イオン，黄砂

はじめに

前報に引き続き，中国・瀋陽市の大気中の浮遊粉じんをハイポリウムエアースンプラーを用いて地域別（工業地域，住居地域，幹線道路近傍，郊外の 4 地域）に同時に採取し，浮遊粉じん中の重金属類や水溶性イオンについて調査（平成 12 年 9 月～平成 14 年 8 月までの 2 年間）を行った。

その調査結果から，若干の知見が得られたので報告する。

調査概要及び測定方法

1. 調査概要

1. 1 調査地点

調査地点は，表 1 のとおり瀋陽市の工業地域，住居地域，幹線道路近傍及び郊外の 4 地域で実施した。

表1 調査地点

地点・地域名	調査地点場所
A 工業地域	鉄西区公明街小学校
B 住居地域	瀋陽医学院
C 幹線道路近傍	瀋陽教育培訓交流中心
D 郊外	中仙食品有限公司

1. 2 調査期間

平成 12 年 9 月から平成 14 年 8 月までの 2 カ年の測定結果を用いた。

2. 測定方法

浮遊粉じんは，ハイポリウムエアースンプラーを用いて 4 地点同時に，1 回 24 時間，毎月の始めに連続する 5 日間の浮遊粉じんを採取し，得られた試

1)北海道環境科学研究センター，2)瀋陽医学院，3)三重大学医学部

料をその月の試料とした。ろ紙は石英繊維フィルターを使用し、重金属濃度は、圧力分解容器を用い硝酸、過酸化水素、フッ化水素酸を用いて分解後、ICP-MSで測定した。^{1), 2)}浮遊粉じん量は重量法による。

また、水溶性イオン濃度は、純水でろ紙を超音波抽出を行い、ICで測定した。

2. 1 器具及び装置

採取装置 : ハイボリウムエアサンプラー
(紀本電子工業社製)

捕集ろ紙 : 石英繊維製ろ紙 (Palleflex 2500QAT)

分解装置 : 三愛科学製

ICP-MS : 横河製 ICP-MS 4500

IC : 横河製 IC

結果及び考察

1. 重金属と水溶性イオンの平均濃度と月別変化

表2に各地点別の平均重金属濃度と水溶性イオン濃度と変動係数を示し、図1には浮遊粉じん濃度の月別変化を、図2-1~4まで主な測定項目の典型的なパターンを示した。

表2 各地点の平均重金属と水溶性イオン濃度
(2000.9 - 2002.8)

地点	Ni	Cd	Mn	Cr	Be	V	Pb	Co	Cu	Zn	As	Se	Al	Ca	Fe	SO4	NO3	Cl	NH4	SP
A 工業地域 n=24	69.5 [0.94]	9.3 [0.67]	462 [0.52]	206 [1.33]	0.90 [0.60]	32.0 [0.61]	589 [0.55]	7.0 [0.61]	112 [0.50]	1440 [0.53]	57.4 [1.18]	7.7 [0.55]	20.6 [0.69]	13.1 [0.81]	20.6 [0.63]	25.6 [0.45]	10.2 [0.54]	4.9 [0.64]	7.1 [0.56]	494.4 [0.40]
B 住居地域 n=24	27.9 [0.62]	5.7 [0.59]	221 [0.41]	55.5 [0.65]	0.62 [0.89]	27.3 [0.77]	295 [0.52]	5.3 [0.74]	123 [0.57]	680 [0.48]	31.8 [0.76]	6.0 [0.66]	20.8 [0.85]	12.1 [0.78]	17.4 [0.86]	20.6 [0.48]	8.6 [0.52]	3.6 [0.73]	5.1 [0.69]	429.1 [0.60]
C 幹線道路近傍 n=22	31.4 [0.56]	5.7 [0.55]	245 [0.29]	58.8 [0.53]	0.73 [0.67]	32.2 [0.59]	305 [0.44]	5.9 [0.59]	164 [0.43]	740 [0.39]	32.5 [0.60]	6.4 [0.62]	21.2 [0.62]	13.3 [0.86]	21.9 [0.69]	21.1 [0.37]	8.8 [0.37]	4.3 [0.64]	5.6 [0.50]	517.2 [0.32]
D 郊外 n=22	16.6 [0.35]	6.2 [0.65]	155 [0.42]	26.8 [0.39]	0.38 [0.79]	16.6 [0.55]	202 [0.34]	3.2 [0.49]	60.9 [0.42]	489 [0.34]	18.2 [0.55]	5.2 [0.54]	13.2 [0.62]	6.6 [0.74]	12.2 [0.67]	21.0 [0.47]	10.1 [0.68]	3.8 [0.70]	7.8 [0.50]	342.7 [0.45]

Al, Ca, Fe, SO4, NO3, Cl, NH4, SP : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

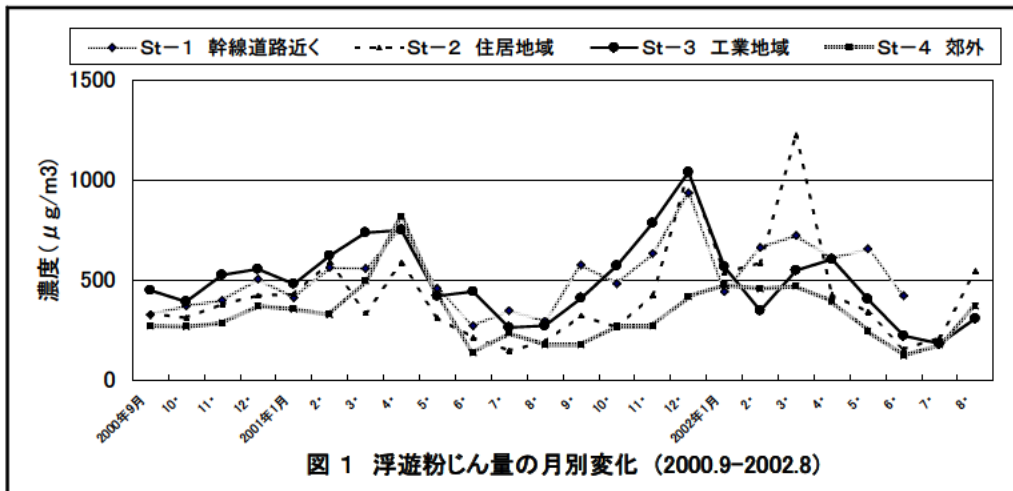


図1 浮遊粉じん量の月別変化 (2000.9-2002.8)

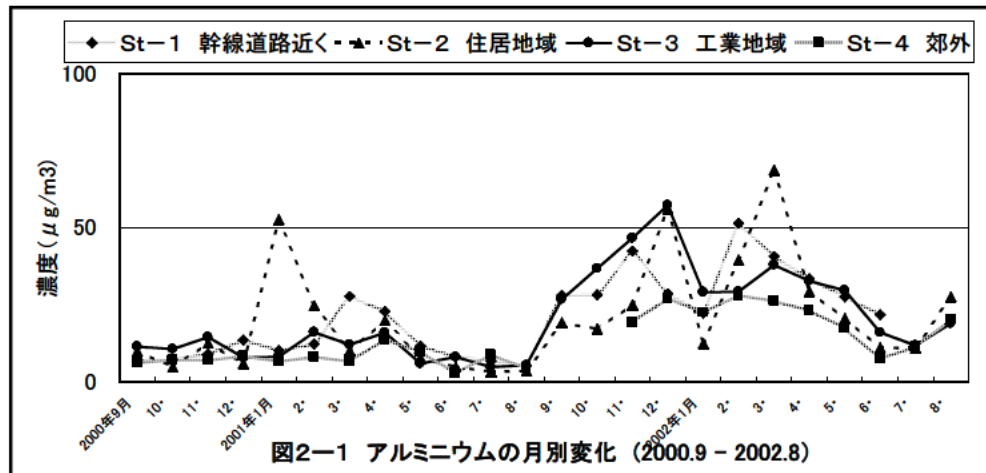
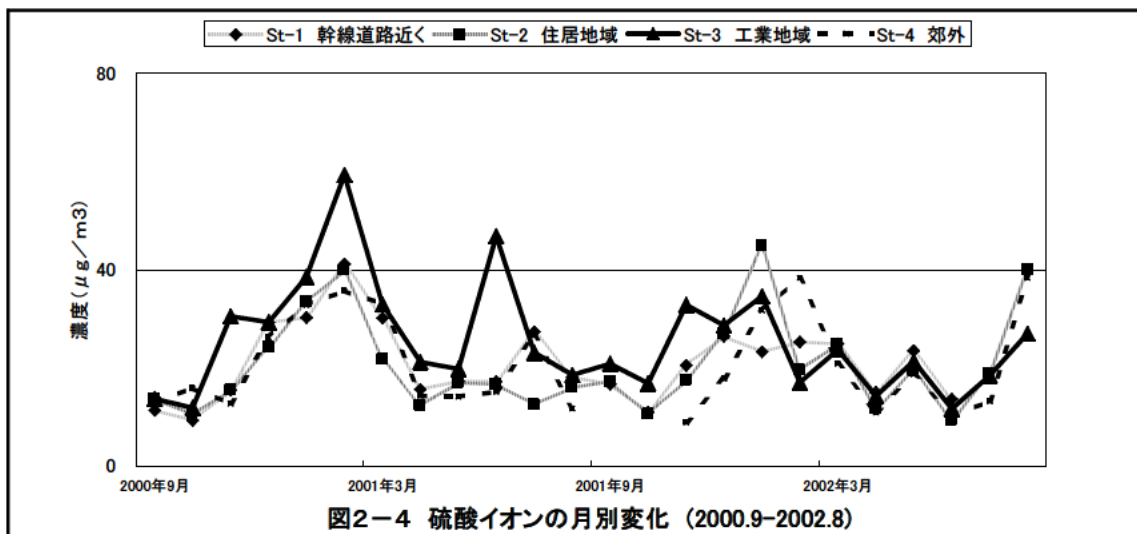
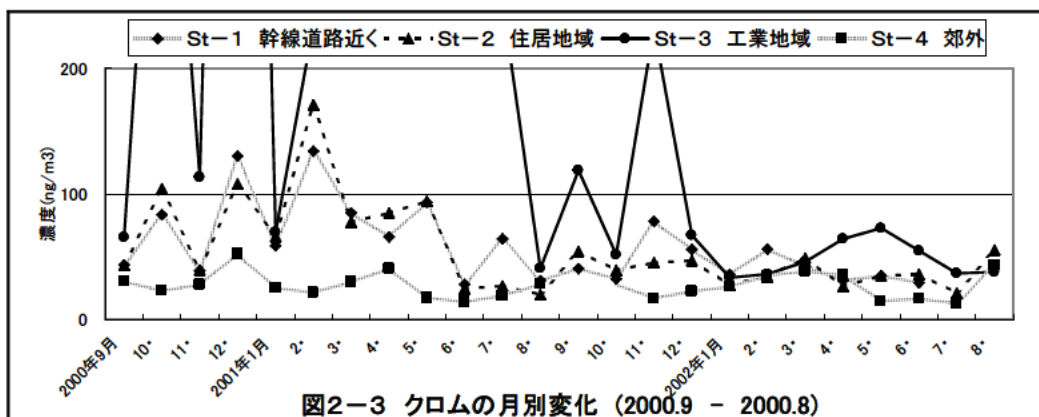
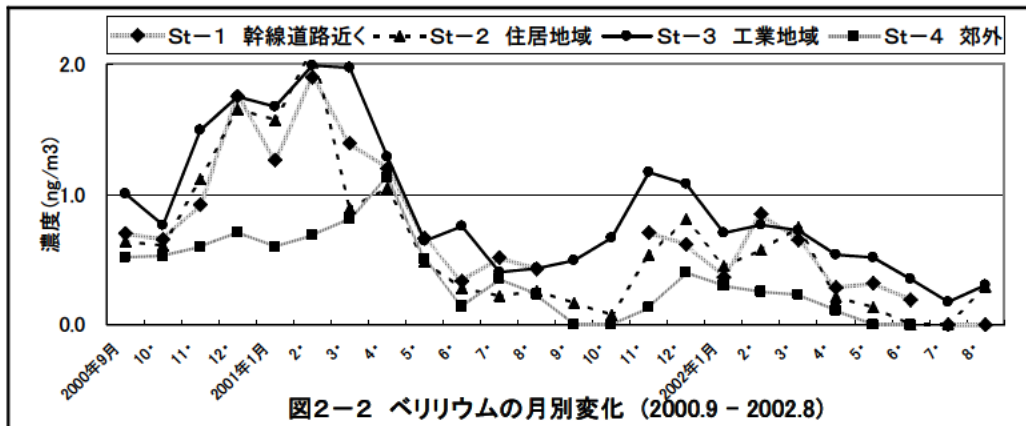


図2-1 アルミニウムの月別変化 (2000.9 - 2002.8)



月別の変化図から、浮遊粉じんの月別変化と同じパターンを示すA1 (図2-1) のように、季節によって濃度が変化する(夏季に比べ冬季に濃度が上昇する。)が、地点間の濃度の差が比較的少ないもの、Beのように季節によって濃度が変化する、かつ地点間の濃度の差も大きい(図2-2)もの、Crのように季節によって濃度があまり変わらないが、地点間の濃度の差が大きいもの(図2-3)、 SO_4^{2-} のように季節によって濃度があまり変わらず、地点間の濃度の差も少ないもの(図2-4)の大きく4つのグループに分けることができた。表3に

各測定項目を4つのグループに分類したものを示した。グループの分類から、季節によって濃度があまり変わらないが地点間の差が大きいもの(Cr, Mnなど)は、測定地点近傍にある事業所からの影響が常時強く受けることが考えられる。季節によって濃度があまり変化せずかつ地点間の差も少ないもの(SO_4^{2-} など)は、二次生成粒子であり、グローバルな気象条件に左右されて地域全体に影響を与えるものと考えられる。また、季節によって濃度が変化する、かつ地点間の濃度の差が大きいもの(V, Seなど)は、冬季に暖房用の

エネルギーである主として石炭などの化石燃料の使用量が増えるためであると考えられ、季節によって濃度に変化するが、地点間の濃度の差が少ないもの（SP,

Al など）は、土壌の巻き上げ等の自然からの由来によるものにと考えられる。

表3 各測定項目のグループの分類

	季節によって濃度 が変化する	季節によって濃度が あまり変わらない
地点間の変化が 大きい	V, Se, Be, Co	Cr, Mn, Zn, As, Cd, Pb
地点間の変化が 少ない	SP, Al, Fe, Cl	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺

2. 主成分分析によるグループの分類

得られた2カ年にわたる各測定項目の月別データに主成分分析を行ったところ、Al, Ca, Feの主として土壌等自然由来のグループ、SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺の主として二次生成粒子のグループ、その他のグループと大きく3つのグループに分けることができた。

図3に住居地域における結果を示す。

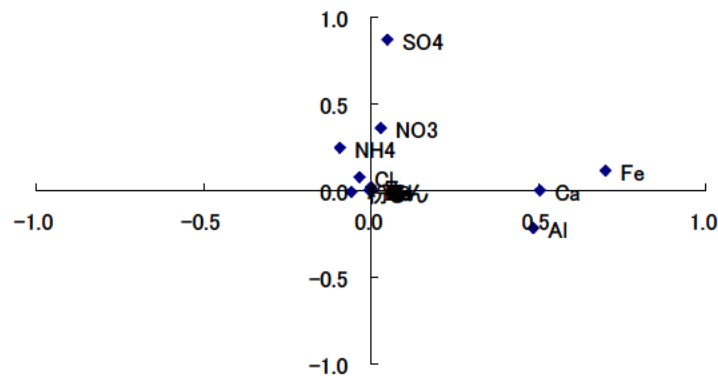


図3 住居地域の散布図

3. 黄砂による影響

AlとCaについては、浮遊粉じん中の主な成分を形成していることから、Ca/Alの比は主な発生源を推定するうえでよく利用される。^{3), 4)}

特に、中国西部の砂漠地帯または遠く中近東の砂漠地帯から飛来して、中国の都市域の生活に大きな影響を与えている黄砂について種々の報告が見られる。報告によると、種々の発生源からの浮遊粉じん中のCa/Alの比は、それぞれおよそ一定で黄砂中のCa/Alの比は比較的低い値であると報告されている。

Ca/Alの比の月別変化と浮遊粉じん濃度の月別変化を図4に示した。

Ca/Alの比と浮遊粉じん濃度の月別変化から、Ca/Alの比が小さいほど粉じん濃度が大きくな

っており、逆にCa/Alの比が大きいほど粉じん濃度が小さくなっている。

図から浮遊粉じん量の濃度が比較的低い場合は、Ca/Alの比は約0.8~1.3の範囲にあり、浮遊粉じん濃度が大きい場合はCa/Alの比は、約0.2~0.5の範囲にあった。

このことから、中国・瀋陽市の浮遊粉じんは、夏季は建設現場から発生する粉じん等が粉じん濃度に影響を与え、冬季から春季は黄砂による影響が粉じん濃度に影響を与えていることが推察された。

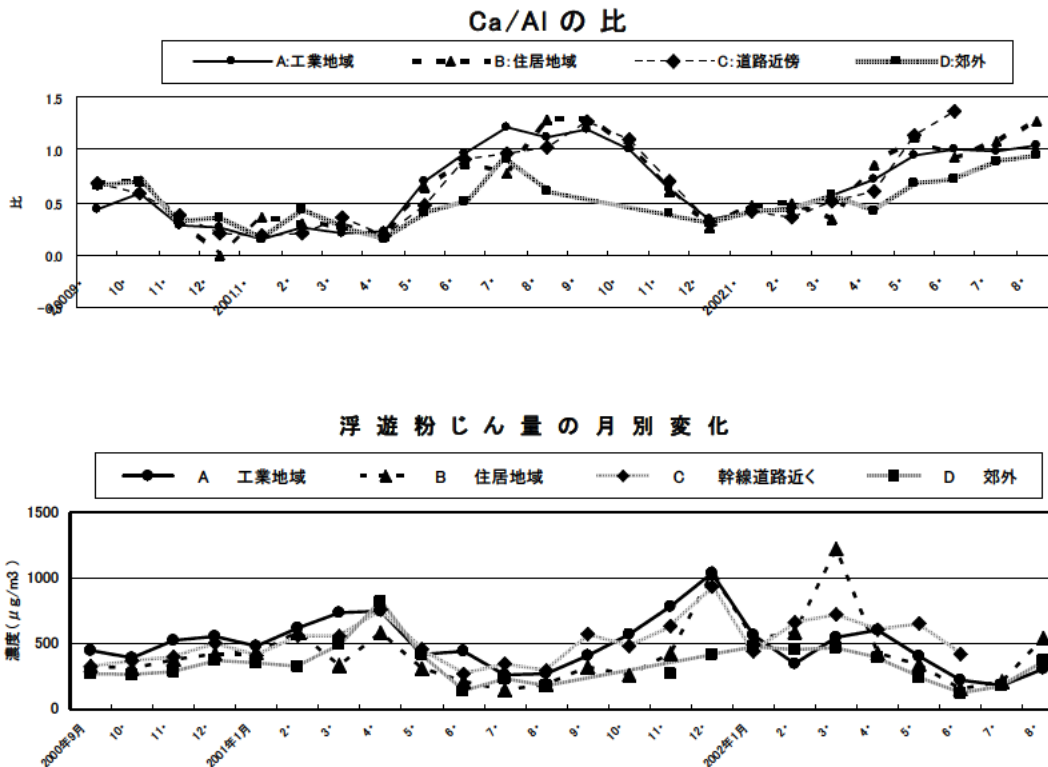


図4 Ca/Alの比と浮遊粉じん量の月別変化

まとめ

平成12年9月から平成15年8月までの2カ年間、中国・瀋陽市において工業地域、住居地域、幹線道路近傍、郊外の4地点でハイポリウムエアサンプラーを用いて大気中の浮遊粉じん中の内容成分について調査を行った結果、以下の知見が得られた。

1. 浮遊粉じん中の内容成分について調査を行ったところ、季節によって濃度が変化するもののうち地点間の変化が大きいもの、変化が少ないもの、また季節によって濃度があまり変わらないが地点間の変化が大きいもの、変化が小さいものの4つのグループに分けることができた。

これらは冬季の暖房用エネルギーである主として石炭などの化石燃料の使用量の増加によることや土壌の巻き上げ等の自然からの由来によることが考えられた。

2. 2カ年にわたる浮遊粉じん中の内容成分について主成分分析を行ったところ、土壌由来のグループ、二次生成粒子のグループ、その他のグループの3つに分けることができた。

3. 黄砂による浮遊粉じん濃度への影響を調査するため、Ca/Al比と浮遊粉じん濃度を比較したところ、冬季から春季は黄砂による粉じん濃度への影響が大きくなり、夏季は、建設現場等から発生する粉じんが粉じん濃

度に影響を与えていることが推定された。

この調査は、文部科学省科学研究（基礎研究B）「中国・瀋陽工業地区の大気中変異原活性のヒト発癌と継代毒性に対するリスク評価の研究」（平成12年～14年度）により実施した。

文献

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル（1997）
- 2) 加藤昌彦，根津豊彦ら：ICP-MSによる大気浮遊粒子状物質中の金属成分方法の検討，第37回大気環境学会講演要旨集，288，（1996）
- 3) 名古屋大学水圏科学研究所編，大気水圏の科学：黄砂，（1991）
- 4) 第43回大気環境学会年会シンポジウム「黄砂の発生状況と日本への影響」，67-86，（2002）
- 5) 関根嘉香，大歳恒産ら：中国瀋陽市の大気中浮遊粒子状物質の成分分析，慶応大学産業研究所（1998）
- 6) 関根嘉香，山崎真吾ら：中国瀋陽市の大気中浮遊粒子状物質の成分分析II，慶応大学産業研究所（2001）金属濃度，第41回大気環境学会講演要旨集，423，（2000）

7) 森淳哉ら：中国北京市における大気粉塵濃度と粉塵中
イオン成分濃度の測定，第 43 回大気環境学会講演要
旨集，266，(2002)

8) 関根嘉香，橋本芳一ら：東アジア地域における粒子
状大気汚染物質の長距離輸送，大気汚染学会誌，26，
216-225，(1991)