

鳥取県内における PM_{2.5} の実態把握に関する調査研究

【大気・地球環境室】

畠山 恵介、湊 沙花¹⁾、中山 めぐみ、大呂 忠司

要旨

鳥取県で観測される大気中の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) について、2011 年から 2015 年までの濃度観測データと 2014 年 4 月 1 日から 2016 年 2 月 2 日までの期間で採取した PM_{2.5} 試料の成分濃度を用いて、汚染状況の把握と PM_{2.5} の特徴把握を試みた。鳥取県の平均的な PM_{2.5} 濃度は 15.7 $\mu\text{g m}^{-3}$ で長期環境基準 (年平均 15 $\mu\text{g m}^{-3}$) をわずかに上回っていた。また季節的には春季、夏季、秋季、冬季の順に濃度が高いことがわかった。成分濃度を用いた主成分分析の結果からは、春季には大陸からの化石燃料燃焼起源の PM_{2.5} と土壌を由来とする PM_{2.5} の影響があること、冬季は大陸からの化石燃料燃焼起源の越境汚染が支配的であることがわかった。

1 緒言

大気中の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は、疫学的調査から呼吸器系疾患等のリスクを上昇させることが指摘されていることなどから¹⁾、近年、世界的に関心の高い大気汚染物質である。この PM_{2.5} の環境濃度については、日本でも環境基準が設定されているが、その達成率は高くない (平成 26 年度達成率²⁾: 37.8% (一般局))。環境基準達成に向けた効果的な対策を進めるためには、継続的な観測による PM_{2.5} による汚染の実態と排出源・機構を明らかにしていくべきだと考える。しかしながら、PM_{2.5} は燃焼等で発生する一次粒子と二次的に大気中で生成する粒子を主体とし、多様な燃焼発生源があることに加え、二次粒子の生成機構は極めて複雑であり、その組成・由来そして動態については様々な研究がなされているものの、いまだ不明な点も多く残されている。

鳥取県内においては PM_{2.5} の観測を 2011 年から鳥取市で開始し、その後、順次県内の測定局を増やし現在 4 地点で観測を行い、その汚染状況を常時監視している。本研究では、これまで

の観測データから鳥取県の汚染状況の実態を調べるとともに、高濃度時及び季節ごとに採取した PM_{2.5} の成分分析の結果を用いて、鳥取県で観測される PM_{2.5} の特徴を明らかにすることを試みたので報告する。

2 方法

汚染状況の実態調査には、県内で最も観測期間の長い鳥取市 (鳥取保健所) の観測データ (日平均値) を用いた。データ期間は 2011 年 4 月 11 日～2015 年 4 月 19 日までである。成分分析は 2014 年 4 月 1 日～2016 年 2 月 2 日 (n=123) の期間で季節ごとに 2 週間サンプリングした試料と高濃度時の試料に対して行い、測定方法は環境省が定めるマニュアルに準拠した。主成分分析により、多項目の成分情報 (PM_{2.5} 濃度と金属 16 元素, イオン 2 成分) を集約し、鳥取県で観測される PM_{2.5} の特徴把握を行った。本稿中の統計解析には統計処理ソフトウェア R 3.3.1 (R Development Core Team, 2016) を用いた。

1) 東部生活環境事務所

3 結果と考察

使用したデータ期間における鳥取県の PM_{2.5} 濃度の頻度分布を図 1 に示す。濃度は最大で 70.8 μg m⁻³ を記録し、鳥取県の平均的な PM_{2.5} 濃度環境を示すと考えられる中央値は 15.7 μg m⁻³ であり、長期環境基準（年平均 15 μg m⁻³）をわずかに上回っている。このことは、継続的な環境基準達成は困難であることを示していると考えられる。季節ごとに見てみると、春季・冬季は、夏季・秋季に比べ短期環境基準（日平均 35 μg m⁻³）を超える日が多く見られ、日平均環境基準の 2 倍に迫る汚染も見られる。しかしながら、平均的な汚染状況を見てみると、春季、夏季、秋季、冬季の順に濃度が高いことがわかった(図 2)。ここで、成分分析の結果を用い、金属元素の濃度比から、季節ごとの汚染の由来を検討した。Pb と Zn の濃度比は越境汚染の指標として

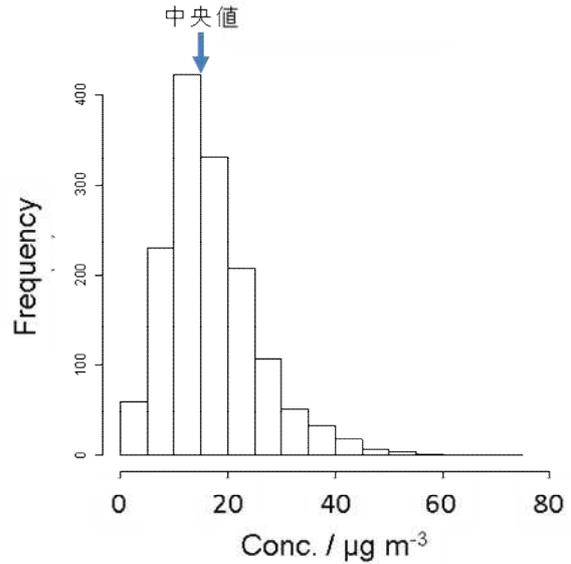


図 1 PM_{2.5} 日平均値の頻度分布

用いられ、Pb/Zn 比が 0.5 を超えると大陸からの化石燃料の燃焼を由来とする汚染の影響を受けている可能性が高いとされる⁽³⁾⁽⁴⁾。季節ごとの

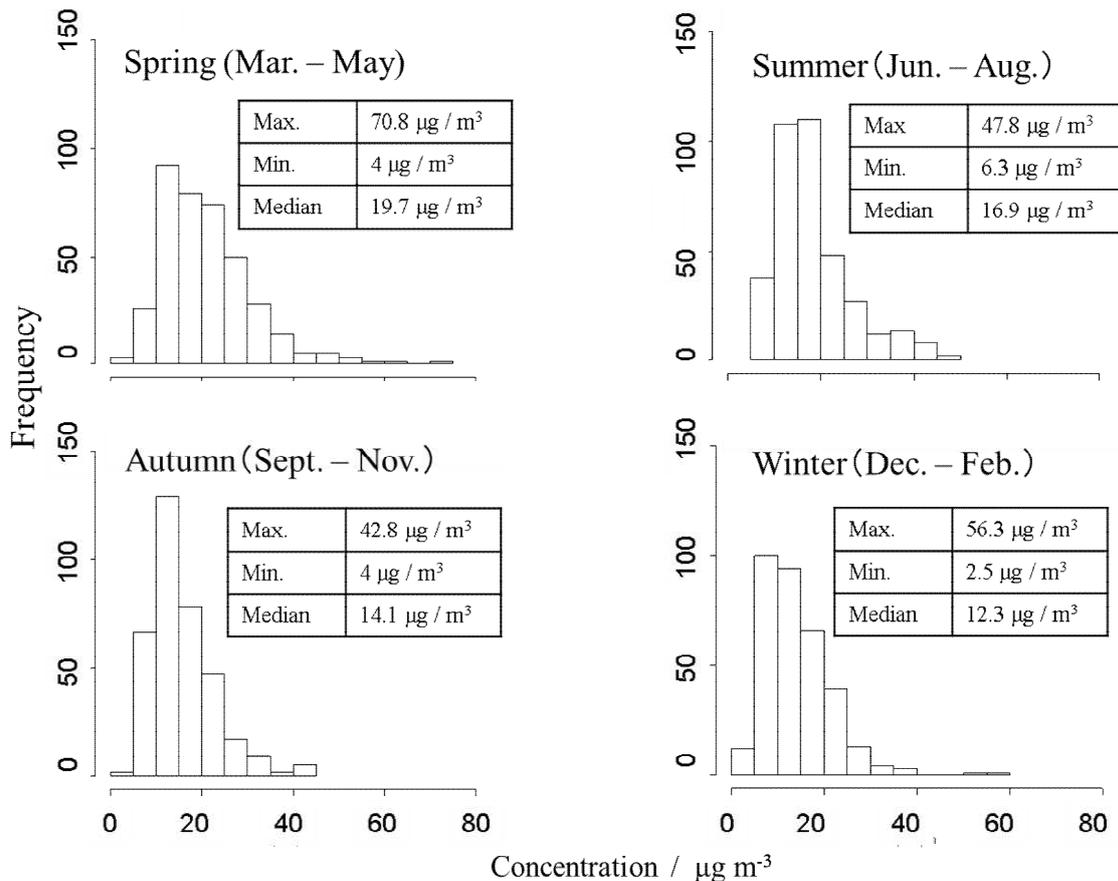


図 2 季節ごとの PM_{2.5} 日平均値の頻度分布

Pb/Zn 比を見てみると (図 3)、春季、夏季、秋季、冬季の中央値はそれぞれ、0.37, 0.16, 0.26, 0.42 であった。データの分布を見ると、Pb/Zn 比が 0.5 を越えるデータの割合は冬季が最も高く、冬季は越境汚染の影響を強く受けているものと考えられる。春季は夏季と秋季に比べ中央値がやや高く、上側四分位点の値が 0.46 であること考えるとデータの約 25% は指標の 0.5 を上回る。このことから、大陸の燃焼由来の越境汚染の影響を少なからず受けていると思われる。夏季と秋季についてはこの指標からは越境汚染の影響はほとんどないことが示唆されるが、一部のデータは高い Pb/Zn 比を示すことから、突発的な越境汚染があると考えられる。次に成分分析を行って得たデータの持つ情報の総合的な解釈を目的に、主成分分析を行った。主成分分析を行う前に平行分析を行い、採用する成分は第二主成分までとした。この第二主成分までの累積寄与率は約 80% であった。図 4 には第一、第二主成分散布図を示す。図 4 中で数字はデータ ID、矢印は各成分の固有ベクトルを示している。いずれの成分も第一主成分と関連が高いことから、第一主成分は大気汚染を示す総合指標であると解釈でき、値が大きいくほど大気はきれいな状態であると言える。PM_{2.5} 濃度の増減は Pb, Zn, SO₄²⁻ の変化と同調性が非常に高いことが示され、PM_{2.5} 濃度の上昇に伴い、これらの燃焼由来の元素濃度が上昇することを示している。また、Al などの土壌由来と思われる元素についても増減について同調性が認められる。しかしながら、燃焼由来元素と土壌由来元素で第二主成分に対する傾向が異なっている。土壌由来元素の固有ベクトルの値が第二主成分軸に対して正であり、一方燃焼由来元素のその値は負となっている。そのため、図の第 2 象限に配置されたデータは土壌由来の元素の寄与が大きく、第 3 象限に配置されたデータは燃焼の寄与が大きいと考えられる。第一主成分に対する負荷が大きいデータ (PM_{2.5} が高い濃度であることを示

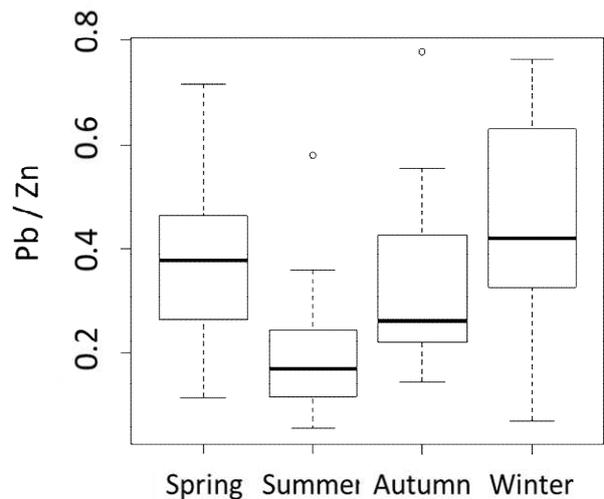


図 3 季節ごとの Pb/Zn 比

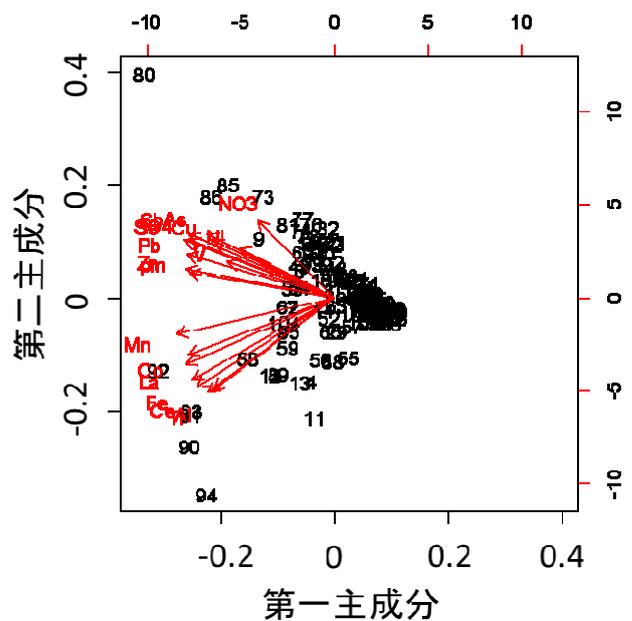


図 4 主成分分析結果 (第一, 第二主成分散布図)

す。)の内、図 4 第 3 象限に配置されたデータは 5 月～6 月にサンプリングされたもので、第 2 象限に配置されたデータは冬季～4 月末にサンプリングされたものであった。このことは、鳥取県で観測される PM_{2.5} の高濃度イベントにおいて、2 つの由来 (土壌、化石燃料燃焼) があることを示している。

4 まとめ

- (1) 春季・冬季は、夏季・秋季に比べ短期環境基準（日平均 $35 \mu\text{g m}^{-3}$ ）を超える日が多く見られた。
- (2) 季節ごとの特徴として、春季は大陸からの化石燃料燃焼起源の $\text{PM}_{2.5}$ と土壌を由来とする $\text{PM}_{2.5}$ の影響が見られ、冬季は大陸からの化石燃料燃焼起源の越境汚染が支配的である。夏季及び秋季は越境汚染の影響は小さく、国内の発生源の寄与が考えられる。

5 参考文献

- (1) 環境省, 中央環境審議会大気環境部会 微小粒子状物質環境基準専門委員会報告, 平成 21 年 9 月
- (2) 環境省, 平成 26 年度大気汚染状況について, 平成 28 年 3 月,
<http://www.env.go.jp/press/102152.html>
- (3) T. Hioki, S. Nakanishi, H. Mukai, K. Murano, *J. Aerosol Res.* 21 (2006) 160–175
- (4) A. Tsuji, T. Hioki, *J. Jpn. Soc. Atmos. Environ.*, 48 (2013) 82–91

Characterization of ambient particulate matter ($\text{PM}_{2.5}$) observed in Tottori prefecture.

Keisuke HATAKEYAMA, Sayaka MINATO, Megumi NAKAYAMA, Tadashi ORO

Abstract

In order to clarify the present state of air pollution by ambient particulate matter so called $\text{PM}_{2.5}$, we investigated the data of $\text{PM}_{2.5}$ concentration measured in Tottori city from 2011 to 2015. In addition, the principal component analysis (PCA) was employed to characterize $\text{PM}_{2.5}$ collected at Tottori city. The median and maximum value of $\text{PM}_{2.5}$ concentration from 2011 to 2015 was 15.7 and $70.8 \mu\text{g m}^{-3}$, respectively. The result of PCA showed two main sources of $\text{PM}_{2.5}$: soil and fuel combustion.