

PM_{2.5} 等の大気汚染物質にかかる濃度変動の挙動把握

三田村 徳子・瀧野 昭彦・江下 舞・高取 惇哉

1. 目的

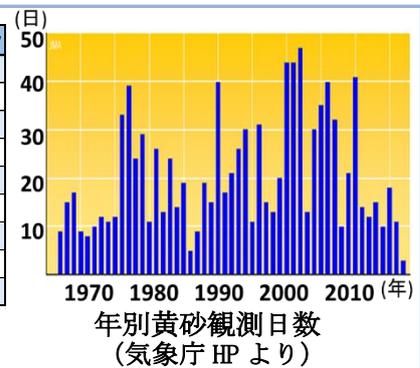
PM_{2.5} が高濃度となる要因は、越境大気汚染の他、国内での自動車排ガスや工場からのばい煙、野焼きの影響等様々であり、海陸風や風の収束等の気象条件によっても、各測定地点で移流や地域汚染の影響に差がある。この調査解析では、PM_{2.5} の移流経路や汚染の特徴から、県内で濃度差が生じる季節別要因を把握する。また、PM_{2.5} とともに移流する有害物質の実態を把握することにより、「安全・安心な大気環境」に資する知見を提供する。

【現状における課題】

- PM_{2.5} の環境基準達成状況が、県内の各地点で異なっている
- PM_{2.5} や黄砂粒子とともに移流する有害物質が危惧される

地点	年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
草津		—	—	—	—	—	○	○	○	○
守山		—	—	—	—	—	○	○	○	○
甲賀		—	—	—	—	—	○	○	○	○
八幡		—	—	—	×	×	○	○	○	○
東近江		—	—	—	×	×	×	○	○	○
彦根		—	—	—	○	×	○	○	○	○
長浜		—	—	—	○	×	×	○	○	○
高島		—	—	—	○	○	○	○	○	○
自排草津		×	×	×	×	×	○	○	○	○

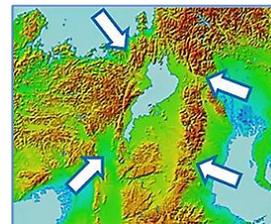
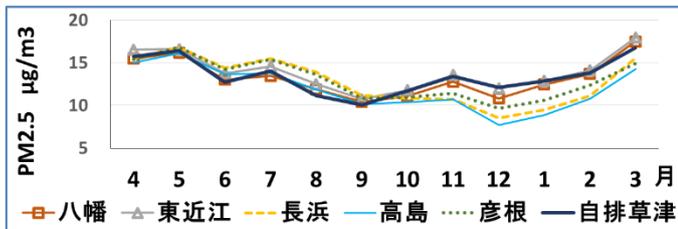
PM_{2.5} の環境基準達成状況
(○：達成 ×：非達成)



【課題解決に向けた対応】

① 県内で PM_{2.5} 等の濃度差が生じる要因を解明

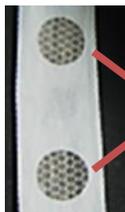
県内の PM_{2.5} は季節により高濃度となる地点が異なるため、移流経路等の要因を調べる



標高の低い所から汚染物質が流入
地理院タイル (<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>) を利用して作図

② PM_{2.5} と他の大気汚染物質と関連を把握

PM_{2.5} とともに国内外から移流する有害大気汚染物質の調査



ろ紙上の粒子

容器に採取した大気

採取した大気試料中の有害汚染物質を測定し、PM_{2.5} との関連を調べる

2. 研究内容と結果

滋賀県としてPM_{2.5}濃度測定を開始した2012年度から2017年度までのPM_{2.5}環境基準達成状況は、地点により差があった。多地点で同時に大きく濃度上昇することが多い季節は春であるが、地点の濃度差が生じやすいのは夏と冬である。夏は県北東部で濃度が高くなっており、冬は県中東部で高く北部で低い傾向である。今回は、夏の地域差の要因について解析した結果を報告する。

<気象モデルによる風向から移流経路を推定>

図1の○で囲んだ5局において、2012年～2017年の7月～9月でPM_{2.5}日平均値30μg/m³以上の日を選び、その中から各地点35μg/m³以上の時間について、県内への移流経路を図2の凡例のように分類した。なお、複数の海域からの収束域になっている場合は「+」表記した。また、オキシダント(Ox)についても、2012～2017年の7～9月の期間で100ppb以上の時間について、PM_{2.5}と同じように移流経路を分類して比較した(図2)。



図1 測定局配置図

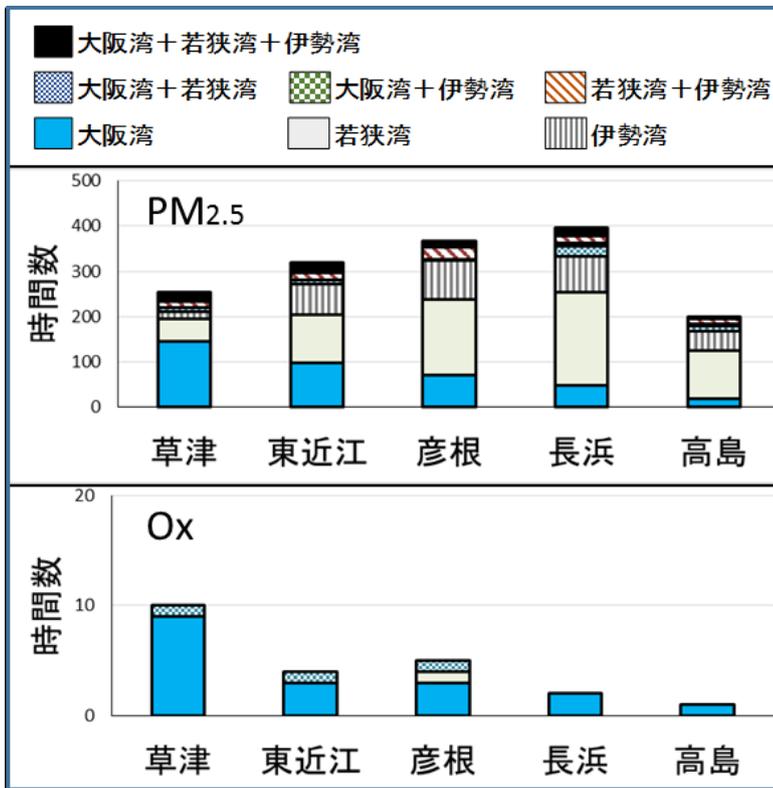


図2 PM_{2.5} と Ox の高濃度時移流経路

図2から、PM_{2.5}は県北東部で若狭湾や伊勢湾からの移流により、濃度上昇していることが多いことがわかる。Oxについては、県北部でも大阪湾からの移流によるものが多くを占めた。PM_{2.5}とOxでは、同じ日に高濃度になる場合も多いが、完全には日時が一致しておらず、図2の移流経路も異なっていた。Oxが県北部で高濃度になる要因は、大阪湾方面からのOxとその前駆物質が県南西部を通過して湖上に輸送され、湖上でさらに光化学反応を起こしOxを生成して北部の陸域に到達するためであると考えている(当センター研究報告書(H20～22年度)「大気環境の現状評価に関する解析モニタリング」)。PM_{2.5}についてもOxと同様に、大阪湾からの輸送中にガス状の前駆物質から粒子への成長が起こっているのではないかと推定したが、今回の解析結果から大阪湾経由の粒子生成よりも若狭湾や伊勢湾からの移流影響が大きいことが判明した。

若狭湾や伊勢湾からの海風が県北東部に入りやすい時間帯は、湖風が弱まる夜間であることも多く、Oxがすっかり消失する時間帯でPM_{2.5}の高濃度が持続している場合があった。

－事例紹介：大阪湾と若狭湾からの移流を推定した事例（2013年7月下旬）－

大阪湾と若狭湾からの移流を推定した事例を紹介する。2013年7月26日の昼に県内のPM_{2.5}濃度（図3左の赤丸）が上昇し、気象モデル（図4左）によると大阪湾方面から風が吹いていた。翌日昼のPM_{2.5}（図3右の赤丸）は、敦賀でかなりの高濃度であり、県内では北部（特に長浜、彦根）で濃度が高く、県中南部（東近江、大津）では濃度上昇が北部よりも小さくなっており、気象モデル（図4右）では若狭湾からの風が入っていた。滋賀県が実施したシミュレーション解析（図5）によると、この期間は高濃度のPM_{2.5}が大陸方面から日本海に流れて込んでいたことが推測された。

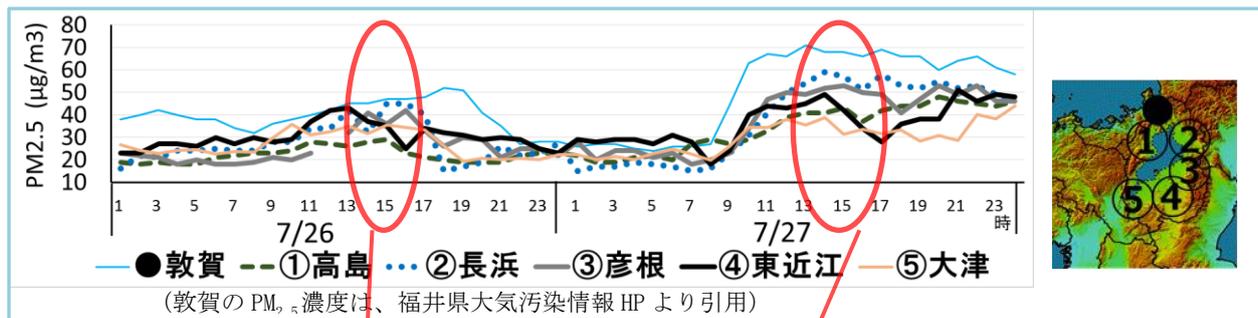


図3 PM_{2.5}濃度の1時間値推移 (右図は地点を表示)

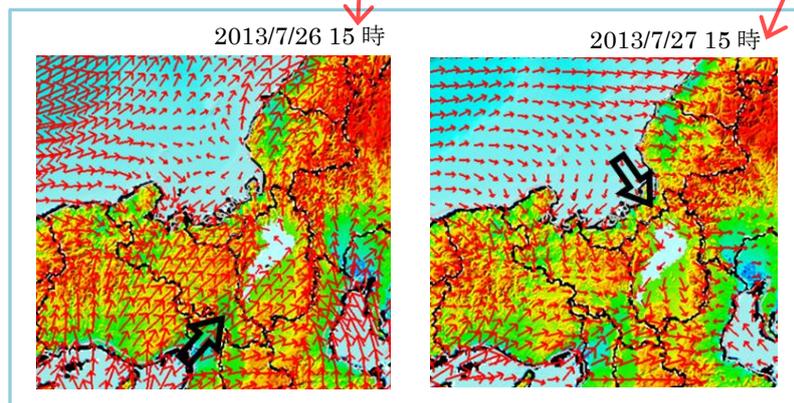


図4 気象モデルによる風向

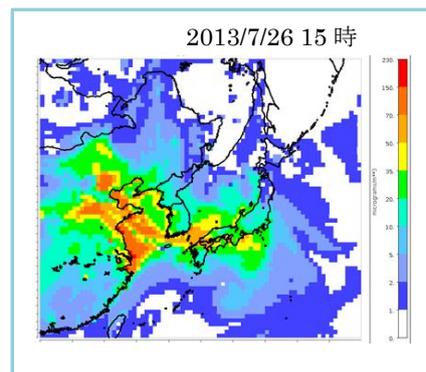


図5 PM_{2.5}の移流 (シミュレーション解析)

同じ事例について、PM_{2.5}に含まれる指標元素の測定結果を図6～9に示した。神戸、大阪、大津、長浜、越前岬における24時間単位での測定値を比較している。他府県の測定値は、環境省のHPより引用した。これらの地点のPM_{2.5}濃度（図6）は、7月25日～27日では27日が最も高濃度であった。ヒ素/バナジウム（As/V、図7）は、石油燃焼由来に比べた石炭燃焼由来の多さを示す指標として用いており、どの地点も27日にかけて値が高くなり、石炭燃焼由来の越境汚染割合が大きくなっていったと考えられる。V（図8）は、船舶や固定発生源から排出される重油燃焼の指標であり、神戸で値が高く、大阪湾からの風で大津に輸送されたと考えられる。As（図9）は、石炭燃焼由来の越境移流の指標としているが、大阪等の工業地帯では近傍汚染源の影響も受けている可能性がある。越前岬のAsは、3日間とも大津や長浜よりも高濃度であり、若狭湾付近に大陸からの汚染物質が流れ込んでいたと考えられる。27日の滋賀県への越境移流は、Asの濃度勾配からも若狭湾方面からの移流であると推測され、風向と一致している。神戸や大阪についてもAsが27日にかけて濃度上昇しており、山陰・瀬戸内経由で国外からの越境移流があったと推定される。

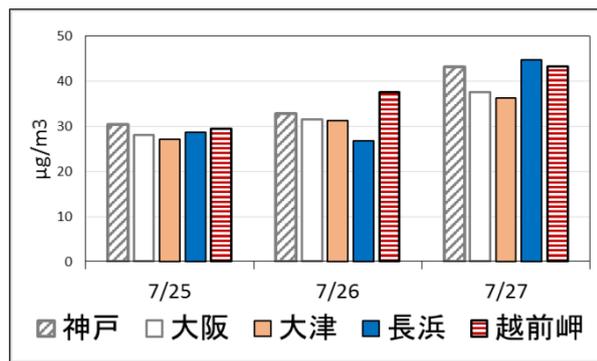


図 6 PM_{2.5} 濃度

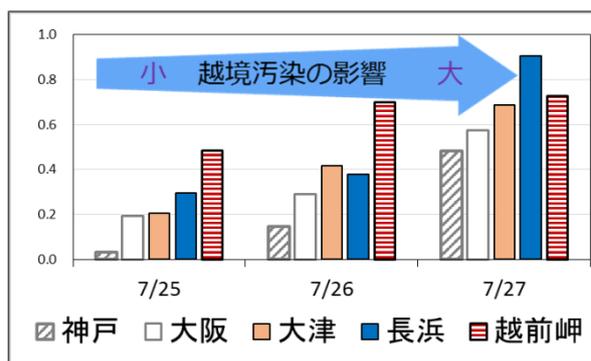


図 7 As/V (石炭燃焼由来/石油燃焼由来)

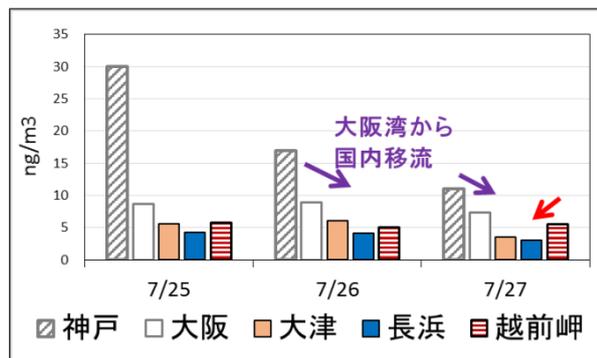


図 8 V 濃度

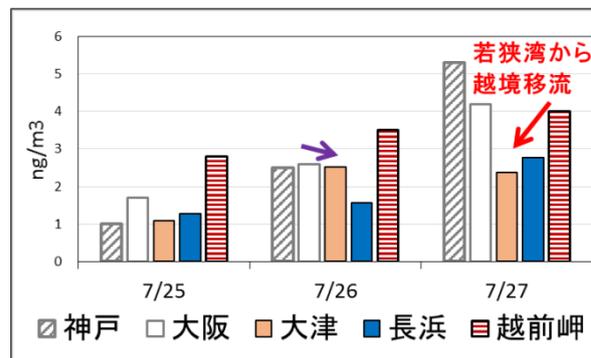


図 9 As 濃度

PM_{2.5} 成分測定結果 (指標元素)

3. まとめ

滋賀県内において、夏季に県南西部よりも北東部において PM_{2.5} 濃度が高くなる要因を解析した。県南西部は大阪湾方面からの移流影響が大きい、北東部については大阪湾に加えて若狭湾や伊勢湾からも移流するため、他よりも濃度上昇することが多いことがわかった。このように、PM_{2.5} が高濃度となる要因は、県北東部でも大阪湾からの移流影響が大きいとは異なっていた。若狭湾経由で PM_{2.5} が高濃度になるのは、日本海に高濃度気塊が存在する場合に限られ、これからは越境汚染の減少による経年的な変化をみていく必要があると考えている。

今後は、秋～冬に滋賀県中東部の東近江、八幡、自排草津等で PM_{2.5} が比較的高濃度になる要因について解析し、年間を通じた変動要因としてまとめる。また、他の大気汚染物質 (VOC 等) について、PM_{2.5} との関連性を調査する予定である。