

PM2.5等の大気汚染物質にかかる移流影響の把握

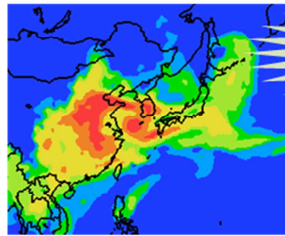
三田村徳子・高取惇哉・宮野愛子・服部達明

1. 目的

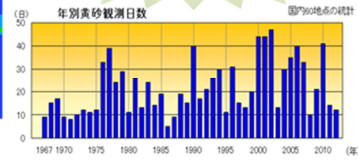
大陸からの越境汚染をはじめ、国内外からの移流が危惧されるPM2.5等の大気汚染物質の現状を把握するため、高濃度時における移流状況を解析し、気象条件等の高濃度要因を特定する。また、窒素等の栄養塩について、大気から琵琶湖流域への沈着量分布の時間的変動と増減要因を解析することにより、大気汚染物質による琵琶湖流域や生態系への影響把握につなげる。

【現状における課題】

- PM2.5など
大陸からの越境汚染の危惧
- PM2.5、オキシダント濃度は
環境基準を達成できていない
- PM2.5による人への健康影響の懸念



大気経由の物質移動は
解明されていないことが多い



(SPRINTARSエアロゾル予測HP
(九州大学)より引用)

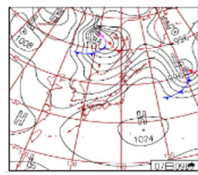
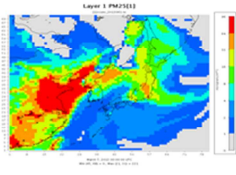
(気象庁HPより引用)

【課題解決に向けた対応】

① 大気汚染物質の移流状況と変動要因の把握

- PM2.5等の高濃度事例について移流状況を把握
- PM2.5等が高濃度となる気象要因を解明

<シミュレーション・流跡線等により移流パターンを分類・解析>

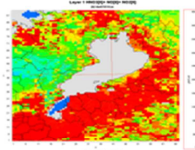


(気象庁HP
より引用)

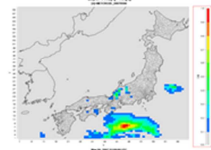
→ 高濃度となる気圧配置パターンや気象要因を推定し、パターン別に実測した成分の特徴と比較。

② 大気降下物による負荷量と変動要因の把握

- 県内の沈着量分布の時間的変動を解明
- 栄養塩等の沈着量が増減する要因を解明



<乾性降下物(粒子)>
移流パターン・季節別に比較



<湿性降下物(雨)>
雨の降り方による比較

- 大気汚染抑制に必要な対策の基礎データとして活用 (発生源推定など)
- 琵琶湖流域における物質循環を捉える基礎データとして活用 (大気からの要因・影響)

研究全体のイメージ

2. 研究内容と結果

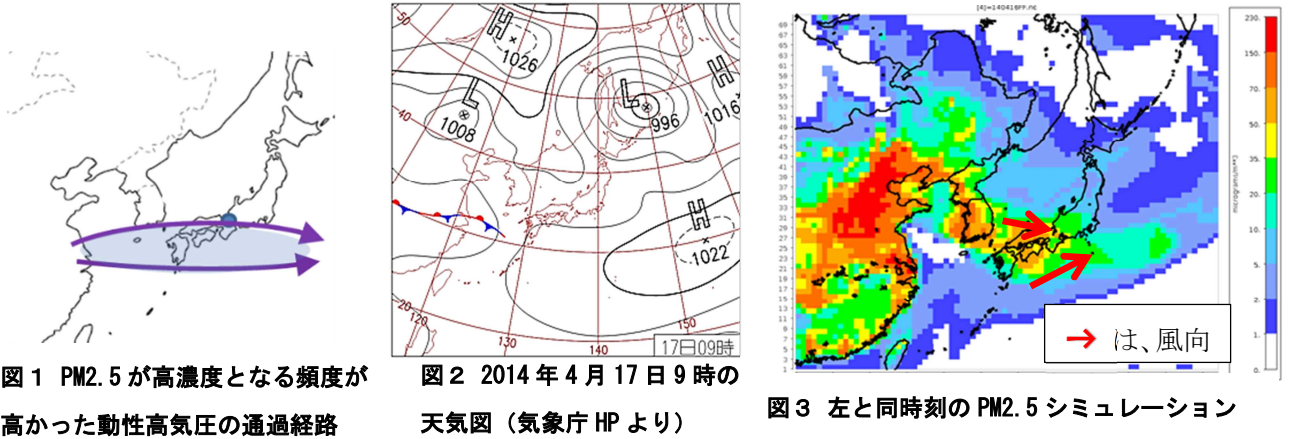
【サブテーマ(1) 大気汚染物質の移流状況と変動要因の把握】

気象庁が公表している日々の天気図から、滋賀県においてPM2.5が高濃度になる日の気圧配置を考察した。その後、滋賀県が構築した大気シミュレーションモデルを更新し、天気図とシミュレーションモデルによる

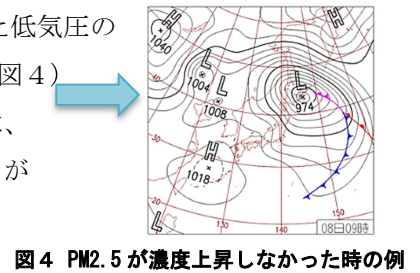
PM2.5 濃度分布を照らし合わせた。以下に、その事例を紹介する（例 1， 2， 3）。

(1) PM2.5 が高濃度となった気圧配置の例

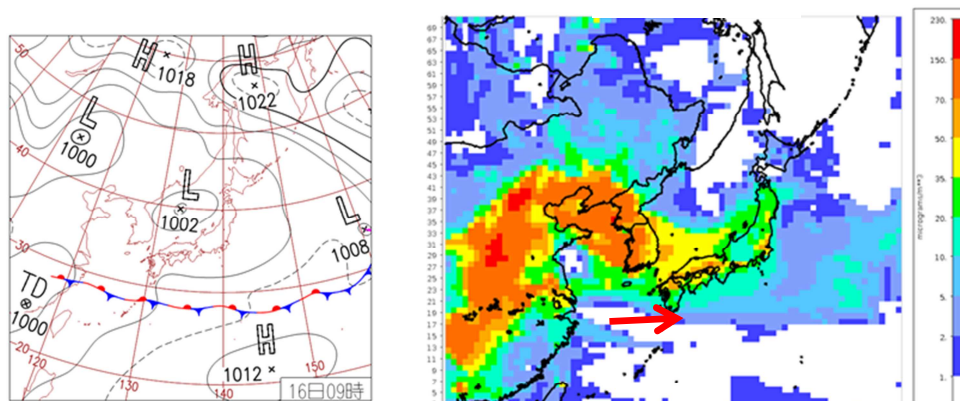
○ 例 1 移動性高気圧の中心が本州の南よりを通過し、日本から離れていく時



- ・ 移動性高気圧北西域の周回流（時計回りに風が吹き出す）による移流と考えられる。
- ・ 移動性高気圧が上図よりも北を通過する場合は、大きく濃度上昇しない場合が多かった。
- ・ 上図のような経路で移動性高気圧が通過しても、本州が発達した低気圧の影響を大きく受ける場合は、濃度上昇しない場合が多かった。（図 4）
- ・ 各年により季節ごとの傾向は異なり、2009 年や 2014 年の 4 月は、高気圧に覆われ多照で低気圧の発達が少ない、PM2.5 の高濃度日が他の年よりも多かった。



○ 例 2 本州の南に前線が、日本海近辺に低気圧が停滞する時



- ・ 長期間、同じような気圧配置が継続したため、日本海の低気圧による反時計回りの穏やかな周回流により、西から PM2.5 が移流したと考えられる。
- ・ 梅雨前線が本州から離れた南海上に停滞し少雨であった 2009 年と 2014 年の梅雨時期は、他の年の同時期よりも PM2.5 の高濃度日が多かった。

○ 例3 太平洋高気圧の勢力が本州の南海上で継続して強い時

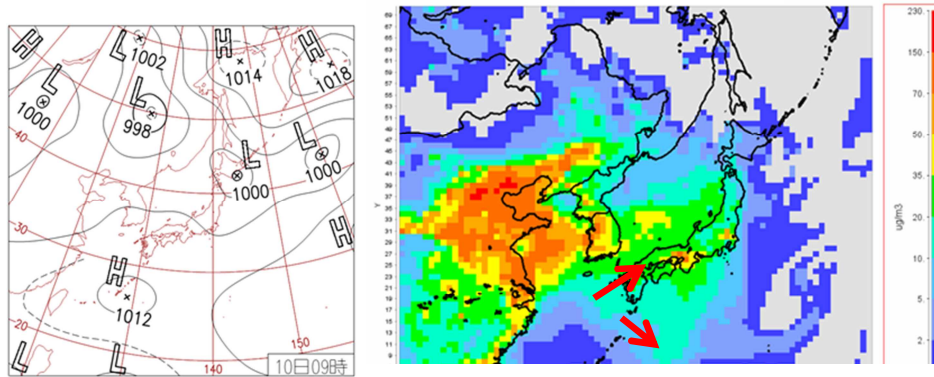


図6 2013年8月10日の天気図とPM2.5シミュレーション

- ・ 2013年のこの時期は、太平洋高気圧が日本の南海上で連日勢力が強く、PM2.5の高濃度日が続いた。西に大きく張り出した高気圧の周回流が大陸起源の汚染物質を日本に運んでくるとともに、弱風化で国内の汚染物質も滞留しやすい状況が続いたと考えられる。
- ・ 2010年や2012年は、日本の東海上で太平洋高気圧の勢力を維持していた期間があり、軽度のPM2.5濃度上昇はあったが、2013年ほどではなかった。

(2) 大気汚染物質の移流について

大気汚染物質が他の場所から移流する時は、風に流されてやってくる。風は、気圧の高低差によって吹くので、等圧線が混んでいる所は風が強く、大気汚染物質は拡散して低濃度になる傾向がある。一部の黄砂日を除いて、PM2.5が濃度上昇する日は、風が弱い穏やかな天候が数日間継続する 경우가多く、このような気象条件下では国外だけでなく国内起源の汚染物質も蓄積しやすいと考えられる。

また、北半球では、高気圧は時計回りに風が吹き出し、低気圧は反時計回りに風が吹き込む。(図7)

大気汚染物質の移流は、高気圧と低気圧の周回流や両者の勢力と位置関係に影響される。

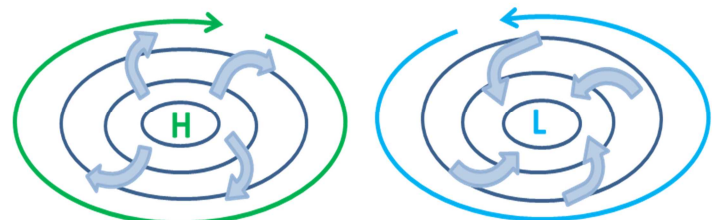


図7 北半球での高気圧と低気圧の風の流れ

【サブテーマ(2) 大気降水物による負荷量と変動要因の把握】

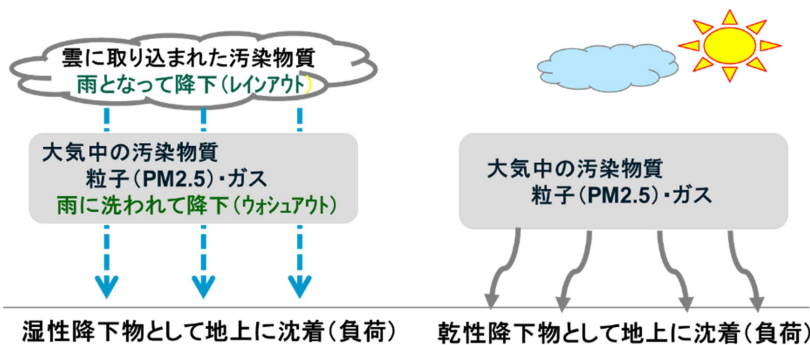


図8 大気から地上への沈着

大気から地上への栄養塩の負荷(沈着)は、雨等による湿性沈着の他、降雨がない時でも粒子やガスによる乾性沈着がある。(図8)

以前に、湿性降水物に比べて実態把握が難しいとされている乾性降水物を中心に調査を実施した結果、窒素負荷のなかで硝酸ガス由来の成分が多く、光化学反応が活発な夏の昼に増加

することがわかった。今後は、負荷量が多いと見込まれる湿性降水物の調査を進めていく。

大気から琵琶湖流域への負荷（沈着）についても、PM2.5 と同様にシミュレーションモデルで計算され、大気汚染物質と無関係ではない。図9に窒素成分についての湿性沈着と乾性沈着のモデル計算の例を示した。2014年4月15日から18日の期間中、PM2.5やOx（オキシダント）濃度が最も高かった17日の日中に、モデル計算による乾性沈着量も多くなっている。光化学反応によりOxや硝酸ガスが濃度上昇し、窒素の乾性沈着量が増加したと考えられる。また、モデルの湿性沈着は17日～18日に表示されているが、前線の接近に伴い西から雨雲が移動してきて、湿性沈着が起こっていることが、うまく再現されていて、天気図とよく一致している。彦根地方気象台での降雨時間帯ともよく一致している。

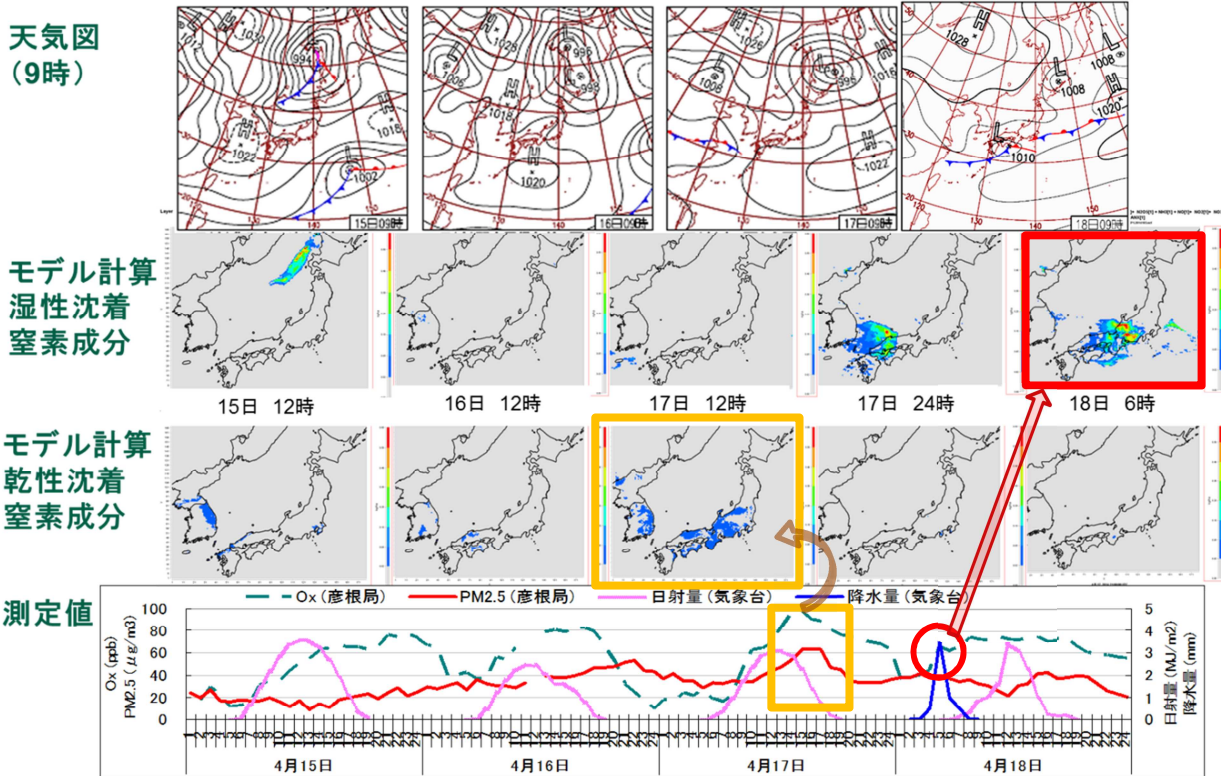


図9 平成26年4月15日から18日の窒素成分にかかる湿性および乾性沈着のモデル計算と測定値

今後は、実測値と照らし合わせながら、シミュレーションモデルにより琵琶湖流域にもたらされる大気由来の沈着量分布を作成し、沈着量が増減する要因を解析する予定である。

3. まとめ

各年の気候の特徴は、偏西風の蛇行やエルニーニョ現象等の影響を受け、数ヶ月以上の長期にわたり継続する。このため、大気汚染物質が高濃度となりやすい気象条件が整った時は、その季節中に何度も繰り返され、環境基準超過や大気からの負荷量が増加する可能性が高くなる。大気汚染物質の濃度や負荷量の変動については、発生量の増減だけではなく、その年の気圧配置の傾向による移流や滞留の変化を考慮して判断する必要がある。