

# 1-1 浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度の長期的変動

～ 浮遊粒子状物質濃度 (SPM) 濃度は減っているのか？ ～

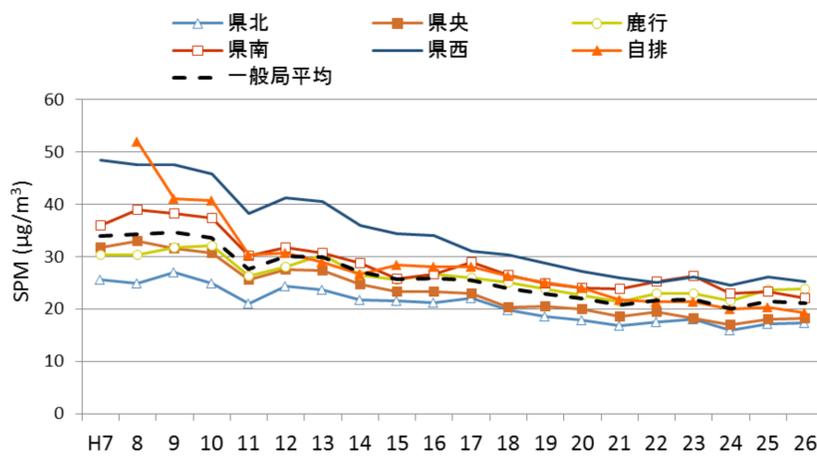
大気中の浮遊粒子状物質 (SPM) の濃度については、昭和53年度から常時監視を行っています。平成7年度から平成21年度までの15年間の常時監視結果について、季節変化や地域差について検討を行いました。

## 浮遊粒子状物質年平均値の推移

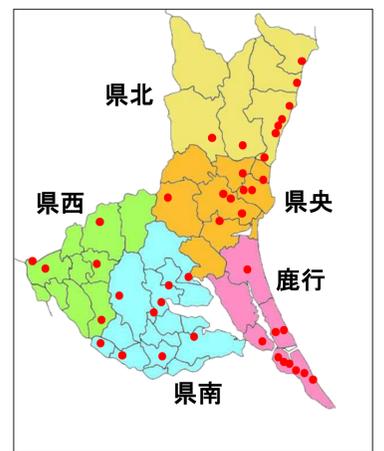
浮遊粒子状物質 (SPM) とは大気中に浮遊する粒子状物質のうち、粒子の直径が  $10\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m}$  は  $1\text{mm}$  の千分の一) 以下のものを指します。

県内のSPM濃度 (年平均値) は、すべての地域で年平均値は年々減少しています。平成7年の時点では、県西、県南、自排局で濃度が大きく地域間の差も大きかったのですが、近年は地域間の差も小さくなってきています。

\* 自排局: 自動車排出ガス測定局



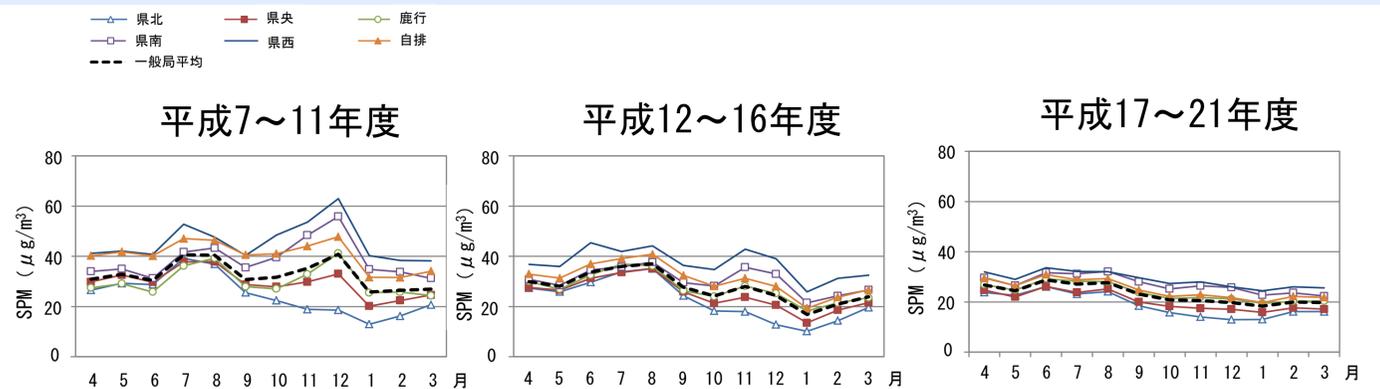
SPM年平均値の推移 (平成7～26年度)



調査地域

## SPM月平均値の5年間平均値

平成7～11年度について、県北地域を除いた地域ではSPM濃度は7～8月および、12月にピークを迎える二山型となっていました。平成12年以降は全ての地域で夏、冬ともに濃度が減少し、春から夏にかけて緩いピークが残る程度となりました。



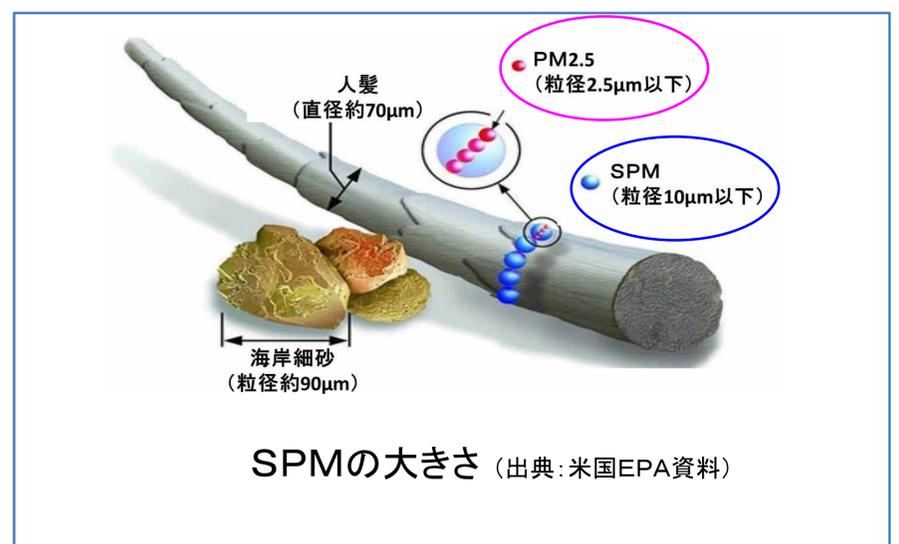
SPM月平均値の5年間平均値

## まとめ

県内のSPM濃度は減少傾向にあり、地域や季節間の変動も徐々に小さくなっている傾向が明らかになりました。

平成21年度に、微小粒子状物質 (PM2.5) の環境基準が定められたことから、平成22年度からPM2.5の地域特性に係る研究を実施しています。

微小粒子状物質 (PM2.5) は、粒子の直径が  $2.5\mu\text{m}$  以下の、SPMよりも小さな物質です。



SPMの大きさ (出典: 米国EPA資料)

## 1-2 浮遊粒子状物質 (SPM) の成分解析

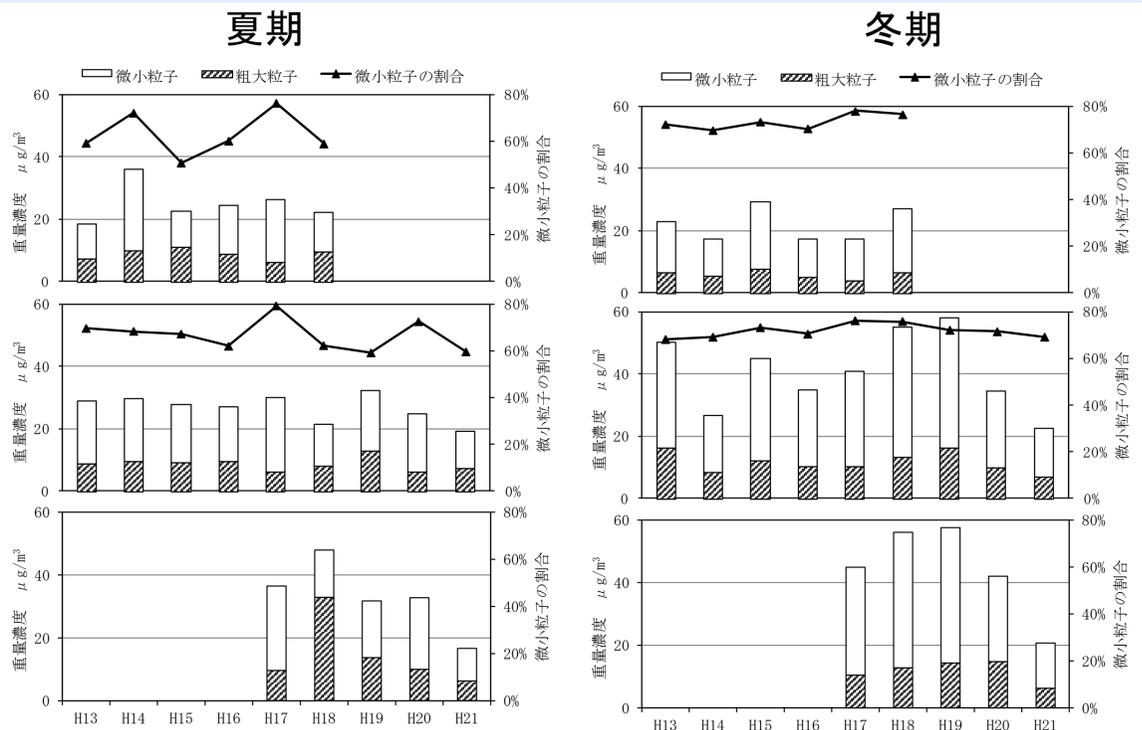
～ 浮遊粒子状物質 (SPM) はどんな成分なのか ～

浮遊粒子状物質 (SPM) の成分を調べると、どのような原因で生成されたか分かるようになります。平成13年度から平成21年度まで調査した微小粒子の割合の推移及び成分の構成割合を示します。

### SPM濃度の推移及び地点間の差

平成13年から平成21年までのSPM成分調査における夏期のSPM濃度および微小粒子の割合の推移を左図に、冬期のSPM濃度および微小粒子の割合の推移を右図に示します。

夏期のSPM濃度をみると、自排局でやや濃度が大きく、ついで県西 (筑西, 常総, 古河), 水戸の順となりました。冬期のSPM濃度をみると、水戸で他の地点に比べて明らかに小さく、県西及び自排局で大きくなりました。

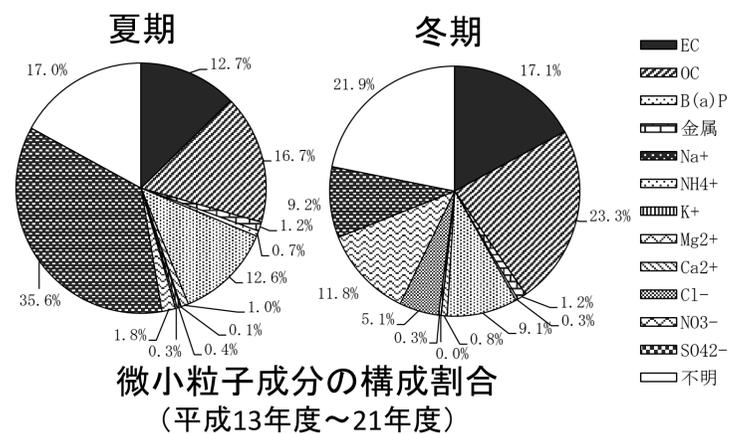


SPM濃度推移と微小粒子の割合  
(上段:水戸, 中段:県西, 下段:自排局)

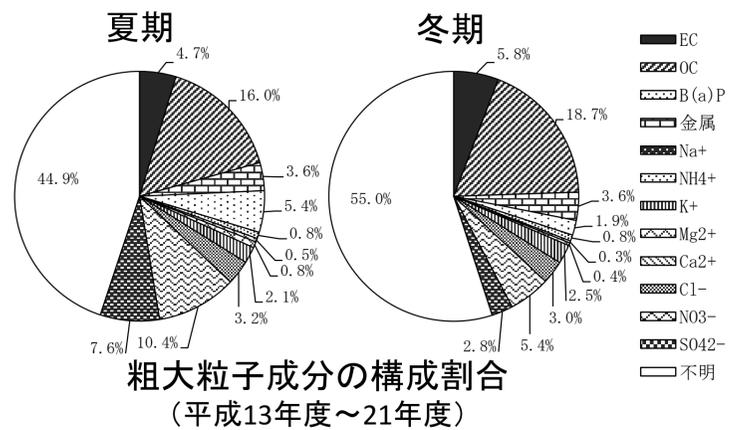
### SPM成分の構成割合

微小粒子 (直径 $2.1\mu\text{m}$ 以下) の季節別の成分構成割合を上図に、粗大粒子 (直径約 $2.1\sim 11\mu\text{m}$ ) の季節別の成分構成割合を下図に示します。値は水戸石川, 筑西保健所, 常総保健所, 古河市役所, 土浦中村南の平均値です。なお, 金属成分 (Mn, Fe, Cu, Zn, Pb) は, 低濃度であるため, 「金属」として合計値で示しました。

上図の微小粒子の構成割合をみると, 夏期には光化学反応により生成されると考えられる $\text{SO}_4^{2-}$ と, カウンターカチオンである $\text{NH}_4^+$ からなる硫酸アンモニウムが特に大きい割合となりました。一方, 下図の粗大粒子の構成割合をみると, 夏期には有機炭素 (OC),  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  及び $\text{Na}^+$ が, 冬期にはOC, 元素状炭素 (EC),  $\text{NO}_3^-$  が大きな割合となりました。



微小粒子成分の構成割合  
(平成13年度～21年度)



粗大粒子成分の構成割合  
(平成13年度～21年度)

夏期については硫酸エアロゾルなどの光化学反応による生成粒子がSPMの主な成分となっています。一方, 冬期は微小粒子成分の炭素成分及び塩化物イオンの割合が大きく, 燃焼の影響が大きいものと推測されました。

## 1-3 微小粒子状物質(PM2.5)の状況

～ 調査で見えてきたPM2.5の季節変動と県内の濃度分布 ～

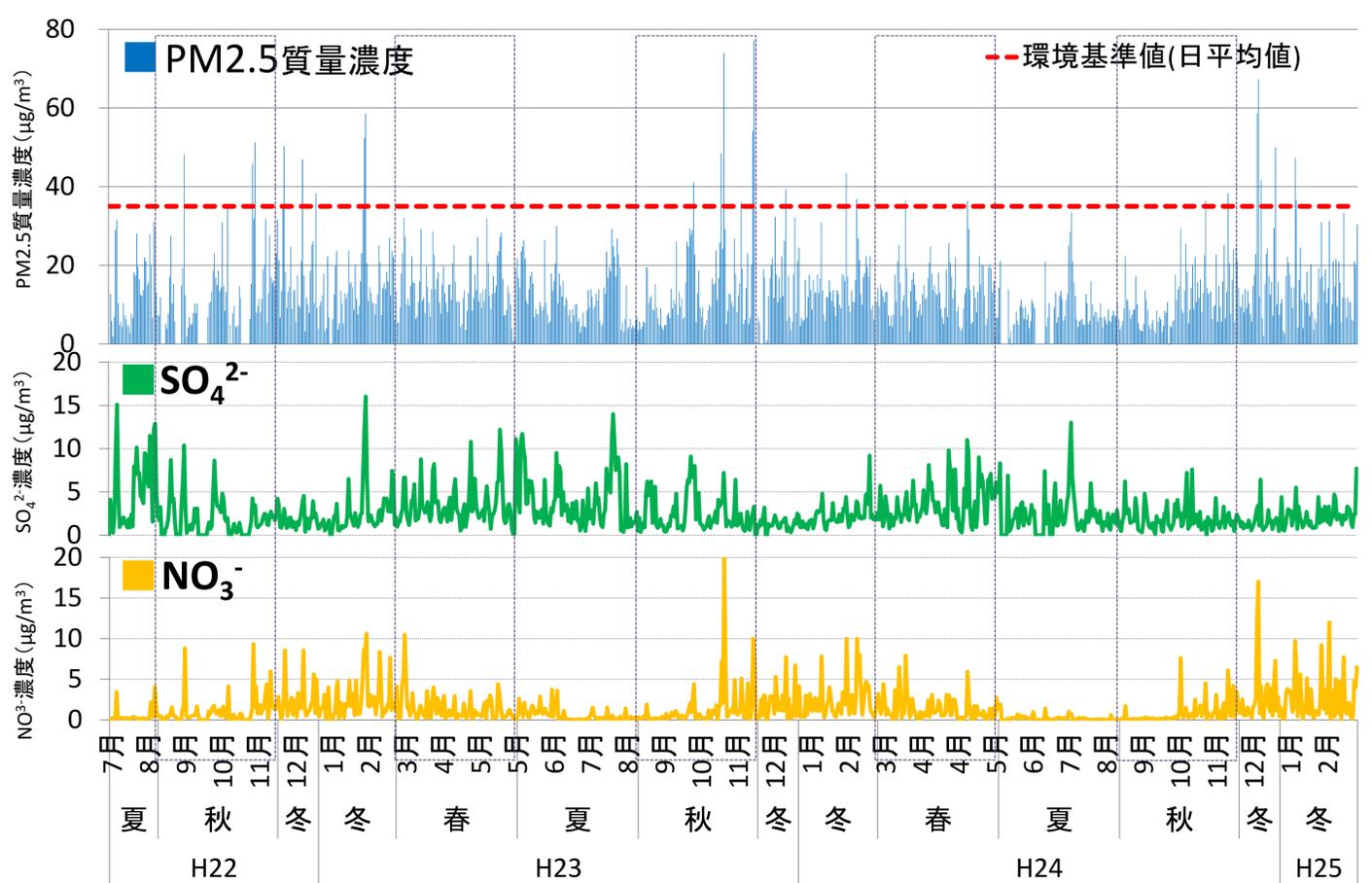
微小粒子状物質(PM2.5)は、呼吸器の奥深くまで入りやすいため、呼吸器疾患など健康影響が懸念されるため、平成21年に新しく環境基準が設定された物質です。自動測定装置による常時監視に先駆けて、濃度測定や成分調査を行い、県内の状況を把握しました。

### PM2.5の季節変動(土浦市内での約3年間毎日測定)

PM2.5質量濃度は、秋～冬季に環境基準(1日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ )を超えるような高い値を示す日が多い傾向があります。

イオン成分のうち、濃度割合が多いのは、硫酸イオン( $\text{SO}_4^{2-}$ )と硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )ですが、硫酸イオンは春～夏にかけてやや高い傾向が、硝酸イオンは秋～冬に高い傾向があることが分かりました。

測定地点: 土浦市  
(土浦保健所一般環境大気測定局)  
測定期間: H22.7～H25.2

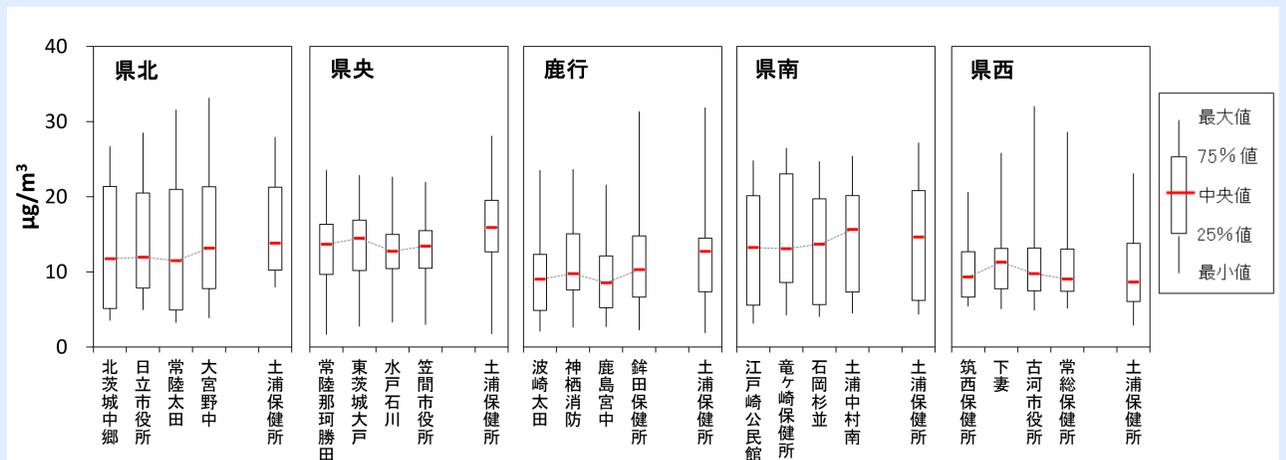


土浦保健所測定局におけるPM2.5質量濃度, 成分濃度( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ )の経日変化

### 県内の濃度分布

県北, 県央, 鹿行, 県南及び県西の地域毎に4地点ずつ調査をした結果では、地域内ではほぼ同様の濃度変動を示すことが分かりました。

地域ごとの濃度を、毎日測定していた土浦保健所の値とを比較すると、県北, 県央及び鹿行地域は、県南の土浦よりもやや低い傾向があることが示唆される結果となりました。



PM2.5の県内各地域の濃度分布

(この調査は、県内20地点を5地域に分け、季節毎に、4日ずつPM2.5質量濃度を測定して、県内の濃度分布の状況を把握しました。調査日がブロックごとに異なるので毎日測定していた土浦保健所と合わせてグラフにしています。)

### 県内の地域特性について

PM2.5質量濃度が秋から冬にかけて高い日があるのは、この季節は逆転層ができやすく、暖かい上層の空気が蓋をしたような状態になり大気が拡散しにくく安定化するため、汚染物質が拡散しにくくなるためです。

※逆転層(接地逆転層)とは、高気圧に覆われてよく晴れた日などに、放射冷却のため夜間から朝方にかけて地表面の温度が下がり、上層の気温の方が高くなる現象のことです。

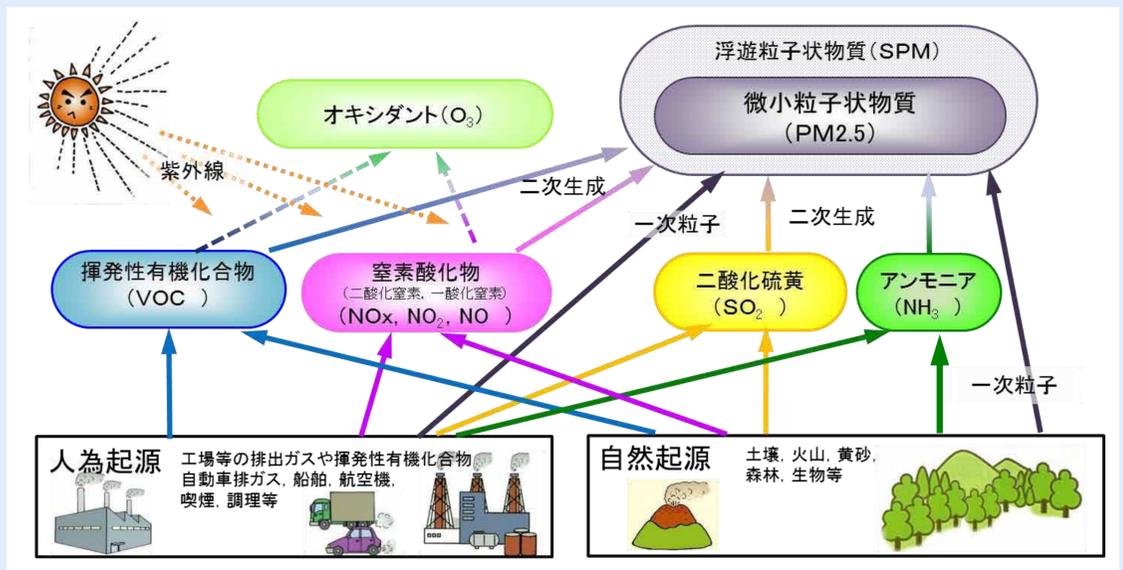
## 1-4 微小粒子状物質(PM2.5)高濃度の解析

～ PM2.5高濃度日の状況について～

微小粒子状物質(PM2.5)は、逆転層が形成されて大気が安定する秋から冬や光化学反応が起こりやすい夏に高濃度になる日があります。高濃度日のPM2.5成分分析結果や気候の状況等から、高濃度の原因の解析を行いました。

### PM2.5の成分と発生源・発生メカニズム

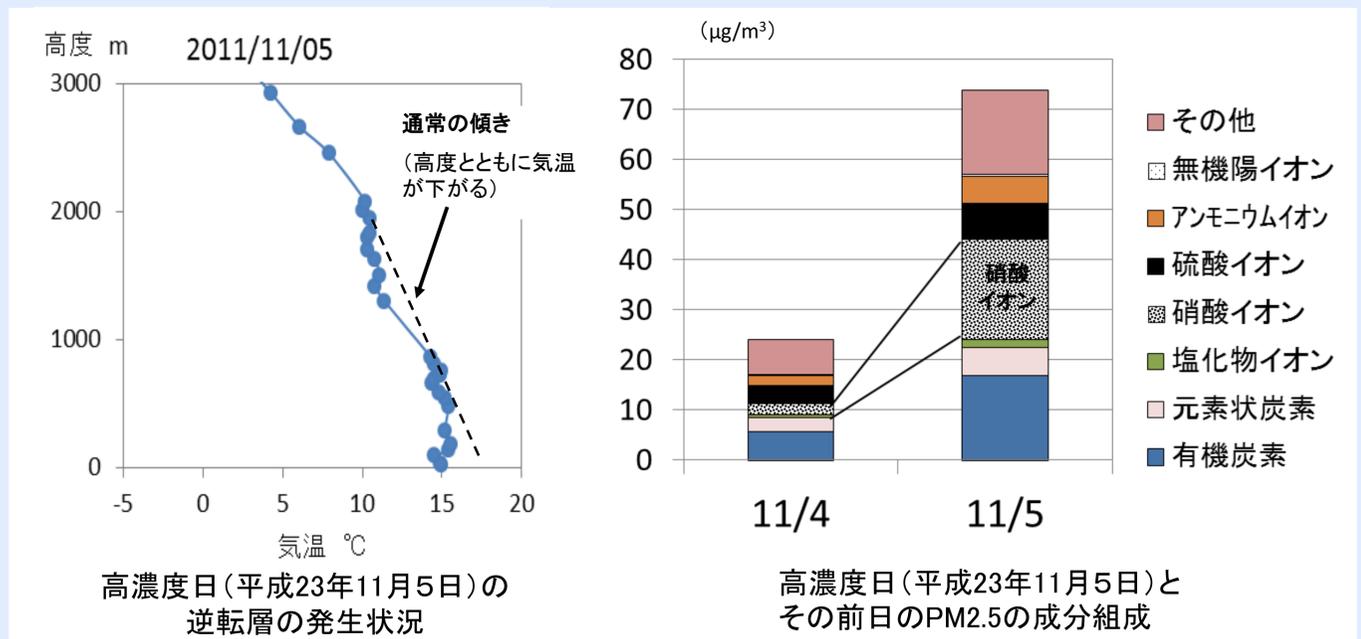
粒子状物質(PM2.5やSPM)の成分のうち、硝酸イオンは、物の燃焼によって排出される排ガスの中に必ず含まれる窒素酸化物が、化学反応により二次生成してできた物質です。硫酸イオンは、硫黄分を含む重油・石炭等の燃焼や火山から排出された二酸化硫黄が、化学反応により生成した物質です。元素状炭素は、有機物が高温で不完全燃焼する際に生成します。有機炭素は、揮発性有機化合物などさまざまな有機物質が粒子化したものです。



PM2.5の発生メカニズム

### 秋から冬に高濃度の日が多い理由→逆転層の発生による大気の安定

平成23年11月5日に土浦保健所でPM2.5質量濃度が高い値を示しましたが、当日の大気の状態は、逆転層※が発生しており、大気の流れが停滞しやすい状況でした。それに加えて、化学反応により生成された硝酸イオンが高濃度化したことによるものと考えられました。このように、秋から冬には放射冷却により逆転層が発生して、汚染物質が拡散しにくくなるため、PM2.5濃度が高濃度になる傾向があります。



※逆転層の形成と大気の安定化

高気圧に覆われてよく晴れた日などには、放射冷却のため夜間から朝方にかけて地表面の温度が下がり、上層の気温の方が高くなりますが、これを接地逆転層(または単に逆転層)といいます。逆転層が発達すると、暖かい上層の空気が蓋をしたような状態になり大気が拡散しにくく安定化した状態になります。

### 高濃度時の原因・発生源解明について

3年間にわたる成分分析は高濃度現象を何度も捉えることができました。高濃度現象を解析した結果、多量の硝酸イオンが二次生成され、大気が停滞しやすい気象条件になった場合に、発生している例があることが明らかになりました。また、春から夏には、光化学オキシダント濃度が高い時にPM2.5濃度が高くなる傾向があることも明らかになりました。

この研究成果は、常時監視測定局の配置や成分分析結果の解析等の基礎資料として活用されています。

# 1-5 微小粒子状物質 (PM2.5) の現在の状況

～ 常時監視結果からみるPM2.5の濃度分布とその成分 ～

PM2.5については、大気汚染防止法に基づき、自動測定装置による24時間連続測定(常時監視)と、四季毎の成分測定を行い、県内の状況を把握しています。成分測定結果等を活用して、発生源の解析を行っています。

## PM2.5濃度の状況(常時監視結果)

県では、平成24年度から自動測定機を用いてPM2.5の質量濃度を連続測定しています。

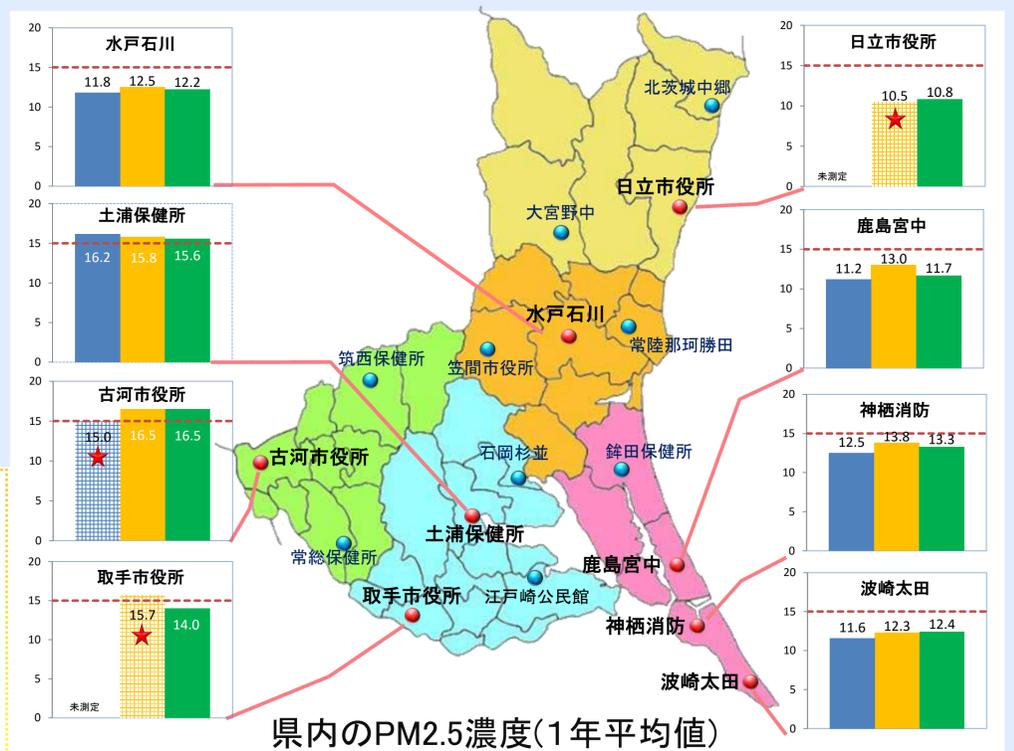
測定地点数は、平成24年度末は6地点、25年度末は8地点でしたが、平成26年10月に9地点増設され、平成26年末現在では17地点となっています。

平成26年度までの結果では、PM2.5濃度は、県西、県南地域で比較的高い傾向にあり、環境基準値(1年平均値 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )を超過する地点もありました。

### ○PM2.5の環境基準

1年平均値が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1日平均値が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること

※環境基準の評価は有効測定日数が規定日数(250日)以上である必要があります。規定日数に満たない地点は参考値扱いとしています。



## PM2.5の構成成分と季節変動

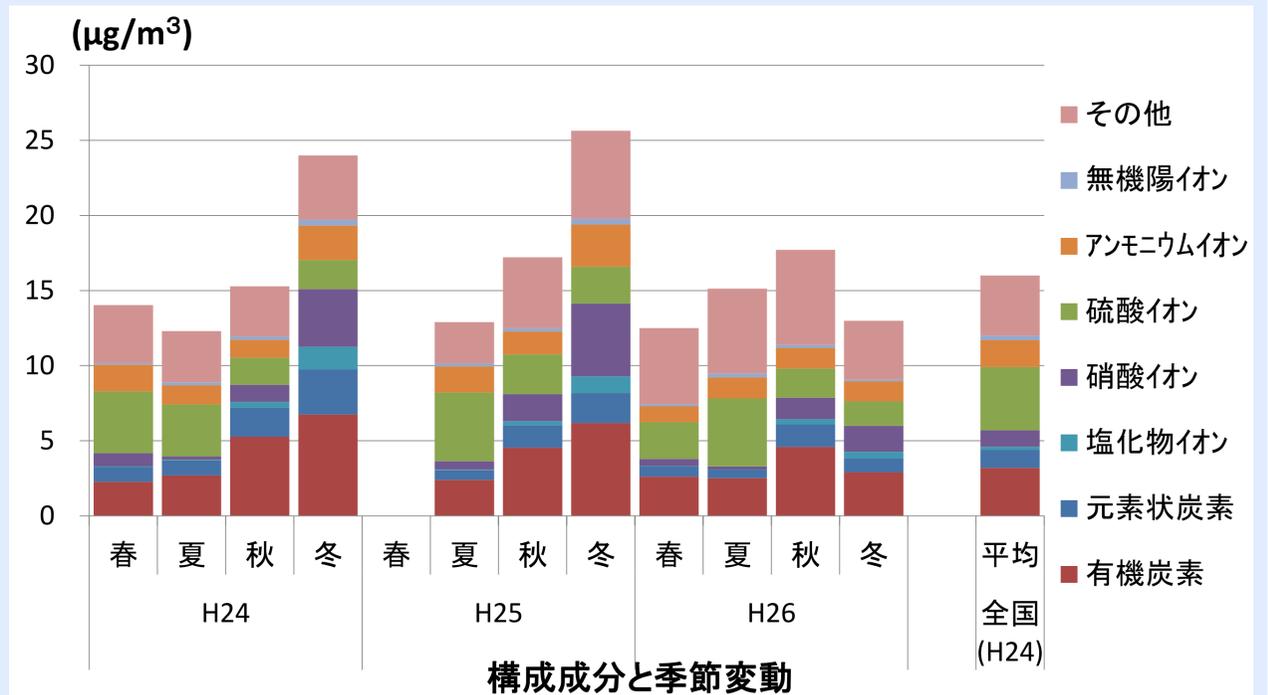
県内の測定地点の代表地点として、土浦保健所において、季節毎に成分分析を実施しています。季節変動や構成成分の解析により、PM2.5の発生源解析を行っています。

### 《季節変動》

秋冬が比較的高く、春夏は比較的低い

### 《構成成分》

夏はイオン成分が多く、冬は炭素成分(有機炭素(OC)や元素状炭素(EC))が多い



## 調査研究成果の活用

茨城県内の常時監視結果によるPM2.5濃度は、事前の調査研究成果と同様に県南・県西地域がやや高い傾向となっています。また、秋冬が比較的高いことや季節によって構成成分が異なることも研究成果と同様でした。

今後とも、PM2.5の成分分析調査を行うとともに、国や他自治体の研究機関等との連携を深め、広域的高濃度現象の解明や発生源解析に係る研究を進めていきます。