

[特別講演]

PM2.5に係る最新動向について

西 村 洋 一

(環境省水・大気環境局大気環境課課長補佐)



環境省水・大気環境局大気環境課の西村と申します。

PM2.5に関する最新の動向に関しては、近年、微小粒子状物質につきましては、肺の奥まで入り込んで、従来のSPMによる呼吸器系への影響だけではなく、循環器系への影響もあるということが懸念されています。

国外での環境目標値の設定状況は米国が最初であり、1997年に年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、日平均値 $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ と設定し、2006年に日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ へと強化しています。くしくも、この値が今回設定した環境基準の値であります。EUでは、2005年に基準を提案し、2008年には指令案を採択、同年6月に官報告示され、日平均値はなく、2015年までに年平均値 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2020年までに年平均値 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を達成しようというものであります。

米国の基準は、日本の環境基準と同様、目標値という位置付けであるのに対し、EUの基準は、達成期間があるように、守らなければならない基準という位置付けになっているため、両者に、若干の数値の差があると考えられます。また、WHOが2006年に年平均値 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ というガイドライン値を示していますが、各国政府が目標を立てる際、国内の状況を考慮して、独自の基準を設定することを妨げるものではないとしています。

次に、環境基準設定の検討の経緯についてですが、平成11年から平成18年まで曝露影響調査を実施し、その後、評価検討会を行いました。それらの結果をふまえ、次に、リスク評価の方法についての専門委員会、測定法評価検討会を開催し、昨年12月にこれらの検討会の報告をとりまとめ、中

央環境審議会へ報告し、「微小粒子状物質に係る環境基準の設定について」諮問し、それを受け、中央環境審議会の大気環境部会の下に「微小粒子状物質環境基準専門委員会」と「微小粒子状物質測定法専門委員会」を設置し、議論していただきました。

「微小粒子状物質環境基準専門委員会」は、疫学的な話、曝露の状況、健康への影響など、環境基準の設定に関する課題について、合計10回開催されました。「微小粒子状物質測定法専門委員会」は、標準測定法の内容とその基本的条件、標準測定法と等価とみなせる自動測定機の検討、評価方法と精度管理などの課題について、合計5回開催されました。その後、1ヶ月のパブリックコメントの実施結果を踏まえて、大気環境部会への報告、さらに部会了承後の平成21年9月に中央環境審議会から答申がなされました。そして、同月9日に環境基準として告示したところであります。

PM2.5の健康影響評価については、呼吸器系、循環器系への影響、発がん性への影響があり、リスクの大きさは、喫煙等の曝露要因と比べて大きくはないものの、公衆衛生上軽視できないものであります。また、呼吸器系のみならず、循環器系や肺がんに関するリスクがあるという知見があります。

定性的に見ると、微小粒子状物質への曝露は、呼吸器系疾患、循環器系疾患及び肺がんについて原因の一つであるという評価がなされています。しかし、閾値の有無については明らかでないことから、定量的評価手法については、十分な検討が必要であると検討会の結果が出されています。定

量的評価の考え方については、

① PM2.5はさまざまな成分で構成されるとともに、地域によって大気環境中の粒子成分が変動するため、疫学知見に基づき、集団における微小粒子状物質への暴露に対する影響に閾値の存在の有無を明らかにすることは難しい。

② 微小粒子状物質の濃度が低い環境下においても、いくらかのリスクがある可能性は否定できないが、他方、不確実性のために明確なリスクの定量的評価ができない濃度領域が存在する。

これらの考え方に基づき、定量的評価の作業として、疫学知見に基づく濃度－反応関係から健康影響を生じることが確からしいとされる濃度水準を見だし、微小粒子状物質の環境基準の設定に当たっての指針値の目安となる出発点にするとともに、あわせて、濃度－影響関係を示すと考えられる毒性学知見の抽出もおこなったと微小粒子状物質環境基準専門委員会報告書には記されています。

今回、設定した日本の環境基準も米国と同様、長期基準と短期基準と2つを設定しましたが、長期暴露は年平均値という形でより低濃度で慢性影響が生じるもの、短期暴露はより高濃度で急性影響が生じるものということで、それぞれにおいて環境基準の設定が必要であります。長期基準については、暴露濃度分布全体の濃度を平均的に制御し、濃度を長期基準以下に低減しようとする効果が期待されますが、高濃度領域の低減効果が不十分な地域が残る可能性があるということで、高濃度領域の濃度出現を減少させる意味での短期基準を長期基準と併せて設定することにより、微小粒子状物質の長期暴露及び短期暴露に関して、地域の人口集団の健康に係る適切な保護が図られるものと考えられるということも同報告書に記されています。

ご存知の話となりますが、指針値は、長期基準は年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、短期基準は $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であります。これにつきましては、告示の中にもありますが、評価法としましては、98パーセントタイル値をもって換算していくということになっています。

微小粒子状物質環境基準専門委員会報告に示された今後の課題についてですが、日本の知見は米

国に比べると、非常に少なく、不確実性な点が多くある中で、評価を進めてきたところであり、これらの不確実性を排除するためには、今後①暴露濃度範囲が国外の知見と同じ疫学研究、②循環器疾患に関する心疾患患者や心疾患のリスクの高い者も対象とした疫学研究、③成分組成の相違に着目した健康影響に関する知見が不足しているといことがあげられました。

今後の調査研究に関する取り組みについてですが、我が国のPM2.5に関する知見が少ないことに加え、国外では、環境基準の見直しもおこなわれている光化学オキシダントの問題があることから、疫学的知見を充実させることが課題であります。また、次年度予算に「微小粒子状物質及び光化学オキシダント等の曝露影響研究費」を要求し、このことについて、疫学的な調査を実施していきたいと考えております。その実施にあたり、広範囲の地域を対象とした共通のデザインの疫学調査を実施するためには、地域の疫学研究者の協力及び健康情報や曝露情報の収集・活用について、地方公共団体との連携が不可欠であるとも考えております。いろいろな研究機関の方々と連携をとり、調査・研究を進めていきたいと動いておりますので、関心のある方は是非、水・大気環境局総務課の松田まで連絡をお願いします。

話は変わりますが、大気汚染状況の経年変化についてですが、 SO_2 については、ほぼ100%に近い環境基準の達成率であり、年平均濃度も低下傾向であります(図1)。

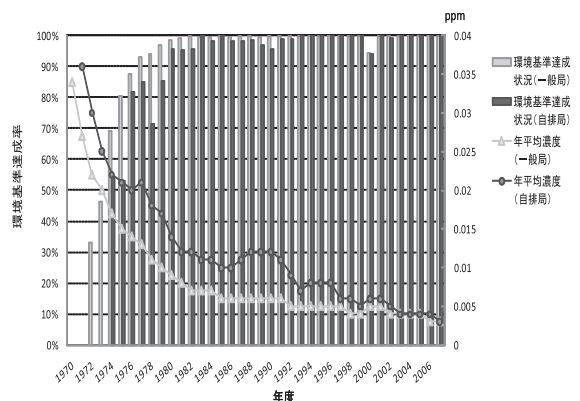


図1 大気汚染状況の経年変化(SO_2)

NO₂については、一般局ではほぼ100%，自排局では90%を超える程度の達成率であり、年平均濃度も低下傾向であります(図2)。

SPMについては、年平均濃度は低下傾向であり、一般局と自排局との差が小さくなってきています(図3)。

光化学オキシダントについては、昼間の最高値

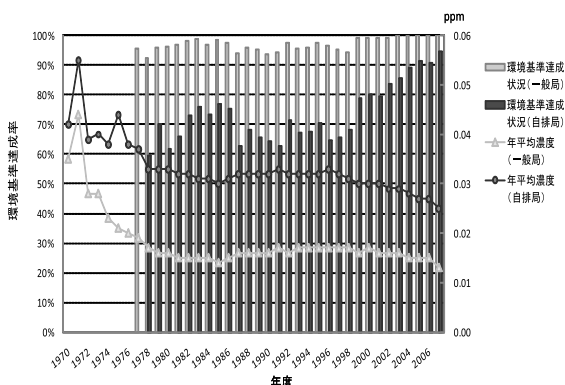


図2 大気汚染状況の経年変化(NO₂)

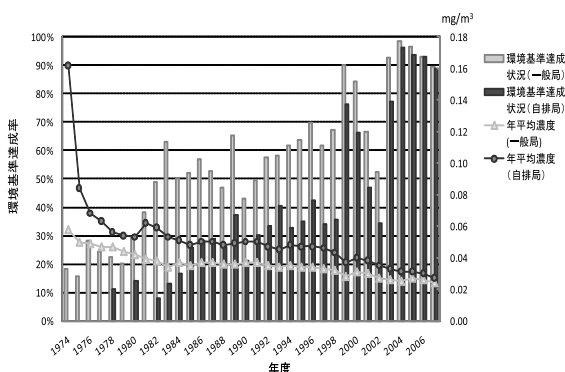


図3 大気汚染状況の経年変化(SPM)

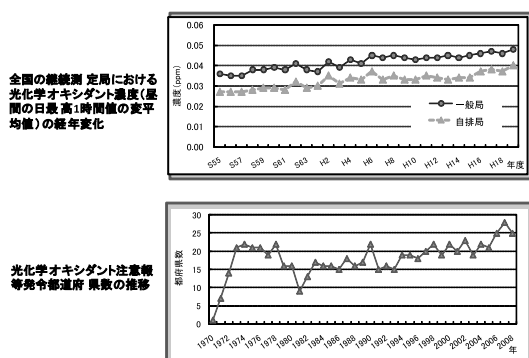


図4 大気汚染状況の経年変化(光化学オキシダント)
(濃度と注意報発令地域数の推移)

の年平均値が上昇傾向であり、注意報発令区域も非常に増加してきています(図4)。今年度も鹿児島、昨年度も長野、佐賀などで初めて発令されており、広域化し、かつ、濃度も高くなってきています。

こういったいろいろな物質が絡み合い、PM2.5が生成されていますが、人為起源のものや自然起源のものがあり、また、オゾン、VOC、NO_x、SO_xなどいろいろな物質によっても生成されるとともに(図5)、これが季節により、気温や湿度等の影響によって大きく変化するのが特徴であります。

PM2.5の主な発生源には、人為起源としては、固定発生源の工場、中小事業所、焼却炉、家庭などがあり、移動発生源としては、自動車、船舶、航空機、建設機械などがあります。あと、自然起源としては、土壌粒子、海塩粒子、火山噴火などがあり、その他分類しにくいものとして、野焼き、粉塵などがあります。工場から直接排出される一次粒子(直接排出)と二次粒子(大気中で生成)という分類もでき、一次粒子には、元素炭素(EC)及び有機炭素(OC)、重金属類、金属イオンなどがあり、二次粒子には、硫酸塩、硝酸塩、アンモニウム塩などがあります。さらに、大陸からの移流分としての土壌粒子、硝酸塩などがあります。

最近のPM2.5の濃度変化の推移を示しますが、自排局においては減少傾向、都市部の一般局は横ばいもしくは減少傾向、非都市部においてはほぼ横ばい傾向であります(図6)。

川崎市で1年間実施した成分分析の結果を示しますが、夏は硫酸イオンが多くなり、冬は硝酸イオンが多くなり、アンモニウムイオンの割合も多

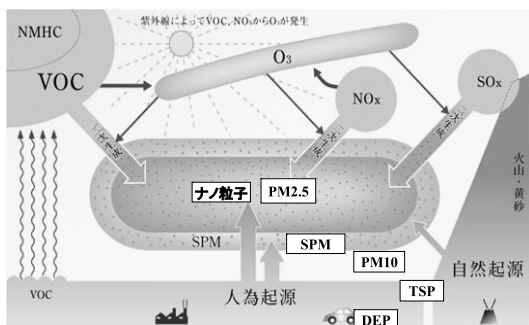
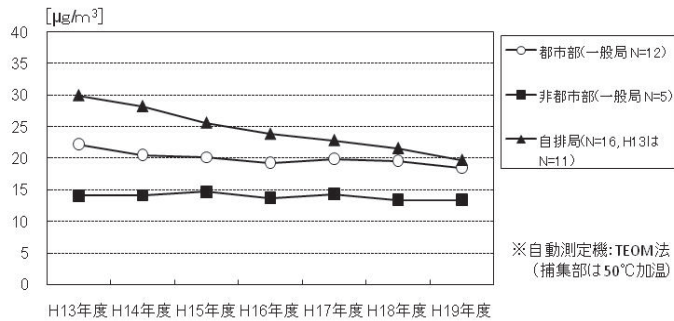


図5 大気中のVOC等を起源とする反応機構

出典：国立環境研究所「環境権」

●経年変化



近年のPM2.5濃度は、自排局においては減少傾向、都市部の一般局においては横ばい若しくはやや減少傾向、非都市部においては横ばいの傾向にある。

図6 PM2.5：環境大気の状態

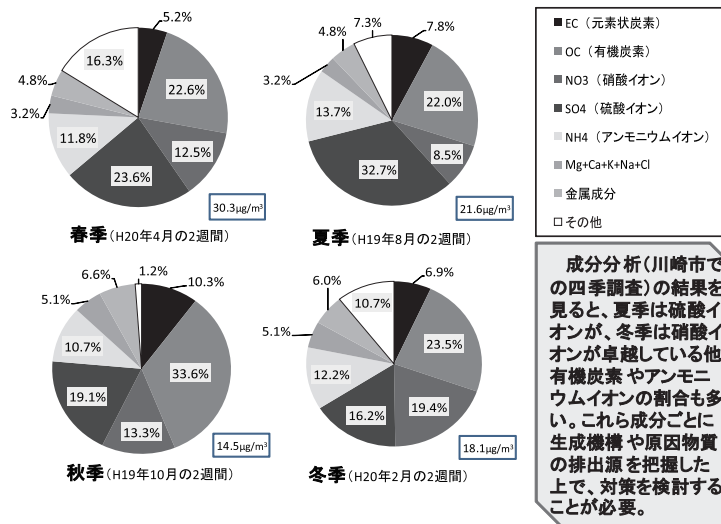


図7 成分の季節変化(川崎市での実施結果)

なっています(図7)。こういった季節変動があるため、原因物質の排出源を把握したうえでの対策を検討する必要があります。日本と米国とを比較してみると、基準値は同じですが、米国には一般局に当たるものしかありません。バックグラウンドを比較してみると、日本では、海浜、離島などの地域でも $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地点があるのに対し、米国では、 $3.55\sim 5.15\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低く、日本は米国よりも高い水準となっており、硫酸イオンの比率が高くなっています(図8)。

測定法につきましては、秤量測定法があり、

FRM(米国連邦標準測定法)は誤差が少ないよう規定されているため、我が国もこれに準じた手法を基本とすることを決めました。一方、自動測定法については、秤量測定法の手間を省いて、自動的に測定する方法であり、1時間値も算出が可能なものも多く、代表例としては、TEOM、 β 線吸収法、光散乱法などがあります。

PM2.5の測定法に係る検討の経緯ですが、平成12年に大気中微小粒子状物質(PM2.5)測定法暫定マニュアルを作り、平成19年に改訂を行ったところであり、その後、評価検討会を実施し、標準測

●日米のPM2.5のバックグラウンド濃度の比較

＜日本＞			＜米国＞		
地域	調査地点名	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	地域区分	地域名	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
海浜	青森県竜飛岬	9.0	西部	Northwest	3.55
	和歌山県潮岬	10.9		Southwest	3.91
離島	東京都小笠原(父島)	6.0	東部	Transitional to East Region	5.15
	長崎県対馬	11.8			
山地・森林・ 原野地域	北海道釧路湿原	7.2	IMPROVEサイトにおける1988.3～ 1991.2の測定値の年間平均濃度 (フィルタ法による)		
	宮城県寛岳	10.4			
	岐阜県伊自良湖	9.3			
	高知県橋原	9.2			

国設酸性雨局等における
2008年度の測定値の年間平均濃度
(フィルタ法による)

人為起源粒子の発生が少なく、バックグラウンドに近いと考えられる地点の測定値を比較すると、米国は西部で $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度、東部で $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度である一方、日本は $6\sim 12\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、米国よりも高い水準(成分としては硫酸イオンが高い)。

図 8

定法と自動測定機を並行して試験し、それぞれの測定機の特徴をつかみ、自動測定機の基本的条件を詰めていきました。この結果をとりまとめ、中央環境審議会へ報告、諮問、専門委員会の設置、測定法について審議いただきました。

微小粒子状物質測定法専門委員会の報告案ですが、まず基本的な考え方としては、標準測定法は米国のFRMに準じたフィルタ法とし、日常的な常時監視には、自動測定機のほうが有用であるが、等価でなくてはならないと規定されました。標準測定法については、その基本的条件、サンプリング及び秤量の条件などについて規定し、自動測定機が満たすべき基本的条件として、標準測定法との並行試験において、良好な直線関係を有し、両者の測定値の差が一定範囲にあることなどが規定されました。自動測定機の等価性評価については、ばらつきが大きいので、機種ごとに評価を行うこととしました。当面は、環境省が中心となり、メーカーが参画し、実施時期は冬季と夏季の2回、実施場所は高濃度地域(都市部)と低濃度地域(非都市部)の2箇所につき2台ずつ並べ、FRMと比較することとし、この冬から、川崎と新潟で

この並行試験を実施する予定であります。

今後の課題につきましては、①自動測定機の精度管理の徹底、②簡易測定法の開発、③自動測定機の改良、測定法や等価性評価方法の検証、④継続的な成分分析の実施があげられました。

①については、常時監視マニュアルの方で改訂を行っていきたいと考えております。

最後に、中央環境審議会の答申内容についてですが、環境基準の設定にあたっての指針値は、年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とし、測定方法については、ろ過捕集による質量濃度測定方法またはこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機による方法でありました。また、答申の中では、①監視測定体制の整備及び体系的な成分分析、②これまでの粒子状物質全体の対策の着実な実施、③微小粒子状物質やその原因物質の排出状況の把握、排出インベントリの作成、大気中の挙動や二次生成機構の解明など科学的知見の集積の実施をした上で、より効果的な対策について検討、④近隣諸国等との間での技術協力の推進が課題としてあげられました。