

最近の微小粒子状物質（PM_{2.5}）による
大気汚染への対応

平成25年2月

微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する専門家会合

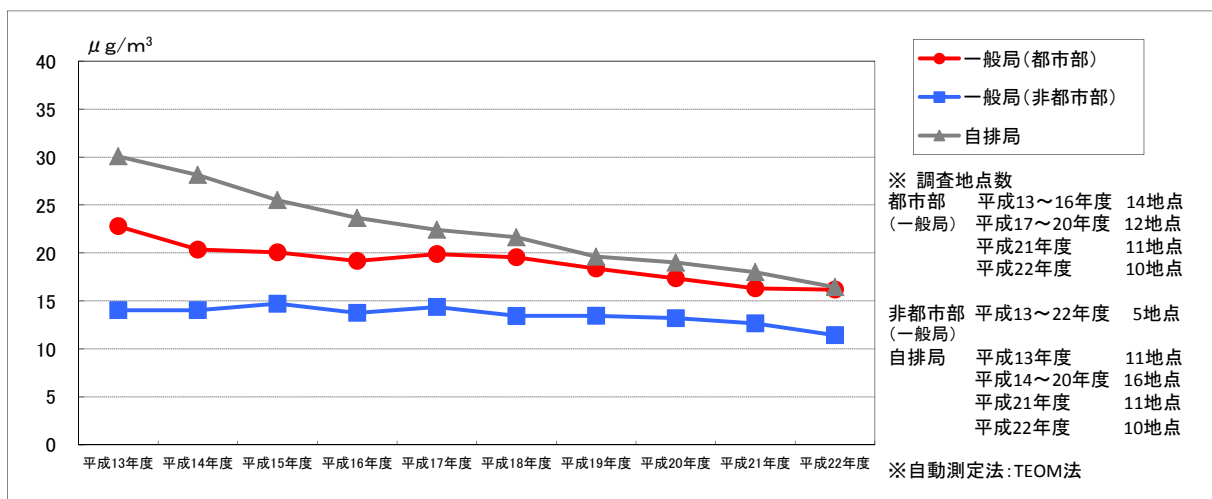
はじめに

微小粒子状物質(PM_{2.5})は、大気汚染物質の1つで、直径2.5 μm (1 μm =0.001mm)以下の小さな粒子であり、様々な成分からなっており、影響も異なると考えられる。従来より、人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準である環境基準を定め対策を進めてきた浮遊粒子状物質(SPM:10 μm 以下の粒子)に比べて肺の奥深くまで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響も懸念されている。

このため、環境省においては、一般大気環境中のPM_{2.5}の曝露と健康影響との関連性を明らかにするため、平成11年度より「微小粒子状物質曝露影響調査」を実施し、調査研究を進めてきた。PM_{2.5}に関する国内外の疫学知見等が蓄積されてきたこと等を受け、平成21年2月から中央環境審議会の専門委員会において11回の審議が行われ、平成21年9月にPM_{2.5}の環境基準が設定された。

その後、平成22年3月に、環境省は、常時監視の実施方法を示す「事務処理基準」や「環境大気常時監視マニュアル」の改正を行うとともに、平成23年7月には「成分分析ガイドライン」を策定するなど、PM_{2.5}の常時監視体制の整備を図ってきた。

我が国におけるPM_{2.5}による大気汚染の状況については、これまで取り組んできた大気汚染防止法に基づく工場・事業場等のばい煙発生施設の規制や自動車排出ガス規制などにより、年間の平均的な濃度は減少傾向にある。しかしながら、平成22年度におけるPM_{2.5}の環境基準達成率は、一般環境大気測定局で32.4%、自動車排ガス測定局で8.3%にとどまっている。



注) TEOM 法は標準測定法との等価性を有していないが、平成13年度から継続的に調査を行っている。

図1 PM_{2.5}質量濃度の年平均値の経年変化

(出典:環境省平成22年度微小粒子状物質等曝露影響実測調査結果に一部データを追加)

このような中で、今般、中国における PM_{2.5} による深刻な大気汚染の発生及び我が国でも一時的に PM_{2.5} 濃度の上昇が観測されたこと等により、PM_{2.5} による大気汚染についての国民の関心が高まってきた。これを受けて、PM_{2.5} の濃度が上昇した場合における注意喚起の指針化等について検討を行うため、「微小粒子状物質 (PM_{2.5}) に関する専門家会合」が設置された。本報告は、最近の PM_{2.5} による大気汚染への対応について、これまで3回にわたる専門家会合の結果を取りまとめたものである。

1. PM_{2.5}による大気汚染の状況

中国では、平成 25 年 1 月 10 日頃より、北京市を中心に、PM_{2.5} 等による大規模な大気汚染が断続的に発生した。これまでも同様の現象は発生したことがあるが、今回は特に深刻かつ広範囲であり、健康への影響の他、高速道路閉鎖、航空便欠航や高速鉄道運行停止等交通にも大きな支障を来した。原因は、汚染物質が滞留しやすい気象条件下において、自動車の排気ガス、集中暖房における石炭使用、工場排煙等による PM_{2.5} 等の大気汚染物質の大量発生とされる。一方、日本国内の状況をみると、西日本で広域的に環境基準を超える濃度が一時的に観測されたが、全国の一般測定局における環境基準の超過率について、今年 1 月のデータを昨年、一昨年の同時期と比較すると、高い傾向は認められるが、大きく上回るものではない。

今回の我が国における一時的な PM_{2.5} 濃度の上昇については、以下の理由から総合的に判断すると、大陸からの越境大気汚染の影響があったものと考えられる。

- ・西日本で広域的に環境基準を超える PM_{2.5} が観測されたこと
- ・九州西端の離島（長崎県福江島）にある、国立環境研究所（以下「国環研」という。）の観測所でも粒子状物質の濃度上昇が観測され、その成分に硫酸イオンが多く含まれていたこと
- ・国環研のシミュレーション結果によると北東アジアにおける広域的な PM_{2.5} 汚染の一部が日本にも及んでいること

一方、PM_{2.5} は通常でも我が国の大気中に観測され、濃度上昇は都市汚染による影響も同時にあったと考えられ、今回の事象は大陸からの越境汚染と都市汚染の影響が複合している可能性が高い。

しかしながら、越境汚染による影響の程度は地域や期間によって異なることから、その程度を定量的に明らかにするには詳細な解析が必要となる。

2. PM_{2.5} 濃度が上昇した場合に懸念される健康影響

(1) 今回の事象による健康影響の評価

今回の我が国における一時的な PM_{2.5} 濃度の上昇によって何らかの健康影響が生じるリスクがわずかに増加した可能性があると考えられるが、一時的な濃度の上昇がみられた日やその後に、濃度上昇に対応して明確にリスクが変化したとのデータは現在のところ得られていない。

(2) PM_{2.5}に係る環境基準の考え方

環境基準は、環境基本法に基づく行政上の目標となる値で、人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準として位置付けられているものである。PM_{2.5}については、様々な成分で構成されるとともに、地域や季節、気象条件などによってその組成が変動することもあり、疫学知見に基づく評価において、集団におけるPM_{2.5}への短期曝露、長期曝露に対する健康影響が出現する濃度水準を明確に示すことは困難であると考えられる。このような前提に基づき、PM_{2.5}に係る環境基準については、疫学知見から総合的に判断して長期基準（年平均値 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を定めるとともに、それのみでは十分に低減することが困難である短期的な高濃度曝露による健康影響を防止する観点から、統計学的な安定性を考慮したうえで短期基準（日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を設定したものである。したがって、PM_{2.5}に係る短期基準を超過したことのみで、健康影響が生じると考えるべきものではない。

(3) PM_{2.5}への短期曝露による健康影響に関する知見等

これまでの国内外の研究において、PM_{2.5}の短期曝露による健康影響に関する知見は限られているが、心臓・循環器の機能変化、呼吸器症状や呼吸機能の変化、医療機関での受診・入院数、救急外来受診の変化や、呼吸器系・循環器系疾患による死亡など、幅広く健康影響との関連性が検討されてきた。

これらのうち、呼吸器系疾患や循環器系疾患による入院・受診等とPM_{2.5}濃度の日平均値との間に有意な関係が示された複数の疫学研究結果では、高感受性者（呼吸器系や循環器系疾患のある者、小児、高齢者等）を含む集団について、日平均値の98パーセンタイル値が69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下において何らかの健康影響が確認されている。

他方、健康な成人を対象とした人志願者によるPM_{2.5}の急性曝露試験の結果によると、平均濃度72.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に2時間曝露した場合に血液生化学的指標の変化が認められたという知見がある一方で、平均濃度127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ への2時間曝露により血圧、心拍、血流等に変化がみられなかったとする知見、平均濃度190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の2時間曝露においても血圧・心拍などに変動は認められなかったとする知見もあり、PM_{2.5}への曝露濃度と健康影響との間には、一貫した関係は見出されていない。

なお、高感受性者の集団においては、一般集団より低いPM_{2.5}濃度の曝露によっても健康影響が生じる可能性は否定できず、PM_{2.5}への曝露に対する感受性にも大きな幅が存在すると考えられている。

3. 注意喚起のための暫定的な指針の設定について

(1) 位置づけ

昨今の日本国内のPM_{2.5}濃度の状況については、前述したとおり、今年1月のデータを昨年、一昨年の同時期と比較すると、高い傾向は認められるものの、大きく上回る状況にはない。しかしながら、社会的な要請を踏まえると、何らかの

形で注意喚起のための指針を作成することが適当である。

一方、この指針を大気汚染防止法に基づく緊急時の措置（注意報等）の根拠として位置づけることについては、緊急時の措置が、当該地域における削減対策を必要とする場合がある強制力を伴う措置であり、且つ、越境汚染に対しては直接の効果が期待できないことから、PM_{2.5}に関する現象解明が不十分な現状の中では困難である。

したがって、当面、人の健康を保護する上で維持されることが望ましい水準である環境基準とは別に、現時点までに得られている疫学知見を考慮して、健康影響が出現する可能性が高くなると予測される濃度水準を、法令等に基づかない注意喚起のための「暫定的な指針となる値」として定めることとし、今後新たな知見やデータの蓄積等を踏まえ、必要に応じて見直しを行うこととする。

なお、今回の注意喚起は、広範囲の地域にわたって健康影響の可能性が懸念される場合に、参考情報として広く社会一般に注意を促すために行うものである。高感受性者については、健常者に比べて短期曝露の影響が出てくる濃度レベルは低いと考えられるが、現段階においてその濃度レベルを明らかにすることは困難である。また、高感受性者への影響については個人差が大きいと考えられていることから、これらの者に対してある一定の値をもって注意喚起を行うことは適当ではない。さらに、今回定める指針は、中国在留邦人のように日本国内のPM_{2.5}濃度レベルと比べて極端に高濃度のレベルの状況にある地域を考慮した指針ではないことから、中国在留邦人への対応については、既に在中国日本国大使館から示されている注意喚起に基づき対応することが適当と考える。

(2) 暫定的な指針となる値の設定

注意喚起を行う暫定的な指針となる値については、国内の疫学知見は限られているものの、2.(3)で述べたような現時点での短期曝露に関する知見等、及び米国における大気質指標（Air Quality Index; AQI）においてすべての人に対してある程度の健康への影響を与える可能性があるPM_{2.5}濃度として65.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上が定められていること等を総合的に勘案し、本専門家会合においては、注意喚起のための暫定的な指針となる値として、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を提案することが適当であると考えられる。ただし、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるPM_{2.5}への曝露によって、すべての人に必ず健康影響が生じるというものではないことに留意が必要である。

なお、前述したとおり、高感受性者は、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合であっても短期的な影響がみられる可能性がある。

(3) 暫定的な指針となる値を超えた場合の対応措置

これまでの研究知見から、屋内のPM_{2.5}濃度は屋外のPM_{2.5}濃度に比べて低い傾向にあることが知られているため、PM_{2.5}対策として屋外活動を控えることは有効と考えられる。したがって、PM_{2.5}濃度が暫定的な指針となる値を超えた場合

には、屋外での長時間の激しい運動や外出をできるだけ減らすことは有効である。その際、屋内においても換気や窓の開閉を必要最小限にするなどにより、外気の屋内への侵入をできるだけ少なくし、その吸入を減らすことに留意する必要がある。特に高感受性者においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる。

《参 考》

－その他の対応措置について－

【マスクの着用】

PM_{2.5} に対して、高性能な防じん（小さな粒子の吸入防止用）マスクは、微粒子の捕集効率の高いフィルターを使っており、微粒子の吸入を減らす効果がある。但し、マスクを着用する場合には顔の大きさに合ったものを、空気が漏れないように着用しなければ、十分な効果が期待できない。一方、着用すると少し息苦しい感じがあるので、長時間の使用には向いていない。また、一般用マスク（不織布マスク等）には様々なものがあり、PM_{2.5} の吸入防止効果はその性能によって異なると考えられる。

【空気清浄機】

PM_{2.5} に対する空気清浄機の除去効果については、フィルターの有無や性能など機種によって異なると考えられる。一部製品については性能試験により一定の有効性が確認されているとのことだが、個別の製品の効果に関する詳細については、製品表示や販売店・メーカーに確認する必要がある。

（4）日常の健康管理

高感受性者においては、健常者に比べて影響が出やすく、個人差も大きいと考えられるため、日頃から健康管理や禁煙に努めるとともに、体調の変化に注意することが肝要である。

特に呼吸器系や循環器系の疾患を有する小児や高齢者においては、保育所、幼稚園、小学校、高齢者施設等と健康状態に関する情報を共有しながら、日常の健康管理を行うことが望ましい。

（5）注意喚起の判断方法

PM_{2.5} は、日中・夜間や季節を問わずに暫定的な指針となる値を超える可能性があるが、注意喚起は、参考情報として広く社会一般に注意を促すために行うものであることから、高感受性者を含む一般の人が屋外で活動する機会の増える日中の行動の参考となるよう、多くの人々が活動を始める午前中の早めの時間帯に行うことが考えられる。

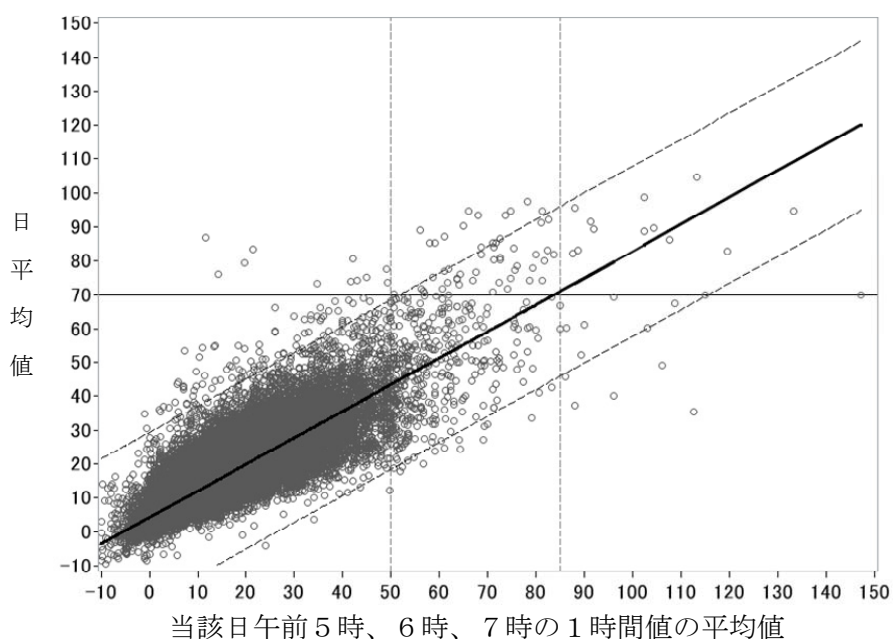
また注意喚起の判断は、一般環境大気測定局における当該日の PM_{2.5} 濃度の日平均値が 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えると予想される場合に行うことが適当である。

注意喚起を行うか否かの判断に用いる測定値としては、日平均値を用いることも考えられるが、この場合、前日の日平均値を用いて判断することとなるため、判断時点の状況を正確に反映できない可能性が高い。したがって、注意喚起を行うか否かの判断のためには1時間値を用いて判断することが適当である。

ただし、PM_{2.5}自動測定機は日平均値については標準的な測定法による濃度と等価であることが認められているものの、1時間値の精度については確認されていない。1時間値をその判断に使用するには、複数測定局を対象として1時間値の複数時間の平均値を計算して、それらの中央値を求めるなどにより、1時間値の確からしさを高めるための工夫が必要である。

平成22年度及び平成23年度の2年間に全国の一般環境大気測定局で得られたデータを用いて、日平均値と当該日の午前5時、6時、7時の1時間値の平均値との関係について検討したところ、図2のような関係が得られた。この回帰式から、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に相当する1時間値は、85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と推計された。また、午前5時、6時、7時よりも遅い午前中の時間帯のデータを用いると、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対応する1時間値は85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ よりも大きくなることが確認されたことから、日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対応する1時間値は85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ として判断することが適当である。

なお、算定方法の性格上、一定数の見落とし等が生じることに留意が必要である。



※ 太線は日平均値と1時間値の平均値との関係を示す回帰式
破線は95%予測区間

図2. 日平均値と当該日午前5時、6時、7時の1時間値の平均値との回帰分析結果
(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(6) 注意喚起のための暫定的な指針（まとめ）

以上を踏まえると、注意喚起のための暫定的な指針は、以下のとおりとすることが適当である。

表1 注意喚起のための暫定的な指針

レベル	暫定的な指針となる値	行動の目安	備考
	日平均値(μg/m ³)		1時間値(μg/m ³) ※3
II	70 超	不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らす。(高感受性者 ※2 においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる。)	85 超
I	70 以下	特に行動を制約する必要はないが、高感受性者では健康への影響がみられる可能性があるため、体調の変化に注意する。	85 以下
(環境基準)	35 以下 ※1		

※1 環境基準は環境基本法第16条第1項に基づく人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準。

環境基準の短期基準は日平均値 35μg/m³であり、日平均値の年間98パーセンタイル値で評価。

※2 高感受性者は、呼吸器系や循環器系疾患のある者、小児、高齢者等。

※3 暫定的な指針となる値である日平均値を一日の早めの時間帯に判断するための値。

4. 運用の方法について

注意喚起の実施主体としては、PM_{2.5}の濃度上昇が比較的広域に発生したものを対象とすると考えられること、大気汚染防止法に基づく緊急時の措置のノウハウが活用できると考えられることから都道府県において実施することが基本と考えられるが、その他の地方自治体が独自に注意喚起を行うことを妨げるものではない。

また、今回の注意喚起は、広域の現象を念頭に置いたものであり、測定機の精度についても考慮する必要があることから、複数の測定局を対象として複数時間のデータを用いて判断することが適当である。

さらに、注意喚起を行った後に、明らかにPM_{2.5}濃度の改善がみられた場合で、その旨を当該住民に知らせる場合には、図2から50μg/m³を目安として判断することが一つの案と考えられる。

なお、注意喚起の正確性を高めるためにシミュレーションモデルを用いることについては、現在のシミュレーションモデルではPM_{2.5}の定量的な予測は困難である。

5. 国民への情報提供について

国民への情報提供を行うにあたっては、科学的知見に基づく情報を分かりやすく提供することが最も重要であり、環境省や地方自治体のホームページ等において今後とも適切な情報発信を行っていくことが必要である。併せて、PM_{2.5}に関するQ&A集のようなものを作成し、随時更新していくことにより、きめ細かな情報提供に努める必要がある。

また、PM_{2.5}等の大気汚染物質濃度のリアルタイムデータのウェブサイト等での公開については、随時に確認できる環境を整えておくことが望ましい。

6. 今後の課題

今回、注意喚起のための暫定的な指針を示したが、将来的には、大気汚染防止法に基づく緊急時の措置（注意報等）として位置づけることも視野に入れて取り組んでいくことが重要である。このため、以下の取組みを進めていく必要がある。

- ・ 地方自治体による大気汚染防止法に基づく PM_{2.5} 常時監視体制の更なる強化を図る。
- ・ 国設大気環境測定所及び国設酸性雨測定所においても、PM_{2.5} の質量濃度測定及び成分分析の充実を図る。
- ・ 注意喚起の正確性を高めるためには、実測値だけでなく、シミュレーションモデルによる濃度予測も併用することが有効と考えられる。そのため、二次生成メカニズムの解明と排出インベントリの整備を早急に進めるとともに、シミュレーションモデルの精緻化を図り、予測精度の向上に早急に取り組んでいく必要がある。
- ・ 注意喚起のための暫定的な指針となる値については、運用開始後十分な追跡調査に取り組み、その妥当性を評価し、必要に応じ見直しを行う。
- ・ 我が国においては、PM_{2.5} の健康影響に関する疫学的な知見が不足しているため、長期継続的に疫学調査等を進める等により、今後も健康影響に関する知見の集積に努める。

また、PM_{2.5} の環境基準達成率は低いことから、国内における排出削減をはじめとする、PM_{2.5} 対策の一層の推進を図る必要がある。

さらに、これまで中国との間では大気汚染の分野で数多くの協力をしてきている。今後も共同研究や技術協力など、中国等と連携した取組みを通じ、東アジア地域における大気環境の現状把握や大気汚染防止対策をより積極的に推進していくことが重要である。

7. その他

本報告は、社会的な要請も踏まえて暫定的に指針等を取りまとめたものであり、国及び地方自治体がこれに沿った対応を行うことを期待する。今後、様々な取組の実施状況等を国や地方自治体間で共有していくことが重要である。

《検討経緯》

第1回会合 平成25年2月13日

- ・PM_{2.5}による大気汚染の現状と当面の対応について
- ・PM_{2.5}の影響評価と今後の対応について

第2回会合 平成25年2月18日

- ・PM_{2.5}への対応について

第3回会合 平成25年2月27日

- ・PM_{2.5}への対応について（報告取りまとめ）

《委員名簿》

(座長) 内山 巖雄	京都大学 名誉教授
荒瀬 泰子	福岡市環境局 局長
大原 利眞	国立環境研究所 地域環境研究センター長
小田嶋 博	国立病院機構福岡病院 副院長
川本 俊弘	産業医科大学 教授
坂本 和彦	埼玉県環境科学国際センター 総長
島 正之	兵庫医科大学 教授
新田 裕史	国立環境研究所 環境健康研究センター長

(敬称略)