

人への曝露の特徴

微小粒子状物質健康影響評価検討会報告を踏まえ、人への曝露の特徴（環境濃度、屋内濃度と個人曝露濃度との関係）について、整理を行った。

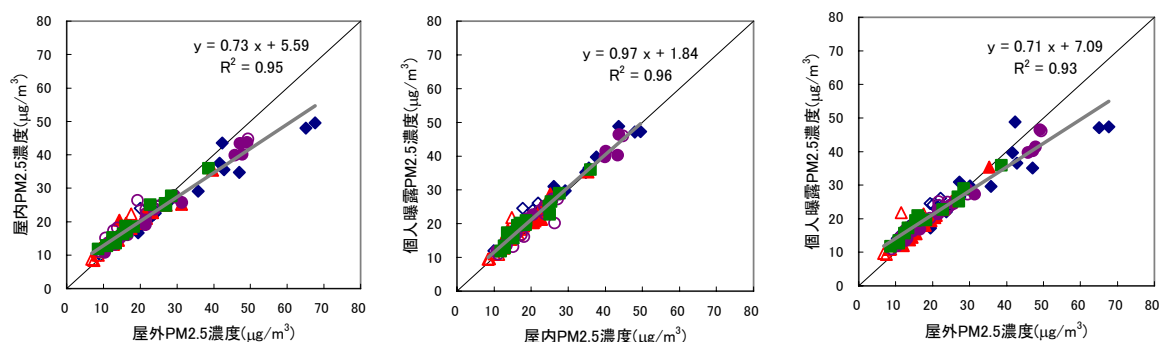
ある地域の環境大気濃度は一般環境大気測定局における測定濃度で代表されることが多い。地域集団（住民）を対象とした多くの疫学調査研究においても、対象地域内の一測定局の濃度あるいは複数の測定局の平均濃度を地域全体の環境濃度として、それをそのまま曝露濃度（あるいはその代替指標）にして解析をしている。

測定局における測定濃度を地域の平均濃度として使用するには、地域内に分布する住宅周辺の屋外濃度と測定局における濃度の大きな差がなく、測定局における濃度の日内変動も住宅周辺の屋外濃度と十分な相関を持っていることが確認できる必要がある。

具体的には、1) 測定局で測定した広範囲の環境を代表する環境大気濃度と家屋近傍の屋外等のより居住空間に近い大気濃度との関係、2) 居住空間に近い大気濃度と家屋内の濃度との関係、3) 家屋内の濃度と個人曝露との関係を観察する必要がある。

国内外の測定事例では、地域内の一般環境大気測定局等における測定濃度をもって対象家屋の屋外濃度の代替とすることが可能である結果が示されている。

日本における継続的な調査結果である環境省「微小粒子状物質曝露影響調査報告書」（平成 19 年 7 月）では、PM_{2.5}の屋外の平均濃度は一般環境大気測定局における濃度とほとんど一致していることが確認されている。また、居住空間に近い屋外濃度と家屋内濃度との関係、家屋内濃度と個人曝露濃度との関係について、全体として屋内濃度と個人曝露量との間に強い相関関係があり、また多くの場合屋内濃度の方が屋外濃度より低いか同じレベルであることが分かっている。（図①）



図① 国内 7 地域の夏季・秋季における測定日ごとの屋外・屋内・個人曝露平均濃度

図中の印は地域の違いを示す。

「微小粒子状物質等曝露影響調査」（環境省（2007））データより作成

この調査に限らず欧米等の多くの調査でも屋内濃度と個人曝露量には強い相関があり、

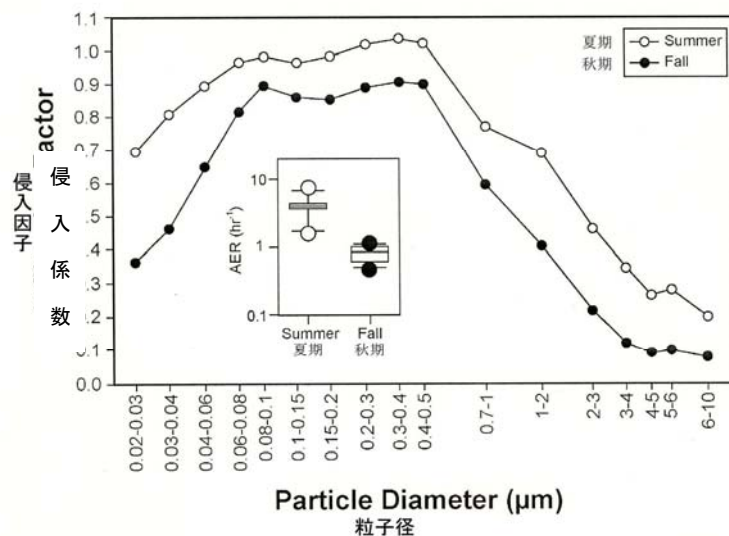
ほぼ同じ濃度であることも確認されている。特に、沿道等、屋外濃度が高い場合には屋内の方が屋外より低い傾向があった。

よって、個人曝露濃度と環境濃度に関する相関関係の強さは、屋外濃度と屋内濃度に関する相関関係の強さを見ることで概ね推定できることになる。

個人の曝露には、屋外の一般環境から曝露される粒子状物質のほか、屋内で生成された粒子状物質による非環境大気成分、または個人活動に伴い曝露することによって大気粒子状物質の濃度と相関が良くない成分も含まれる。

さらに、日本人が平日の生活時間の約 90%を屋内で過ごしていることも踏まえれば、個人曝露はほとんど屋内濃度によって決定されるのが現状である。屋内の人の行動は屋内大気中へ粒子状物質を発生させる原因でもあるが、屋内で靴を脱ぐなど欧米と異なる日本の生活習慣が、欧米に比べ屋内濃度を増加させない原因として考えられる。

米国における調査では、屋内への粒子状物質の侵入は換気率に依存するが、屋外環境の粒子は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上では粒径が大きくなるほど侵入率が低下し、 $0.1\mu\text{m}$ 以下では小さくなるほど侵入率が低下し、夜間では $0.1\sim 0.5\mu\text{m}$ ではほぼ 90%から 100%が屋外からの粒子であるという結果であった。また、屋内に侵入する環境中粒子状物質は換気率が低い秋よりも換気率が高い夏に高くなっていた (図②)。



図② 季節の夜間 1 時間ごとの非発生源データによる幾何平均侵入係数 (屋内/屋外比)

出典 : Long ら (2001)

$\text{PM}_{2.5}$ に該当する微小粒子は粗大粒子や超微小粒子に比べて地域内での濃度の差が小さいことも知られている。

これに加えて、 $\text{PM}_{2.5}$ は、粗大粒子に比べ屋内に侵入しやすく、屋外濃度との差が小さいことから、 PM_{10} 以上に個人曝露濃度との相関が強く、 $\text{PM}_{2.5}$ の環境濃度は、個人曝露濃度の代替指標として適していることを示している。

参考文献

Long, C.M., Suh, H.H., Catalano, P.J. & Koutrakis, P. (2001) Using time- and size-resolved particulate data to quantify indoor penetration and deposition behavior. *Environ Sci Technol*, 35, 2089-2099.

環境省(2007) 微小粒子状物質曝露影響調査報告書.

環境省(2008) 微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書