

短期曝露影響に関する疫学研究の評価

疫学知見については長期影響に関する疫学知見と同様の考え方によって抽出するとともに、抽出過程において、より広い曝露濃度範囲を取ることが可能であり、同一の研究デザインのため都市毎のリスクの比較が可能である死亡や入院・受診に関する複数都市研究を重視するとともに、その他のエンドポイントについては日本における疫学知見を中心として選定を行うこととした。

なお、個々の疫学知見において日平均値の 98 パーセンタイルが示されていない場合でも、日本の知見については原データを再整理して示した。

死亡をエンドポイントとした複数都市研究では、米国、カナダ、日本等における結果が報告されている。

1979～88 年の米国 6 都市で事故死を除く全死亡、虚血性心疾患、肺炎、COPD による死亡と PM_{2.5} などとの関連性が検討されている(Schwartz, Dockery et al. 1996)。各都市の平均濃度は PM_{2.5} 濃度 11.2～29.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。6 都市の統合結果でみると、PM_{2.5} 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ あたり、1.5% (95%CI: 1.1, 1.9)の増加が見られた。また、地域別の死亡リスク増加は PM_{2.5}10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ あたり、0.8～2.2% (3都市で有意)であった(図 1)。

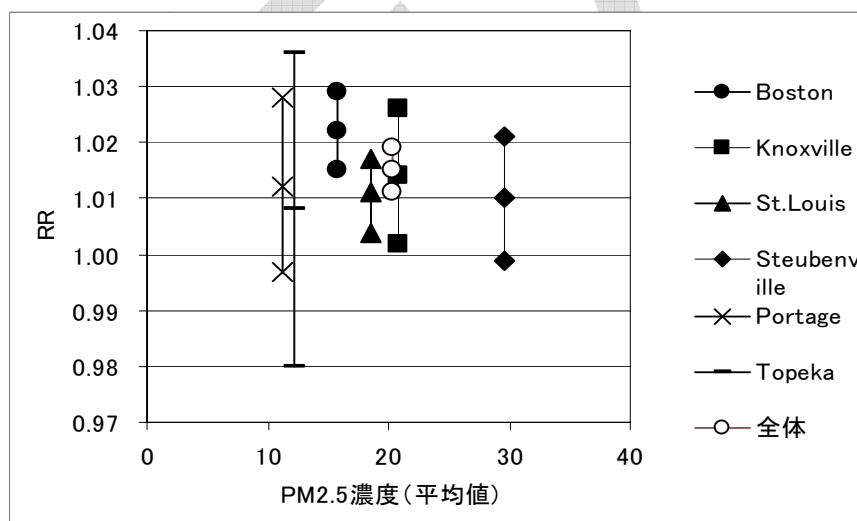


図 1. 都市別 PM_{2.5} 平均濃度と日死亡リスク推定値およびその 95%信頼区間(Schwartz, Dockery et al. 1996)

1999～2001年のノースカロライナ州(米国)の7つの郡の心血管系疾患による死亡データと地域内のPM_{2.5}濃度のデータを収集し、両者の関係をベイジアン階層モデルを用いて解析した結果が報告されている(Holloman, Bortnick et al. 2004)。7地域の平均濃度は15.6～15.7μg/m³であった。PM_{2.5}が増加すると、当日、翌日、及び2日後の心血管系疾患による死亡増加がみられた。

カリフォルニア州(米国)9郡で1999～2002年の日死亡(事故死を除く全死亡、呼吸器疾患、循環器疾患、虚血性心疾患、糖尿病)を、65歳以上、男女、人種、死亡場所、学歴で比較した結果が報告されている(Ostro, Broadwin et al. 2006)。PM_{2.5}日平均濃度は14～29μg/m³であった。PM_{2.5}濃度に関連した全死亡、循環器疾患死亡、呼吸器疾患死亡の増加が見られた。

カナダの8都市で1986～96年の11年間の事故死を除く全死亡と大気汚染との関連性が検討されている(Burnett, Brook et al. 2000)。PM_{2.5}平均濃度は13.3μg/m³であった。粒子成分別では、硫酸塩、Fe、Ni、Znと死亡との関連が最も強く、これら4種の成分全体での影響はPM_{2.5}単独よりも大きく、粒子中の化学成分の影響を示唆していると報告されている。

カナダ12都市で1981～99年の死亡と大気汚染との関連性について解析が行われた(Burnett, Stieb et al. 2004)。12都市のPM_{2.5}平均濃度は12.8μg/m³であった。粒子状物質(PM_{2.5}、PM_{10-2.5}、PM₁₀)については、単一汚染物質モデルでは有意な影響がみられたが、NO₂をモデルに加えると有意ではなくなった。

米国の27地域で1997～2002年までのPM_{2.5}濃度と死因別死亡との関連性に関わる修飾因子について検討した結果が報告されている(Franklin, Zeka et al. 2007)。全地域のPM_{2.5}平均濃度は15.7μg/m³であり、地域別の平均濃度は9.3～28.5μg/m³の範囲であった。また、米国25地域でPM_{2.5}成分と死亡との関連性を検討し、アルミニウム、硫酸塩、ニッケル成分が両者の関連性に影響していることを示唆している(Franklin, Koutrakis et al. 2008)。都市別季節別のPM_{2.5}平均濃度の範囲は冬季9.6～34.4μg/m³、春季6.7～27.6μg/m³、夏季7.6～26.0μg/m³、秋季9.5～32.1μg/m³であった。

我が国における解析として、一般局相当のPM_{2.5}測定地点のある20の市町毎に死亡日と対応する日の大気汚染濃度(PM_{2.5})の10μg/m³増加分に対する日死亡のリスクの増加をGAMにより推定し、次に地域毎の推計値を統合した結果が報告されている(環境省 2007)。解析には2002～2004年までの3年間の死亡ならびに大気汚染測定データが用いられている。65歳以上を対象に、外因死を除く全死亡、呼吸器系疾患、循環器系疾患について解析した結果、PM_{2.5}濃度に対する

日死亡リスク比は1を超える場合がみられ、20地域における推計結果の統合値では呼吸器疾患で統計的に有意な上昇がみられるものがあったが、循環器系疾患については全死亡や呼吸器系疾患と比べて日死亡リスク比は小さかった。地域別にみると、一部地域において地域単独の解析で統計的に有意な上昇がみられる場合があった。また、東京23区と政令都市9地域のみの統合値においても統計的に有意な上昇がみられる場合があったと報告されている。さらに、急性心筋梗塞による死亡に限定した追加解析が報告されている。急性心筋梗塞による死亡のリスク比は、single-pollutant modelとmulti-pollutant modelのいずれにおいても、3日～5日遅れで有意ないし有意に近い増加を示しており、年齢群別にみると64歳以下の群では当日でやや大きな有意な上昇がみられたことが示されていた。各地域のPM_{2.5}平均濃度の範囲は11.9～22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、各地域の日平均値の98パーセンタイルは31.4～55.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

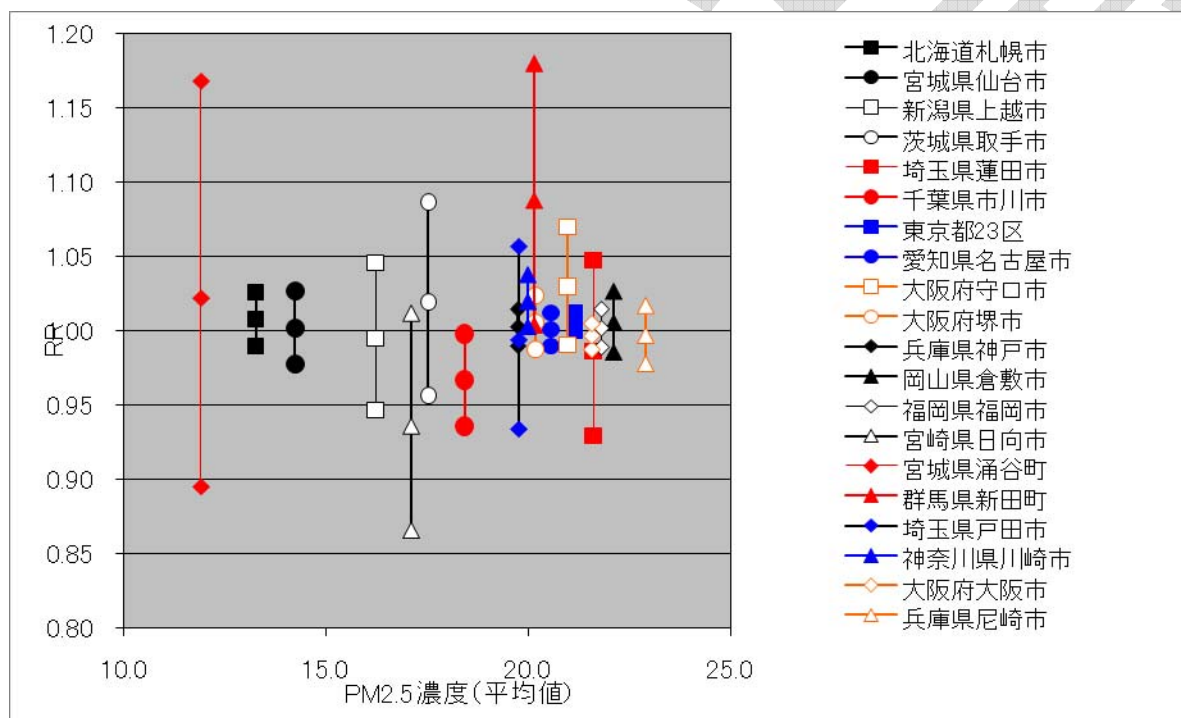


図2. 都市別PM_{2.5}平均濃度と日死亡リスク推定値およびその95%信頼区間—全死亡(ラグ1日)

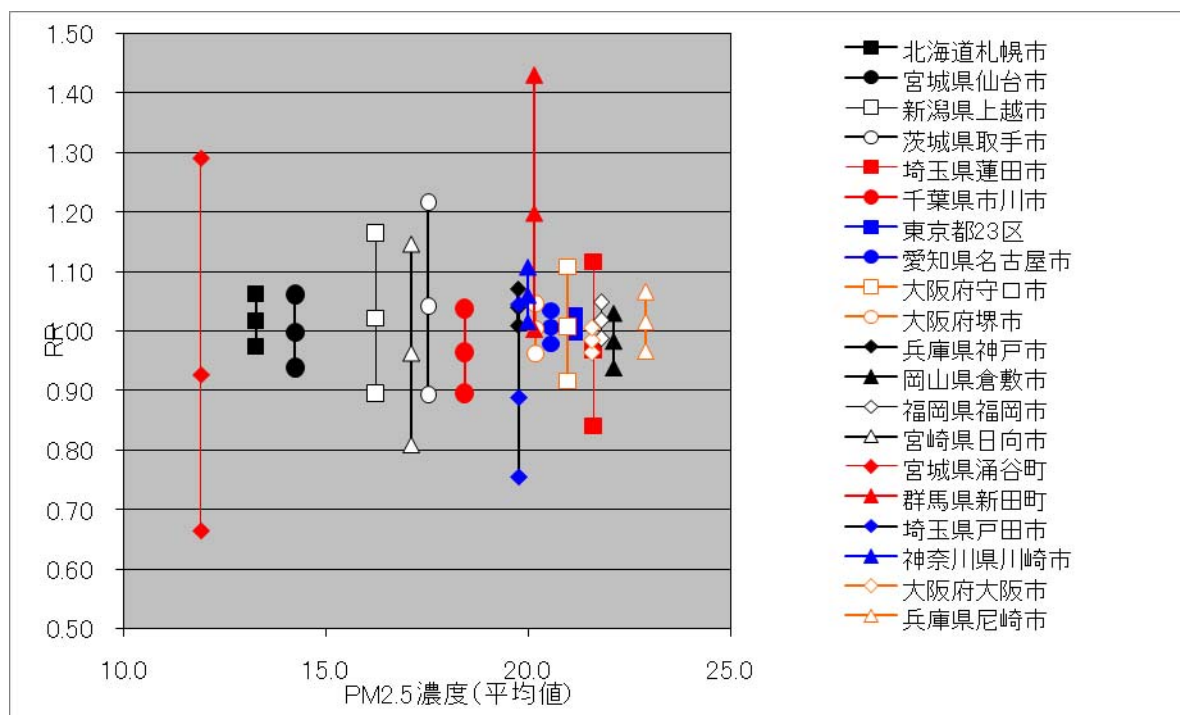


図 3. 都市別 PM_{2.5} 平均濃度と日死亡リスク推定値およびその 95%信頼区間—呼吸器疾患死亡(ラグ 1 日)

入院・受診をエンドポイントとした複数都市研究については、米国でメディケアデータに基づいて多くの都市を対象とした呼吸器系および循環器系疾患による入院と PM_{2.5} への短期曝露との関連性が報告されている。米国の PM_{2.5} 測定局から平均 5.9 マイル以内にある 204 郡において 1999～2002 年の 65 歳以上のメディケア受給者について循環器疾患および呼吸器系疾患による入院データを解析した(Dominici, Peng et al. 2006)。PM_{2.5} 濃度(郡ごとの年平均値)は、平均 13.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (四分位範囲 11.3～15.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。外傷を除くすべての疾患による入院で PM_{2.5} との関連が認められた。心不全との関連が最も大きく、10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 上昇につき 1.28%(95%CI: 0.78, 1.78)の入院増加が認められた。循環器疾患によるリスク上昇は、米国東部の方が高い傾向にあった。さらに、両者の関連性は季節、地域によって変わりうることを報告されている(Bell, Ebisu et al. 2008; Peng, Chang et al. 2008)。

また、フランスの 6 都市での心肺疾患による入院との関連性が報告されている(Host, Larrieu et al. 2008)。各都市の PM_{2.5} 平均濃度は 13.8～18.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

我が国における検討としては、微小粒子状物質曝露影響調査の報告がある。長期入院治療中の喘息児、水泳教室に通う喘息児及び一般の小学生という異なる条件下の3つの集団を対象としたピークフロー値に関する調査においては、数時間前の大気中PM_{2.5}濃度もしくはSPM濃度の上昇がピークフロー値の低下と関連している傾向が示されていた(環境省 2007)。長期入院治療中の喘息児の調査期間中のPM_{2.5}平均濃度は25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、日平均値の98パーセンタイルは63.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。水泳教室に通う喘息児の調査期間中のSPM平均濃度は35.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、日平均値の98パーセンタイルは93.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。一般の小学生を対象とした調査(2小学校)の約1月間のPM_{2.5}平均濃度は23.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、23.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

文献

- Bell, M. L., K. Ebisu, et al. (2008). "Seasonal and regional short-term effects of fine particles on hospital admissions in 202 US counties, 1999-2005." Am J Epidemiol 168(11): 1301-10.
- Burnett, R. T., J. Brook, et al. (2000). "Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities." Inhal Toxicol 12 Suppl 4: 15-39.
- Burnett, R. T., D. Stieb, et al. (2004). "Associations between short-term changes in nitrogen dioxide and mortality in Canadian cities." Arch Environ Health 59(5): 228-36.
- Dominici, F., R. D. Peng, et al. (2006). "Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases." Jama 295(10): 1127-34.
- Franklin, M., P. Koutrakis, et al. (2008). "The role of particle composition on the association between PM_{2.5} and mortality." Epidemiology 19(5): 680-9.
- Franklin, M., A. Zeka, et al. (2007). "Association between PM_{2.5} and all-cause and specific-cause mortality in 27 US communities." J Expo Sci Environ Epidemiol 17(3): 279-87.
- Holloman, C. H., S. M. Bortnick, et al. (2004). "A Bayesian hierarchical approach for relating PM(2.5) exposure to cardiovascular mortality in North Carolina." Environ Health Perspect 112(13): 1282-8.
- Host, S., S. Larrieu, et al. (2008). "Short-term associations between fine and coarse particles and hospital admissions for cardiorespiratory diseases in six French cities." Occup Environ Med 65(8): 544-51.
- Ostro, B., R. Broadwin, et al. (2006). "Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: results from CALFINE." Environ Health Perspect 114(1): 29-33.
- Peng, R. D., H. H. Chang, et al. (2008). "Coarse particulate matter air pollution and hospital admissions for cardiovascular and respiratory diseases among Medicare patients." Jama 299(18): 2172-9.
- Schwartz, J., D. W. Dockery, et al. (1996). "Is daily mortality associated specifically with fine particles?" J Air Waste Manag Assoc 46(10): 927-39.
- 環境省 (2007). 微小粒子状物質曝露影響調査報告書。