

大気汚染物質と騒音の健康影響

一般財団法人日本自動車研究所エネルギー・環境研究部
健康影響グループ主任研究員

堺 温哉

大気汚染物質のひとつであるPM_{2.5}において、比較的低濃度の曝露でも死亡リスクの上昇を示唆する研究が近年報告されている。特に、心血管疾患との関連性について関心がよせられている。しかしながら、PM_{2.5}構成成分のうち、どのような成分が重要なのかはよく分かっていない。また、道路交通騒音も心血管疾患との関連が示唆されている。大気汚染物質ならびに騒音も自動車交通に関連するものである。我々は幹線道路の周辺に在住する高齢者における虚血性心疾患と、自動車交通から発せられる大気汚染物質と騒音の曝露との関連性について疫学調査を実施している。本報告では我々の疫学調査の取り組みについて紹介する。

1. はじめに

大気汚染物質による健康影響の中でも、粒径が概ね2.5 μm以下の微小粒子状物質（PM_{2.5}）による健康影響への関心が高い。PM_{2.5}は工場、発電所、野焼き、船舶、飛行機、自動車などから排出され、また、火山活動によっても排出される。また、人為的もしくは自然界から放出されたガス成分が、大気中で化学反応を起こして粒子になったものも含まれる。このため、PM_{2.5}は多種多様な化学成分を含んでいる。PM_{2.5}の健康影響について早期に実施された疫学研究は、1993年に公表されたハーバード6都市研究¹⁾と1995年に公表されたアメリカ対がん協会研究²⁾である。どちらの研究もPM_{2.5}の曝露は全死亡リスク、特に心血管疾患や虚血性心疾患（心筋梗塞、狭心症）による死亡リスクを増加させることを示している¹⁻⁵⁾。これらの研究が契機となり、欧米を中心に多くの疫学研究が報告されるようになった。しかしながら、日本におけるPM_{2.5}曝露を対象とした疫学研究は限られ、また2009年に報告された三府県コホート研究では、PM_{2.5}曝露と循環器死亡との間にはむしろ負の関連性がみられ、これまでに欧米で報告されている結果とは異なった結果を示している⁶⁾。この原因として欧米と日本の疾病構造の違いが考えられているが、PM_{2.5}構成成分の違いが関連している可能性もある。

一方、騒音による曝露もヒトの健康に悪影響を与えることが知られている。騒音による健康影響に関しては、これまでは空港近くの航空機騒音が注目されていたが、近年ではBabishらの研究を初めとして、欧州を中心に道路交通騒音による健康影響研究が精力的に進められ、心血管系疾患への影響を示す知見が増加している⁷⁾。しかしながら、日本における道路交通騒音と虚血性心疾患に関する疫学研究はこれまでにない。さらに、大気汚染物質と道路交通騒音の両方を評価した研究は世界的にも少なく、道路交通に由来する大気汚染

物質と騒音の健康影響は不明な部分が未だ多い。

このような背景から我々は、幹線道路の近傍の居住者を対象として、自動車交通由来の大気汚染物質（粒子、ガス）および騒音による個人曝露レベルを詳細に推計し、これらによる健康影響、特に心血管系疾患におよぼす影響の疫学調査を計画、実施している。以下では我々が実施した疫学調査について紹介する。

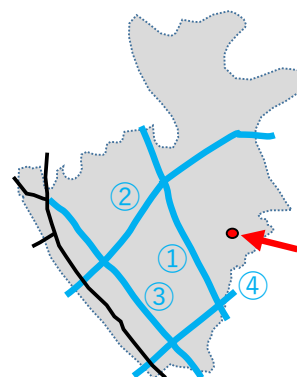


図1 調査対象地域（東京都葛飾区）の概略と写真。図の青線が対象幹線道路。黒線が首都高速道路。①環状七号線；②国道6号線；③平和橋通り；④蔵前橋通り；矢印は一般大気観測局の鎌倉局。写真は環状七号線の奥戸陸橋付近の写真（2012年12月撮影）。

2. 方法

1) 調査対象地域

我々は調査の対象地域を次の3点に特に注目し、東京都葛飾区に選定した。

- ① 交通量が多く大型車両混入率も高い幹線道路が存在する（自動車由来の粒子、排出ガスや騒音の環境レベルが高いと考えられる）
- ② 人口密度が高く高齢者割合も多い（調査対象者数を確保するため）
- ③ 大気汚染物質の自動観測を行う観測局である一般環境大気測定局と自動車排出ガス測定局があり、公表データが充実している（大気汚染物質の個人曝露推計値との比較を行うため）

葛飾区には交通量の多い幹線道路として環状七号線、国道6号線、平和橋通り、蔵前橋通りがあり（図1）、この4幹線道路の官民境界から約50m以内を沿道地域とした。また、葛飾区鎌倉に設置されている一般環境大気測定局（鎌倉局）を中心とした半径約1.5km以内の地域を非沿道地域とした（図1）。非沿道地域は4幹線道路から少なくとも500m以上離れている。沿道地域ならびに非沿道地域ともに、鉄道からの騒音影響を除外することを目的に、鉄道線路および施設から50m以内を除外した。

2) 対象者と対象者数および対象者の抽出方法

本研究の対象集団は、虚血性心疾患のハイリスク群である65歳以上（2014年4月1日において）の高齢者とした。調査に必要な対象者数を算出するために、以下の3点を推定した；1) 患者調査を参考に、非沿道地域における虚血性心疾患の有症率を5%程度と推定；2) 沿道地域と非沿道地域の虚血性疾患有症率のリスク比を1.5程度と推定；3) 対象地域における高齢者の調査同意率をおおよそ50%と推定。ここで検出力を60%として検出可能な対象者数を算出し、沿道地域から3,000人、非沿道地域から3,000人、合計で6,000人を必要な対象者数とした。対象者は、葛飾区の承認を得た上で住民基本台帳を用いて無作為に抽出した。

3) 対象者の健康状態、生活習慣等の調査

対象者の呼吸器症状を含む健康状態、疾患の家族歴、生活習慣（飲酒、喫煙）、居住期間、住宅の種類・構造、騒音や振動に対する不快感などについては、全58問の自己回答式の質問票を用いて調査を行った。用いた質問文は国民生活基礎調査（厚生労働省）など、すでに確立している質問票から抜粋した。

質問票は調査員が対象者を訪問し配布した。配布した質問票は、調査員が後日訪問して回収を行った（留置法）。質問票への回答をもって調査への協力に同意したとみなした。また、調査員が沿道地域の対象者宅に訪問した際は、騒音曝露推計に必要な情報として、対象者の住まいからの幹線道路の見通しに関する面接調査を行った（次の3条件のうちいずれに当てはまるかを口頭にて質問した：「幹線道路をほぼ見とおすことができる」「幹線道路を一部見とおすことができる」「幹線道路をまったく見とおすことができない」）。質問票の配布と回収は2014年4月から6月に実施した。

4) 大気汚染物質の個人曝露推計

対象者の居住住所における、道路交通由来の大気汚染物質（NO_x、SPM、PM_{2.5}、EC）の2009年年平均濃度を2種類の大気拡散モデル（ADMERとMETI-LIS）を用い推計した⁸⁾。その概略は、①調査対象幹線道路以外の幹線道路、首都高速および細街路からの大気汚染物質の拡散を、ADMERを用いて解像度100m×100mで推計；②調査対象幹線道路からの拡散を、信号による車速変化、ならびに陸橋部分の高さも考慮に加えて

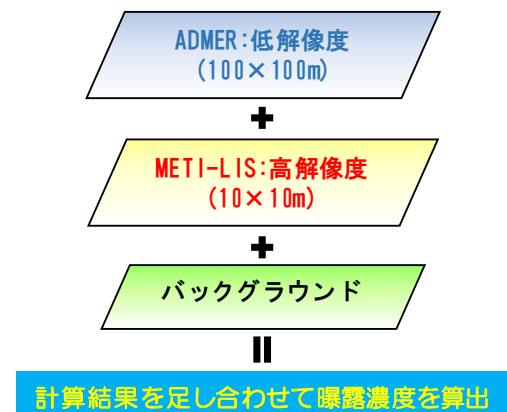


図2 大気曝露推計手法の概略

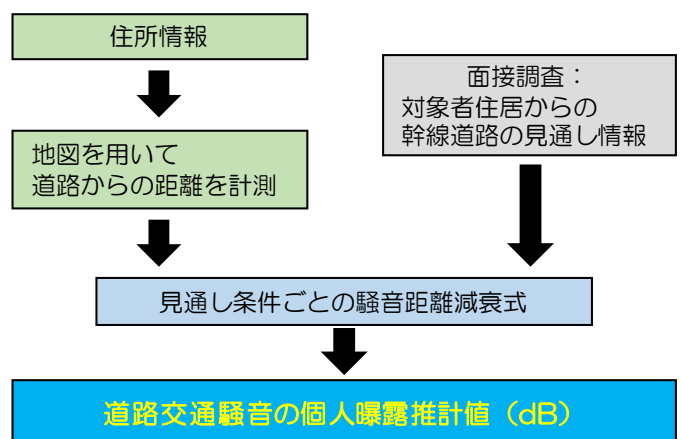


図3 道路交通騒音の曝露推計手法の概略

MATI-LISを用いて解像度10m×10mで推計；③葛飾区内の自動車以外が起因のバックグラウンド濃度を推計；これらを足し合わせることで対象者の個人曝露推計値とした（図2）。

5) 幹線道路における自動車交通騒音の個人曝露推計

道路交通騒音の曝露推計は、実測調査を基に作成した距離減衰式を用い、各幹線道路の基準騒音レベルと、官民境界から対象者住居までの距離、および幹線道路の見通し状況から対象者の居住家屋外の騒音レベルを推計して割付けた（図3）⁹⁾。なお、騒音の曝露推計は沿道地域の対象者のみに実施した。

6) 曝露評価と健康影響の関連性解析法

質問票調査で得られた対象者の健康状態と、粒子および騒音の曝露レベルとの関連性については、クロス表、多重ロジスティック回帰分析等を用いて検討を行っている。

7) 倫理的事項

本調査は日本疫学会倫理審査委員会の承認を得た上で実施した（登録番号：13001）。

3. 結果

1) 質問票の回収率

全体の53.2%である3,190人から回答を得られた（沿道53.0%、非沿道53.4%）。調査対象地域内で、回収率が低い特定の地域などはなかった。沿道地域と非沿道地域の対象者の年齢（図4）や身長、体重、飲酒習慣、喫煙習慣には大きな差がなく、また全国的な統計値とも差が認められなかったことから、対象者を偏りなく抽出することが出来たことを確認した。

2) 大気汚染物質、騒音の曝露と健康影響の関連性

現在解析を進めているところである。途中経過ではあるが、大気汚染物質の曝露レベルが高いグループ（全体の上位25%）は、低いグループ（全体の下位25%）と比較して、統計的に有意ではないものの虚血性心疾患の有症率のオッズ比は高くなる傾向にあった。また自動車騒音（ L_{den} ）の曝露と有症率のオッズ比は、65dB以上70dB未満のグループと70dB以上のグループは、非沿道に居住する対象者と比較して統計的に有意ではないものの高くなる傾向にあった。

4. まとめと今後の課題

筆者らが知る限り、本研究は日本の沿道環境におい

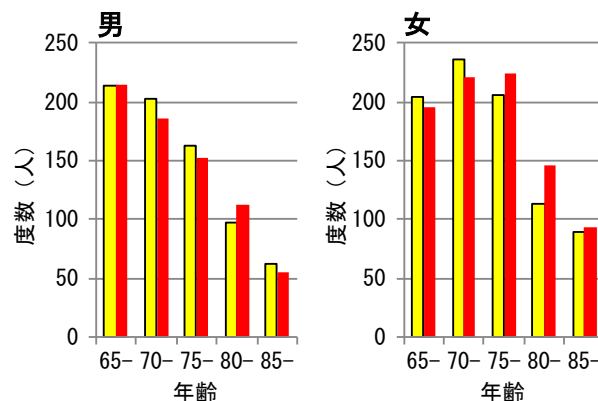


図4 質問票回答者の年齢分布。黄色のバーが沿道地域、赤色のバーが非沿道地域。

て、大気汚染物質と道路交通騒音の個人曝露推計を詳細に行い、虚血性心疾患の有症率との関連性を調査した最初の研究である。現在、大気汚染物質と自動車騒音のそれぞれに分けて解析を行い、論文投稿の準備を進めている段階だが、今後は、大気汚染と自動車騒音の複合的な影響についても解析を進める予定である。

参考文献

- [1] Dockery DW, *et al* (1993) An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med.* 329, 1753-1759.
- [2] Pope CA, *et al* (1995) Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 151, 669-674.
- [3] Krewski D, *et al* (2000) Reanalysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society Study of particulate air pollution and mortality. *Health Effect Institute Special Report.*
- [4] Laden F, *et al* (2006) Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study. *Am J Respir Crit Care Med.* 173, 667-672.
- [5] Krewski D, *et al* (2009) Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Health Effect Institute.* 140.
- [6] 大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露調査検討会 (2009) 大気汚染に係る粒子状物質による長期曝露影響調査報告書.
- [7] Babisch W (2008) Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise & Health.* 10, 27-33.
- [8] 富田, 森川 (2014) 曝露評価に用いるための自動車排出ガス濃度の推計 (3) 拡散推計の詳細化. 第55回大気環境学会年会講演要旨集, 515.
- [9] 伊藤ら (2013) 大気汚染物質、騒音と虚血性心疾患の関連性に関する疫学調査 (曝露推計方法の検討). 第54回大気環境学会年会講演要旨集, 448.