

## 中国の都市交通に関係する大気汚染とその健康への影響

鄧芙蓉

自動車の排気ガスがもたらす大気汚染によって生じる健康への影響は世界的規模で注目されているところである。近年、中国の自動車台数の増大は驚くものであり、2012 年末までに中国の自動車保有数は既に 2 億 2382 万 8000 台に達している。都市の自動車台数が急激に増加し混雑が激化するにつれて、自動車の排気ガスも既に中国の大中都市の大気汚染の主要な原因のひとつになっている。中国の多くの都市において自動車の排気ガスが大気汚染に占める割合は、既に先進国の水準に達したか、或いはそれに近いものになっていることが、ここ数年の環境状況公報及び文献情報のデータから見て取れる。人々は自動車がもたらす便利さや効果と利益を享受すると同時に、自動車の排気ガスによる環境汚染と人体への健康被害も受けている。

ここ 10 数年、国家科学技術支援計画や国家自然科学基金などの援助の下で中国の学者は異なる研究デザインを採用し、自動車の排気ガスが人々に与える影響について多くの研究をし、いくらか前進してきた。ある学者は 2009 年から 2011 年までの期間、北京市近郊と市街地の一定の時期における大気中の PM2.5 の汚染レベルと特徴を比較し、更に、国際的に権威のある粒子状物質発生源解析方法（直交行列分解 / UNMIX）を応用し、研究期間内において北京市の大気中に存在した PM2.5 の 7 つの主要な汚染源を解析し特定した。そこには交通による直接的な排出( 12.0% )、石炭による排出( 22.0% )、次硝酸塩 / 硫酸塩 ( 30.2%、交通や石炭による排出から間接的に生じる )、粉塵 / 土壌( 12.4% )、冶金による排出( 0.4% )、その他工業による排出( 6.9% )、

二次有機粒子状物質（9.9%、化石燃料の燃焼から間接的に生じる）が含まれる。北京市近郊と市街地の大気中に含まれる PM2.5 の汚染源は異なることを研究結果は示しており、北京市近郊の大気中の PM2.5 の汚染源は次硝酸塩 / 硫酸塩と冶金による排出の比率が高いのに対し、市街地の大気中の PM2.5 の汚染源は交通の直接的排出と石炭による排出の比率が比較的高かった。他の学者は CMB 法を用いて北京市街地と近郊の PM2.5 の発生源を解析した結果、北京市街地では自動車の排気ガスによる排出が PM2.5 に最も影響を与えており、次に石炭の燃焼、特に冬期における石炭の燃焼の影響は秋季よりも大きく、人為汚染源が PM2.5 に与える影響は非常に大きく、同時に土壌の粒子も一定の影響を与えているが、工業による排出が PM2.5 に与える影響は大きくなかった。一部の学者は、北京市の PM2.5 の発生源には明らかに季節的特性があり、汚染源の相対的影響は季節によって大きく異なっており、例えば土壌粉塵は春季に比較的多いが夏季は少ないことを指摘している。

現在、多くの都市で微粒子物質の発生源の解析結果が不足している。中国は地域が広大で各地区や都市の汚染状況が異なることから、例えば自動車の台数やその種類、道路状況、交通管理や制限措置などの方面に差があり、学者によってサンプル採取の方法や数量が異なることもあり、発生源の解析方法なども異なっている。よって、一つの都市或いは一つの研究による発生源解析も簡単に他の都市に応用することができず、政府が関連する政策を制定し、自動車由来の PM2.5 を全面的に抑制する際に非常に大きな困難をもたらしている。

個体曝露測定、呼吸速度、曝露時間を結合させる方法を採用する学者もあり、北京市を研究地点として公共バス、タクシー及び自転車という異なる移動方法下における人体の PM2.5、一酸化炭素（CO）の曝露量を比較した学者もいる。結果、タクシーに乗った場合の PM2.5 の曝露濃度は最も低い一方、一酸化炭素の曝露濃度は最も高かった。自転車移動時の一酸化炭素の曝露濃度は最も低かったが、自転車移動は中強度身体活動に属し、自転車に乗る人間の呼吸速度は公共バスやタクシーに乗る人間よりも早く、また同距離を走

行する時、自転車に乗る人間の曝露時間は更に長くなる。よって、呼吸速度と曝露時間を考慮すれば、公共バスやタクシーに乗車する人間と比べ、自転車移動の方式は PM2.5 と一酸化炭素に対する総曝露量は最も高くなるのである。上述の研究が明らかにするように、健康的で低炭素の移動方法を選択できるかどうかは、大気質の改善、特に交通に關係する汚染物質の濃度の減少にかかっているのである。政府の関連部門は有効な措置を講じ、自動車の排気ガスの排出をコントロールし、交通渋滞を緩和させなければならない。公衆は通勤や通学時に個人で有効な対策を採るべきであり、例えば自転車に乗る時にマスクを装着し、個人の交通汚染物質に対する曝露を減少させるべきである。

近年の交通がもたらす大気汚染は、既に都市の人々の呼吸、心臓血管・脳血管などの系統の健康を脅かす重要な危険要素であることを大量の研究は示している。中国の学者は panel study (グループに分けた追跡調査) の研究デザインを採用しており、オリンピック期間を北京市の空気の質を大きく改善する契機として利用し、大気中の微粒子物質が高曝露者グループの HRV (Heart Rate Variability) に与える影響を観察した。結果、大気中の微粒子物質の曝露は研究対象の HRV を明らかに低下させる可能性があり、空気の質の改善はこの種の影響を著しく軽減させる可能性があることを明らかにした。この研究は大気中の微粒子物質、特に交通に由来する空気汚染のコントロールが人々の心臓血管・脳血管の系統を改善する効果がある可能性を直接示す証拠を初めて提供した。これ以外に、北京市近郊から市街地へ移動する前後の一定の時期に大気中の PM2.5 に曝露した健康な青年グループを追跡調査し、血液バイオマーカー、血圧、肺機能などの呼吸・心臓血管バイオマーカーを繰り返し測定することを通して、比較的高い汚染水準下の PM2.5 及び 30 余りの化学成分が人体の呼吸や心臓血管に与える短期的な影響を基本的に解明した。そして上述の研究結果を基に、研究期間中の北京市の大気中に含まれる PM2.5 の 7 つの主要な汚染源を更に解析したが、そこには交通による直接的な排出 (12.0%)、石炭による排出 (22.0%)、次硝酸塩 / 硫酸塩 (30.2%、交通や石炭による排出から間接的に生じる)、粉塵 / 土壌

(12.4%)、冶金による排出(0.4%)、その他工業による排出(6.9%)、二次有機粒子状物質(9.9%、化石燃料の燃焼から間接的に生じる)が含まれる。研究結果は同時に、北京市近郊と市街地の大気中に含まれるPM2.5の汚染物質の発生源は明らかに異なることを示しており、北京市近郊の大気中に含まれるPM2.5の発生源は次硝酸塩/硫酸塩と冶金による排出の比率が比較的高く、市街地の大気中に含まれるPM2.5の発生源は交通による直接的な排出と石炭による排出の比率が比較的高かった。次硝酸塩/硫酸塩と粉塵/土壌由来のPM2.5は、炎症バイオマーカーレベルの上昇との関係が最も強く、石炭による排出由来のPM2.5は、血圧上昇との関連が最も強かった。粉塵/土壌とその他工業による排出由来のPM2.5は肺機能の低下との関連が最も強かった。

上述の研究結果は大気中のPM2.5と負の健康反応との関係を更に解明しただけでなく、中国が都市化の過程において注目すべき環境・健康リスクも明示し、政府の関連部門が妥当性を有する有効な措置を講じて大気中のPM2.5による健康被害を減らすのに重要な科学的根拠を提供したのである。

(和田英男訳)