

**【5-1456】大気環境の異なる地域における PM2.5 及びオゾンの呼吸器系への影響に関する疫学研究 (H26~H28 累計予算額 98,539 千円)**  
研究代表者 島 正之 (兵庫医科大学)

## 1. 研究実施体制

- (1) 都市域における PM2.5 及びオゾンの喘息発作への影響に関する疫学研究 (兵庫医科大学)
- (2) 大気清浄地区における越境大気汚染の呼吸器への影響に関する研究 (国立弓削商船高等専門学校)
- (3) 大気中 PM2.5 の成分測定による環境挙動の解明に関する研究 ((公財)ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター)

## 2. 研究開発目的

本研究では、瀬戸内海海域で大気環境の特徴が異なる 2 地域で、健康影響評価と大気環境測定を実施し、大気中 PM2.5 及びオゾン等の大気汚染物質が呼吸器系に与える影響を明らかにすることを目的とした。

兵庫県姫路市は瀬戸内海に面した工業地域にあり、気管支喘息に関する調査が長年にわたって継続的に実施されている。同市内において PM2.5 の質量及び主要化学成分濃度を連続的に測定して 1 週間単位および 1 日単位の喘息発作との関連を評価した。また、瀬戸内海のほぼ中央に位置する離島である愛媛県弓削島において、高等専門学校の学生を対象に肺機能検査を繰り返して実施するとともに、同島内で PM2.5 の質量濃度、イオン、元素等の成分濃度を測定し、Positive Matrix Factorization (PMF) 解析を適用して発生源とその寄与濃度を推定した。これらのデータを用いて、両地域における PM2.5 の成分や発生源の相違による呼吸器系への影響を評価した。さらに、化学輸送モデルを用いた発生源感度解析により、越境移流や国内における船舶等の発生源の影響を定量的に把握することも目的とした。

## 3. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

PM2.5 及び O<sub>3</sub> が呼吸器系に与える影響に関する国内の知見は限られており、特に PM2.5 の成分濃度と健康影響との関連を評価した研究は乏しかった。また、近年は瀬戸内海海域における PM2.5 が高いことが指摘されているが、その健康影響についてはほとんど報告がない。本研究は、長期にわたって喘息発作に関するデータが集積されてきた兵庫県姫路市と、周辺に主要な大気汚染の発生源がない瀬戸内海の離島である愛媛県弓削島で大気中 PM2.5 の質量及び成分濃度の測定を行い、健康影響との関連を疫学的に解析した。

姫路市においては、大気中 PM2.5 の質量濃度だけでなく、PM2.5 中の硝酸イオン、水素イオン、水溶性有機炭素等の濃度が上昇し、酸性度が高くなると喘息発作が増加することが示された。大気中 PM2.5 濃度と喘息発作の関連は年齢が高くなるとともに大きく、10 歳以上では有意であった。こうした関連は週平均  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1 日平均濃度  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  という、比較的低い濃度でも認められ、諸外国における知見と同様であった。1 日単位の喘息による受診については、PM2.5 中の水素イオン濃度の上昇により増加することが明らかとなり、PM2.5 の酸性度が関係していることが示された。大気中 O<sub>3</sub> については、わが国で環境基準が設定されている 1 時間値などの指標だけでなく、国際的に用いられることの多い 8 時間の最大値が上昇すると喘息発作が有意に増加することが明らかとなった。

弓削島においては、学生が毎日測定した肺機能値は、検査前の PM2.5 をはじめとする大気汚染物質濃度が上昇すると有意に低下し、PM2.5 中の硫酸イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン等の多くの成分との関連が示された。発生源解析では、半揮発性粒子、バイオマス・工業系、硫酸塩 (石

炭系)、道路交通に由来する PM2.5 が肺機能の低下に関連していた。また、アレルギー疾患の既往を有する者は大気汚染物質に対する感受性が高いことが明らかとなった。このように、近隣に主要な大気汚染の発生源がない瀬戸内海の離島においても PM2.5 をはじめとする大気汚染物質が呼吸器系に影響を与えることが示された。

本研究では瀬戸内海の離島と周辺の都市部において大気環境を同時に評価したことから、両地点における PM2.5 の成分データとそれを用いた発生源解析の結果より、瀬戸内海の大気環境の特徴と発生源の相違を明らかにすることができた。

## (2) 環境政策への貢献 (研究代表者による記述)

### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

わが国では 2009 年に PM2.5 に係る環境基準が設定され、中国での大気汚染の深刻化を契機に PM2.5 に対する国民の関心が高まっているが、国内における疫学研究の知見は十分ではなく、特に成分組成との関係はほとんどわかっていない。また、大気中 O<sub>3</sub> 濃度も増加傾向にあり、その健康影響が懸念されているが、国内における知見は乏しい。

本研究では、大気中 PM2.5 及び O<sub>3</sub> 濃度が上昇すると喘息発作が増加することが明らかとなった。いずれも環境基準よりも低い濃度であっても影響が認められたことから、喘息患者は大気汚染に対する感受性が高いと考えられる。また、PM2.5 の質量及びその成分濃度は季節によって異なり、春から夏に PM2.5 の酸性度が高まると喘息発作への影響が大きいことが示された。近隣に主要な発生源がない離島における研究でも、学生が毎日測定した肺機能は、大気中の PM2.5 等の質量濃度、PM2.5 中の多くの成分濃度の増加によって有意に低下し、アレルギー疾患の既往を有する者でその影響が大きかったことから、大気汚染の影響を受けやすいと考えられた。

こうした成果は、PM2.5 濃度が上昇した際には、喘息やアレルギー疾患の既往がある者に外出を控えるように注意喚起を行うなど、よりきめ細かく、実効性のある予防対策の検討に貢献しようとする。また、PM2.5 中の成分や推定された発生源因子と喘息発作や肺機能との関連についての知見は、PM2.5 を削減するための発生源対策を進める上で、健康影響の観点から優先度を検討するなど、貴重な情報を提供するものである。

瀬戸内海沿岸部では PM2.5 が高濃度になりやすいことが知られており、本研究で得られた PM2.5 成分データや発生源解析の結果は、瀬戸内海海域の離島及び都市部における地域特有の高濃度現象を理解するために有用な情報である。時間単位で測定した PM2.5 の成分測定データによる発生源解析や、PMF による発生源解析結果と化学輸送モデルによる発生源感度解析結果とを比較した研究は国内ではほとんどなく、今後の大気環境研究にとって非常に貴重な知見となる。

## 4. 委員の指摘及び提言概要

PM2.5 およびオゾンの呼吸器系への影響について、大気環境中の動態調査にも基づき、PM2.5 の質量濃度のみならず、その酸性度やオゾンの最大値などが関連すること、発症が年齢により異なることなどの貴重な結果が得られたと評価できる。なお、オゾン濃度の増加傾向にもかかわらず喘息発作が減少傾向となっている点や PM 増減と発症の季節依存性など、仮説通りにいかない結果も含まれており、疫学研究では、このような齟齬は不可避でもあるが、それらも併せて十分な検討を行い、最終的に信頼性を高めていくことが望まれる。

5. 評点

総合評点：A