

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：34519

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2012～2016

課題番号：24406020

研究課題名(和文)中国大都市における大気汚染の特性と健康影響に関する疫学研究

研究課題名(英文)Epidemiological study on characteristics and health effects of air pollution in large cities in China

研究代表者

島 正之 (SHIMA, Masayuki)

兵庫医科大学・医学部・教授

研究者番号：40226197

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：中国の大都市である瀋陽及び武漢における微小粒子状物質(PM_{2.5})及び粗大粒子(PM_{10-2.5})の濃度は屋内外ともに相当高く、特に暖房を使用する冬期の屋外におけるPM_{2.5}濃度が高かった。今回の研究では、こうした大気汚染物質への曝露と小児の肺機能低下との関連はみられなかった。しかし、幼児の呼気一酸化窒素(FeNO)濃度は、屋外のPM_{2.5}及びPM_{10-2.5}の質量濃度、炭素及び多くのイオン成分濃度の上昇によって有意な増加が認められた。5～6月には屋内における粒子濃度とFeNOの関連も有意であった。これらの大気汚染物質が小児の気道炎症に影響を及ぼす可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The outdoor and indoor concentrations of airborne fine (PM_{2.5}) and coarse (PM_{10-2.5}) particulate matter were considerably high in Shenyang and Wuhan, China. In particular, the outdoor concentrations of PM_{2.5} were high due to coal heating in winter. In this study, no association between exposure to air pollutants and decreases in pulmonary function among children was observed. However, an increase in fractional concentration of exhaled nitric oxide (FeNO) among pre-school children significantly associated with mass concentrations of PM_{2.5} and PM_{10-2.5}, and the concentrations of carbon and many ions in the particles. The association with FeNO and indoor concentrations of PM_{2.5} and PM_{10-2.5} was also significant in May and June. These findings suggest the effect of air pollutants on airway inflammation in children.

研究分野：環境疫学

キーワード：微小粒子状物質 粗大粒子 炭素成分 イオン成分 肺機能 気道炎症 大都市 中国

1. 研究開始当初の背景

産業・経済が急速に発展している中国では、石炭、石油などの化石燃料の大量消費により発生する排ガスに起因する大気汚染が大きな社会問題となっている。また、近年は自動車の急速な普及により、大都市部における大気汚染はますます深刻かつ複雑化しており、住民の健康に及ぼす影響が懸念されている。こうした大気汚染物質は国境を越えて日本にも飛来していることから、中国における大気汚染とその健康影響への対策は日本にも共通する課題であり、国際的な視点からの研究が必要とされている。

大気汚染が人の健康に与える影響を明らかにするためには、大気汚染物質への曝露量を正確に評価することが必要である。しかし、都市によって産業や交通事情等は大きく異なり、同一都市においても、周囲の生活環境等により大気汚染物質への曝露レベルには大きな差があると考えられるが、これまでに曝露の実態は十分に明らかにされていない。

2. 研究の目的

人口、産業、交通事情等の異なる中国の複数の地域において、季節別に大気環境測定を行い、小児を対象に肺機能検査と気道炎症評価を繰り返して実施し、大気汚染の健康影響を総合的に評価することを目的とする。

粒子状物質は屋内外で粒径別に捕集して、質量濃度に加えて、炭素成分、イオン成分、元素成分濃度の分析を行い、ガス状成分も合わせて評価することにより、大気中における汚染物質の挙動を明らかにする。特に、東北地方では冬期に暖房用の石炭を使用することによる影響が大きいことから、同一地域で暖房期と非暖房期に調査を実施して、時期による大気汚染濃度の違いとそれによる健康影響との関係性を評価した。

3. 研究の方法

(1) 対象地域と研究実施時期

2012年9月～2015年6月の約3年間にわたって、中国東北地方最大の都市である瀋陽市の3地域において、環境測定と小学生を対象とした肺機能検査を実施した。また、2015年11月～2016年6月には中国内陸部の大都市である武漢市において、環境測定と幼稚園児を対象とした健康影響評価を実施した。

瀋陽市

2012年9月～2013年6月は、市北部の石炭火力発電所に隣接した小学校、2013年9～12月は市中心部の商業地域にある小学校、2014年9月～2015年6月は市中心部の住宅地域にある小学校を対象とした。大気環境測定は各年の9月(非暖房期)と12月(暖房期)に各2週間実施し、小学校5～6年生を対象とした肺機能検査は、9月、12月、4月、6月(中国では9月が新学期)の4回実施した。

武漢市

2015年11～12月及び2016年5～6月に、

武漢市郊外の幼稚園において、それぞれ4週間、大気環境測定と健康影響評価を実施した。

(2) 大気環境測定

小学校または幼稚園の校舎ベランダ(屋外)及び教室内で実施した。小型ポンプ(MP-300N、柴田科学)に粒径2.5 μm以下の微小粒子(PM_{2.5})と10～2.5 μmの粗大粒子(PM_{10-2.5})に分級捕集できるインパクト(ATPS-20H、柴田科学)を接続して、1.5L/minで吸引した。インパクトは24時間毎に交換した。また、瀋陽市では、各小学校で6年生10名に、携帯用アルミケースに収納した小型ポンプを携行してもらい、個人曝露量を測定した。

捕集したサンプルの質量濃度は、温度21.5 ± 1.5、相対湿度35 ± 5%の条件下でウルトラミクロ天秤(Sartorius、SE2-F)で秤量した。有機炭素(Organic Carbon; OC)、元素炭素(Elemental Carbon; EC)は熱分離光学補正法、イオン成分9項目(Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、F⁻、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻)はイオンクロマトグラフィ法により分析した。

(3) 健康影響評価

瀋陽市では、各時期に1回ずつ、電子式ピークフローメーター(Vitalograph社製)を用いて、最大呼気流量(PEF)と1秒量(FEV₁)、NO Breath(Bedfont社製)を用いて呼気中一酸化窒素(FeNO)濃度を測定した。

武漢市では、各検査期間中の平日の毎朝、幼稚園児が登園した際に電子式ピークフローメーター(Vitalograph社製)を用いてPEFとFEV₁を測定した。また、各検査期間中に4～5回、NIOX VERO(Aerocirine社製)を用いてFeNO濃度を測定した。

(4) 解析方法

得られた結果は、混合効果モデルを用いて、対象者の年齢、身長、気温、湿度の影響を調整し、検査前24時間の大気汚染物質濃度と肺機能値及びFeNO濃度との関連を解析した。

4. 研究成果

(1) 瀋陽市における結果

大気環境測定

3年間の粒径別質量濃度を図1に示した。PM_{2.5}濃度は、屋外、屋内、個人曝露濃度ともに12月(暖房期)は9月(非暖房期)よりも高く、暖房の影響が示唆された。住宅地区で調査を行った2014年にはその差が小さかった。

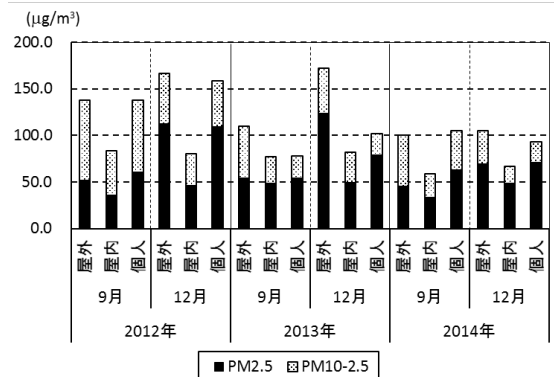


図1 時期別の粒子状物質の質量濃度

炭素成分(OC, EC)濃度は、PM_{2.5} 中では屋外、屋内ともに 9 月よりも 12 月が高かったが、PM_{10-2.5} 中では時期による差がなかった(表 1)

表 1 瀋陽市の小学校屋内外における炭素成分濃度

		PM _{2.5}		PM _{10-2.5}	
		OC	EC	OC	EC
2012年					
9月	屋外	6.5 (2.7)	7.5 (2.2)	4.1 (1.4)	5.8 (2.2)
	屋内	4.9 (1.0)	4.6 (1.4)	3.8 (1.6)	2.4 (1.0)
12月	屋外	24.7 (19.3)	14.3 (9.3)	3.8 (3.0)	5.1 (4.1)
	屋内	12.1 (9.9)	6.5 (5.7)	4.4 (5.6)	1.6 (2.1)
2013年					
9月	屋外	6.0 (2.4)	5.1 (1.9)	3.0 (1.1)	2.5 (0.9)
	屋内	7.1 (2.8)	4.4 (1.3)	2.8 (1.6)	1.4 (0.7)
12月	屋外	22.0 (11.6)	8.9 (3.6)	2.6 (1.6)	2.7 (1.2)
	屋内	19.0 (6.7)	7.4 (2.1)	5.6 (3.4)	2.1 (1.7)
2014年					
9月	屋外	8.0 (5.1)	5.1 (2.5)	4.7 (3.8)	3.6 (2.4)
	屋内	9.5 (4.2)	4.4 (1.9)	3.8 (1.9)	2.4 (1.4)
12月	屋外	11.8 (8.0)	6.8 (5.3)	2.0 (1.4)	2.6 (2.2)
	屋内	10.8 (5.0)	6.1 (4.9)	3.0 (1.8)	1.6 (1.1)

各時期に2週間ずつ測定した平均値(標準偏差)、単位μg/m³

健康影響評価

時期別の肺機能測定結果を表 2 に示した。2014 年 4、6 月には検査結果が得られなかった。各年ともに 9 月の肺機能値はやや低く、12 月以降はやや増加したが、繰り返して検査を行ったことによる学習効果と考えられる。PEF、FEV₁ともに大気汚染濃度が高い 12 月以降に低下する傾向は認められなかった。

表 2 実施時期別肺機能測定値

	n	PEF (L/min)		FEV ₁ (L)	
		Mean	SD	Mean	SD
2012~2013年					
男子					
2012年9月	137	294.8	(52.6)	2.07	(0.39)
2012年12月	133	321.4	(61.7)	2.19	(0.38)
2013年4月	135	332.4	(62.3)	2.25	(0.44)
2013年6月	131	324.9	(58.8)	2.24	(0.41)
女子					
2012年9月	114	285.1	(59.0)	1.94	(0.36)
2012年12月	112	306.6	(58.5)	1.91	(0.39)
2013年4月	115	342.6	(69.0)	2.19	(0.45)
2013年6月	110	321.1	(65.1)	2.09	(0.38)
2013年					
男子					
2013年9月	115	305.1	(55.2)	-	-
2013年12月	106	324.9	(55.3)	-	-
女子					
2013年9月	104	271.8	(55.8)	-	-
2013年12月	104	303.1	(59.7)	-	-
2014~2015年					
男子					
2014年9月	85	299.3	(52.7)	2.07	(0.33)
2014年12月	83	314.5	(50.1)	2.07	(0.34)
2015年4月	90	326.2	(58.4)	-	-
2015年6月	81	324.9	(69.1)	2.16	(0.35)
女子					
2014年9月	107	296.8	(51.8)	1.91	(0.38)
2014年12月	111	303.8	(54.0)	1.93	(0.37)
2015年4月	110	322.9	(71.1)	-	-
2015年6月	105	337.6	(69.9)	2.10	(0.41)

PEF: 最大呼気流量、FEV₁: 1秒量

Mean: 平均値、SD: 標準偏差

FeNO 濃度の測定結果は表 3 に示した。2013 年、2015 年の 4 月は男女ともに低い値となっており、気象条件が関係しているのかもしれない。

各時期の大気汚染濃度と FeNO の関連は認められなかった。

表 3 実施時期別呼気一酸化窒素濃度(ppb)

	男子			女子		
	n	GM	95% CI	n	GM	95% CI
2012~2013年						
2012年9月	92	11.1	(8.7, 14.2)	97	9.5	(7.8, 11.6)
2012年12月	131	6.6	(5.3, 8.3)	112	5.8	(4.6, 7.4)
2013年4月	135	1.9	(1.6, 2.3)	115	1.9	(1.6, 2.3)
2013年6月	131	6.7	(5.5, 8.2)	111	5.7	(4.6, 7.0)
2013年						
2013年9月	115	10.9	(8.5, 13.9)	105	7.5	(6.0, 9.5)
2013年12月	106	9.3	(7.3, 11.9)	104	8.7	(6.8, 11.1)
2014~2015年						
2014年9月	85	11.3	(8.9, 14.5)	109	10.6	(8.8, 12.8)
2014年12月	85	10.1	(7.5, 13.6)	111	9.1	(7.3, 11.3)
2015年4月	90	3.1	(2.3, 4.1)	110	2.8	(2.2, 3.5)
2015年6月	81	11.5	(9.2, 14.3)	105	11.2	(9.6, 13.0)

GM: 幾何平均値、CI: 信頼区間

(2) 武漢市における結果

大気環境測定

研究期間中の屋外の大気汚染物質濃度及び気象因子は表 4、屋内濃度は表 5 に示した。屋外の PM_{2.5} 濃度は 11~12 月は 5~6 月よりも高かったが、PM_{10-2.5} 濃度は時期による差がなかった。屋内の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} は屋外よりも低く、時期による差はみられなかった。

表 4 屋外の大気汚染物質濃度及び気象因子

	平均	標準偏差	最大	最小	四分位範囲
2015年11~12月					
PM _{2.5} [μg/m ³]	53.2	18.2	89.9	8.2	24.2
PM _{10-2.5} [μg/m ³]	26.9	17.9	94.4	4.0	21.0
Temperature []	11.6	2.9	16.0	4.8	4.7
Humidity [%]	72.6	12.8	84.5	38.2	9.1
2016年5~6月					
PM _{2.5} [μg/m ³]	44.0	18.5	10.4	83.9	25.5
PM _{10-2.5} [μg/m ³]	28.6	12.7	3.0	51.8	19.8
Temperature []	25.8	3.0	21.0	32.0	5.5
Humidity [%]	69.9	5.1	55.7	78.2	6.2

表 5 屋内の大気汚染物質濃度及び気象因子

	平均	標準偏差	最大	最小	四分位範囲
2015年11~12月					
PM _{2.5} [μg/m ³]	35.9	13.9	71.1	9.9	16.2
PM _{10-2.5} [μg/m ³]	11.2	6.9	36.4	1.1	8.2
Temperature []	16.2	2.1	21.4	12.1	2.8
Humidity [%]	64.3	9.7	78.1	44.5	17.3
2016年5~6月					
PM _{2.5} [μg/m ³]	33.2	19.52	0.8	77.4	27.0
PM _{10-2.5} [μg/m ³]	10.7	7.48	0.8	26.6	12.5
Temperature []	25.5	2.21	22.1	30.0	3.9
Humidity [%]	70.5	3.81	56.2	78.9	4.0

2015 年 11~12 月の粒子状物質の粒径別質量、OC、EC 濃度の推移を図 2 に示した。PM_{2.5} 中の OC、EC 濃度の平均はそれぞれ 6.6 μg/m³、3.8 μg/m³ であり、PM_{10-2.5} 中ではそれぞれ 2.5 μg/m³、1.2 μg/m³ であった。PM_{2.5} 中の OC、EC 濃度は 11 月 28 日、PM_{10-2.5} 中の OC 濃度は 12 月 2 日に最も高かった。

同様に、2016 年 5~6 月の粒子状物質の粒径別質量、OC、EC 濃度の推移を図 3 に示した。PM_{2.5} 中の OC、EC 濃度の平均はそれぞれ 4.7 μg/m³、2.8 μg/m³、PM_{10-2.5} 中ではそれぞれ 3.0 μg/m³、1.3 μg/m³ であった。PM_{2.5} 中の OC、EC 濃度は 11~12 月のほうが高かったが、PM_{10-2.5} 中濃度は時期による差が見られなかった。

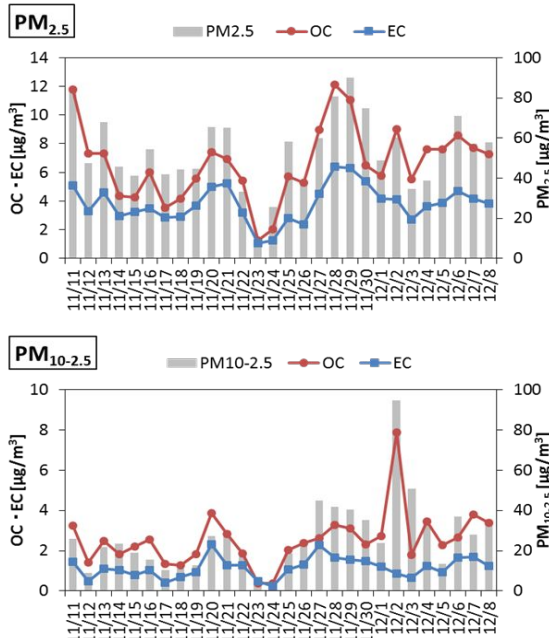


図2 粒径別質量、OC、EC濃度の推移(2015年)

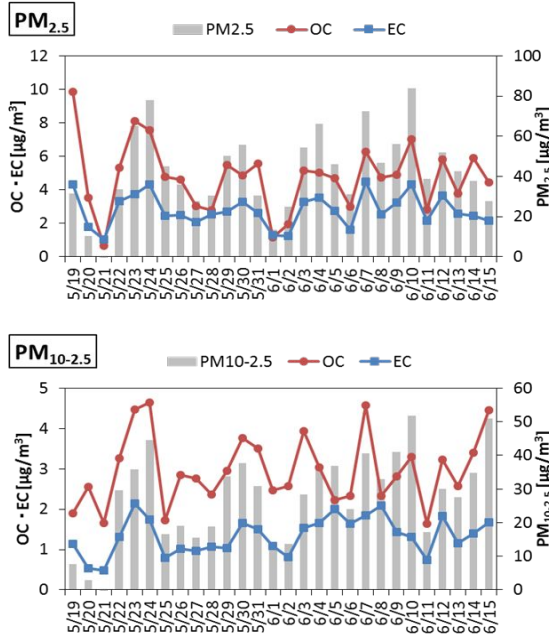


図3 粒径別質量、OC、EC濃度の推移(2016年)

健康影響評価

検査の対象者及び実施状況を表6に示した。2015年11~12月は55名(男児20名、女児35名)を対象に、肺機能検査はのべ796回、FeNO濃度測定はのべ184回実施した。2016年5~6月は50名(男児18名、女児32名)を対象に、肺機能検査はのべ608回、FeNO濃度測定はのべ237回実施した。いずれの時期もFeNO濃度は男児が女児よりも高かった。

屋内及び屋外のPM_{2.5}、PM_{10-2.5}濃度とPEFとの関係を図4、FEV₁との関係を図5に示した。結果はPM_{2.5}またはPM_{10-2.5}の四分位範囲濃度増加当たりの肺機能値の変化量と95%信頼区間を示す。いずれの時期にもPEF、FEV₁ともに、粒子状物質濃度の増加によって低下するという関連はみられなかった。

表6 検査の対象者及び実施状況

	Male	Female	Total
2015年11~12月			
Number of subjects	20	35	55
Age, mean (SD) (years)	5.1±0.2	5.0±0.3	5.0±0.3
Height, mean (SD) (years)	115.8±3.4	115.4±4.2	115.5±3.9
PEF (L/min)	116.3±32.1	116.8±36.1	116.6±34.6
FEV ₁ (L)	0.80±0.20	0.82±0.24	0.81±0.23
Measurements of pulmonary function	300	496	796
FeNO (ppb)	14.7±9.8	9.4±7.3	11.3±8.6
Measurements of FeNO	(66)	(118)	(184)
2016年5~6月			
Number of subjects	18	32	50
Age, mean (SD) (years)	5.6±0.5	5.4±0.5	5.5±0.5
Height, mean (SD) (years)	120.1±4.3	119.8±4.5	119.9±4.4
PEF (L/min)	128.2±40.0	126.0±38.6	126.8±39.1
FEV ₁ (L)	0.97±0.22	0.93±0.24	0.94±0.23
Measurements of pulmonary function	(224)	(384)	(608)
FeNO (ppb)	28.0±20.4	14.7±11.4	19.4±16.5
Measurements of FeNO	(84)	(153)	(237)

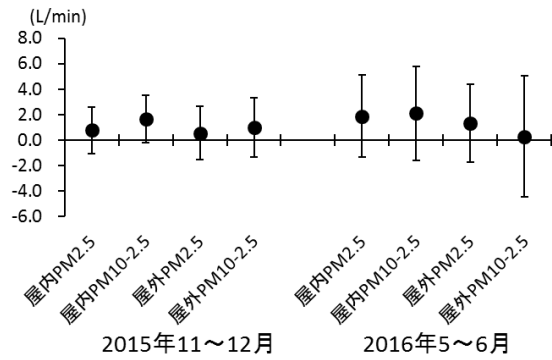


図4 粒子物質の質量濃度とPEFの関係

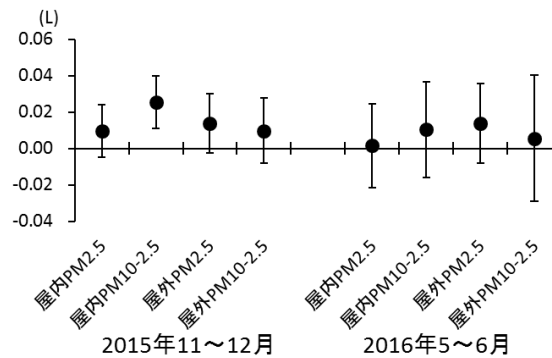


図5 粒子物質の質量濃度とFEV₁の関係

表7 屋外粒子中の炭素成分と肺機能との関係

	2015年11~12月			2016年5~6月				
	変化量	95%信頼区間	p値	変化量	95%信頼区間	p値		
PEF (L/min)								
PM _{2.5} 中								
OC	-0.32	-1.82	1.18	0.678	3.25	0.42	6.08	0.024
EC	-0.18	-2.75	2.38	0.889	2.27	-0.69	5.24	0.133
PM _{10-2.5} 中								
OC	0.70	-0.83	2.24	0.368	0.71	-1.92	3.35	0.596
EC	0.04	-2.42	2.51	0.972	1.43	-1.92	4.78	0.403
FEV ₁ (ml)								
PM _{2.5} 中								
OC	0.09	-11.57	11.76	0.987	8.26	-11.90	28.43	0.421
EC	4.80	-14.56	24.16	0.626	7.77	-13.48	29.02	0.473
PM _{10-2.5} 中								
OC	11.39	-0.91	23.69	0.069	-1.52	-20.54	17.50	0.875
EC	11.81	-7.49	31.10	0.230	6.87	-17.10	30.83	0.574

各成分の四分位範囲濃度当たりの変化量

同様に、屋外の PM_{2.5} または PM_{10-2.5} 中の炭素成分(OC, EC)濃度が増加しても、PEF、FEV₁ ともに有意な低下は認められなかった(表7)。
 屋内及び屋外の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} 濃度と FeNO との関係を図6に示した。2015年11~12月、2016年5~6月ともに、検査前24時間の屋外 PM_{2.5}、PM_{10-2.5} 濃度が増加すると、FeNO の有意な増加が認められた。2015年11~12月は屋内 PM_{2.5} 濃度との関連も有意であった。

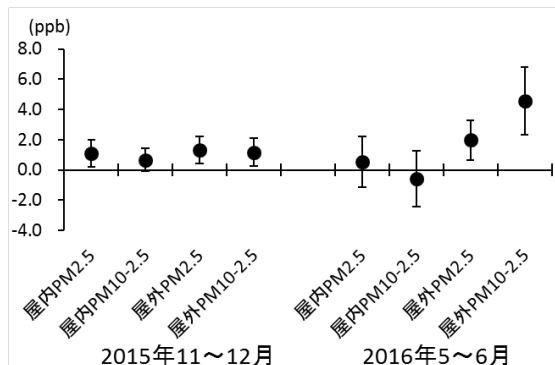


図6 粒子物質の質量濃度と FeNO の関係

屋外粒子中の炭素成分(OC, EC)濃度と FeNO の関係を図7に示した。2015年11~12月は PM_{2.5} 中 OC 及び EC、PM_{10-2.5} 中 EC 濃度が上昇すると FeNO は有意に増加した。2016年5~6月は PM_{10-2.5} 中 OC、EC との関連が有意であった。

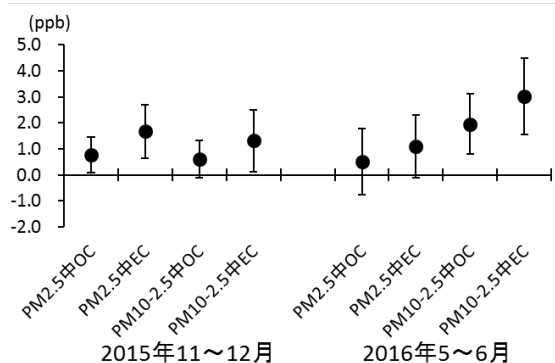


図7 粒子物質中の炭素成分と FeNO の関係

粒径別粒子のイオン成分と FeNO との関係を表8、9に示した。

屋外の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} については、2015年11~12月は Na⁺以外のすべてのイオン成分の濃度が増加すると FeNO は有意な増加が認められた。2016年5~6月には、PM_{2.5} 及び PM_{10-2.5} 中のいずれのイオン成分濃度も FeNO との関係は有意ではなかった。

一方、屋内の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} については、2015年11~12月には PM_{2.5} 中の Na⁺、K⁺、Mg²⁺をはじめとするいくつかのイオン成分濃度が増加すると FeNO の有意な増加が認められたが、2016年5~6月には、PM_{2.5} 及び PM_{10-2.5} 中のいずれのイオン成分濃度も FeNO との関係は有意ではなかった。

このように、いずれの時期にも屋外の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} の質量及び成分濃度と FeNO の関連は有意であったが、屋内の PM_{2.5}、PM_{10-2.5} との関係は季節によって異なることが示された。

表8 屋外粒子中のイオン成分と FeNO 濃度との関係

	2015年11~12月			2016年5~6月				
	変化量	95%信頼区間	p値	変化量	95%信頼区間	p値		
PM _{2.5} 中								
Na ⁺	0.17	-0.21	0.54	0.382	1.59	0.05	3.12	0.043
NH ₄ ⁺	1.82	0.61	3.02	0.003	2.00	0.71	3.28	0.003
K ⁺	1.31	0.23	2.38	0.018	0.83	-0.33	1.99	0.161
Mg ²⁺	1.19	0.15	2.23	0.025	1.46	0.05	2.87	0.042
Ca ²⁺	1.19	0.26	2.12	0.013	1.52	0.24	2.80	0.020
F ⁻	2.16	0.82	3.51	0.002	-0.50	-1.79	0.80	0.450
Cl ⁻	1.96	0.70	3.23	0.003	2.63	0.64	4.62	0.010
NO ₃ ⁻	1.94	0.74	3.14	0.002	1.80	0.69	2.91	0.002
SO ₄ ²⁻	1.15	0.37	1.93	0.004	2.12	0.25	3.99	0.027
PM _{10-2.5} 中								
Na ⁺	0.17	-0.21	0.54	0.382	2.14	1.01	3.27	0.000
NH ₄ ⁺	1.82	0.61	3.02	0.003	1.33	0.11	2.54	0.032
K ⁺	1.31	0.23	2.38	0.018	2.82	1.37	4.28	0.000
Mg ²⁺	1.19	0.15	2.23	0.025	4.65	2.49	6.81	0.000
Ca ²⁺	1.19	0.26	2.12	0.013	4.33	1.92	6.74	0.001
F ⁻	2.16	0.82	3.51	0.002	2.96	0.59	5.34	0.015
Cl ⁻	1.96	0.70	3.23	0.003	3.97	2.12	5.82	0.000
NO ₃ ⁻	1.94	0.74	3.14	0.002	3.61	1.30	5.92	0.002
SO ₄ ²⁻	1.15	0.37	1.93	0.004	1.87	0.64	3.09	0.003

各成分の四分位範囲濃度当たりの FeNO 変化量 (ppb)

表9 屋内粒子中のイオン成分と FeNO 濃度との関係

	2015年11~12月			2016年5~6月				
	変化量	95%信頼区間	p値	変化量	95%信頼区間	p値		
PM _{2.5} 中								
Na ⁺	1.75	0.45	3.05	0.009	-0.19	-2.03	1.65	0.840
NH ₄ ⁺	1.18	-0.05	2.41	0.061	1.11	-0.54	2.75	0.185
K ⁺	1.23	0.26	2.20	0.013	-0.81	-2.02	0.39	0.184
Mg ²⁺	1.54	0.47	2.60	0.005	0.06	-1.43	1.55	0.940
Ca ²⁺	0.99	0.25	1.74	0.009	0.26	-1.67	2.18	0.791
F ⁻	1.49	-0.21	3.18	0.086	-0.39	-1.78	1.00	0.578
Cl ⁻	0.35	-0.39	1.09	0.354	1.02	-0.66	2.70	0.233
NO ₃ ⁻	1.30	0.00	2.60	0.050	0.97	-0.19	2.14	0.102
SO ₄ ²⁻	1.40	0.28	2.53	0.015	0.54	-1.23	2.30	0.548
PM _{10-2.5} 中								
Na ⁺	0.25	-0.32	0.81	0.391	0.94	-1.17	3.05	0.382
NH ₄ ⁺	0.52	-0.20	1.23	0.154	0.62	-0.37	1.61	0.219
K ⁺	0.62	-0.53	1.77	0.286	-0.75	-2.46	0.97	0.392
Mg ²⁺	0.48	-0.13	1.10	0.119	0.31	-1.23	1.84	0.695
Ca ²⁺	0.64	0.04	1.24	0.037	0.56	-1.05	2.17	0.494
F ⁻	0.49	-1.76	2.75	0.668	-0.94	-2.72	0.85	0.303
Cl ⁻	0.55	-0.26	1.36	0.179	0.40	-1.75	2.54	0.716
NO ₃ ⁻	1.10	0.23	1.96	0.014	0.68	-0.97	2.33	0.415
SO ₄ ²⁻	1.06	0.21	1.91	0.015	1.03	-0.40	2.46	0.157

各成分の四分位範囲濃度当たりの FeNO 変化量 (ppb)

以上より、本研究では大気汚染と小児の肺機能の関連はみられなかった。しかし、FeNO 濃度は、屋内外の粒子状物質の質量及び炭素、イオン成分濃度の上昇によって有意な増加が認められ、大気汚染が気道炎症に影響を及ぼす可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計20件)

Wu S, Shima M, et al. (12人中10番目) Ambient temperature and cardiovascular biomarkers in a repeated-measure study in healthy adults: A novel biomarker index approach. Environ Res. 2017;156:231-238. (査読有)

DOI:10.1016/j.envres.2017.02.036.

Tang N, et al. (10人中1番目) Atmospheric behaviors of particulate-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons in Beijing, China from 2004 to 2010.

Atmos Environ. 2017;152:354-61. (査読有)
DOI:10.1016/j.atmosenv.2016.12.056.
Wu S, Shima M, et al. (10人中9番目)
Short-term exposure to high ambient
air pollution increases airway
inflammation and respiratory symptoms
in chronic obstructive pulmonary
disease patients in Beijing, China.
Environ Int. 2016;94:76-82. (査読有)
DOI:10.1016/j.envint.2016.05.004.
Huang J, Shima M, et al. (8人中5番目)
Acute effects on pulmonary function in
young healthy adults exposed to traffic-
related air pollution in semi-closed
transport hub in Beijing. Environ Health
Prev Med. 2016;21: 312-320. (査読有)
DOI:10.1007/s12199-016-0531-5.
島 正之, 余田佳子. 中国における大気
汚染の健康影響に関する共同研究. 大気
環境学会誌 2016;51:25-28. (査読有)
DOI: 10.11298/taiki.51.25
Zhang Y, Shima M, et al. (8人中6番目)
Short-term effects of fine particulate
matter and temperature on lung function
among healthy college students in Wuhan,
China. Int J Environ Res Public Health.
2015;12:7777-93. (査読有)
DOI:10.3390/ijerph120707777.
Wu S, Shima M, et al. (13人中11番目)
Ambient particulate air pollution and
circulating antioxidant enzymes: A
repeated-measure study in healthy
adults in Beijing, China. Environ
Pollut. 2016;208(Pt A):16-24.
DOI:10.1016/j.envpol.2015.06.002.
Yamazaki S, Shima M, et al. (14人中2
番目) Association between PM_{2.5} and
primary care visits due to asthma
attack in Japan: relation to Beijing's
air pollution episode in January 2013.
Environ Health Prev Med.2014;19:172-6.
DOI:10.1007/s12199-013-0371-5.

〔学会発表〕(計12件)

余田佳子, 馬露, 中坪良平, 平木隆年, 島正
之. 中国武漢市における大気汚染の幼児
の呼吸器系への急性影響. 第87回日本衛
生学会学術総会. 2017年3月27日, フェニ
ックスシーガイアリゾート(宮崎県宮崎市)
Zhang Y, Ma L, Shima M, et al. The
short-term effects of particulate
matter on lung function of college
students in autumn and winter in Wuhan.
45th Annual Conference Asia-Pacific
Academic Consortium for Public Health,
2013年10月26日, Wuhan (China)
Huang C, Tang N, Yoda Y, Shima M.
Characteristics of outdoor atmos-
pheric pollutants in autumn and winter
in Shenyang, China. 第54回大気環境学

会年会, 2013年9月18日~20日, 朱鷺
メッセ(新潟県新潟市)

〔図書〕(計4件)

Hayakawa K, Tang N, et al. Nova Science
Publishers, PM_{2.5}: Role of oxidative
stress in health effects and
prevention strategy. 2015, 21-36
島 正之, 一般財団法人日本環境衛生セ
ンター, 知っておきたい PM_{2.5} の基礎知
識. 2013, 33-42

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.hyo-med.ac.jp/department/pbhl/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島 正之 (SHIMA, Masayuki)
兵庫医科大学・医学部・教授
研究者番号: 40226197

(2) 研究分担者

大谷 成人 (OTANI, Naruhito)
兵庫医科大学・医学部・講師
研究者番号: 10561772

唐 寧 (TANG, Ning)

金沢大学・環日本海域環境研究センター・
准教授
研究者番号: 90372490

平木 隆年 (HIRAKI, Takatoshi)

(公財) ひょうご環境創造協会・兵庫県環
境研究センター・大気環境科・科長
研究者番号: 60446812

中坪 良平 (NAKATSUBO, Ryouhei)

(公財) ひょうご環境創造協会・兵庫県環
境研究センター・大気環境科・主任研究員
研究者番号: 60463329

(3) 研究協力者

余田 佳子 (YODA, Yoshiko)
兵庫医科大学・医学部・助教
研究者番号: 80748434

董 麗君 (DONG, Lijun)

瀋陽市疾病預防控制中心・所長

符 文華 (FU, Wenhua)

瀋陽市疾病預防控制中心・科長

齊 宏業 (QI, Hongye)

瀋陽市疾病預防控制中心・主任医師

郭 新彪 (GUO, Xinbiao)

北京大学・公共衛生学院・教授

馬 露 (MA, Lu)

武漢大学・公共衛生学院・副教授