

財団法人日中医学協会
2008年度共同研究等助成金－調査・共同研究－報告書

平成21年 3 月 6 日

財団法人 日中医学協会 御中

貴財団より助成金を受領して行った研究テーマについて報告いたします。

添付資料： 研究報告書

受給者氏名： 島 正之 
所属機関名： 兵庫医科大学
所属部署： 公衆衛生学 職名： 教授
〒 663-8501
所在地： 兵庫県西宮市武庫川町1-1
電話： 0798-45-6565 内線： 6565

1. 助成金額： 1,000,000 円

2. 研究テーマ

中国における自動車排出ガスの健康影響
－ 北京オリンピック開催時の大気汚染状況の変化との関連 －

3. 成果の概要（100字程度）

北京における粒子状物質による大気汚染が住民の肺機能に影響を及ぼしている可能性が示された。
北京オリンピック開催中の大気中有粒子状物質濃度は大きく改善しており、肺機能への影響は観察されなかった。

※発表論文等

4. 研究組織

日本側研究者氏名： 島 正之 職名： 教授
所属機関： 兵庫医科大学 部署： 公衆衛生学
中国側研究者氏名： 鄧 芙蓉 職名： 講師
所属機関： 北京大学 部署： 公共衛生学院

中国における自動車排出ガスの健康影響

—北京オリンピック開催時の大気汚染状況の変化との関連—

研究者氏名	島 正之
日本所属機関	兵庫医科大学公衆衛生学教授
研究者氏名	鄧 芙蓉
中国所属機関	北京大学公共衛生学院講師
共同研究者名	田村憲治(独立行政法人国立環境研究所), 宋曉明, 郭新彪(北京大学公共衛生学院)

要 旨

北京では2008年8月のオリンピック開催に伴って積極的な大気汚染対策が実施され、大気環境は大きく改善した。本研究では、北京オリンピック開催前(2008年5~6月)、開催中(8~9月)、開催後(10~11月)に、北京市の住民41名を対象に約2週間ずつ肺機能モニタリングを繰り返し実施して、大気中粒子状物質の変動が呼吸器系に及ぼす影響を評価した。

大気中の粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質(PM_{10})濃度は、5~6月には高かったが、オリンピックが開催された8~9月には大きく改善した。しかし、10~11月には再びやや増加がみられた。5~6月には、大気中 PM_{10} 濃度が増加すると、男性では夜、女性では朝のPEF値の低下と有意な関連が認められた(大気中 PM_{10} 濃度 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの変化量は、それぞれ $-7.36\text{L}/\text{min}$ 、 $-2.80\text{L}/\text{min}$)。8~9月には、男女ともにPEF値の変化と大気中 PM_{10} 濃度との関連はみられなかった。10~11月には、男性の夜のPEF値のみ大気中 PM_{10} 濃度の増加と有意な負の関連が認められた(大気中 PM_{10} 濃度 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたり $-12.01\text{L}/\text{min}$)。

以上より、北京における粒子状物質による大気汚染が住民の肺機能に影響を及ぼしている可能性が示された。北京オリンピック開催中の大気汚染は大きく改善し、肺機能への影響は観察されなかった。

Key Words 自動車排出ガス, 粒子状物質, 大気汚染, 肺機能, 最大呼気流量

緒 言 :

中国では近年急速に自動車が増加し、北京をはじめとする大都市圏の幹線道路では渋滞が著しく、大気汚染が大きな問題となっている¹⁾。特に2008年の北京オリンピック開催に伴い、中国の大気汚染は国際的に関心が高まり、交通規制や建設工事の停止等の積極的な対策が実施され、大気環境は大きく改善した。本研究では、北京オリンピック開催の前後に住民を対象として肺機能モニタリングを繰り返し実施し、大気中粒子状物質が呼吸器系に及ぼす急性影響を評価し、大気環境の大きな変化と住民の肺機能に及ぼす影響との関連性について検討した。

対象と方法 :

北京大学医学部の周辺に居住する成人41名(男18名、女23名、50~72歳)を対象として、標準的な呼吸器症状質問票(ATSDLDに準拠)を用いて、咳、痰、喘鳴、喘息等の呼吸器症状、既往歴、家族歴、職業歴、喫煙等の生活環境因子の評価を行った。2008年5~6月、8~9月、10~11月には、1台ずつ電子式ピークフローメーター(Electronic PEF/FEV₁ Diary, Vitalograph社)を渡して、それぞれ約2週間ずつ連続して毎日朝と夜の1日2回、立位で最大呼気流量(PEF)と1秒量(FEV₁)の自己測定を行ってもらった。

大気汚染濃度は、対象者居住地の近傍にある2カ所の大気環境測定局で測定・公表されているAPI(Air

Pollution Index)値より粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質 (PM_{10}) 濃度に換算した日平均値を用いた。また、対象者の一部については、ミニポンプ (MP-Σ3、柴田科学) にインパクト (ATPS-20H、柴田科学) を接続した個人サンプラーを用いて住宅内外の粒子状物質を1日ごとに捕集し、 PM_{10} 濃度を実測した。

解析は、同一対象者で同一項目を反復測定したデータには自己相関があるため、それを考慮したモデルである一般化推定方程式 (GEE) を用いた。各時期に繰り返し測定された PEF または FEV_1 値を従属変数とし、性別に対象者の年齢、喫煙歴、喘鳴症状の有無、気温の影響を調整して PM_{10} 濃度 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加時の PEF 及び FEV_1 値の変化量を示した。

本研究は兵庫医科大学倫理委員会の承認を受け、対象者からのインフォームド・コンセントを得て実施した。

結果：

各検査実施期間の API より換算した PM_{10} の平均濃度 ± 標準偏差は、5～6月 $221.3 \pm 145.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8～9月 $60.1 \pm 35.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、10～11月 $122.6 \pm 83.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった (図1)。5～6月は高く、8～9月には大きく低下していたが、10～11月には再び増加がみられた。個人サンプラーで実測した屋外の PM_{10} 平均濃度は、5～6月 $183.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8～9月 $86.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。屋内濃度の平均は、それぞれ屋外濃度よりわずかに低かった。API から求めた PM_{10} 濃度と比較すると、5～6月には実測濃度の方がやや低いが、変動パターンは一致しており、8～9月の屋外測定値は濃度もほぼ一致していた (図2)。

肺機能検査対象者の特性は表1に示した。男性のうち、現在喫煙しているのは2名 (11.1%)、既喫煙者は8名 (44.4%) であった。女性は全員喫煙の経験がなかった。喘鳴症状があるのは男性3名 (16.7%)、女性2名 (8.7%) であった。期間中の1人当たりの肺機能検査実施回数は、男性 57.6 ± 18.3 回、女性 58.0 ± 23.5 回であった。

各時期における PEF 及び FEV_1 の朝と夜の平均値を表2に示した。3期を通じて、男性では朝の PEF 平均値よりも夜のほうが低く、女性では逆に朝よりも夜のほうが高かった。 FEV_1 の平均値は男女ともに朝よりも夜のほうが低かった。

大気中 PM_{10} 濃度 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの PEF の変化量を表3に示した。5～6月に

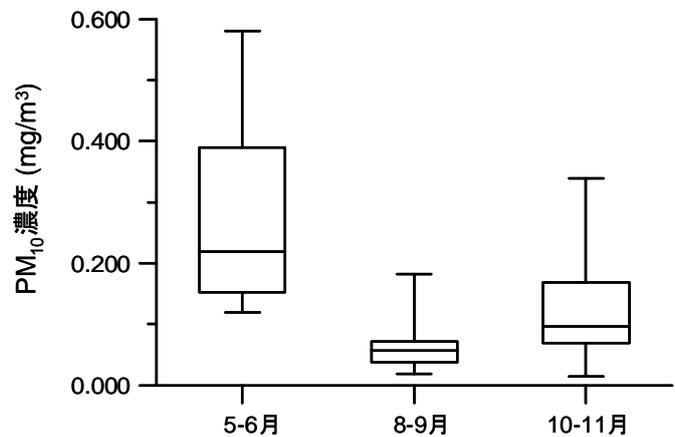


図1. 肺機能検査期間中の PM_{10} 濃度の分布

対象者居住地近傍の測定局における API 値から換算した濃度

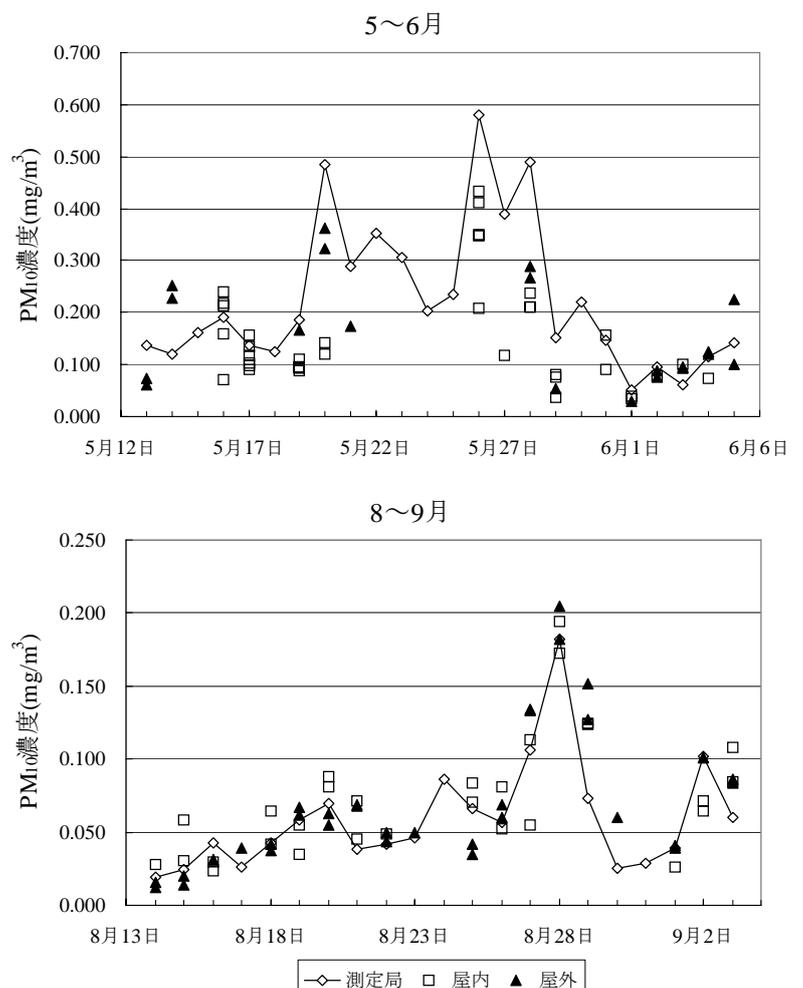


図2 測定局における PM_{10} 濃度と屋内外 PM_{10} 濃度の比較

は、男性では朝 +2.18L/min、夜 -7.36L/min、女性では朝 -2.80 L/min、夜 +4.34L/minであり、大気中 PM₁₀ 濃度の増加により男性は夜、女性は朝の PEF の有意な低下が観察された。8~9 月には、大気中 PM₁₀ 濃度 50 μg/m³増加あたりの朝の PEF の変化量は男女ともに 5~6 月よりも大きかったが有意ではなく、夜の PEF は男女ともに PM₁₀ 濃度との関連はみられなかった。

表 1. 肺機能検査対象者

	男 (n = 18)	女 (n = 23)	計 (n = 41)
平均年齢 (標準偏差)	57.9 (6.4)	58.1 (5.2)	58.0 (5.7)
喫煙習慣(%)			
喫煙歴なし	44.4	100.0	75.6
既喫煙者	44.4	0.0	19.5
限喫煙者	11.1	0.0	4.9
咳・痰症状(%)	5.6	13	9.8
喘鳴症状(%)	16.7	8.7	12.2
肺機能検査実施回数 平均 (標準偏差)	57.6 (18.3)	58.0 (23.5)	57.8 (21.1)

表 2. 検査時期別最大呼気流量(PEF)および 1 秒量(FEV₁) 平均値 (標準偏差)

	男		女	
	朝	夜	朝	夜
PEF(L/min)				
5~6月	461.1 (127.9)	390.5 (116.8)	313.2 (82.1)	355.3 (60.9)
8~9月	430.1 (111.6)	423.0 (113.3)	323.1 (64.5)	332.6 (61.9)
10~11月	411.8 (132.2)	401.3 (135.2)	326.6 (64.9)	329.1 (75.4)
FEV ₁ (L)				
5~6月	2.75 (0.59)	2.37 (0.47)	2.02 (0.47)	2.02 (0.48)
8~9月	2.65 (0.62)	2.53 (0.57)	1.97 (0.39)	1.93 (0.36)
10~11月	2.62 (0.60)	2.53 (0.64)	2.06 (0.50)	1.96 (0.46)

表 3. PM₁₀濃度増加と最大呼気流量(PEF) の変化量

		朝			夜				
		変化量	95%信頼区間	p値	変化量	95%信頼区間	p値		
5~6月	男	2.18	-1.35	5.70	0.226	-7.36	-12.98	-1.75	0.010
	女	-2.80	-4.32	-1.27	<0.001	4.34	-1.06	9.74	0.115
8~9月	男	-4.84	-37.26	27.57	0.770	11.00	-39.46	61.45	0.669
	女	-4.95	-16.16	6.26	0.387	-1.49	-11.05	8.07	0.760
10~11月	男	2.60	-4.77	9.97	0.490	-12.01	-23.60	-0.42	0.042
	女	1.64	-3.63	6.92	0.541	4.00	-2.07	10.06	0.197

PM₁₀濃度50 μg/m³増加あたりのPEF変化量(L/min)

対象者の年齢、喫煙歴、喘鳴症状の有無、気温の影響を調整した。

表 4. PM₁₀濃度増加と 1 秒量(FEV₁) の変化量

		朝			夜				
		変化量	95%信頼区間	p値	変化量	95%信頼区間	p値		
5~6月	男	16.1	-1.0	33.2	0.066	-16.3	-39.2	6.7	0.165
	女	-7.7	-24.2	8.8	0.358	27.8	-3.5	59.0	0.081
8~9月	男	14.7	-124.8	154.2	0.837	67.18	-86.4	220.8	0.391
	女	50.8	-12.0	113.5	0.113	68.91	6.32	131.5	0.031
10~11月	男	-39.7	-96.5	17.1	0.171	-57.2	-118.8	4.3	0.068
	女	-15.4	-68.0	37.3	0.567	6.8	-50.3	63.9	0.815

PM₁₀濃度50 μg/m³増加あたりのFEV₁変化量(ml)

対象者の年齢、喫煙歴、喘鳴症状の有無、気温の影響を調整した。

10～11月には、男性の夜のPEF変化量は、PM₁₀濃度50μg/m³増加あたり-12.01L/minであり、有意な低下が認められた。しかし、男性の朝、女性の朝及び夜のPEFはいずれもPM₁₀濃度との関連はみられなかった。

FEV₁については、5～6月、8～9月、10～11月のいずれにおいても、大気中PM₁₀濃度との間に有意な負の関連は認められなかった(表4)。

考 察：

中国では近年急速に自動車が増加し、大都市圏の幹線道路では渋滞が著しく、大気汚染が大きな問題となっている。特に2008年の北京オリンピック開催に伴い、中国の大気汚染は国際的に関心が高まり、交通規制や建設工事の停止等の積極的な対策が進められた。北京市で公表されているAPI値から換算したPM₁₀濃度は、2008年5月に比して8～9月には大きく改善しており、大気汚染対策の効果が確認できた。また、肺機能検査対象者の居住地で個人サンプラーを用いて実測したPM₁₀濃度は、APIから換算した濃度とほぼ一致していた。そのため、本研究では対象者の居住地近傍にある測定局のAPI値から換算したPM₁₀濃度を用いて肺機能値の変動との関連を評価することとした。

PEFなどの肺機能値の変動に与える大気中粒子状物質の短期的影響は、これまで主に気管支喘息や慢性閉塞性肺疾患等の呼吸器疾患を有する人を対象に研究が行われてきた²⁾。これらの研究では、大気中PM₁₀濃度が増加するとPEF値が低下することを認めたものが多い。一方、健常者を対象とした研究は少なく、大気中粒子状物質濃度との関連性は必ずしも一貫性が得られていない³⁾。

今回、北京市の5～6月大気中PM₁₀濃度は著しく高く、男性の夜、女性の朝のPEF値との間に有意な負の関連が認められた。しかし、8～9月には男女ともにPEF値と大気中PM₁₀濃度との関連は有意ではなく、10～11月には男性の夜のPEF値のみ大気中PM₁₀濃度と有意な負の関連がみられた。本研究の対象者のほとんどは呼吸器疾患を有しない健常成人であったが、大気中PM₁₀濃度が高い時期には、濃度が増加するとPEF値が有意に低下するという関連性が認められた。日本や欧米諸国に比して、大気中PM₁₀濃度が相当高かったためであろう。一方、オリンピック開催に伴って大気汚染対策が実施された8～9月には、大気中PM₁₀濃度は低下しており、PEF値との関連は認められなかった。

本研究においても、PEF値と大気中PM₁₀濃度との関連は、性、時間帯などにより必ずしも一貫性のある結果が得られたわけではない。曝露から肺機能測定までの時間(ラグタイム)、肺機能に及ぼす様々な因子の影響等についてさらに詳細に検討する必要がある。5～6月の大気中PM₁₀濃度は著しく高かったが、この時期には黄砂の飛来があったこともその一因であり、粒子状物質の粒径や成分についても考慮すべきである。近年、粒径2.5μm以下の微小粒子状物質(PM_{2.5})の健康影響が国際的に注目されているが、北京市ではまだPM_{2.5}濃度の測定は行われていない。微小粒子の健康影響については今後の課題である。

以上より、北京における粒子状物質による大気汚染が住民の肺機能に影響を及ぼしている可能性が示された。北京オリンピック開催中の大気汚染は大きく改善しており、肺機能への影響は観察されず、積極的な大気汚染対策の効果であると考えられた。

参考文献：

1. 郭新彪、鄧芙蓉. 中国都市交通汚染の現状及び健康に対する影響. 日中医学 22(9):17-19, 2007.
2. Ma L, Shima M, Yoda Y, Yamamoto H, Nakai S, Tamura K, Nitta H, Watanabe H, Nishimuta T. Airborne Particulate Matter and Respiratory Morbidity in Asthmatic Children. J Epidemiol, 18,97-110, 2008.
3. Kasamatsu J, Shima M, Yamazaki S, Tamura K, Sun G. Effects of winter air pollution on pulmonary function of school children in Shenyang, China. Int J Hyg Environ Health, 209,435-444, 2006.

注：本研究は、2009年3月31日『第79回日本衛生学会学術総会』にて口頭発表(予定)。

作成日：2009年3月6日