

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340059

研究課題名(和文) 黄砂および越境大気汚染の児童健康に対する短期影響と屋外活動リスクの評価

研究課題名(英文) The effects of short-term exposure to air pollutants and Asian dust on pulmonary function in children

研究代表者

渡部 仁成 (Watanabe, Masanari)

鳥取大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：80397851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：黄砂や大気汚染への短期曝露が呼吸機能に与える影響について本邦での知見は少ない。LIDAR (Light Detection And Ranging) は、黄砂粒子と粒子状大気汚染物質を区別し測定できる。黄砂粒子、粒子状大気汚染物質への短期曝露が児童の呼吸機能に与える影響について調査した。9歳から12歳の児童を706名で、2014年1月から5月にPEF (peak expiratory flow) を用いて毎日呼吸機能を測定した。粒子状大気汚染物質とPEF値の関連について線型混合モデルで解析した。黄砂粒子、粒子状大気汚染物質、PM2.5の短期曝露は児童の呼吸機能に影響していなかった。

研究成果の概要(英文)：The effects of short-term exposure to airborne particulate matter including Asian dust (AD) on pulmonary function have not been clearly established in Japan. Light detection and ranging is used to monitor AD particles and distinguish them from air pollution aerosols. The objective of this study was to investigate the association between short-term exposure to airborne particulate matter and pulmonary function in children using LIDAR data. The daily peak expiratory flow (PEF) of 706 schoolchildren, aged from 9 to 12, was measured daily from January to May 2014. A linear mixed model was used to estimate the association of PEF with the daily levels of AD particles, air pollution aerosols, suspended particulate matter (SPM), and particulate matter smaller than 2.5 μm (PM2.5). There was no association with pulmonary function and airborne particulate matter such as AD particles, air pollution aerosols, SPM, and PM2.5.

研究分野：呼吸器病学

キーワード：大気汚染 児童 呼吸機能 黄砂 PM2.5 LIDAR

1. 研究開始当初の背景

黄砂発生源の砂漠化の進行により、黄砂の飛来頻度および規模は増大している。また、アジア地域の経済発展に伴う工業化、自動車の普及に伴い大気汚染が増大し、その影響が他国へ越境する“越境大気汚染”が問題となってきた。事実、本邦で黄砂飛来時の大気粉塵には、黄砂が飛来していない日に比較し、非土壌成分である金属や真菌、lipopolysaccharide (LPS)、化学物質がより高濃度に付着している(Watanabe M, et al. *Allergol Int* 2011;60:267)。

黄砂の健康影響に関する疫学調査においては、東アジア各国から死亡率の増加、循環器疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患での救急受診や入院頻度の増加が報告されている。本邦でも、我々は黄砂が成人喘息の症状を増悪させ、呼吸機能を低下させることを報告し、また Kanatani らが黄砂飛来時に小児喘息患者の入院が増加することを明らかにしている(Kanatani KT, et al. *Am J Res Crit Care Med* 2010;182:1457)。

韓国から黄砂時に喘息児童の症状が増悪し呼吸機能も低下するが(Yoo Y, et al. *J Korean Med Sci* 2008;23:66)、健常な小学生の呼吸機能は影響を受けなかったことが報告されている(Hong YC, et al. *Sci Total Environ* 2010;408:754)。本邦では、黄砂や大気汚染物質の短期曝露影響による子供への影響について調査報告が少ない。また近年、大陸からの越境大気汚染の影響が懸念されているが、越境大気汚染が本邦にどのような健康リスクをもたらすのか、ほとんど不明である。原因と考えられる煙霧が増加し、しばしば黄砂と間違われる。煙霧の園児、児童への健康影響についても黄砂と同様に調査が行われていない。

2. 研究の目的

ライダー(LIDAR: Light Detection And Ranging)は、レーザー光線を上空に発射し、浮遊する粒子状物質に反射して返ってくる光を測定・解析することが可能である。偏向レーザー光は球形の物体により反射されると偏光のままだが、非球形の物体により反射されると偏光状態が乱れる。一般的に大気汚染物質は球形であり、黄砂粒子は不整形であり、LIDAR は黄砂粒子と粒子状大気汚染物質を区別し、リアルタイムに測定することが可能である。本研究ではLIDAR 観測データを活用し、黄砂粒子、粒子状大気汚染物質の短期曝露が児童の呼吸機能に与える影響について調査を行った。また、Suspended particulate matter (SPM)、PM_{2.5}、二酸化窒素(NO₂: nitrogen dioxide)、二酸化硫黄(SO₂: sulfur dioxide)、オゾン(ozone)、非メタン炭化水素(NMHC: non-methane hydrocarbons)の短期曝露影響も評価した。

3. 研究の方法

3.1. 対象

松江市の4つの小学校に通学中の9歳から12歳の児童706名。

3.2. 呼吸機能モニタリング

2014年1月から5月の登校日の朝礼時にピークフロー・メーター(PEF: peak expiratory flow)により呼吸機能測定を実施した。また、身長、体重、アレルギー疾患(喘息、アレルギー性鼻炎、アトピー性皮膚炎、アレルギー性結膜炎、食物アレルギー)の有無も調査した。

3.3. 解析

LIDAR 観測データである、黄砂粒子(non-spherical particles)、粒子状大気汚染物質(spherical particles)、NO₂、SO₂、ozone、NMHCのPEF値に与える影響について線型混合モデルで解析を行った。平均気温、平均湿度、平均気圧、を気象関連の調整変数、年齢、性別、身長、体重、アレルギー疾患(喘息、アレルギー性鼻炎、アトピー性皮膚炎、アレルギー性結膜炎、食物アレルギー)を健康関連の調整変数とした。

4. 研究成果

4.1. 対象者背景

対象者の背景を表1に示す。706名のうち、性別61名、年齢64名、身長6名の未記載があった。

表1. Characteristics of the 706 schoolchildren included in the study

| | | |
|-------------------------|---------|---------|
| Boy/girl, n | 303/342 | |
| Age, n | | |
| 9 | 47 | (6.7%) |
| 10 | 299 | (42.4%) |
| 11 | 285 | (40.4%) |
| 12 | 11 | (1.6%) |
| Allergic disease, n | | |
| Asthma | 50 | (7.1%) |
| Allergic rhinitis | 106 | (15.0%) |
| Allergic conjunctivitis | 17 | (2.4%) |
| Atopic dermatitis | 56 | (7.9%) |
| Food allergies | 30 | (4.2%) |

Data are shown as n (%).

4.2. 各大気汚染物質とPEF値の関係

表2に、黄砂粒子、粒子状大気汚染物質、NO₂、SO₂、ozone、NMHCとPEF値の関係について解析した結果を示す。調査期間中の各大気汚染物質の観測値が、下側4分位点と上側4分位点の範囲(interquartile range; IQR)

で変わるときの PEF 値の変化量の推定値で示してある。黄砂粒子が 0.02/km 上昇する毎に PEF は 0.38 L/min (95% confidence interval [CI], 0.11 to 0.65, P = 0.005)、粒子状大気汚染物質が 0.06 /km 上昇する毎に 0.48 L/min (95% CI, -4.66 to -4.71, P = 0.005) 変動しており、黄砂粒子および粒子状大気汚染物質の上昇によって呼吸機能はむしろ増加していた。SPM, PM_{2.5}, NO₂, NMHC においても、その上昇によってむしろ呼吸機能は増加しており、唯一 SO₂ の上昇により呼吸機能の低下を認めた。Ozone と呼吸機能に有意な関連はなかった。

表 2 . Multivariate analysis using linear mixed models of the association between peak expiratory flow (PEF) and air pollutants by interquartile range (IQR)

| Exposure metric | IQR | Change in PEF | | | P value |
|--|------|---------------|----------------|--------|---------|
| | | (L/min) | 95% CI | | |
| SPM (μg/m ³) | 12.0 | 0.9 | 0.52 to 1.28 | <0.001 | |
| PM _{2.5} (μg/m ³) | 13.1 | 0.79 | 0.35 to 1.22 | <0.001 | |
| NO ₂ (ppb) | 1.9 | 0.44 | 0.04 to 0.83 | 0.03 | |
| Ox (ppb) | 15.4 | 0.23 | -0.40 to 0.86 | 0.466 | |
| SO ₂ (ppb) | 0.98 | -0.34 | -0.64 to -0.04 | 0.028 | |
| NMHC (ppb) | 2.0 | 0.58 | 0.22 to 0.94 | 0.002 | |
| 黄砂粒子 (km ⁻¹) | 0.02 | 0.38 | 0.11 to 0.65 | 0.005 | |
| 粒子状大気汚染物質 (km ⁻¹) | 0.06 | 0.48 | 0.23 to 0.72 | <0.001 | |

CI; confidence interval, IQR; interquartile range, NMHC; non-methane hydrocarbons, NO₂; nitrogen dioxide, PEF; peak expiratory flow, SO₂; sulfur dioxide, SPM; suspended particulate matter.

4.3. 黄砂粒子と PM_{2.5} と PEF 値の関係について月別の解析

黄砂粒子と PM_{2.5} と PEF 値の関係について月別に解析を行った結果を表 3、4 に示す。月によって特に結果に違いは認めなかった。

表 3 . Multivariate analysis using linear mixed models of the association between peak expiratory flow (PEF) and sand dust particles level by interquartile range (IQR) in each month

| Exposure metric | Change in PEF for | | | P value |
|-----------------|-------------------|---------------|--------|---------|
| | β*IQR (L/min) | 95% CI | | |
| January | 3.19 | 1.54 to 4.84 | <0.001 | |
| February | -0.01 | -0.63 to 0.60 | 0.972 | |
| March | 0.05 | -1.47 to 1.57 | 0.945 | |
| April | 0.33 | -0.83 to 1.47 | 0.582 | |
| May | 1.07 | -0.29 to 2.42 | 0.121 | |

CI; confidence interval.

今回の調査では黄砂あるいは越境大気汚染を含めた粒子状大気汚染物質の児童への影響は確認できなかった。海外からの報告でも大気汚染への短期曝露と呼吸機能の関係について関連を認めず、本研究と同様にむしろ大気汚染増加時に呼吸機能が增加する報告もある。この原因として、調査対象の違い、解析手法の違い、また、国や地域によって大気汚染物質の性状が異なることが挙げられる。さらに、多くの調査と同様に本研究でも大気汚染への個人曝露量を測定できていないことがある。大気汚染曝露回避行動が結果に影響している可能性は考えられた。

2013 年の北京での大気汚染状況の悪化報道を受けて、PM_{2.5} の問題が本邦で大きく報道されるようになった。今回の調査結果から、調査を実施した学校に聞き取り調査を実施した。その結果、すべての小学校で県が発表する PM_{2.5} 上昇時や黄砂のデータに基づいて、戸外活動回避やマスクを持参させるなどの対策が講じていた。ることが重要であると考

表4 . Multivariate analysis using linear mixed models of the association between peak expiratory flow (PEF) and PM2.5 by interquartile range (IQR)

| valuables | Change in PEF for | | P value |
|-----------|-------------------------|------------------|---------|
| | β *IQR (L/min) | 95% CI | |
| January | 3.19 | 1.54 to 4.84 | <0.001 |
| February | -0.01 | -0.63 to 0.60 | 0.972 |
| March | 0.05 | -1.47 to 1.57 | 0.945 |
| April | 0.33 | -0.83 to 1.47 | 0.582 |
| May | 1.07 | -0.29 to 2.42 | 0.121 |

CI; confidence interval.

えられた。同一の小学校で2012年と2013年におこなって調査では、今回の調査とは異なり大気汚染の上昇により児童の呼吸機能は低下していた。このことは重要と考えられる。今回、大気汚染からの回避行動によって、大気汚染物質による呼吸機能低下を防ぐことが出来た可能性も示唆される。

我が国の黄砂やPM_{2.5}などの大気汚染の児童への健康影響について、今後も調査を継続する必要があると思われる。さらに、大陸から越境してくる大気汚染の健康影響についても引き続いて調査する必要があると考えられた。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

渡部 仁成 (Watanabe Masanari)

所属・部局・職名

鳥取大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：80397851