

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 25 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24310005

研究課題名(和文) 都市部空中花粉アレルゲンの放出機構解明とその変性に伴う生体増悪評価

研究課題名(英文) Release mechanism and denaturation of the airborne pollen grains in the urban area

研究代表者

王 青躍 (WANG (O), Qingyue (Seiyu))

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：30344956

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)：花粉・アレルゲン飛散について、汚染化学種の花粉表面への吸着、アレルゲン性の増悪、花粉粒の損傷、アレルゲンの微小粒径への移行について検討した。特に、大気中の降水サンプリングの結果から、スギ花粉は降水中に多くが捕捉されること、スギ花粉は降水中で破裂に伴うアレルゲンの放出や細胞壁に局在するアレルゲンの微小粒子化に関する知見が得られた。黄砂飛来時降水との接触によってスギ花粉からアレルゲンが溶出し、降水後の晴天時において、微小領域に存在するスギ花粉アレルゲン含有粒子へ寄与している可能性が示唆された。さらに、花粉アレルゲンのニトロ化、HeLa細胞のアポトーシスの誘導から、人体への健康影響が懸念されている。

研究成果の概要(英文)：We reported that absorption of environmental pollutants on various airborne pollen grains, aggravation of the allergenicity, may damage on the pollen cell wall. The airborne behavior of fine allergenic particles especially released from *Cryptomeria japonica* pollen were abundantly determined when sunny days after rainfall. From the result of rainfall sampling and analysis, it was indicated that a great number of pollens were trapped in precipitate during the initial rainfall. Many burst pollen grains were also observed in the rainwater when the Yellow Sand events. The fine allergenic particles such as fractions of cell wall and contents in pollen were released from burst of pollen grains. Allergenic contents was increased when contacted with a weakly basic solution during the season of Yellow Sand. We summarized the various studies for elucidation of scattering behavior of various pollens focused on *Cryptomeria japonica* pollen and its allergenic particles in urban atmosphere of Japan.

研究分野：環境動態解析

キーワード：花粉 アレルゲン物質 環境汚染 微小粒子

1. 研究開始当初の背景

花粉飛散ピークやアレルゲン含有粒子の高濃度出現が観測されているため、都市部において、越境大気汚染で修飾された黄砂が、スギ花粉と接触し、スギ花粉も修飾され、アレルギーを増悪させる可能性も考えられる。花粉飛散から人体の呼吸器官への吸収までの間の花粉自体の微小化影響、アレルゲン含有微小粒子の高感度計測、黄砂粒子と汚染化学種の沈着や物理的・化学的修飾・毒性増強、花粉症罹患への黄砂と汚染化学種の複合影響を評価する必要がある。

2. 研究の目的

都市部で排出される汚染化学種によるスギ花粉や黄砂の修飾に関する影響評価を行い、その動態解析手法を開発し、花粉と黄砂・汚染化学種による花粉症罹患への複合影響について工学的解析を主とした分野融合型研究で、越境大気汚染とスギ花粉による生体影響評価手法の検討、ならびにその情報化のための基礎データの蓄積に貢献しようとしている。

3. 研究の方法

- (1) 花粉飛散の気象要因による花粉物理的変形の調査を行った。
- (2) 黄砂飛来時、花粉の物理的変形による微小粒子移行の外部要因の調査を行った。
- (3) 花粉アレルゲン(Cry j 1 と Cry j 2)の分析およびその飛散状況の調査を行った。
- (4) 花粉アレルゲンの化学的修飾実験を検討した。
- (5) 曝露実験の解析法確立と花粉アレルゲンの化学的修飾反応に関する基礎研究を試みた。
- (6) 表面プラズモン共鳴法(SPR法)によるアレルゲン性の変性解析を行った。

4. 研究成果

- (1) 降水中のスギ花粉変化、アレルゲンの溶出・再飛散
特に、スギ花粉飛散期・黄砂飛来時において、スギ花粉アレルゲンの微小粒子化は降水後の晴れ日にその影響が高くなることから、降雨を採取し、その降水の特徴と降水中のスギ花粉存在量を調査し、形態変化(破裂など)の観察を行った。
- (2) 空中スギ花粉のアレルゲンの粒径分布(フィールド調査)
都市部スギ花粉アレルゲンの微小粒径への移行機構を解明するため、埼玉県都市部大気浮遊粒子状物質を捕集し、スギ花粉アレルゲン Cry j 1 の粒径別濃度の測定を行った。
特に、花粉粒及びアレルゲンへの様々な環境

汚染化学種の影響について以下のような知見が得られた。

- (1) 大気汚染化学種の花粉尘面への吸着、またはアレルゲンの大気汚染物質への吸着によるアレルゲン性増悪の可能性が示唆された。
- (2) 大気汚染物質が花粉成長過程におけるアレルゲン性の増加に影響する可能性が考えられた。
- (3) 花粉粒への大気汚染物質暴露による、花粉粒の損傷、アレルゲンの微小粒径への移行を明らかにした。
- (4) スギ花粉は初期降水中に多くが捕捉され、破裂しているものも多く観測された。破裂したスギ花粉からは、アレルゲンの放出や細胞壁に局在するアレルゲンの微小粒子化が引き起こされることが考えられた。
- (5) Cry j 1 はイオン濃度が高いとき、特に弱塩基性の降水の際は Cry j 1 溶出濃度が顕著に増えた。黄砂飛来時の降水は、高イオン濃度、やや高い pH となることから、黄砂飛来時の降水との接触によってスギ花粉からアレルゲンが溶出し、微小領域に存在するスギ花粉アレルゲン含有粒子へ寄与している可能性が示唆された。
- (6) 花粉粒への大気汚染物質暴露による修飾の可能性が示唆され、HeLa 細胞のアポトーシスを誘導することを明らかにした。

以上のように、環境汚染化学種によって様々な影響があるが、まだ研究されていない化学種による影響も考えられる。特に日本においては、スギ花粉飛散期には大陸から黄砂が飛来するため、黄砂と花粉粒との影響も重要であると考えられる。しかし、大気汚染物質へのスギ花粉への暴露影響を調査した報告は乏しい。今後さらなる研究を進め、スギ花粉とアレルゲンの大気汚染物質への影響を他の花粉の影響、並びに室外での飛散状況に加えて、室内に侵入した花粉の動態に関する研究を行う必要性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文、査読あり] (計 9 件)

- ① 王青躍、ゴン秀民、董詩洋、関口和彦、鈴木美穂、中島大介、三輪 誠、花粉飛散時における環境汚染物質の影響とアレルゲン物質の放出挙動 (Effects of environmental pollutants on airborne pollen grains and the behavior of release allergenic species)、エアロゾル研究(Earozoru Kenkyu)、Vol. 29 (S1), 197-206 (2014).

- ② Wang Q., Nakamura S., Gong X., Suzuki M., Lu S., Nakajima D., Sekiguchi K. and Miwa M., Release behaviour of *Cryptomeria Japonica* pollen allergenic Cry j 1 and Cry j 2 in rainwater containing air pollutants, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, Vol.9(1), 42-53 (2014) DOI: 10.2495/SDP-V9-N1-42-53.
- ③ Senlin Lu, Jingjin Ren, Xiaojie Hao, Dingyu Liu, Rongci Zhang, Minghong Wu, Fei Yi, Jun Lin, Yonemochi Shinich and Qingyue Wang, Characterization of protein expression of *Platanus* pollen following exposure to gaseous pollutants and vehicle exhaust particles, *Aerobiologia (International Journal of Aerobiology)*, Vol.30(3), 281-291 (2014), DOI: 10.1007/s10453-014-9327-5.
- ④ Wang Q., Gong X., Suzuki M., Lu S., Nakajima D., Sekiguchi K. and Miwa M., Size-segregated allergenic particles released from airborne *Cryptomeria japonica* pollen grains during the Yellow Sand events within the pollen scattering seasons, *Asian Journal of Atmospheric Environment (AJAE)*, Vol. 7(4), pp.191-198, (2013) (doi: <http://dx.doi.org/10.5572/ajae.2013.7.4.191>)
- ⑤ Wang Q., Nakamura S., Lu S., Nakajima D., Suzuki M., Sekiguchi K., Miwa M., Diurnal and nocturnal behaviour of airborne *Cryptomeria japonica* pollen grains and the allergenic species in urban atmosphere of Saitama, Japan, *Asian Journal of Atmospheric Environment (AJAE)*, Vol. 7(2), pp.65-71, June (2013) (doi: <http://dx.doi.org/10.5572/ajae.2013.7.2.065>).
- ⑥ 仲村慎一, 王青躍, 龔秀民, 森田淳, 鈴木美穂, 中島拓也, 中島大介, 関口和彦, 呂森林, 三輪誠, 黄砂飛来後の降水時におけるスギ花粉破裂現象とそれに伴うアレルゲンの溶出機構, *エアロゾル研究 (Earozoru Kenkyu)*, Vol. 27(2), 182-188 (2012).
- ⑦ S. Lu, R. Zhang, Z. Yao, F. Yi, J. Ren, M. Wu, M. Feng, Wang Q., Size distribution of chemical elements and their source apportionment in ambient coarse, fine, ultrafine particles in Shanghai urban summer atmosphere, *Journal of Environmental Sciences*, Vol.24(5), 882-890 (2012) (Paper Doi: 10.1016/S1001-0742(11)60870-X).
- ⑧ Wang Q., Morita, J., Gong, X., Nakamura, S., Suzuki M., Lu, S., Sekiguchi, K., Nakajima, T., Nakajima D., Miwa M., Characterization of the physical form of allergenic Cry j 1 in the urban atmosphere and determination of Cry j 1 denaturation by air pollutants, *Asian Journal of Atmospheric Environment (AJAE)*, Vol.6 (1), 33-40 (2012).
- ⑨ Wang Q., Nakamura, S., Lu, S., Nakajima D., Suzuki M., Sakamoto, K., Miwa, M., Release behavior of small sized daughter allergens from *Cryptomeria japonica* pollen grains during urban rainfall event, *Aerobiologia (International Journal of Aerobiology)*, Vol. 28(1), 71-81 (2012) (Paper Doi: 10.1007/s10453-011-9212-4).
- [学会発表] (計 9 件)
- ① 王青躍, 董詩洋, 高井優子, 大塚岳, 関口和彦, 金子俊彦, 日本におけるスギ花粉アレルゲン及び大気汚染物質によるアレルゲンの変性, 日本花粉学会 第 55 回大会 (平成 26 年 9 月 12 日(金)~14 日(日)), 北海道大学札幌キャンパス, 国内学会(口頭発表), 要旨集, 13B-4, p.17 (2014.8).
- ② 王青躍, 高井優子, 呂森林, 関口和彦, 中島大介, 三輪誠, さいたま市都市部大気中のヒノキ花粉アレルゲンの挙動調査, 日本花粉学会 第 55 回大会 (平成 26 年 9 月 12 日(金)~14 日(日)), 北海道大学札幌キャンパス, 国内学会(口頭発表), 要旨集, 13B-3, p.16 (2014.8).
- ③ 王青躍, 大塚岳, 呂森林, 関口和彦, 簡易個人エアサンプラーによる花粉飛散量調査手法の検討, 日本花粉学会 第 55 回大会 (平成 26 年 9 月 12 日(金)~14 日(日)), 北海道大学札幌キャンパス, 国内学会(口頭発表), 要旨集, 13B-2, p.15 (2014.8).
- ④ 王青躍, 小林佳祐, 周孟燕, 関口和彦, 中島大介, 寺崎正紀, 呂森林, 都市部大気環境における粒子状物質中の多環芳香族炭化水素類の粒径別濃度分布に関する研究, 第 31 回エアロゾル科学・技術研究討論会(2014 年 8 月 6 日(水)~8 日(金)), 筑波大学, 国内学会(ポスター発表), P12, 1-2 (2014).
- ⑤ 王青躍, K-2 都市部空中で飛散する花粉の微小粒子と大気汚染物質による影響, 日本花粉学会第 54 回大会講演要旨集 (2013 年 8 月 31~9 月 1 日), 松山大学, 国内学会(招待基調講演), 18-20 (2013).
- ⑥ 王青躍, 高井優子, 董詩洋, 龔秀民, 鈴木美穂, 関口和彦, P-3 スギ花粉と共通抗原性をもつ花粉アレルゲンの粒径別挙動調査, 日本花粉学会第 54 回大会講演要旨集 (2013 年 8 月 31~9 月 1 日), 松山大学, 国内学会(口頭・ポスター発表), 39 (2013).
- ⑦ 王青躍, 董詩洋, 高井優子, 龔秀民, 鈴木美穂, 関口和彦, P-4 大気汚染物質によるスギ花粉アレルゲン(Cryj 1)の変性とその生体細胞に対するアポトーシス誘導能の評価, 日本花粉学会第 54 回大会講演要旨集 (2013 年 8 月 31~9 月 1 日), 松山大学, 国内学会(口頭・ポスター発表), 40 (2013).
- ⑧ 王青躍, 龔秀民, 董詩洋, 高井優子, 鈴木美穂, 関口和彦, 三輪誠, 中島大介,

C08 さいたま市都市部大気中のスギ花粉アレルゲン物質 Cry j 1 の粒径分布, 第 29 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (2013 年 8 月 27~29 日), 京都大学, 国内学会(口頭講演), 33-34 (2013).

- ⑨ 王青躍, ゴン秀民, 高井優子, 鈴木美穂, 董詩洋, 関口和彦, 中島大介, 三輪 誠, C09 さいたま市都市部大気中のスギ花粉アレルゲン物質 Cry j 1 放出と修飾, 第 29 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (2013 年 8 月 27~29 日), 京都大学, 国内学会(口頭講演), 35-36 (2013).

ホームページ等

研究紹介など

研究成果の紹介とメディア報道

http://park.saitama-u.ac.jp/wang_oseiyo/index-j.php

出演テレビ番組 (生出演またはVTR出演)
王 青躍、トリハダマル秘スcoop映像 100 科ジテン、テレビ朝日 平成 25 年 3 月 12(火) 19 時 00 分~19 時 54 分放送、花粉と PM2.5 の修飾や毒性などについての解説、2.王 青躍、プライムニュース「PM2.5 緊急検証」BSフジ 平成 25 年 3 月 1 日(金) 20 時 00 分~21 時 55 分放送、なぜ急にPM2.5 が問題視されるようになったのか?他 30 件

6. 研究組織

(1) 研究代表者

王 青躍 (WANG Qingyue (O Seiyu))

研究者番号: 30344956

埼玉大学・理工学研究科・准教授

(2) 研究分担者

該当者なし

(3) 連携研究者

鈴木 美穂 (SUZUKI Miho)

研究者番号: 60222064

埼玉大学・理工学研究科・助教

中島 大介 (NAKAJIMA Daisukei)

研究者番号: 10281411

独立行政法人国立環境研究所・環境リスク
研究センター・研究員

三輪 誠 (MIWA Makoto)

研究者番号: 30375589

埼玉県環境科学国際センター・研究員