

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 1日現在

機関番号：12401

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2008～2012

課題番号：20120015

研究課題名（和文） 都市部での飛散スギ花粉と黄砂の修飾影響の評価

研究課題名（英文） MODIFICATION OF AIRBORNE JAPANESE CEDAR POLLEN CONTACTED WITH YELLOW SAND IN URBAN ATMOSPHERE

研究代表者 王 青躍
(WANG QINGYUE (O SEIYO))

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：30344956

研究成果の概要（和文）：

近年、黄砂の飛来とスギ花粉飛散ピークと重なって度々出現し、同時にスギ花粉アレルゲン含有粒子の高濃度現象が観測されているため、都市部において、黄砂がスギ花粉と接触し、スギ花粉アレルゲンの放出や修飾影響、アレルギーの増悪など、花粉症罹患への黄砂や汚染物質の複合影響を評価した。特に、スギ花粉アレルゲンの微小粒径への移行は降雨が影響しており、降雨のイオン成分やpHによるスギ花粉アレルゲンの溶出挙動とその活性変化を検討した。

研究成果の概要（英文）：

The peaks of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen grains has been observed in Japan at the Yellow sand (Kosa) events during the pollen scattering season. The pollen allergenic species distribute abundantly in fine particles in urban area released from coarse particles originated by the pollen grains. It is thought that those daughter allergenic particles are responsible for inducing asthma by breaking into lower respiratory tract. Therefore, it is necessary to clarify the release mechanism of the pollen allergenic species under air pollutants influence. In this study, we investigated the behavior of the pollen grains, its mall-sized allergenic species and allergenicity in the presence of ionic concentrations and pH values in rainwater during and after rainfall events.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2009年度	10,100,000	3,030,000	13,130,000
2010年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
2011年度	8,000,000	2,400,000	10,400,000
2012年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
総計	41,200,000	12,360,000	53,560,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・放射線・化学物質影響科学

キーワード：花粉、黄砂、アレルゲン、大気汚染

1. 研究開始当初の背景

近年、大陸由来の黄砂粒子の飛来が早まり、スギ花粉飛散ピークと重なって度々観測されている。しかし、黄砂などの越境大気汚染による健康影響に関しては、あまり研究例がない。また黄砂の飛来と同時期に花粉飛散ピ

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

本研究では、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

本研究では、フィールド調査による粒径別の黄砂、花粉、アレルゲンの捕集、花粉の微小化因子に関するモデル継続実験、アレルゲンの計測・可視化手法、並びに黄砂による花粉アレルゲンのタンパク質化学的修飾の評価手法を検討した。

- 1) 黄砂・花粉飛散チャンバー設計・試作、湿度や降雨等の気象要因による花粉物理的変形の継続調査を行った。
- 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) 黄砂飛来時、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継続調査を行った。
- 4) 黄砂または花粉アレルゲンの化学的修飾実験(花粉飛散・曝露チャンバーの作製、基礎実験)を検討した。
- 5) 曝露実験の解析法確立と黄砂・花粉アレルゲンの化学的修飾反応に関する基礎研究(大気反応模擬チャンバーの試作)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。
- 7) 研究結果のまとめ、国内外の学会会議及びジャーナルでの公表

4. 研究成果

本研究より、以下の研究成果が得られている。

- 1) 空中飛散花粉とアレルゲンの計測・評価手法の開発
- 2) 空中スギ花粉の昼夜別挙動の気象因子
- 3) 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。

- 4) 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。
- 5) 様々な模擬降雨によるスギ花粉アレルゲン Cry j 1, Cry j 2 の溶出挙動の把握
- 6) Cry j 1, 3-NT 含有 Cry j 1 の HeLa 細胞に対するアポトーシス誘導能に関する基礎研究
特に、アポトーシス誘導能により、COPD の病態形成に寄与する可能性が示唆された。

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] (計 17 件)

- 1) 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**, (2013) 掲載確定
- 2) 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).
- 3) S. Kudo, K. Sekiguchi, K. H. Kim, M. Kinoshita, D. Moller, Q. Wang, H. Yoshikado, K. Sakamoto, Differences of chemical species and their ratios between fine and ultrafine particles in the roadside environment, *Atmospheric Environment*, **Vol.62**, 172-179 (2012).
- 4) Nakamura S., Wang Q.*, Gong S., Takai Y., Lu S., Nakajima D., Suzuki M., Sekiguchi K. and Miwa M., Release rate of daughter

- allergenic species from *Cryptomeria japonica* pollen grains trapped in air polluted wet deposition, *Air Pollution XX Ecology and The Environment*, **Vol. 157**, 387-398 (2012) (Paper Doi: 10.2495/AIR120341).
- 5) 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*, **Vol. 27(2)**, 182-188 (2012).
 - 6) Bao L., Matsumoto M., Kubota T., Sekiguchi K., Wang Q., Sakamoto K., Gas/particle partitioning of low-molecular-weight dicarboxylic acids at a suburban site in Saitama, Japan, *Atmospheric Environment*, **Vol. 47**, 546-553 (2012) (<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.09.014>).
 - 7) 森田淳, 王青躍*, 龔秀民, 仲村慎一, 鈴木美穂, 中島拓也, 関口和彦, 中島大介, 三輪誠: 大気汚染物質によるスギ花粉アレルゲン Cry j 1 の化学的修飾と3-ニトロチロシンの HeLa 細胞に対するアポトーシス誘導能に関する基礎研究, *エアロゾル研究*, **27(1)**, 71-77 (2012).
 - 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*, **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).
 - 10) Hosoi S., Yoshikado H., Sekiguchi K., Wang Q., Sakamoto K. (2011). Daytime meteorological structures causing elevated photochemical oxidants concentrations in north Kanto, Japan, *Atmospheric Environment*, **45**, 4421-4428 (Paper Doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.05.039).
 - 11) Lu S., Feng M., Yao Z., An J., Zhong Y., Wu M., Sheng G, Fu J., Yonemochi S., Zhang J., Wang Q. and Donaldson K. (2010). Physicochemical characterization and cytotoxicity of ambient coarse, fine, and ultrafine particulate matters in Shanghai atmosphere, *Atmospheric Environment*, **45**, 736-744 (Paper Doi:10.1016/j.atmosenv.).
 - 12) Lu S., Wang Q.*, Wu M., Feng M., Nakamura S., Wang X. and Yonemochi S. (2010). Perspectives on synergic biological effects induced by ambient allergenic pollen and urban fine/ultrafine particulate matters in atmosphere), *中国環境科学誌 (China Environmental Science)*, **Vol. 31(9)**, 2260-2266 (in Chinese).
 - 13) Wang Q.*, S. Nakamura, X. Gong, S. Lu, D. Nakajima, D. Wu, M. Suzuki, K. Sakamoto, M. Miwa (2010). Evaluation of elution behavior and morphological change of *Cryptomeria japonica* pollen grain and release of its daughter allergenic particles by air polluted rainfall, *Air Pollution XVIII, Ecology and the Environment*, **Vol.136**, 185-197 (Paper Doi: 10.2495/AIR100171).
 - 14) Yao Z., Feng M., Lu S., Zhang J., Wang Q.*, Physicochemical characterization and source apportionment of PM2.5 collected in Shanghai urban atmosphere and at atmospheric monitoring background station (Linan), *中国環境科学誌 (China Environmental Science)*, **Vol.30(3)**, pp.1202-1208 (2010) (in Chinese).
 - 15) Wang Q.*, S. Nakamura, X. Gong, K. Kurihara, M. Suzuki, K. Sakamoto and D. Nakajima. (2009). Contribution estimation

of airborne fine particles containing Japanese cedar pollen allergens to ambient organic carbonaceous aerosols during a severe pollination episode, *Environmental Health Risk V; Biomedicine and Health*, **Vol. 14**, 65-76.

- 16) Wang Q.*, X. Gong, S. Nakamura, K. Kurihara, M. Suzuki, K. Sakamoto, M. Miwa and S. Lu. (2009). Air pollutant deposition effect and morphological change of *Cryptomeria japonica* pollen during its transport in urban and mountainous areas of Japan, *Environmental Health Risk V; Biomedicine and Health*, **Vol. 14**, 77-89.
- 17) Bao L., Sekiguchi K., Wang Q., Sakamoto K. (2009). Comparison of water-soluble organic components in size-segregated particles between a roadside site and a suburban site in Saitama, Japan, *Aerosol Research and Air Quality*, **Vol. 9**, 412-420.

[学会発表] (計 26 件)

- 1) 仲村慎一, 王青躍, 董詩洋, 高井優子, 関口和彦, 鈴木美穂, 中島大介, 2012, 2011 年度さいたま市におけるスギ花粉およびそのアレルゲン飛散挙動の調査, 第 29 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (8 月 28 ~ 30 日), 福岡, 63-64.
- 2) 王青躍, 董詩洋, 森田淳, 鈴木美穂, 仲村慎一, ゴン秀民, 関口和彦, 中島大介, 2012, ニトロ化スギ花粉アレルゲンにおけるアポトーシス誘導能の検討, 第 29 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (8 月 28 ~ 30 日), 福岡, 71-72.
- 3) 王青躍, 高井優子, 中島拓也, 仲村慎一, ゴン秀民, 鈴木美穂, 関口和彦, 中島大介, 2012, スギ花粉主要アレルゲンと共通抗原性をもつ花粉アレルゲンの飛散量調査, 第 29 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (8 月 28~30 日), 福岡, 67-68.
- 4) 王青躍 (2011). スギ花粉は上空でどうなっていくの? ~ 飛散メカニズムと生体への影響について ~ さがみはら表面技術フォーラム 2011 (平成 23 年 12 月 2 日, サン・エールさがみはら) 国内学会 (招待講演) 1-10.
- 5) 王青躍, スギ花粉由来エアロゾルって、どうなってるの? (2011). 第 34 回酸性雨問題研究会シンポジウム-大気エアロゾルとその植物・人間へのインパクト-, (5 月 21 日), 東京, 国内学会 (口頭講演), 15-20.
- 6) 仲村慎一, 王青躍, ゴン秀民, 森田淳, 中島拓也, 関口和彦, 鈴木美穂, 中島大介, (2011). 2011 年度のさいたま市に飛来したスギ花粉の飛散挙動, 第 28 回エアロゾル科学・技術研究討論会 (8 月 27~29 日, 大阪), 57-58.
- 7) 森田淳, 王青躍, ゴン秀民, 仲村慎一, 鈴木美穂, 中島拓也, 関口和彦, 中島大介, 三輪誠, (2011). 都市部汚染大気によるスギ花粉アレルゲンタンパク質のニトロ化と 3-ニトロチロシンのアポトーシス誘導能の評価, 第 52 回大気環境学会年会 (9 月 14~16 日), 337.
- 8) 関口和彦, 金庚煥, 工藤慎治, 木下勝利史, 坂本和彦, 王青躍, 2011, 交差点付近からの PM_{2.5} および PM_{0.1} の成分別距離減衰, 第 52 回大気環境学会年会 (9 月 14~16 日), 352.
- 9) 関口和彦, 木下勝利史, 工藤慎治, 金庚煥, 坂本和彦, 王青躍, 2011, 道路沿道ならびにバックグラウンド大気における PM_{2.5} と PM_{0.1} の化学成分挙動, 第 52 回大気環境学会年会 (9 月 14~16 日), 354.
- 10) 伊藤恒一, 王青躍, 関口和彦, 坂本和彦, 2011, 中国農村部におけるバイオマス燃焼により排出される炭素粒子の特性に関する研究, 第 52 回大気環境学会年会 (9 月 14~16 日), 356.
- 11) 王青躍, 森田淳, 仲村慎一, 龔秀民, 吳迪, 孫楊, 三輪誠, 鈴木美穂, 中島大介, 分子間相互作用から見たスギ花粉アレルゲン物質の変性可能性, BIA Symposium 2010 アフィニティーのその先へ~Biophysical Interaction Analysis~, (7 月 16 日), 東京, 国内学会(ポスター発表) p.1 (2010).
- 12) 仲村慎一, 王青躍, ゴン秀民, 吳迪, 森田淳, 中島大介, 坂本和彦, 鈴木美穂, 三輪誠, スギ花粉及びそのアレルゲンの降雨中における挙動, 第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会論文集, pp.53-54

- (2010).
- 13) 王青躍、ゴン秀民、仲村慎一、呉迪、森田淳、中島大介、鈴木美穂、坂本和彦、三輪誠、表面プラズモン法による大気中のスギ花粉アレルゲン含有微小粒子の測定、第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会論文集, pp.55-56 (2010).
 - 14) 王青躍、森田淳、龔秀民、仲村慎一、呉迪、孫楊、三輪誠、中島大介、鈴木美穂、分子間相互作用から見たスギ花粉アレルゲン物質の変性可能性、第 51 回大気環境学会年会講演要旨集, p.346 (2010).
 - 15) 王青躍、孫楊、坂本和彦、関口和彦、中島大介、呂森林、柴田慶子、上海都市部における微小粒子状物質の挙動とその変異原性の調査、第 51 回大気環境学会年会講演要旨集, p. 347 (2010).
 - 16) Wang Q., Morita J., Nakamura S., Wu Di, Gong X., Suzuki M., Miwa M. and Nakajima D., Field investigation on modification of Japanese Cedar Pollen allergen in urban air-polluted area, World Academy of Science, Engineering and Technology, Issue 70, 717-722 (2010).
 - 17) Wang Q., Wu Di, Nakamura S., Gong X., Morita J., Suzuki M., Lu S., Sakamoto K., Miwa M., and Nakajima D., Morphological observation and allergenic measurement of airborne pollens in Japanese urban areas and evaluation on their cross-antigenicity, World Academy of Science, Engineering and Technology, Issue 70, 723-728 (2010).
 - 18) 王青躍、仲村慎一、キョウ秀民、呉迪、坂本和彦、鈴木美穂、中島大介、(2009). 降水中塩成分変化によるスギ花粉アレルゲンの溶出と放出、第 26 回エアロゾル科学・技術研究討論会(岡山大学)講演要旨集, pp.134-136.
 - 19) 王青躍、キョウ秀民、仲村慎一、呉迪、坂本和彦、三輪誠、中島大介、(2009). 黄砂飛来時のスギ花粉アレルゲンの飛散挙動、第 26 回エアロゾル科学・技術研究討論会(岡山大学)講演要旨集, pp.137-140.
 - 20) 胡舜堯、王青躍、孫陽、坂本和彦、関口和彦、(2009). 都市部道路端における浮遊粒子状物質中のイオン及び炭素成分の特性解析、第 50 回大気環境学会論文集, P-03, p.295.
 - 21) 王青躍、キョウ秀民、仲村慎一、呉迪、坂本和彦、鈴木美穂、三輪誠、(2009). 表面プラズモン共鳴法による都市大気中に浮遊するスギ花粉アレルゲン成分の測定、第 50 回日本花粉学会年会(京都府立大学)論文集, p.10.
 - 22) 王青躍、仲村慎一、キョウ秀民、坂本和彦、鈴木美穂、中島大介、(2009). 降水による花粉の破裂現象とアレルゲンの溶出挙動、同上, p.11.
 - 23) Wang Q., Wu D., Nakamura S., X. Gong, K. Sakamoto, M. Suzuki and D. Nakajima, (2009). Observation and measurement of airborne Japanese cedar and cypress pollen in urban area of Saitama during 2009 pollination season, 同上, p.12.
 - 24) Shimada, S., Enya, K., Bao, L., Takada, T., Ortiz, R. R., Sekiguchi, K., Wang, Q., and Sakamoto, K., (2009). Characterization of summertime submicron aerosols at Saitama, Japan, using an aerosol mass spectrometer and an annular denuder-filter pack system, *Abstracts of the 11th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (ASAAQ 2009)*, Jinan, China, p.202.
 - 25) Wang Q., Gong X., Kurihara K., Nakamura S., Suzuki M., Sakamoto K. and Nakajima D. (2009). Airborne behavior and source apportionment of Japanese cedar pollen and its respirable allergen particles in urban residential atmosphere of Japan, *Proceedings of Healthy Buildings 2009*, Syracuse, NY, USA, Paper 661, pp.1-4.
 - 26) Wang Q., Nakamura S., Gong X., Kurihara K., Wu D., Sakamoto K. and Miwa M. (2009). Influence factors on release and transition of Japanese cedar pollen allergen to fine particle sizes in urban residential atmosphere of Japan, *Proceedings of Healthy Buildings 2009*, Syracuse, NY, USA, Paper 704, pp.5-8.
- [図書] (計 3 件)
- 1) 王青躍、基盤的研究立案のための春夏季におけるバイオエアロゾルの地域特性解析研究、総合研究機構プロジェクト研究

成果報告書第 8 号—平成 21 年度埼玉大学総合研究機構, pp. 65-66 (2010).

- 2) 王青躍、仲村慎一、龔秀民、篠田壽和、(2009). 都市部の高所花粉計測法の開発および降水によるアレルゲンの溶出挙動、埼玉大学地域オープンイノベーションセンター紀要、**Vol. 1**, pp.120-123.
- 3) 坂本和彦、王青躍、関口和彦、Ortiz, Bao, 塩谷、島田、大須賀、(2009). 夏季調査における粒子状/ガス状成分の測定に関する研究、埼玉大学地域オープンイノベーションセンター紀要、**Vol. 1**, pp.103-105.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

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、トリハダマル秘スクープ映像 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 27 件

6. 研究組織

(1) 研究代表者

王 青躍 (WANG QINGYUE (O SEIYO))

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