

**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：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25550006

研究課題名(和文) 大気極性有機エアロゾルの化学的変質と挙動を把握するためのその場での計測技術の開発

研究課題名(英文) Development of the measurement technique of the atmospheric organic aerosol

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) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：さいたま市国道463号と県道57号および一般環境と国道463号における大気極性有機エアロゾルのスギ花粉アレルゲンCry j 1のSPR測定を行い、交通量の多い場所において、1.1ミクロン以下の粒径範囲のCry j 1濃度が高かった。これは自動車走行によって花粉表面からユーピッシュ小体が剥離、並びに再飛散のアレルゲン含有粒子が微小粒径へ移行する可能性が考えられた。今後、都市部花粉症や花粉喘息の発症、大気汚染物質が花粉症の症状に与える影響を評価していくために、大気極性有機エアロゾルのスギ花粉アレルゲン含有粒子の粒径分布や飛散精細挙動やその変性を把握するための調査を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have collected Japanese cedar pollen from two sites of urban residential zones of Saitama City, Japan during the pollination period. At the same time, we have investigated the airborne pollen behavior, and studied the relationships between airborne pollen counts and meteorological factors such as rainfall, wind speed and wind direction. The respirable particles in sizes from <1.1 micrometers to >7.0 micrometers were collected by two Andersen air samplers and major allergenic concentrations of Cry j 1 were determined using an ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) method. It was suggested that the pollens are resuspended by the heavy traffic in the urban area, and released Cry j 1 as the airborne fine particles. These airborne fine allergenic particles easily break through the ventilation of indoor environment and appear to play an important role in the increasing incidence of asthma in the lower human respiratory tract.

研究分野：環境計測

キーワード：有機エアロゾル 花粉アレルゲン 粒径分布 Cryj 1

## 1. 研究開始当初の背景

雲凝結核(CCN)・大気汚染等の原因となる極性有機エアロゾルが人為的な一次排出、並びに光化学反応による二次生成が報告されている。また、都市部において、アレルゲンやウイルス感染の増加傾向が顕著にみられており、花粉アレルゲン微小粒子の化学変質の発見(王ら、エアロゾル研究, 2012)だけではなく、大気汚染物質による複合有機エアロゾルの形成も重要視されている。しかし、既存の有機エアロゾル計測法では、煩雑な前処理でGC-MS等による組成計測しかできず、かつ分子極性と化学的変質、気候や健康への影響(IPCC, 2010)も評価できない。よって、極性有機エアロゾルの排出・変質機構等を評価することができる新たな環境計測ツールの開発が求められている。

## 2. 研究の目的

大気有機エアロゾル中の極性成分などと結合可能な活性標準物質・生体分子を金属薄膜(誘電体薄膜のセンサーチップ)表面上に付着・固定化させる技術を開発する。その金属薄膜表面上に、低濃度変化のタンパク質、核酸、脂質、細胞、極性官能基等の様々な発生源由来の極性成分・分子と活性標準物質・生体分子との結合と解離に伴う照射電磁波の共鳴角度変化現象を利用し、大気有機エアロゾル中の極性成分・分子の微量な質量変化、並びにその化学的変質を特異的に検出しようとしている。

## 3. 研究の方法

フィールド調査とともに、粒径別のバイオエアロゾルの捕集・分析法を行い、その化学成分や存在形態が人為的・自然起源のとの関連性を調査し、花粉由来自然起源のバイオエアロゾル中の標的活性分子の化学的性状と濃度変化をSPR法によって特異的に検出技術の開発を試み、クルードなバイオエアロゾルの動態を把握するための計測ツールの開発のための基礎を構築する。

## 4. 研究成果

SPR法を用いて、都市部大気中のスギ花粉アレルゲン含有微小粒子の定量分析法を開発して、その粒径分布の計測に応用することができた。国内外に注目される結果を得られつつある。都市部大気汚染物質の影響は、バイオエアロゾルのスギ花粉アレルゲン含有粒子の微小粒子への移行やスギ花粉アレルゲンの汚染物質による変性等に大きく寄与し、スギ花粉アレルゲンは大気汚染物質と反応し、タンパク質の変性を引き起こし、スギ花粉由来エアロゾルの性質を変化させている可能性が示唆された。

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。スギ花粉飛散期の都市部環境中(降雨または高湿度)において、スギ花粉アレルゲンが変性され、それによる花粉症症状の悪化やアレルゲン物質の変性等を引き起こすことが分かった。大気汚染化学種の花粉末表面への吸着、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。

## 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、査読有] (計 6件)

- ① Senlin Lu, Dingyu Liu, Wenchao Zhang, Pinwei Liu, Yi Fei, Yan Gua, Minghong Wu, Shang Yu, Shinich Yonemochi, Xiaoju Wang and Qingyue Wang, Studies on physico-chemical characterization of PM2.5 in Shanghai subway microenvironment, Atmospheric Research, Vol. 153, 543-552 (2015), Available online 15 October (2014) doi: 10.1016/j.atmosres.2014.10.006.
- ② Senlin Lu, Weichao Zhang, Rui Zhang, Pinwei Liu, Qiangxiang Wang, Yu Shang, Minghong Wu, Ken Donaldson and Qingyue Wang, Comparison of cellular toxicity caused by ambient ultrafine particles and engineered metal oxide nanoparticles, Particle and Fibre Toxicology, 2015, 12:5 doi:10.1186/s12989-015-0082-8 (Published: 19 March 2015).
- ③ 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.
- ④ 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.
- ⑤ 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>)
- ⑥ 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>).

[学会発表] (計 12 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, 北海道札幌市、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, 北海道札幌市、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, 北海道札幌市、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、茨城県つくば市、国内学会(ポスター発表), P12, 1-2 (2014).
- ⑤ 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、茨城県つくば市、国内学会(ポスター発表), P12, 1-2 (2014).
- ⑥ 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).
- ⑦ 王青躍, 高井優子、董詩洋、ゴン秀民、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, 愛媛県松山市、国内学会(口頭・ポスター発表), 39 (2013).
- ⑧ 王青躍, 董詩洋、高井優子、ゴン秀民、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, 愛媛県松山市、国内学会(口頭・ポスター発表), 40 (2013).
- ⑨ 王青躍, ゴン秀民, 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, 京都市、国内学会(口頭講演), 33-34 (2013).
- ⑩ 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, 京都市、国内学会(口頭講演), 35-36 (2013).
- ⑪ 王青躍, 高井優子, 董詩洋, ゴン秀民, 鈴木美穂, 関口和彦, 中島大介, YP30 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挙動調査, 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, 京都市, 147-148 (2013).
- ⑫ 王青躍, 金子俊彦, 大平辰朗, P27 樹木精油によるスギ花粉アレルギー性への抑制効果の調査, 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, 京都市, 211-212 (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](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

該当者なし