

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03384

研究課題名(和文) 都市部通年性花粉アレルゲンや発癌性芳香族炭化水素類等の複合毒性微粒子の計測と評価

研究課題名(英文) Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons and pollen allergenic fine particles in urban atmosphere

研究代表者

王 青躍 (Wang, Qingyue)

埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：30344956

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、さいたま市都市部において、春秋季のスギ、ヒノキ、ブタクサ等の花粉飛散期において、花粉やアレルゲンの粒径別捕集、花粉飛散情報、特に、世界で初めて、新規共通抗原性の秋花粉微小アレルゲン高感度計測法を構築し、アレルゲンの解析研究を進めてきた。花粉が大気汚染化学種の沈着や湿度等の影響を受け、表面の均一、不均一化学反応により変性、破裂に伴った微小アレルゲン粒子が放出し、花粉症罹患の高発症率の一因と推定される。そのため、花粉アレルゲンの人体呼吸器系深部への侵入を確認することができた。また複合アレルゲンによる感作成立・アジュバント作用増強の可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

花粉の飛散期において、花粉アレルゲン、大気有害物質(発癌性芳香族炭化水素類(PAHs)、重金属類など)を含む複合微小粒子をサンプリングして計測することで、それらの人体への健康影響が懸念されている。今後、大気化学事例研究を継続していく必要がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to investigate the pollen grain and allergen concentration in autumn at different urban sites. Andersen high-volume air samplers were used to collect allergen. Collected protein concentration were determined by the protein assay and allergen concentrations were determined. As a result, it was suggested that the airborne pollen counts were influenced by surrounding vegetation because the proportion of pollen species varied depending on the sampling sites. In addition, it is suggested that high temperature during growing period decrease pollen counts and no typhoon induces long pollen season. Allergen were observed in the different stage filters by allergen determining. Therefore, there are different periods that pollinosis patients should be careful by different site. In addition, it was suggested that the autumn allergen may be released in fine particles same as the spring pollen allergen, and it will be the reason of pollinosis healthy problem.

研究分野：大気環境

キーワード：花粉 微小粒子 飛散状況

## 1. 研究開始当初の背景

スギ花粉症(日本)、イネ科花粉症(ヨーロッパ)、ブタクサ花粉症(アメリカ)は世界三大花粉症となっている。近年、日本全国の花粉症有病率は27%で、関東都市部の有病率は34%に増加し、全国的に発症が低年齢化と報告されている。一方、中国上海市の都市部において、花粉症の発症者も増加しており、気候変動の影響なども一因とされている。本来、花粉粒は約数十 $\mu\text{m}$ の粗大粒子で、人の目、鼻、口のみには到達し、下気道への侵入は無いと考えられてきた。しかし、春季、さいたま市のスギ花粉アレルゲン Cry j 1、上海市のスズカケノキ花粉アレルゲン Pla a 1などが主に微粒子(粒径1.0 $\mu\text{m}$ 、以下PM1.0)として計測され、これにより、アレルゲン微小粒子の下気道への侵入が、目や鼻のアレルギー症状だけでなく、肺疾患悪化や都市部の花粉症有病率増加の一因と推測できる。一方、秋季の草本類花粉症の場合、春季との共通抗原性があるため、春季花粉症患者が秋にも発症してしまい、通年性花粉症患者が増加傾向にある。また、さいたま市も上海市も季節ごとのPM1.0中の強い毒性の化学物質も計測され、都市大気汚染が問題視された。毒性の化学物質と花粉アレルゲンと同じ粒形分布を持つこと等から、秋花粉アレルゲン変性や複合微粒子の増悪による人体健康影響が懸念され、課題解明は急務である。

日本の花粉症患者の多くはスギ花粉症であるが、秋季にもアレルギー症状を呈する場合がある。これは秋季に飛散する草本類花粉に由来する。日本では春季花粉症の原因であるスギやヒノキなどの木本類は上昇気流が発生しやすく標高が高い山地などに生息しており、花粉は遠方まで飛散する。一方で、秋季花粉症の原因となるブタクサ、ヨモギなどの草本類は標高の低い平地に生息しており、花粉の飛散距離は短く、花粉症症状は地域的なものであると考えられる。しかし、身近な場所に生息しているため健康影響は少なくない。それにも関わらず、秋季花粉の情報春季のスギ花粉に比べ少ないため、十分な秋季花粉飛散情報が求められる。

花粉症は抗原であるアレルゲンが体内に侵入することで抗原抗体反応が起き、アレルギー症状を呈する。アレルゲンは花粉が降雨や粘膜炎で濡れることにより膨張し、破裂することで花粉内部から大気中に飛散することが知られている。そのため、花粉の挙動だけでなく、アレルゲンの挙動も同時に調査することが求められる。

## 2. 研究の目的

本研究では秋季花粉症の原因であるブタクサ、ヨモギ、カナムグラを対象にした。これらの花粉飛散は地域的であるため、飛散量や飛散種は周囲の環境に依存することが考えられる。したがって、本研究では気象因子に加え、周囲の環境と花粉・アレルゲン飛散の関係について分析を行い、花粉・アレルゲンの飛散しやすい、または飛散しにくい条件を検討し、花粉症対策に役立てることを目的とする。

## 3. 研究の方法

### 3.1. 秋季の飛散花粉数観測

2018年から2020年の8月下旬から10月下旬(さいたま市：2018年8月20日から10月21日、世田谷区：2018年8月20日から10月26日、さいたま市：2019年8月20日から10月16日、世田谷区：2019年8月20日から10月21日、さいたま市：2020年8月20日から10月21日、世田谷区：2020年8月20日から10月20日)まで埼玉県さいたま市桜区に位置する荒川総合運動公園管理事務所駐車場にてDurham sampler、Burkard samplerを、東京都世田谷区北沢住宅1階にDurham samplerを設置し、秋季花粉捕集を初めて行った。

Durham samplerは重力法で花粉を捕集する装置であり、日本で標準的な花粉捕集手法である。2枚の直径23cmのステンレス板の間に、高さ7.6cmの支柱を立てて固定し、中央には高さ2.5cmに水平なスライドガラスホルダーを設けたものである。スライド表面には白色ワセリンを用いて均一に塗布し、24時間捕集した。スライドガラスは毎日一定時間に取り換えた。回収したスライドガラスはPhöbus blackly染色液で染色し、光学顕微鏡を用いて花粉を計数した。単位は個/cm<sup>2</sup>である。

Burkard samplerは容量法で捕集する風受け型吸引捕集器である。本体に大きな羽翼があり、雨除けの屋根の下にある吸引口が風向きに向かう。流量は10 L/minであり、内部のドラムに白色ワセリンを塗布したメリネックステープを巻き付け、そこで花粉を捕集する。2 mm/hで回転し、一週間連続捕集が可能である。回収後はテープを日にちごとに切り取り、Phöbus blackly染色液を用いて染色し、光学顕微鏡を用いて計数した。

統計分析については花粉期間(総花粉数の2.5%を開始日、97.5%を終了日)を対象期間として分析を行った。

### 3.2. 秋季の大気中花粉アレルゲン濃度観測

花粉アレルゲンは花粉自体の粒径(20~30  $\mu\text{m}$ )より微小な粒径でも観測している<sup>5)</sup>。そこで566 L/minで吸引し、慣性衝突方式により5段階分級(1段目：7.0 $\mu\text{m}$ 以上、2段目：3.3~7.0 $\mu\text{m}$ 、3段目：2.0~3.3 $\mu\text{m}$ 、4段目：1.1~2.3 $\mu\text{m}$ 、5段目 1.1 $\mu\text{m}$ 以下)し、捕集する装置であるAndersen high-volume air sampler (AH-600, Sibata scientific technology Co., Ltd.) でアレルゲン捕集を行う

た。捕集期間は秋季飛散花粉観測と同様に2018年から2020年の8月下旬から10月下旬までであり、同2地点に設置した。アレルゲンは石英繊維フィルター上に捕集され、フィルターはアルミホイルで遮光し、 $-70^{\circ}\text{C}$ で保存した。

捕集後、フィルターは8 mm  $\phi$  のポンチで100枚くり抜き、液体窒素でフィルターを破碎し、花粉タンパク質抽出液(150 mM NaCl, 125 mM  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , 3 mM EDTA, 0.005% (v/v) Tween 20, 10 mM HEPES) 3.0 mLを加え、 $4^{\circ}\text{C}$ で16時間静置し、アレルゲンを抽出した。その後、室温下で6,000 rpm, 30分間の遠心分離を行って溶液中の浮遊粒子を除去した。上清500  $\mu\text{L}$ を分取し、遠心式フィルター濾過ユニット(Amicon®Ultra 0.5, Millipore Co., Ltd.)を用いて、分子量分画によりアレルゲンを精製した。次にフィルター濾過ユニットをマイクロチューブに逆に取り付け、1,000 $\times$ g, 2minで遠心分離し、アレルゲン溶液をフィルター濾過ユニットからマイクロチューブに移した。本実験では3年分4期間(2018年8月19日から25日、8月26日から9月1日、9月2日から8日、9月9日から9月15日、2019年8月20日から26日、8月27日から9月2日、9月3日から9日、9月10日から9月16日、2020年8月20日から26日、8月27日から9月2日、9月3日から9日、9月10日から9月16日)を対象として定量した。

フィルターの1段目と5段目について精製したアレルゲン溶液を用いてBCAタンパク質アッセイにより大気試料に含まれるたんぱく質を定量した。BCAによるタンパク質定量の原理は2段階の反応に基づく。1段階目はタンパク質溶液中のペプチド結合によって二価銅イオン( $\text{Cu}^{2+}$ )が一価銅イオン( $\text{Cu}^+$ )に還元される。還元される $\text{Cu}^+$ の濃度は溶液に含まれるタンパク質量に比例する。2段階目では2分子のbicinchoninic acid(BCA)が $\text{Cu}^+$ に配位して562 nmに強い吸光を示す青紫色の錯体を形成する。これを分光光度計で測定して比色定量を行う。本実験ではTaKaRa BCA Protein Assay Kit(タカラバイオ株式会社)を使用した。大気試料はフィルター濾過ユニットにより得られた50  $\mu\text{L}$ をPBSで300  $\mu\text{L}$ に希釈し、使用した。標準試料、サンプルとWorking solutionが1:1になるように混合し、 $60^{\circ}\text{C}$ で60分間反応させた。反応後は室温に戻し、分光光度計(UV mini-1240、株式会社島津製作所)で562 nmの吸光度を測定した。

秋季花粉症の主な原因であるブタクサの主要アレルゲンAmb a 1の濃度をELISA(Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay)によって定量した。ELISAは試料溶液中に含まれる目的の抗原あるいは抗体を特異抗体あるいは抗原で捕捉するとともに酵素反応を利用して検出・定量する方法である。本実験では間接法により定量している。間接法とは目的タンパク質を固相化し、目的タンパク質に対する一次抗体を反応させ、続けてその抗体に反応する二次抗体を反応させ、基質を入れることで酵素活性を検出する方法である。大気試料はフィルター濾過ユニットにより得られた40  $\mu\text{L}$ をantigen coating buffer(100 mM  $\text{NaHCO}_3$ , pH 9.6)で100  $\mu\text{L}$ になるように調製し、使用した。標準溶液とサンプルはそれぞれ96ウェルプレートに100  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、遮光処理をし、一晚静置した。翌朝、加えた溶液を除去し、PBST 300  $\mu\text{L}$ で5分間3回洗浄し、blocking buffer(5% skim milk)を200  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、遮光処理をし、 $37^{\circ}\text{C}$ で2時間30分インキュベートした。blocking bufferを除き、blocking bufferで希釈した1.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ の一次抗体(Rabbit anti Amb a 1 Polyclonal Antibody、Indoor Biotechnologies社)溶液を作成し、100  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、 $37^{\circ}\text{C}$ で1時間30分インキュベートした。一次抗体を除き、PBST 300  $\mu\text{L}$ で3回洗浄した後、blocking bufferで希釈した0.02%HRP標識二次抗体(Anti-IgG (H+L chain)(Rabbit) pAb-HRP、MBLライフサイエンス社)溶液を100  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、 $37^{\circ}\text{C}$ で1時間インキュベートした。二次抗体を除去し、PBST 300  $\mu\text{L}$ で3回洗浄し、基質(1-Step™ Ultra TMB-ELISA、Thermo Fisher Scientific社)を100  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、常温で30分静置した。2M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ を100  $\mu\text{L}$ /ウェル加え、反応を停止させ、iMark マイクロプレートリーダー(BIO-RAD)を用いて450 nmにおける吸光度を測定した。

#### 4. 研究成果

##### 4.1. 2018年から2020年の秋季花粉飛散挙動調査

捕集花粉について、2018年のさいたま市のDurham sampler、Burkard samplerで観測した飛散花粉数は他の年と比べ少なく、2020年のBurkard samplerの飛散花粉数は突出して多かった。また、世田谷区の2018年、2019年の主に飛散していた花粉はヨモギであったが2020年はブタクサ花粉が主な飛散花粉であった。2018年は春の平均気温が平年差 $+2.0^{\circ}\text{C}$ で1946年の統計開始以降最も高かった。このことから6月、7月の気温が高過ぎるとブタクサの育成を妨げる可能性が示唆される。一方で2020年8月の東日本の気温は平年差 $+2.1^{\circ}\text{C}$ で1946年の統計開始以降最も高かった。このことから8月の気温が高いとブタクサの飛散花粉数は増加する可能性が示唆された。また、台風について、2018年は9月4日に台風21号が通過しており、さいたま市のDurham sampler、Burkard samplerの飛散花粉数は他の年に比べ低かった。また、2019年も同様に9月9日に台風19号が通過し、9月下旬の飛散花粉数は少なくなった。一方で2020年は関東に台風が上陸せず、9月下旬以降も2018年、2019年と比べ高い飛散花粉数を記録した。このことから台風は飛散花粉数を減少させる効果があると考えられる。

Table.1 Annual comparison of Durham sampler in Saitama

|  | 2018 | 2019 | 2020 |
|--|------|------|------|
| pollen dispersal start date                        | 8/25 | 8/27 | 8/26 |
| pollen dispersal end date                          | 10/7 | 9/29 | 10/4 |
| pollen season[day]                                 | 43   | 33   | 39   |
| Maximum pollen count[grain/cm <sup>2</sup> ]       | 41.0 | 102  | 113  |
| Daily average pollen count[grain/cm <sup>2</sup> ] | 7.56 | 17.3 | 17.7 |

Table.2 Annual comparison of Burkard sampler in Saitama

|  | 2018  | 2019  | 2020  |
|--|-------|-------|-------|
| pollen dispersal start date                        | 8/30  | 8/24  | 8/31  |
| pollen dispersal end date                          | 10/24 | 10/19 | 10/11 |
| pollen season[day]                                 | 55    | 56    | 41    |
| Maximum pollen count[grain/cm <sup>2</sup> ]       | 17.3  | 21.9  | 14.8  |
| Daily average pollen count[grain/cm <sup>2</sup> ] | 1.60  | 1.34  | 1.67  |

Table.3 Annual comparison of Durham sampler in Setagaya

|   | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|------|------|------|
| pollen dispersal start date                       | 8/29 | 9/4  | 8/28 |
| pollen dispersal end date                         | 9/28 | 10/1 | 10/2 |
| pollen season[day]                                | 30   | 27   | 35   |
| Maximum pollen count[grain/m <sup>2</sup> ]       | 218  | 753  | 3799 |
| Daily average pollen count[grain/m <sup>2</sup> ] | 59.0 | 108  | 575  |

#### 4.2. 2018年から2020年の秋季アレルゲン飛散挙動調査

BCA タンパク質アッセイの結果、対象の期間において<1.1 μm のタンパク質濃度は 65.5 ng/m<sup>3</sup> から 164 ng/m<sup>3</sup> まで変動した。一方で、同期間における>7 μm のタンパク質濃度は 30.8 ng/m<sup>3</sup> から 63.4 ng/m<sup>3</sup> まで変動し、<1.1 μm のタンパク質濃度よりも低かった。

ELISA の結果、対象の期間において<1.1 μm の Amb a 1 は定量できなかった。一方で、>7.0 μm の Amb a 1 濃度は定量できなかった期間を除いて 4.8 ng/m<sup>3</sup> から 13.4 ng/m<sup>3</sup> まで変動した。このことから大気中の>7.0 μm のタンパク質のうち Amb a 1 は 13%から 38%占めているといえる。春季アレルゲンは>7.0 μm の粗大粒径と<1.1 μm の微小粒径で高いスギ、ヒノキアレルゲン濃度を観測した一方で、秋季アレルゲンは<1.1 μm においてアレルゲンを予想より低く観測された。本研究の調査期間では秋季花粉は飛散距離が短く、微小化していない状態で飛散しているアレルゲンを捕集していた為であると考えられる。

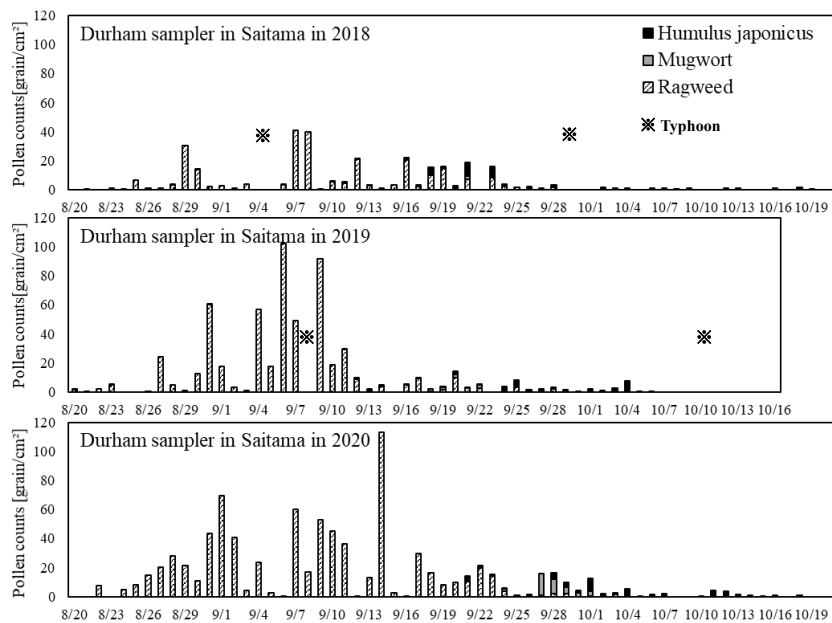


Fig. 1 Pollen counts of Durham sampler in Saitama in2018-2020.

#### 4.3. まとめ

本研究では、東京都世田谷区、埼玉県さいたま市の 2 地点での秋季花粉飛散挙動を初めて行った。2018 年の春の平均気温が平年差+2.0°Cで 1946 年の統計開始以降最も高く、ブタクサ花粉数が少なかったことから 6、7 月の高い平均気温はブタクサの成長を抑制する可能性が示唆される。一方で 2020 年 8 月の東日本の気温は平年差+2.1°Cで 1946 年の統計開始以降最も高く、ブタクサ花粉数が大幅に増加したことから 8 月の平均気温が高いとブタクサの飛散花粉数を増加させる可能性が示唆された。今後はブタクサの成長に関わる気象因子はアレルゲンの発現量にも影響を与える可能性があり、調査が求められる。台風については 2018 年 9 月 4 日の台風 21 号、2019 年 9 月 9 日の台風 19 号通過後飛散花粉数が減少した一方、台風通過がなかった 2020 年は飛散花粉数が 9 月下旬でも多かったことから台風は飛散花粉数を減少させる働きがあることが示唆された。また、秋季アレルゲン飛散挙動について、<1.1  $\mu\text{m}$  の粒径において Amb a 1 が予想より低く観測されたものの、>7.0  $\mu\text{m}$  で Amb a 1 を観測した。本研究の調査期間では飛散距離が短いことに起因した微小化していないアレルゲンを捕集していた可能性が示唆された。今後、<1.1  $\mu\text{m}$  の微細粒径における Amb a 1 を継続的に計測する予定である。さらに、本研究によって、秋花粉アレルゲン変性、PM1.0 中の強い毒性の化学物質との複合微粒子の増悪による人体健康影響が示唆されている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 9件/うちオープンアクセス 4件）

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Zhou Shumin, Zhao Hui, Peng Jiaxian, Hong Qiang, Xiao Kai, Shang Yu, Lu Senlin, Zhang Wei, Wu Minghong, Li Shuijun, Yu Shen, Wang Weqian, Qingyue Wang                             | 4. 巻<br>198           |
| 2. 論文標題<br>Size distribution of Platanus acerifolia allergen 3 (Pla a3) in Shanghai ambient size-resolved particles and its allergenic effects   | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Atmospheric Environment  | 6. 最初と最後の頁<br>324-334 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.atmosenv.2018.10.060   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>該当する          |
| 1. 著者名<br>Peng Jiaxian, Zhou Shumin, Xiao Kai, Zeng Junyang, Yao Chuanhe, Lu Senlin, Zhang Wei, Fu Yuzhen, Yang Yuxiang, Bi Xinhui, Zhang Guohua, Qingyue Wang                               | 4. 巻<br>218           |
| 2. 論文標題<br>Diversity of bacteria in cloud water collected at a National Atmospheric Monitoring Station in Southern China   | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Atmospheric Research   | 6. 最初と最後の頁<br>176-182 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.atmosres.2018.12.004   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>該当する          |
| 1. 著者名<br>Qingyue Wang and Weiqian Wang  | 4. 巻<br>2             |
| 2. 論文標題<br>Chemical characteristics of water-soluble ions and metal elements in ambient particles of Saitama, Japan during the spring Asian dust event, 2017                                 | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>International Journal of Environmental Impacts   | 6. 最初と最後の頁<br>336-345 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>該当する          |
| 1. 著者名<br>Senlin Lu, Myat Sandar Win, Junyang Zeng, Chuanhe Yao, Mengfei Zhao, Guangli Xiu, Yichun Lin, Tingting Xie, Yafeng Dai, Lanfang Rao, Luying Zhang, Shinich Yonemochi, Qingyue Wang | 4. 巻<br>219           |
| 2. 論文標題<br>A characterization of HULIS-C and the oxidative potential of HULIS and HULIS-Fe(II) mixture in PM2.5 during hazy and non-hazy days in Shanghai                                    | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Atmospheric Environment  | 6. 最初と最後の頁<br>176-182 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.atmosenv.2019.117058   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>該当する          |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Qingyue Wang and Weiqian Wang  | 4. 巻<br>27       |
| 2. 論文標題<br>Size characteristics and health risks of inorganic species in PM1.1 and PM2.0 of Shanghai, China, in spring, 2017 | 5. 発行年<br>2020年  |
| 3. 雑誌名<br>Environmental Science and Pollution Research   | 6. 最初と最後の頁<br>11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s11356-020-07932-z.  | 査読の有無<br>有       |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>該当する     |

|  |                  |
|--|------------------|
| 1. 著者名<br>Tingting Xie, Senlin Lu, Junyang Zeng, Lanfang Rao, Xingzi Wang, Myat Sandar Win, Daizhou Zhang, Hui Lu, Xinchun Liu, Qingyue Wang | 4. 巻<br>726      |
| 2. 論文標題<br>Soluble Fe release from iron-bearing clay mineral particles in acid environment and their oxidative potential                     | 5. 発行年<br>2020年  |
| 3. 雑誌名<br>Science of the Total Environment   | 6. 最初と最後の頁<br>12 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.scitotenv.2020.138650  | 査読の有無<br>有       |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>該当する     |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Zhou Shumin, Zhao Hui, Peng Jiaxian, Hong Qiang, Xiao Kai, Shang Yu, Lu Senlin, Zhang Wei, Wu Minghong, Li Shuijun, Yu Shen, Wang Weqian, Wang Qingyue | 4. 巻<br>198             |
| 2. 論文標題<br>Size distribution of Platanus acerifolia allergen 3 (Pla a3) in Shanghai ambient size-resolved particles and its allergenic effects                   | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Atmospheric Environment  | 6. 最初と最後の頁<br>324 ~ 334 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.atmosenv.2018.10.060   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である)   | 国際共著<br>該当する            |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>Myat Sandar Win, Zhengyang Tian, Hui Zhao, Kai Xiao, Jiaxian Peng, Yu Shang, Minghong Wu, Guangli Xiu, Senlin Lu*, Shinich Yonemochi, Qingyue Wang | 4. 巻<br>71          |
| 2. 論文標題<br>Atmospheric HULIS and its ability to mediate the Reactive Oxygen Species (ROS)  | 5. 発行年<br>2018年     |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Environmental Sciences  | 6. 最初と最後の頁<br>13-31 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.jes.2017.12.004  | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である)   | 国際共著<br>該当する        |

|  |                        |
|--|------------------------|
| 1. 著者名<br>Hong Qiang, Zhou Shumin, Zhao Hui, Peng Jiaxian, Li Yang, Shang Yu, Wu Minghong, Zhang Wei*, Lu Senlin*, Li Shuijun, Yu Shen, Wang Weiqian, Qingyue Wang | 4. 巻<br>234            |
| 2. 論文標題<br>Allergenicity of recombinant Humulus japonicus pollen allergen 1 after combined exposure to ozone and nitrogen dioxide                                  | 5. 発行年<br>2018年        |
| 3. 雑誌名<br>Environmental Pollution  | 6. 最初と最後の頁<br>,707-715 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.envpol.2017.11.078   | 査読の有無<br>有             |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている(また、その予定である)  | 国際共著<br>該当する           |

[学会発表] 計12件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Zhang Weilin、王 青躍               |
| 2. 発表標題<br>中国武漢市における夏冬期のPM2.5中のイオン成分とその発生源 |
| 3. 学会等名<br>第60回大気環境学会年会(東京都府中市、20190918)   |
| 4. 発表年<br>2019年                            |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>佐坂公規、王 青躍、坂本和彦                                      |
| 2. 発表標題<br>埼玉県内の都市部/郊外部におけるPM2.5 中の炭素成分(炭素-14, EC, OC)の特徴とその比較 |
| 3. 学会等名<br>第60回大気環境学会年会(東京都府中市、20190918)                       |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>浅井智裕、王 青躍                     |
| 2. 発表標題<br>2018 年秋季の埼玉県、東京都における草本類花粉飛散挙動 |
| 3. 学会等名<br>第60回大気環境学会年会(東京都府中市、20190918) |
| 4. 発表年<br>2019年                          |



|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、神宮字拓夢                         |
| 2. 発表標題<br>屋内での自然由来素材による花粉・アレルギー低減の実用性調査      |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会第60回大会(高知大学朝倉キャンパス、20191012) |
| 4. 発表年<br>2019年                               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、董詩洋、金子俊彦                      |
| 2. 発表標題<br>ダニアレルギーDer p 1のHeLa細胞に対する毒性とその抑制   |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会第60回大会(高知大学朝倉キャンパス、20191012) |
| 4. 発表年<br>2019年                               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、浅井智裕                          |
| 2. 発表標題<br>埼玉・東京における2018年秋季花粉・アレルギー飛散挙動調査     |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会第60回大会(高知大学朝倉キャンパス、20191012) |
| 4. 発表年<br>2019年                               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>王 青躍                               |
| 2. 発表標題<br>ドローンによる上空飛散花粉等のリアルタイム計測技術の開発       |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会第60回大会(高知大学朝倉キャンパス、20191012) |
| 4. 発表年<br>2019年                               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Qingyue Wang, Weiqian Wang   |
| 2. 発表標題<br>Polycyclic aromatic hydrocarbons in suspended particulate matter (SPM) of Saitama atmosphere during 2017 Spring Asian dust event (2017年黄砂飛来時における粒子状物質中の多環芳香族炭化水素成分の挙動) |
| 3. 学会等名<br>第59 回大気環境学会年会要旨集   |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、Zhang weilin、米持 真一    |
| 2. 発表標題<br>冬季における中国武漢市のPM2.5の金属成分について |
| 3. 学会等名<br>第59 回大気環境学会年会要旨集           |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>五島 孝浩、王 青躍、王 イセイ              |
| 2. 発表標題<br>2017年さいたま市空中のヒノキ花粉とアレルゲンの飛散挙動 |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会 第59回大会要旨集              |
| 4. 発表年<br>2018年                          |

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、浅井 智裕、五島 孝浩、真崎 貴弘 |
| 2. 発表標題<br>除草作業に伴う秋季草本類花粉の飛散挙動調査  |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会 第59回大会要旨集       |
| 4. 発表年<br>2018年                   |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>王 青躍、董詩洋、金子 俊彦           |
| 2. 発表標題<br>ヒノキ花粉アレルギーの生体細胞に対する毒性の評価 |
| 3. 学会等名<br>日本花粉学会 第59回大会要旨集         |
| 4. 発表年<br>2018年                     |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|