

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04483

研究課題名(和文) 東南アジアをモデルフィールドとした大気汚染粒子の粒径別特性化と雨水移行現象の解明

研究課題名(英文) Study on size-segregated characterization of air pollution particles collected at the model field in Southeast Asia and those transportation into rainwater

研究代表者

関口 和彦 (Sekiguchi, Kazuhiko)

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：50312921

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：ベトナムハノイ周辺3地点で採取した粒径別PM試料に対し、OC、EC、WSOC、イオン成分の濃度測定を行った。高いPM濃度が観測された日には二次生成成分が増加し、中国からの越境汚染の可能性が示唆された。また、有機マーカー分析から、高濃度日には二次生成に加え、バイオマスとプラスチックゴミなどの混合燃焼の可能性が示され、その傾向は超微小粒子においても顕著であった。一方、大気PMと雨水中懸濁粒子のPAHs成分分析から、大気中のPAH成分が雨水を介して水圏に移行している可能性が示唆された。実際、走査型顕微鏡を用いて画像解析を行ったところ、大気由来と考えられる粒子状物質が雨水中の試料において確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ベトナムなどの東南アジア地域に対する日系企業の進出は目覚ましく、浮遊粒子状物質(PM)が関わる大気汚染の現状を把握することは、今後の労働者の健康影響やPM対策を考える上で重要であり、社会的意義は大きい。また、成分分析からPMの発生源を評価するにあたり、粒径別に傾向を把握するだけでなく、有機マーカーを用いて具体的な発生源に着目した点は非常に特徴的であり、発展途上国において大気観測研究を促進する上で、高い学術的意義を有する。一方、大気PMと雨水中懸濁粒子に着目し、大気汚染物質の水圏への移行について評価したことは、農業分野への応用など新たな研究分野の開拓へも繋がるものであり、その重要性は高い。

研究成果の概要(英文)：Size-segregated concentrations of OC, EC, WSOC, and ionic components were measured for PM samples collected at three locations around Hanoi, Vietnam. On the day when high PM concentration was observed, secondary products increased, suggesting the possibility of transboundary pollution from China. Also, organic marker analysis showed the possibility of mixed combustion of biomass and plastic waste in addition to secondary generation on high-concentration days, and this tendency was remarkable even in ultrafine particles. On the other hand, the analysis of PAHs in atmospheric PM and suspended particles in rainwater revealed that PAHs in the atmosphere are transferred to the hydrosphere via rainwater. When image analysis was performed using a scanning microscope, some particulate matter considered to be derived from the atmosphere was confirmed in the sample of rainwater.

研究分野：環境化学、大気エアロゾル科学、大気汚染評価ならびに環境浄化技術開発

キーワード：浮遊粒子状物質 フィールド観測 ナノサンプラー 粒径別化学組成 有機マーカー イオン成分 多環芳香族炭化水素(PAH) 雨水中懸濁粒子

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大気中には数 nm~10 µm 程度の粒径を持つ粒子状物質(PM)が存在しており、視程や気象、人の健康に影響を与えるが、その影響は粒径や組成に依存する。また、PM は燃焼などの直接排出だけでなく、光化学反応によるガス-粒子転換からも生成される。越境汚染の気塊の起源であり、日系企業の進出が目覚ましい東南アジア地域では大気汚染が深刻になっているにも関わらず、大気フィールド観測や成分分析による PM の環境動態の調査はかなり遅れている。一方で、降雨現象により PM は気圏から水圏に除去され、PM 中の有害物質は農業等の食料問題と密接に関わってくるが、同地域における PM の水圏移行に関する調査もほとんど実施されていない。

2. 研究の目的

本研究ではハノイ市内の都市中心部に位置するハノイ工科大学(HUST)、郊外に位置するベトナム国立農業大学(VNUA)、ハノイより 60 km ほど北に位置するタイグエン工科大学(TNUT)の 3 地点において、大気フィールド観測を行い、その発生源の指標となる有機マーカを含めた大気 PM の成分分析ならびに雨水中の多環芳香族炭化水素(PAHs)分析を行うことで、東南アジア地域における大気 PM の動態、さらに降雨による PM の水圏への移行について、新たな知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

粒径別(<0.1, 0.5-1.0, 1.0-2.5, 2.5-10, >10 µm)に PM を捕集できるナノサンプラーを、HUST、VNUA、TNUT の構内建物屋上にそれぞれ設置した。観測は 2017 年 10 月 17-26 日(10 日間)、2018 年 6 月 8-23 日(16 日間)、2018 年 10 月 18-31 日(14 日間)、2019 年 6 月 14-27(14 日間)の期間に、捕集時間 AM 9:00~翌 AM 8:30、捕集流量 16.7 L/min、捕集時間 23.5 h で行った。

イオン成分と水溶性有機炭素(WSOC)は超純水 20 ml、15 分間超音波抽出を行い、その後、シリンジフィルタで溶液をろ過し、分析試料とした。イオン成分(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, (COO)₂²⁻, NO₃⁻)にはイオンクロマトグラフを、WSOC には全有機炭素(TOC)計を用いて測定した。一方、OC、EC は熱光学式炭素分析計を用いて IMPROVE 法により測定し、有機マーカは、試料フィルタをジクロロメタンとメタノールの混合溶媒で抽出した後、目的成分をシリル化剤により誘導体化して GC/MS で測定した。

雨水試料の採取はステンレス製の漏斗を接続した褐色ガラス容器を建物屋上に設置し、降雨毎に試料を採取した。観測期間中に 6 回の採取を行うことができ、降水量の合計は 78.4 mm であった。雨水試料はガラス繊維フィルタで吸引ろ過を行い、水溶性成分と懸濁成分に分別した。PM_{2.5} および雨水懸濁成分は、フィルタを褐色遠沈管に入れてジクロロメタンを加え、遮光しながら超音波抽出を行った。複数回の抽出後、粒子除去のためにガラス繊維フィルタで吸引ろ過を行った。その後、Sep-pak カートリッジに試料を負荷し、ジクロロメタンとヘキサンの混合溶媒を流すことで夾雑物を除去しながら溶出液を回収し、窒素気流下で溶液を濃縮した上で内標準物質として Pyrene-d10 を加え、GC/MS で 16 成分の PAHs を分析した。

雨水中の PM 観察では 7 mL の雨水について、藻状のスライムを遠心分離により除去し、その後、ポリカーボネートフィルタで濾過することで、フィルタ上に捕集された試料について SEM の観察を実施した。

4. 研究成果

ここでは、全フィールド観測結果のうち、PM 中の成分分析については顕著な変動が確認された 2017 年 10 月(乾季)の結果を、大気 PM 中と雨水中の PAHs 成分分析と SEM 観察、水圏移行の評価については、雨水が十分採取できた 2018 年 6 月(雨季)の結果を示す。

(1) 粒径別の日変動

都市部に位置する HUST での PM 成分濃度の日変動のうち、PM_{1.0-2.5} の結果を図 1 に、PM_{0.1} の結果を図 2 にそれぞれ示す。観測前日が激しい風雨であったため、観測初期では PM 濃度が低く、日が経つにつれて PM 濃度が増加し、25、26 日で大幅な上昇が観測された。郊外に位置する VNUA や TNUT でも都市部の 8 割程度の高濃度 PM が観測されるとともに、3 地点で粒子濃度の変動が一致しており、ハノイ周辺では PM の高濃度汚染が広域に広がっていることが確認された。この大幅な上昇について、後方流跡線解析を行ったところ、中国からの越境汚染が影響している可能性が示唆された。PM_{0.1} については、観測初期は PM 濃度が増加していくが 1.0-2.5 µm で観測された 25、26 日に大幅な濃度の上昇はみられず、3 地点の粒子濃度の挙動も異なっていた。これは PM_{0.1} が発生源から発生して間もない粒子であるため、越境汚染の影響を受けず、各地点の局所的発生源に依存していたものと考えられる。

(2) 各粒径におけるイオンバランスについて

HUST における各粒径のイオンバランス(A/C, Anion/Cation)を図 3 に示す。HUST だけでなく、他の 2 地点でも粗大粒子(> 2.5 µm)と超微小粒子(< 0.1 µm)の A/C が < 1 となっていた。これは鉱物ダストなどに多く含まれる未測定のコロイドと HCO₃⁻が原因であったと考えられる。また、PM_{0.1} では測定成分に含まれていない水溶性有機アニオンの存在も示唆された。

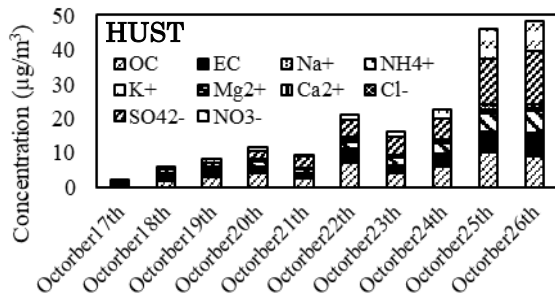


図1 PM_{1.0-2.5}成分の日変動

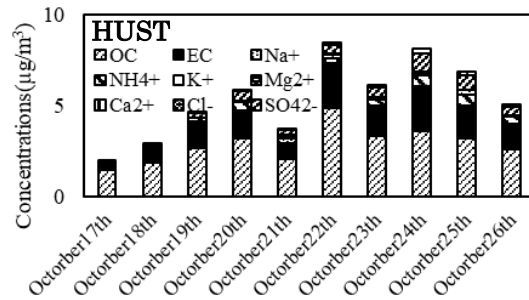


図2 PM_{0.1}成分の日変動

一方で、微小粒子(0.5-2.5 µm)のA/Cはおよそ1:1となっていたが、高濃度日の25、26日のみ、1.0-2.5 µmの粒径でA/Cがアニオンリッチな傾向を示した。この傾向はVNUAでは見られたが、TNUTでは見られなかった。25、26日でアニオンリッチとなった原因を考察するため、この2日間を高濃度日、それ以外の日を通常日と定義し、1.0-2.5 µmにおけるイオン成分の組成割合を確認したところ、3地点ともに二次生成由来の成分(NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻)の増加が確認され、特にNO₃⁻が顕著に増加していた。これより、高濃度日では二次生成が盛んに生じ、さらにモーターバイクなどの排ガスが多いベトナムハノイではNO₃⁻の前駆体となるNO_xが豊富に存在し、NO_xのガス凝縮や凝集が促進されたためにNH₄⁺による中和が間に合わず、このような傾向を示した可能性が示唆される。

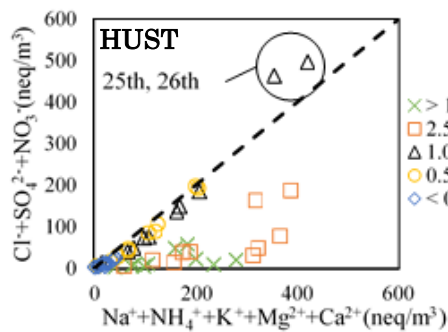


図3 各PM粒径におけるA/C

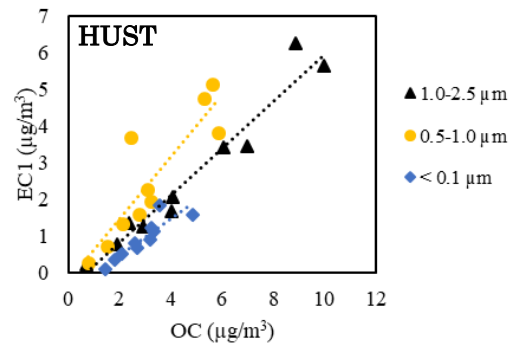


図4 各PM粒径におけるEC1とOCの相関

(4) 分析成分の相関関係

各粒径におけるEC1とOCの相関関係を図4に示す。EC1は主にバイオマス燃焼や化石燃料燃焼から排出されるものであるが、各粒径においても非常に良い相関を示し、OCに対してバイオマス燃焼や化石燃料燃焼が寄与していることが示唆された。この傾向は郊外の2地点でも同様であった。<0.1 µmの粒径の相関係数はHUST、VNUA、TNUTでそれぞれ0.90、0.87、0.94であったが、0.1 µmの粒径におけるOCとEC2+EC3(車両排気や森林火災から主に排出)の相関係数は0.72、0.90、0.70を示した。<0.1 µmの粒径のOCとEC1の相関から、バイオマス燃焼や化石燃料燃焼などから発生したガスが広域に存在し、道路近傍で発生した超微小粒子に凝縮している可能性が示唆された。さらに相関値の比較から、<0.1 µmの粒径のOCに対して、バイオマス燃焼や化石燃料燃焼が車両排気と同等またはそれ以上に寄与していたことが考えられる。これより、バトナムハノイの大気においては、モーターバイクなどの車両排気だけでなく、バイオマス燃焼や化石燃料燃焼も大きな影響を与えていることが示唆された。

(5) PM_{2.5}中の有機マーカ分析

全体的な状況をまず把握すべく2017年10月に採取した粒径別PM試料の炭素成分分析とPM_{2.5}試料の有機マーカ分析を行った。PM中のOC、ECおよびWSOC濃度(全粒径の合計値)の変動を図5に示す。観測開始日(17日)は台風通過後でOC、WSOC、ECともに低濃度であったが、その後段階的に増加し、22日と25、26日に高濃度となった。PM_{2.5}におけるレボグルコサン(Levo)、コハク酸(C4)、リンゴ酸(hC4)、フタル酸(PhA)の測定結果を図6に示す。

いずれの成分とも炭素成分と同様に期間終盤に向けて増加していたが、22日はバイオマス燃焼の指標であるLevoのみが大きく増加(2040 ng/m³)し、光化学反応指標のC4、hC4は微増にとどまっていた。一方、25、26日はLevo、C4、hC4がともに増加し、PhAもこれらほどではないが増加する傾向であった。これらの結果から、22日のOCの増加はバイオマス燃焼の影響を強く受けていたと考えられる。また、プラスチック燃焼の指標であるテレフタル酸(t-PhA)もLevoと同様の変動が見られおり、バイオマスとゴミの混合燃焼がより大気汚染を進行させている可能性が示唆された。一方、C4やhC4のジカルボン酸は主に光化学反応によって生成する成分で、PhAは人為起源VOCの二次生成マーカである。ジカルボン酸が高かった25-26日のOC増加は、バイオマス燃焼の影響もあった上で二次生成も盛んであったことが確認された。

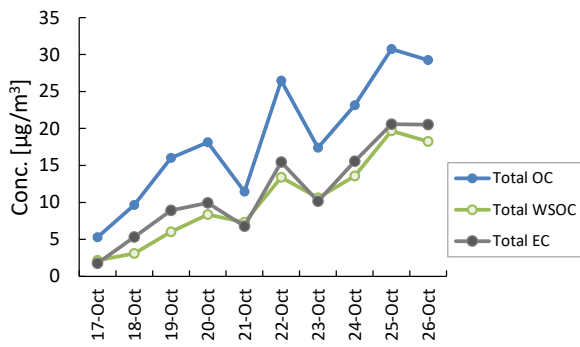


図 5 PM 中の全 OC, WSOC, EC 濃度の濃度変動

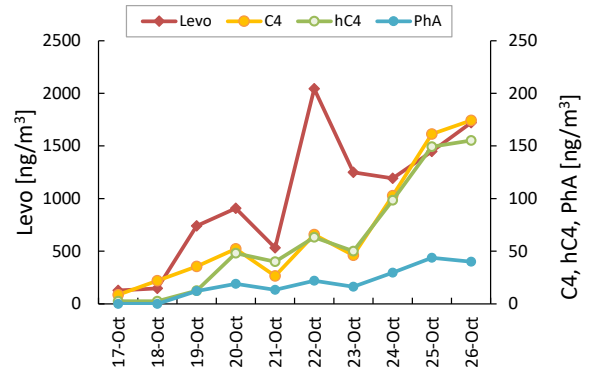


図 6 PM_{2.5} 中のレボグルコサン (Levo), コハク酸 (C4), リンゴ酸 (hC4), フタル酸 (PhA) 濃度

有機マーカーに特徴が見られた 22 日と 25、26 日を含む期間について、粒径別の有機マーカー測定結果を図 7 に示す。この測定では、上述の成分の他に、トルエン由来二次生成マーカーの DHOPA、イソプレン由来二次生成マーカーの 2-メチルテトラール (2MTs)、花粉や孢子など生物起源一次粒子のマーカーであるアラビトール (Arabitol) も測定した。Levo、C4 など多くの成分が PM_{2.5} よりも小さい微小粒径に偏っており、その中でも PM_{2.5-1.0} や PM_{1.0-0.5} の割合が大きかった。一方で生物起源のアラビトールは PM_{10-2.5} の粗大粒径の割合が高かった。バイオマス燃焼の影響が大きかった 22 日の Levo の結果を見ると、PM_{0.1} の濃度が他の日と比べて高いという特徴が見られた。t-PhA も Levo ほど明確ではないが同様の傾向となっていたことから、燃焼性の PM はかなり小さな粒径に影響を及ぼしていることが明らかとなり、健康影響の観点からも、早急に対策を講じる必要性が示唆された。

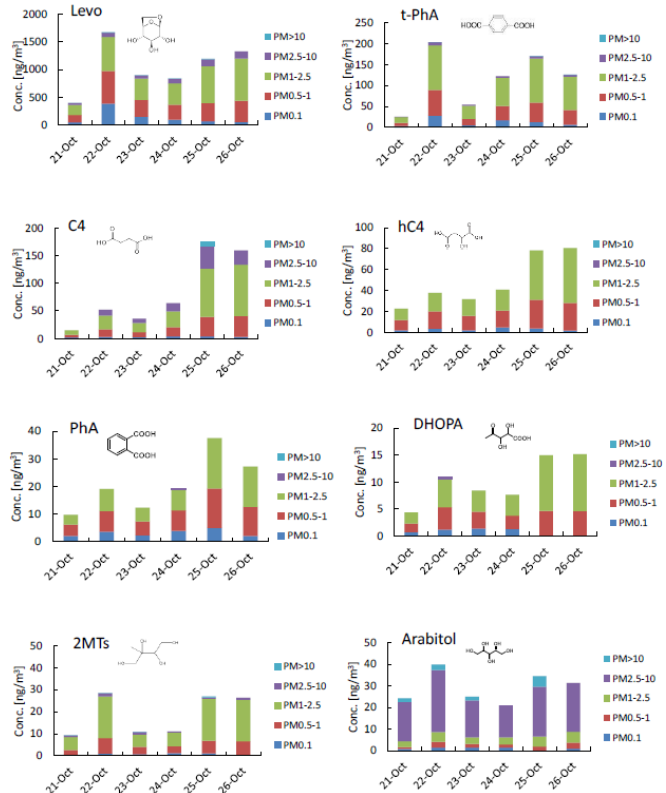


図 7 各 PM 粒径における有機マーカー成分

(6) PM_{2.5} 中の PAHs

PM_{2.5} 試料中の PAHs 濃度の変化を図 8 に、成分毎の平均濃度を図 9 にそれぞれ示す。PM_{2.5} 中 PAHs (16 物質) の濃度範囲は 1.6-14.5 ng/m³ であり、その平均値は 4.1 ng/m³ であった。PAHs の成分特性をベンゼン環の環数毎に解析すると、2、3 環の低分子 PAHs の割合はそれぞれ全体の 3%、9%程度であったのに対し、5 環の PAHs は 26%、6 環の PAHs は 46%と、高分子の PAHs による寄与率が高く、高濃度で検出される傾向にあった。

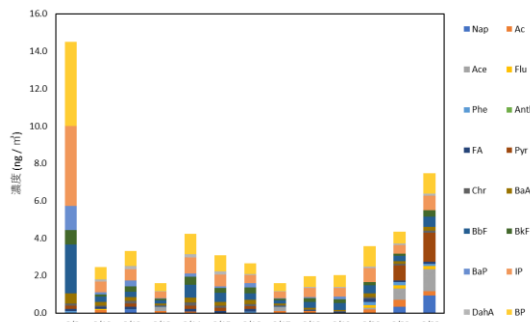


図 8 観測期間における PAHs の濃度変動

PAHs の潜在的な発生源は多岐に渡るため、ある環境媒体から検出された PAHs の起源を推定する手法として異性体の存在比を基にする Diagnostic ratio (DR) がよく用いられる。本研究では indeno[1,2,3-cd]pyrene (IP) と benzo[ghi]perylene (BP)、benz[a]anthracene (BaA) と chrysene (Chry) を用いて解析を試みた。BaA/(BaA + Chry) はいずれも 0.5 以上で、IP/(IP + BP) は 0.4-0.5 の範囲にプロットされた。これらの結果は、検出された PAHs が主に石油燃焼の影響を強く受けたものであることを示唆している。HUST は幹線道路の周辺に位置しており、バイクや自動車の交通量が多いことが影響していたと考えられる。

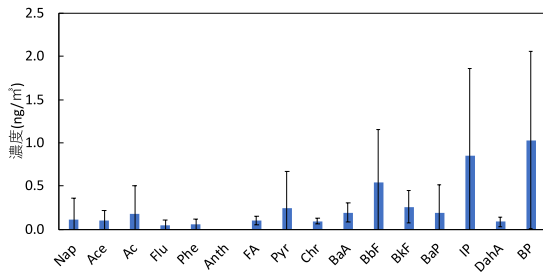


図9 大気 PM 中 PAHs の平均濃度

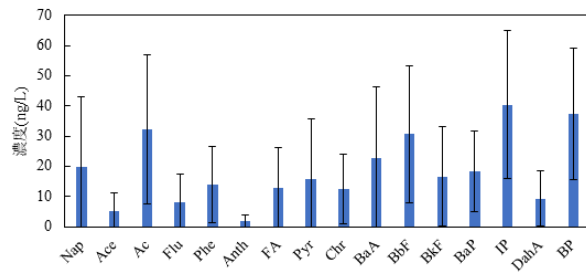


図10 雨水懸濁粒子中 PAHs の平均濃度

(7) 雨水中の PAHs

雨水中の懸濁粒子から検出された PAHs の成分毎の平均濃度を図 10 に示す。16 物質の合計濃度の範囲は 93.5-590 ng/L で、試料採取量の違いを考慮した体積加重平均値は 310 ng/L であった。この結果を日本国内(埼玉県)で採取した試料の分析結果と比較すると、約 10 倍程度も高濃度であった。しかしながら、大気中 PAHs 濃度変動に雨がおよぼす影響を解析したところ、降雨の前で PM_{2.5} 中の PAHs 濃度に明瞭な変化は確認されなかった。これは、HUST が都心部に位置しており、バイクや自動車から PAHs が恒常的に発生していることや、雨天時に太陽光が遮られたことによって大気中 PAHs の光分解が阻害されたためであると考えられる。

雨水懸濁粒子中 PAHs の成分特性を大気 PM_{2.5} 中の PAHs データ(図 10)と比較すると、2、3 環の PAHs の存在割合にやや増加がみられるものの、高分子 PAHs の割合が高いという点において両者の特徴は概ね類似していた。このことより、雨水の懸濁粒子に含まれる PAHs は大気粒子中に存在する PAHs に大きな影響を受けていると考えられる。雨水中 PAHs の平均濃度と降水量から算出した雨を通じた PAHs の降下量はおよそ 24,000 ng/m² 程度と推定され、このうちの一部が直接あるいは間接的に河川や湖沼へ流入すると考えられる。一般的に高分子の PAHs は強い発がん性を示す傾向にあり、水環境では底質粒子に蓄積して存在する。本研究において、雨水中の懸濁粒子から大気 PM と同様に高分子の PAHs が多く検出されたことから、ベトナムハノイにおいては降雨により大気 PM が水環境に移行し、底質粒子として堆積することで、高分子 PAHs の濃度増加に寄与している可能性が示唆された。

(8) 雨水 PM の観察

ろ過された雨水試料を SEM にて観察した。まず拡大倍率を 1 万倍に固定し、一視野あたり縦横 10 μm×13 μm の画角とし、隣り合った縦 5 視野×横 5 視野の計 25 視野について観察した。さらに、その 25 視野の観察を同一フィルタの別の場所について 3 箇所行い、合計 9750 μm² の面積について観察した。その結果、大気 PM と思われる 3 つの粒子が確認された(図 11)。これを画像処理により面積を導出し、投影面積径を計算したところ、左から 0.2 μm、0.25 μm、0.26 μm の粒径の粒子であった。なお粒子が写っている写真は約 3 万倍に拡大して撮影しているが、フィルタの孔(孔径 0.05 μm)も確認できる。孔径よりも大きな粒子が観察されたが、ろ過されずにフィルタ上に残ったものと考えられる。

これらの粒子を溶液の懸濁物とした場合の雨水溶液中濃度を推定した。これらの粒子の比重を 1 とし、これをろ過断面積(40 mm²)と観察面積、ろ過に使用した溶液量から計算すると、懸濁物質としての溶液濃度は 400 ng/L となった。不溶の懸濁物質の PAHs の溶液濃度は約 180 ng/L 程度であったことから、懸濁物質の全量としては、おおむね妥当な値であった。これより、画像解析からも大気中 PM が懸濁粒子として水圏に移行し、大気汚染物質を運んでいる可能性が示唆された。

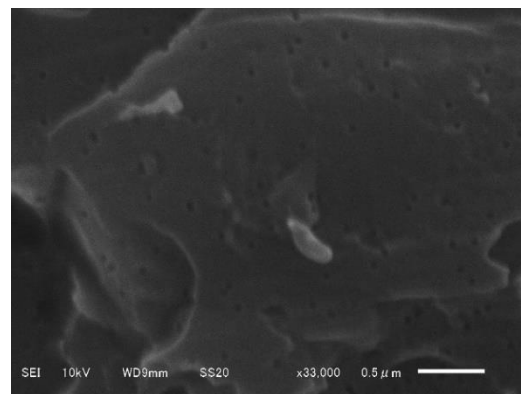
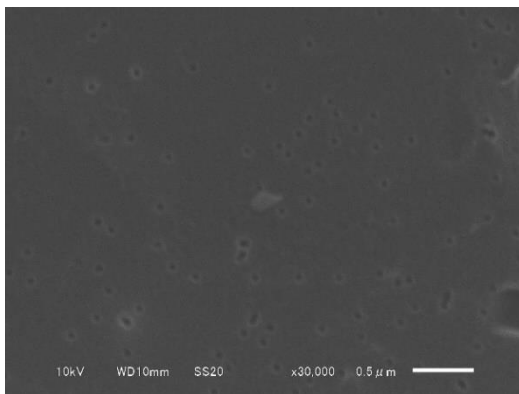


図 11 雨水試料の SEM による観察

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nghiem Trung-Dung, Nguyen Thi Thu Thuy, Nguyen Thi Thu Hien, Ly Bich-Thuy, Sekiguchi Kazuhiko, Yamaguchi Ryosuke, Pham Chau-Thuy, Ho Quoc Bang, Nguyen Minh-Thang, Duong Thanh Nam	4. 巻 27
2. 論文標題 Chemical characterization and source apportionment of ambient nanoparticles: a case study in Hanoi, Vietnam	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-020-09417-5	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Thuy Nguyen Thi Thu, Dung Nghiem Trung, Sekiguchi Kazuhiko, Thuy Ly Bich, Hien Nguyen Thi Thu, Yamaguchi Ryosuke	4. 巻 18
2. 論文標題 Mass Concentrations and Carbonaceous Compositions of PM0.1, PM2.5, and PM10 at Urban Locations of Hanoi, Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Aerosol and Air Quality Research	6. 最初と最後の頁 1591 ~ 1605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4209/aaqr.2017.11.0502	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Kudo Takahisa, Sekiguchi Kazuhiko, Sankoda Kenshi, Namiki Norikazu, Nii Susumu	4. 巻 37
2. 論文標題 Effect of ultrasonic frequency on size distributions of nanosized mist generated by ultrasonic atomization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ultrasonics Sonochemistry	6. 最初と最後の頁 16 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ultsonch.2016.12.019	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Thuy Nguyen Thi Thu, Dung Nghiem Trung, Sekiguchi Kazuhiko, Yamaguchi Ryosuke, Thuy Ly Bich, Hien Nguyen Thi Thu	4. 巻 55
2. 論文標題 LEVELS AND WATER SOLUBLE ORGANIC CARBON OF ATMOSPHERIC NANOPARTICLES IN A LOCATION OF HA NOI, VIET NAM	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Science and Technology	6. 最初と最後の頁 743 ~ 743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15625/2525-2518/55/6/9618	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

〔学会発表〕 計31件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 S. Konno, K. Sekiguchi, Y. Kurotsuchi, K. Sankoda, Y. Matsumi, K. Kumagai, T. Fujino, H. Yoshikado, Y. Fujitani, N. T. Dung, L. B. Thuy, N. T. T. Thuy, P. C. Thuy
2. 発表標題 Size-segregated chemical characteristics of atmospheric suspended particles in Hanoi, Vietnam
3. 学会等名 International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Yamaguchi, K. Sekiguchi, N. T. Dung, N. T. T. Thuy, H. Kuwabara, Y. Fujitani, K. Kumagai, K. Sankoda, K. H. Kim, Q. Wang
2. 発表標題 Characteristics of carbonaceous aerosols in Hanoi, Vietnam
3. 学会等名 International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Fujitani, A. Fushimi, K. Saitoh, K. Sato, A. Takami
2. 発表標題 Source Apportionment of Refractory Black Carbon in Aerosols during Period of The Harvest Season in Suburban Area in Japan
3. 学会等名 International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三小田憲史, 関口 和彦, 石川 冴夏, 安藤 巧, 黒土 優太, 今野 創太, 熊谷貴美代, 藤野 毅, 松見 豊, 吉門 洋, 藤谷 雄二
2. 発表標題 ベトナム、ハノイ周辺地域における粒子状物質の測定 (4) PAHsを指標とした粒子状物質の水圏への移行
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊谷貴美代, 関口 和彦, 今野 創太, 黒土 優太, 三小田憲史, 藤野 毅, 松見 豊, 吉門 洋, 藤谷 雄二
2. 発表標題 ベトナム、ハノイ周辺地域における粒子状物質の測定 (3) 有機マーカ成分の粒径別特徴
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 今野 創太, 熊谷貴美代, 三小田憲史, 松見 豊, 藤野 毅, 吉門 洋, 藤谷 雄二
2. 発表標題 ベトナム、ハノイ周辺地域における粒子状物質の測定 (2) 炭素、イオン、金属成分の粒径別特徴
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口 和彦, 山口 良介, 黒土 優太, 今野 創太, 三小田憲史, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤野 毅, 吉門 洋, 藤谷 雄二
2. 発表標題 ベトナム、ハノイ周辺地域における粒子状物質の測定 (1) ハノイ市街地におけるPM2.5の季節変化
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今野 創太, 黒土 優太, 関口 和彦, 三小田憲史, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナムハノイ周辺3地点での高濃度大気汚染時におけるPM中の粒径別化学組成
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松見 豊, 中山 智喜, 山崎 高幸, 岡本 渉, 関口 和彦, 林田佐智子, 川崎 昌博, 内藤 大輔, 甲山 治
2. 発表標題 開発した小型PM2.5 計測器のアジア各国での観測結果: ベトナム、インド、インドネシア、モンゴル、マレーシアなど
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊谷貴美代, 関口 和彦, 今野 創太, 黒土 優太, 三小田憲史, 藤野 毅, 松見 豊, 吉門 洋, 藤谷 雄二
2. 発表標題 ベトナムハノイにおける大気エアロゾル中有機成分の特徴
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤野 毅, 関口 和彦, 三小田憲史, 山口 航平, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤谷 雄二, 吉門 洋, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ハノイ大気境界層の特徴とPM2.5の日変動
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松見 豊, 中山 智喜, 関口 和彦, 今野 創太, 黒土 優太, 三小田憲史, 藤野 毅, 熊谷貴美代, 吉門 洋, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナム・ハノイにおける小型PM2.5計測器による長期多点観測で見えてくるもの
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 今野 創太, 三小田憲史, 熊谷貴美代, 松見 豊, 藤野 毅, 吉門 洋, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナム北部三地点における大気エアロゾル中金属成分の粒径別特徴
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今野 創太, 黒土 優太, 関口 和彦, 三小田憲史, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤野 毅, 吉門 洋, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナム北部3地点での高濃度日におけるPMの粒径別組成
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口 和彦, 山口 良介, 黒土 優太, 今野 創太, 三小田憲史, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤野 毅, 吉門 洋, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナムハノイにおけるPM2.5およびPM0.1中化学成分の季節別特徴
3. 学会等名 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Matsumi, T. Nakayama, T. Yamasaki, W. Okamoto, S. Hayashida, K. Sekiguchi, S. Dhaka, D. Nghiem, B.-T. Ly, S. Chonokhuu
2. 発表標題 Development of accurate low-cost PM2.5 instruments and measurements in Asian countries
3. 学会等名 15th International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松見 豊, 山崎 高幸, 岡本 渉, 中山 智喜, 関口 和彦, 藤野 毅, 三小田憲史, 熊谷貴美代, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナム・ハノイ都市部ならびに郊外における小型PM2.5計による長期多点計測：PM2.5濃度変動に与える季節ならびに観測地点の影響
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今野 創太, 黒土 優太, 関口 和彦, 三小田憲史, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤野 毅, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Ly Bich Thuy, Nguyen Thi Thu Thuy, Pham Chau Thuy
2. 発表標題 ベトナムハノイにおける発生源の異なる大気浮遊粒子の粒径別性状評価
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 熊谷貴美代, 三小田憲史
2. 発表標題 関東圏における粒径別大気エアロゾル成分の濃度変動
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 熊谷貴美代, 三小田憲史
2. 発表標題 バイオマス燃焼が与える粒径別大気エアロゾル成分への影響
3. 学会等名 第59回大気環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 熊谷貴美代, 三小田憲史
2. 発表標題 関東圏における大気粒子へのバイオマス燃焼由来成分の粒径別寄与
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今野 創太, 黒土 優太, 関口 和彦, 三小田憲史, 藤野 毅, 松見 豊, 熊谷貴美代, 藤谷雄二
2. 発表標題 ベトナムハノイにおける大気浮遊粒子の粒径別性状評価
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本 渉, 松見 豊, 関口 和彦, 藤野 毅, 三小田憲史, 熊谷貴美代, 藤谷 雄二, L. B. Thuy, N. T. Dung, N. T. T. Thuy, P. C. Thuy, 梶井 克純, 坂本 陽介
2. 発表標題 ベトナム・ハノイにおける小型計測器によるPM2.5の長期・多点測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石川 冴夏, 三小田憲史, 関口 和彦, 王 青躍
2. 発表標題 降雨によるPAHsのノンポイント汚染負荷量に関する調査
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kurotsuchi, K. Sekiguchi, K. Sankoda
2. 発表標題 Detailed analysis of water-soluble organic components in size-segregated particles collected at a suburban site in Saitama, Japan using an inertial filter sampler
3. 学会等名 10th Asian Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A. Iijima, S. Kudo, K. Kumagai, H. Tago, Y. Saitoh, S. Kimura, K. Sekiguchi
2. 発表標題 Identification of PM2.5 sources in Japan using organic and inorganic markers by positive matrix factorization
3. 学会等名 10th Asian Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 熊谷貴美代, 田子 博, 齊藤 由倫, 飯島 明宏, 工藤 慎治, 関口 和彦
2. 発表標題 関東の都市、郊外、森林地点におけるPM2.5 中の二次有機成分の挙動
3. 学会等名 第58回大気環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒土 優太, 関口 和彦, 三小田憲史, 熊谷貴美代
2. 発表標題 慣性フィルターサンプラーを用いた粒径別発生源指標の調査
3. 学会等名 第58回大気環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口 良介, 関口 和彦, 三小田憲史, 熊谷貴美代, 藤谷 雄二, Nghiem Trung Dung, Nguyen Thi Thu Thuy
2. 発表標題 ベトナム、ハノイにおける粒子成長の特徴
3. 学会等名 第34回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 熊谷貴美代, 田子 博, 齊藤 由倫, 工藤 慎治, 飯島 明宏, 関口 和彦
2. 発表標題 関東地域の都市・郊外・森林地点におけるPM2.5中有機マーカ成分の特徴
3. 学会等名 第34回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関口 和彦, 黒土 優太, 熊谷貴美代, 三小田憲史
2. 発表標題 慣性サンプラーを用いた水溶性有機成分の粒径別評価
3. 学会等名 第34回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	熊谷 貴美代 (Kumagai Kimiyo) (50391826)	群馬県衛生環境研究所・研究企画係・研究員 (82302)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三小田 憲史 (Sankoda Kenshi) (80742064)	埼玉大学・理工学研究科・助教 (12401)	
研究分担者	藤谷 雄二 (Fujitani Yuji) (20391154)	国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク・健康研究センター・主任研究員 (82101)	
研究分担者	藤野 毅 (Fujino Takeshi) (70282431)	埼玉大学・理工学研究科・教授 (12401)	
連携研究者	松見 豊 (Matsumi Yutaka) (30209605)	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授 (13901)	