

機関番号：10101
 研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2007 ～ 2010
 課題番号：19204055
 研究課題名（和文） 東アジアおよび南アジアにおける有機エアロゾルの化学組成、空間分布
 および吸湿特性
 研究課題名（英文） Chemical compositions, spatial distributions and hygroscopic
 properties of organic aerosols from East and South Asia
 研究代表者
 河村 公隆（KAWAMURA KIMITAKA）
 北海道大学・低温科学研究所・教授
 研究者番号：70201449

研究成果の概要（和文）：

本研究では、人間活動が急速に増大した中国など東アジアとその影響を強く受けている西部北太平洋、および、産業活動が急激に増加しているインド（南アジア）において採取した大気エアロゾルを分析し、有機エアロゾルの組成・生成・変質および輸送の特徴を明らかにした。その結果、中国・インドにおいて高い濃度の有機炭素、低分子ジカルボン酸を検出した。これらは、化石燃料燃焼、バイオマス燃焼、土壤有機物、植生からの寄与などで説明された。また、エアロゾルの吸湿成長を測定しエアロゾルの化学組成が凝結核特性に及ぼす影響を議論した。

研究成果の概要（英文）：

Atmospheric aerosols, collected from China, Korea, Mongolia, India and Japan as well as coastal and remote islands, have been studied for organic chemical compositions. The aerosols from Manshan, 40 km north of Beijing, showed higher concentrations of dicarboxylic acids such as oxalic acid than those from Beijing, suggesting a secondary (photochemical) production of water-soluble organic acids during atmospheric transport. Indian aerosols from New Delhi showed very high concentrations of low molecular weight diacids. Aerosols from Ulaanbaatar were studied for the hygroscopicity, indicating that the growth factor ($G_f=1.22$) is close to that of biomass burning aerosols.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	19,800,000	5,940,000	25,740,000
2008 年度	11,200,000	3,360,000	14,560,000
2009 年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2010 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
総計	37,800,000	11,340,000	49,140,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地球宇宙化学

キーワード：大気圏・水圏化学、大気エアロゾル

1. 研究開始当初の背景

大気中には、揮発性有機物とともに粒子状(エアロゾル)の有機物が広く存在する。直径1ミクロン以下の微粒子には有機物が濃集し、それらが粒子質量に占める割合は最大で70%に達することが知られている。河村らは、大気中の低分子カルボン酸類が

水溶性有機物の重要な画分であることを、都市、海洋、および極域の大気エアロゾル研究をとおして明らかにし、その研究の重要性を指摘してきた。現在では有機エアロゾルのかなりの部分(約50%)が水溶性であることが明らかとなり、更にそれらは水蒸気凝結核として雲の形成に関与し気候変

化に関係していると考えられている。しかし、カルボン酸など水溶性有機成分の大気中での分布や、その生成および変質過程については依然として未解明な部分が多く、これらの知見の欠如は、気候予測モデルにおけるブラックボックスと考えられており、モデルの分野からもその研究の必要性が指摘されている。

河村らは、中国・日本など東アジアの人間活動の影響を強く受ける西部北太平洋上のエアロゾル中に低分子ジカルボン酸が高い濃度で存在すること、光化学的生成と変質を経て粒子をより水溶性へと変化させることを明らかにしてきた。同時に、中国の主要都市における研究から有機エアロゾルの濃度は欧米や日本に比べ10倍から100倍高いことを明らかにし、これら有機物が太陽放射と気候の変化に重大な影響を及ぼしている可能性を指摘した。こうした状況は東アジアとその沿岸の全域に広がり、地域的な環境問題・健康被害に加えて、地球上の水循環のパターンを変えつつある。この20年間に中国北部での干ばつ傾向と南部での豪雨・洪水傾向が明確となったが、こうした変化はエアロゾルの組成・濃度変化が気候システムの変調にまで及ぶと考えられるようになってきている。洪水、干ばつなど異常気象がアメリカのみならず、インド、ヨーロッパでも多発している。地球温暖化の結果大気中の水蒸気量は確実に増えており、その中でエアロゾルの濃度とその化学組成の変化は水蒸気凝結過程に重大な影響を及ぼしている可能性が高い。

近年、父島の気象エアロゾル中の陸源バイオマーカーの観測により、西部北太平洋には、アジア大陸から大量の陸源有機物が長距離大気輸送されているが明らかになってきた。また、夏季にはインドネシア/オーストラリアからの陸源物質輸送が卓越することが明らかとなっている (Kawamura et al., 2003)。しかし、大陸近傍に位置する日本などの地域 (小笠原諸島を除く) では、偏西風の影響が強くこうした南方からの物質輸送がその物質循環に与える影響については未だ明らかとなっていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、第一に、人間活動が急速

に増大した中国など東アジアとその影響を強く受けている西部北太平洋、および、産業活動が急激に増加しているインドにおいてエアロゾルの化学組成 (有機・無機) を明らかにし、有機エアロゾルの生成・変質および輸送の特徴を大気観測によって明らかにすることである。第二に、エアロゾル粒子の水蒸気凝結特性に着目し、東アジア・南アジアにおけるエアロゾルの粒径分布および水蒸気凝結能力を観測および実験により高い精度で解明する。第三に、これまでの研究では別々に行われてきたエアロゾルの化学組成と吸湿特性の研究を総合化することによって、化学組成がエアロゾルの物理特性に及ぼす影響を定量的に評価し、東アジアのエアロゾルが持つ雲凝結核特性を解明することである。

3. 研究の方法

エアロゾル試料は、ハイボリュームエアサンプラーと石英フィルターを用いて、中国マンジャン、韓国・済州島、モンゴル・ウランバートル、沖縄・辺戸岬、インド・ニューデリー、小笠原諸島・父島などで採取された。

ジカルボン酸等の測定は、エステルに誘導体化の後、ガスクロマトグラフおよび質量分析計によって行った。水溶性有機炭素 (WSOC) の測定は TOC-5000 を用いて行った。また、吸湿特性の測定は、タンデムDMAを用いて行った。

4. 研究成果

(1) 中国・北京郊外での観測

北京市の北 40km に位置するマンジャンにて夏に採取した大気エアロゾル試料 (n=58) を分析し、水溶性の低分子ジカルボン酸、ケトカルボン酸、 α -ジカルボニルの濃度と分子組成を明らかにした。その結果、シュウ酸 (HOOC-COOH ; C_2) が主成分であり、コハク酸 (C_4)、マロン酸 (C_3)、フタル酸がこれに続くことがわかった。濃度変動の特徴は、雨が降ると濃度が急激に減少することから、水溶性の有機物は降水によって効率的に大気から除去されていることがわかった。また、数日経つと、一旦減少した濃度は回復することがわかった。また、汚染域からの輸送があること、光化学反応による大気中での二次的生成が考えられる。本研究で得られた全ジカルボン酸濃度は、 $105\text{--}3056\text{ ng m}^{-3}$ であった。昼間の試料の平均が 1088 ng m^{-3} 、夜間の平均が 1208 ng m^{-3} であった。これらの濃度は、北京市内で報告されている値 (Ho et al., 2007) に比べて、2割から4割高いことがわかった。郊外であるにもかかわらずマンジャンで得

られた高いジカルボン酸の濃度は、これらの有機物が都市域から大気輸送されている間に光化学反応により二次的に生成されていることを意味している。また、 C_2 などいくつかの成分を除き、ほとんどの化合物の濃度が昼間に高い濃度を示した。この結果は、ジカルボン酸類が北京で化石燃料燃焼など人為発生源から放出された有機前駆体の光化学酸化で生成され、昼間の南風によってマンシヤンまで大気輸送されることを示唆している。自動車の排気ガスに多く含まれるフタル酸が昼夜ともに高濃度で検出されたことは、北京北部のエアロゾルは人間活動の強い影響を受けていることを示した。

一方、夜間にはシュウ酸の高い濃度が得られた。汚染性炭化水素（シクロヘキセン）の酸化生成物であるアジピン酸 (C_6) と植物起源不飽和脂肪酸の酸化生成物であるアゼライン酸 (C_9) の濃度比 (C_6/C_9) が夜間に低くなることから、夜間には北京北部（マンシヤンよりも更に北）に位置する広大な森林からの生物起源有機物の放出が夜間のシュウ酸濃度の増加に寄与している可能性が指摘された。シュウ酸/全ジカルボン酸の濃度比が夜間により高いことから夜間に化学的エイジングがより進行していると考えられた。おそらく、森林から放出されたイソプレンなど生物起源揮発性有機物 (VOC) が昼間に光化学反応（気相）によりグリオギザール

(HCO-CHO) などに酸化され、それらが夜間の北風によってマンシヤンに輸送される間にエアロゾル中での液相反応によってグリオギザール酸 (HCO-COOH) やシュウ酸にまで酸化されたものと考えられる。実際に、相対湿度が 100% 近くまで上昇する夜間には、グリオギザール酸はシュウ酸に対して相対的に減少しており、グリオギザール酸のエアロゾル（液相）中での酸化がシュウ酸の増加に寄与していることが支持された。

本研究の結果、北京北部郊外の大気中におけるジカルボン酸など二次有機エアロゾルの生成には昼夜の変動があり、昼間には人為起源有機物の酸化が、夜間には植物起源 VOC の酸化が寄与していることが示された。

(2) インド・ニューデリーでの観測

ニューデリーのインド国立物理学研究所 (National Physical Laboratory) キャンパスにおいて 2006 年 9 月-2007 年 4 月にハイボリュームエアサンプラーを用いて大気エアロゾルのサンプル採取を行った。1 サンプルあたりの採取時間は約 12 時間（データ数：18）で、サンプルは 1 週間に 1-2 回の頻度で昼間 (06:00-18:00LT) と夜間 (18:00-06:00LT) に採取した。

得られたサンプルを純水抽出し水溶性低分子ジカルボン酸や水溶性有機炭素および

主要無機成分の化学分析を行った。ここで純水抽出し溶存有機炭素 (TOC) 計で測定される水溶性有機炭素全量を TWSOC (Total Water-Soluble Organic Carbon) と定義した。TWSOC のうち、pH=2 の酸性条件下で多孔性樹脂 (DAX-8) カラムを透過し TOC 計で測定される成分を M-WSOC (More WSOC) とし、TWSOC と M-WSOC との差を L-WSOC (Less WSOC) と定義した。標準物質を用いた室内キャリブレーションの結果から、シュウ酸を含む炭素数 4 以下の低分子ジカルボン酸やカルボニル、アミンや糖類などは M-WSOC に分画された。一方、炭素数 5 以上のジカルボン酸、環式化合物、有機硝酸、フルボ酸などは L-WSOC に分画されることを確認した。

ニューデリーのサンプルについて、平均すると全有機炭素 (OC) に占める TWSOC の割合は昼間 (37%) の方が夜間 (25%) よりも有意に大きく、冬季の他の都市域における観測値と比べ水溶性成分の寄与が大きいことが明らかになった。特に TWSOC に占める M-WSOC の重量割合は昼間 (平均 50%) が夜間 (平均 27%) より大きかった。なお、エアロゾルサンプルの採取期間中の気象条件として、昼夜における風向・風速の明確な相違は見られなかった。この結果は冬季においても日中は、光化学反応による低分子の有機成分のローカルな二次生成の寄与が大きいことを示唆した。

シュウ酸 (C_2) (平均濃度： $1.43 \mu\text{g m}^{-3}$) および全低分子ジカルボン酸 (平均濃度： $2.33 \mu\text{g m}^{-3}$) の濃度は、アジアの他の都市域で報告されている典型的な値と比べ非常に高いことが明らかになった。特にシュウ酸は濃度の最大値が $4.5 \mu\text{g m}^{-3}$ に達した。この結果からニューデリーはアジアにおいて有機エアロゾルの大きな排出源となっていることが示唆された。組成別にみると、低分子ジカルボン酸の中でシュウ酸が最も濃度が高く、コハク酸 (C_4)、マロン酸 (C_3) がこれに続いた。ニューデリーの冬季において、シュウ酸濃度及びシュウ酸が水溶性有機成分に占める重量割合は、夜間 ($1.91 \mu\text{g m}^{-3}$ 、M-WSOC の 8%、有機酸全量の 66%) の方が昼間 ($0.96 \mu\text{g m}^{-3}$ 、M-WSOC の 3%、有機酸全量の 54%) よりも大きいことが明らかになった。

夜間に濃度・重量割合ともに卓越するシュウ酸の生成過程を明らかにするため、いくつかの化合物との相関関係を調べた。その結果、シュウ酸はリンゴ酸、グリオギザール酸および相対湿度と有意な正相関を示した。同様にシュウ酸は硫酸イオン (SO_4^{2-}) とともに正の相関を示した。さらにシュウ酸と硫酸イオンの濃度比 (C_2/SO_4^{2-}) は夜間 (0.195) の方が、昼間の比 (0.125) よりも高いことが明らかになり、同じ二次生成物の硫酸塩と比べてシュウ

酸がより多く生成されていることを示唆した。これらの結果から、ニューデリーの夜間大気中において長鎖有機酸およびグリオキサール酸の液相酸化反応によりシュウ酸の二次生成が起こっている可能性が高いことが明らかになった。実際、高濃度のシュウ酸を測定した日時とニューデリーの冬季夜間に頻繁に起こる霧の発生日時とが良い対応を示し、大気中での液相反応が起こり得ることを支持した。シュウ酸は夜間においてカリウムイオンと有意な正の相関を示したことから、夜間における正味のシュウ酸生成の多くは、バイオマス/バイオフェューエル燃焼の影響を受けた空気塊中での速やかな二次生成に起因することが示唆された。

また、M-WSOC と比べて分子量の大きい有機化合物を含む L-WSOC にもカリウムイオンとの間に強い正の相関 ($r^2 = 0.75$) が見られた。この結果から、ニューデリーの冬季夜間における水溶性有機エアロゾルの排出源としてバイオマス/バイオフェューエル燃焼の寄与が大きいことが示唆された。

(3) 韓国・済州島での観測

東シナ海の韓国・済州島で採取された大気エアロゾル中の陸源バイオマーカーの分子組成・安定炭素・水素同位体比の季節変動を調べ、アジア大陸近傍での陸源有機物の大気輸送過程の季節性の検討を行った。春・秋・冬季にはアジア大陸からの輸送が卓越する一方、夏季には東南アジアからの陸源有機物の輸送の増加が確認された。また、済州島及び父島での炭素同位体比の季節変動パターンの比較から、この夏季の南方からの物質輸送が外洋域でより卓越していることが明らかとなった。

また、済州島 Gosan サイトで採取したエアロゾル試料中に高い濃度のスクロースなどの糖を検出し、春に最大になることを見いだした。同時に春の試料中に花粉を顕微鏡観察により検出した。杉などの花粉を分析したところ、高濃度のスクロースなどを検出した。これらの結果は、春の花粉の放出とその有機エアロゾルへの寄与が大きくなることを示した。

(4) エアロゾルの吸湿特性

2006年に吸湿性測定用タンデム DMA

(HTDMA) によって札幌で得られた大気エアロゾルの観測データを利用し、吸湿性パラメータ κ_{eff} に関する解析を行った。この κ_{eff} 値は、エアロゾル粒子群の移動度径をもとに見積られる含水量 ((加湿時の水の体積/乾燥時の粒子の体積) で定義される) の湿度依存性を、Petters and Kreidenweis (Atmos. Chem. Phys., 7, 1961–1971) により提唱されている κ -Köhler 理論を用いた式でフィッティングす

ることで得た。なお、この方法では、異なる吸湿性を持つ粒子が混合したエアロゾルの場合を含め、解析の対象となる粒子群の全体の含水量に基づいて κ_{eff} 値を得ることができる。本解析では、乾燥移動度径が 100 nm あるいは 200 nm の粒子の κ_{eff} 値を調べた。

札幌の大気エアロゾルの吸湿成長データを利用した解析では、以下の成果が得られた。なお、詳細は Y. Kitamori, M. Mochida, and K. Kawamura, “Assessment of the aerosol water content in urban atmospheric particles by the hygroscopic growth measurements in Sapporo Japan,” Atmospheric Environment, 43, 3416–3423, 2009 に記載されている。

HTDMA による吸湿成長の測定値から計算されるエアロゾル含水量の湿度依存性に対して、吸湿性パラメータ κ_{eff} を用いたフィッティングを行った結果、相対湿度が高い領域では、 κ_{eff} から算出される含水量が、HTDMA の測定値から計算される含水量を良く再現することが確認された。一方で、低い相対湿度では、相対的な誤差が大きくなることが示された。このフィッティングにより得られた 100 nm、200 nm 粒子の κ_{eff} の平均値 (中央値) は、それぞれ 0.142 (0.133)、0.209 (0.205) であった。また、100 nm、200 nm 粒子の κ_{eff} 値の範囲は、それぞれ 0.026–0.321、0.027–0.494 であった。このように本解析により、限られた期間のデータではあるものの、東アジアの大都市のひとつである札幌におけるエアロゾルの吸湿性を κ_{eff} 値で示すことができた。 κ -Köhler 理論に基づき計算される κ 値は、粒子の吸湿性を示す指標として広く利用されつつあり、本解析で得られた κ_{eff} も広い有用性を持つと考えられる。

(5) モンゴル・ウランバートルエアロゾルの解析

2007–2008年の冬にモンゴル・ウランバートルにて採取した都市エアロゾル試料を分析し、低分子ジカルボン酸類を測定した。また、無機イオン成分との比較を行った。 C_2 - C_{12} の低分子ジカルボン酸、ケトカルボン酸、ジカルボニルを検出したが、テレフタル酸がしばしばシュウ酸よりも高い濃度で検出された。この分布は、これまでに日本・中国・インドで観測された特徴とは大きく異なる。テレフタル酸は、PET ボトルなどプラスチックの主成分として使われている。それらを燃やすと、モノマーであるテレフタル酸が生成され大気中に放出されると思われる。ウランバートルでは、ビニール袋、ペットボトルなどプラスチック廃棄物が、日常的に暖炉などで燃やされていると考えられる。ウランバートルは山に囲まれた盆地であり、冬季の逆転層の発達と相まって、テレフタル酸などが大気中に蓄積されたものと解釈された。また、エ

アロゾル試料から水抽出された有機成分の吸湿特性を H-TDMA 装置で測定した。その結果、 $Gf = 1.11-1.35$ (av.1.22) と高い吸湿性を示した。これは、バイオマス燃焼で生成したエアロゾルの値に近いことがわかった。

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 71 件)

- ① Kawamura K. and C. M. Pavuluri, New Directions: Need for better understanding of plastic waste burning as inferred from high abundance of terephthalic acid in South Asian aerosols, *Atmos. Environ.*, 44, 5320-5321, 2010. (査読有り、以下同様)
- ② Kawamura, K. (他 2 名) Secondary formation of water-soluble organic acids and α -dicarbonyls and their contributions to total carbon and water-soluble organic carbon: Photochemical aging of organic aerosols in the Arctic spring, *J. Geophys. Res.*, 115, D21306, doi: 10.1029/2010D014299, 2010.
- ③ Kundu, K., K. Kawamura and M. Lee, Seasonal variation of the concentrations of nitrogenous species and their nitrogen isotopic ratios in aerosols at Gosan, Jeju Island: Implications for atmospheric processing and source changes of aerosols, *J. Geophys. Res.*, 115, D20305, doi:10.1029/2009JD013323, 2010.
- ④ Kundu, K., K. Kawamura and M. Lee, Seasonal variations of diacids, ketoacids and α -dicarbonyls in marine aerosols at Gosan, Jeju Island: Implications for their formation and degradation during long-range transport, *J. Geophys. Res.*, 115, D19307, doi:10.1029/2010JD013973, 2010.
- ⑤ Kundu, S., K. Kawamura, (他 3 名) Molecular distributions of dicarboxylic acids, ketocarboxylic acids and α -dicarbonyls in biomass burning aerosols: implications for photochemical production and degradation in smoke layers, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 2209-2225, 2010.
- ⑥ Wang, G. K. Kawamura, (他 3 名) Water-soluble organic compounds in PM_{2.5} and size-segregated aerosols over Mt. Tai in North China Plain, *J. Geophys. Res.*, 114, D19208, doi:10.1029/2008JD011390, 2009.
- ⑦ Wang, G., K. Kawamura, (他 6 名) Organic Molecular Compositions and Size Distributions of Chinese Summer and Autumn Aerosols from Nanjing: Characteristic Haze Event Caused by Wheat Straw Burning, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 6493-6499, 2009.
- ⑧ Miyazaki, Y., S. G. Aggarwal, K. Singh, P. K. Gupta, and K. Kawamura, Dicarboxylic acids and water-soluble organic carbon in aerosols in New Delhi, India in winter: Characteristics and formation processes, *J. Geophys. Res.*, 114, D19206, doi:10.1029/2009JD011790, 2009.
- ⑨ Kitamori, Y., M. Mochida, and K. Kawamura, Assessment of the aerosol water content in urban atmospheric particles by the hygroscopic growth measurements in Sapporo Japan, *Atmos. Environ.*, 43, 3416-3423, 2009.
- ⑩ Fu, P., Kawamura K., (他 5 名) Organic molecular compositions and temporal variations of summertime mountain aerosols over Mt. Tai, North China Plain, *J. Geophys. Res.*, 113, D19107, doi:10.1029/2008JD009900, 2008.
- ⑪ Kawamura, K., (他 4 名) Size distributions of dicarboxylic acids and inorganic ions in atmospheric aerosols collected during polar sunrise in the Canadian High Arctic. *J. Geophys. Res.*, 112, D10307, doi:10.1029/2006JD008244, 2007.
- ⑫ Aggarwal, S. G., M. Mochida, Y. Kitamori, K. Kawamura, Chemical Closure Study on Hygroscopic Properties of Urban Aerosol Particles in Sapporo, Japan. *Environ. Sci. Technol.*, 41, 6920-6925, 2007.
- ⑬ Kawamura, K., (他 3 名) Contributions of modern and dead organic carbon to individual fatty acid homologues in spring aerosols collected from northern Japan, *J. Geophys. Res.*, 115, D22310, doi:10.1029/2010JD014515, 2010.
- ⑭ Miyazaki, Y., K. Kawamura, and M. Sawano, Size distributions and chemical characterization of water-soluble organic aerosols over the western North Pacific in summer, *J. Geophys. Res.*, 115, D23210, doi:10.1029/2010JD014439, 2010.
- ⑮ Miyazaki, Y., K. Kawamura, and M. Sawano, Size distributions of organic nitrogen and carbon in remote marine aerosols: Evidence of marine biological origin based on their isotopic ratios, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L06803, doi:10.1029/2010GL042483, 2010.

[学会発表] (計 72 件)

- ① Miyazaki, Y., K. Kawamura, (他 3 名) Latitudinal Distributions of Organic Nitrogen and Organic Carbon in Marine Biologically Influenced Aerosols over the Western North Pacific in Summer, American Geophysical Union / Fall Meeting, 2010 年 12 月 16 日, ア

- メリカ・サンフランシスコ・モスコーンサウス会議場。
- ② 宮崎雄三, 河村公隆, (他 3 名) 西太平洋域における海洋生物起源有機態窒素エアロゾルの緯度分布, 大気化学討論会, 2010 年 11 月 18 日, 東京・首都大学東京・南大沢キャンパス。
 - ③ He, N. and K. Kawamura, Distributions and diurnal variations of dicarboxylic acids and related compounds in suburban aerosols collected at Mangshan, northern China, CACGP/IGAC2010 meeting, Halifax, Canada, July 11-16, 2010.
 - ④ Kawamura, K. (他 3 名) Molecular compositions and transformations of dicarboxylic acids, ketoacids, α -dicarbonyls in marine aerosols over the western North Pacific during long-range transport, CACGP/IGAC2010 meeting, Halifax, Canada, July 11-16, 2010.
 - ⑤ Miyazaki, Y., K. Kawamura, M. Sawano, Size distributions and chemical characterization of water-soluble organic aerosols from marine biological sources over the remote western North Pacific, CACGP/IGAC2010 meeting, Halifax, Canada, July 11-16, 2010.
 - ⑥ Miyazaki, Y., K. Kawamura, and M. Sawano, Marine biogenic sources of organic nitrogen and water-soluble organic aerosols over the western North Pacific in summer, American Geophysical Union / Fall Meeting, 2009 年 12 月 18 日, アメリカ・サンフランシスコ・モスコーンサウス会議場。
 - ⑦ 宮崎 雄三, 東アジアにおける水溶性有機エアロゾルの化学組成と排出源に関する観測研究, 日本気象学会 2009 年度秋季大会 山本・正野論文賞受賞記念講演, 2009 年 11 月 26 日, 福岡・アクロス福岡。
 - ⑧ 宮崎 雄三, 河村公隆, 澤野真規, 夏季の西部北太平洋上における海洋生物起源の有機エアロゾル, 大気化学討論会, 2009 年 10 月 21 日, つくば・つくば国際会議場。
 - ⑨ 河村公隆, 「有機エアロゾルの組成、起源、変質と地球環境への影響」 日本分析化学会・ガスクロマトグラフィー研究懇談会特別講演 2009.9.24、札幌 (北海道大学)。(招待講演)
 - ⑩ Kawamura, K. (他 3 名) Long-term observation of organic aerosols in the western North Pacific in 2001-2009, 19th Goldschmidt Conference, Davos, Switzerland, 21-26 June 2009.
 - ⑪ 河村公隆, 「海洋大気中の有機エアロゾルの起源と長距離輸送に関する研究」(地球化学研究協会 第 36 回三宅賞受賞記念講演) 12 月 6 日、2008 年。東京 (霞ヶ関ビ

ル)

- ⑫ 河村公隆, M. Lazaar, 海洋大気中の低分子ジカルボン酸の粒径分布: 2008 年春の沖縄辺戸岬におけるエアロゾル観測、第 14 回大気化学討論会、横浜 (海洋科学技術センター)、10 月 29-30 日、2008 年。
- ⑬ Kawamura, K. (他 5 名) Temporal variations of dicarboxylic acids and related compounds in the aerosols over Mt. Tai in the North China Plain during early summer, IGAC conference, Annecy, France, September 7-12, 2008.

[図書] (計 8 件)

- ① 河村公隆 「粒状物質 (エアロゾル) の化学分析」、地球化学講座 8 「地球化学実験法」、培風館、P. 11-20, 2010.
- ② 河村公隆 第 2 章 「有機エアロゾルの組成・分布・生成」、気象研究ノート第 218 号 「エアロゾルの気候と大気環境への影響」、11-28, 2008.
- ③ 河村公隆 「気候変動の記録」(1 章 1.2 節)、地球化学講座 7 「環境の地球化学」(蒲生俊敬編)、p. 14-24, 培風館, 2007.
- ④ 河村公隆 「炭素循環系」(2 章 2.2 節)、地球化学講座 7 「環境の地球化学」(蒲生俊敬編)、p. 50-69, 培風館, 2007.

[その他]

ホームページ等

<http://environ.lowtem.hokudai.ac.jp/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河村 公隆 (KAWAMURA KIMITAKA)
北海道大学・低温科学研究所・教授
研究者番号: 70201449

(2) 研究分担者

持田 陸宏 (MOCHIDA MICHIIRO)
名古屋大学・高等研究院・特任准教授
研究者番号: 10333642

宮崎 雄三 (MIYAZAKI YUZO)
北海道大学・低温科学研究所・助教
研究者番号: 60376655

関 宰 (SEKI OSAMU)
北海道大学・低温科学研究所・准教授
研究者番号: 30374648

(3) 連携研究者

なし