

MIS029-01

会場:203

時間:5月23日 16:30-16:45

富士山エアロゾル中の低分子ジカルボン酸の分布と安定炭素同位体比 Distributions of low molecular weight dicarboxylic acids in Mt. Fuji aerosols and their stable carbon isotopic ratios

河村 公隆^{1*}, 藤原真太郎¹, 宮 雄三¹
Kimitaka Kawamura^{1*}, Shintaro Fujiwara¹, Yuzo Miyazaki¹

¹ 北海道大学

¹Hokkaido University

大気中に浮遊する微粒子(エアロゾル)は人間活動や植物体など様々なソースから放出され、大気の放射収支に関わる事で気候に大きな影響を与えられていると考えられている。しかし、エアロゾル中に含まれる有機成分は組成が複雑であり、特に自由対流圏(Free Troposphere: FT)においては、生成過程に関する知見の不足によって有機エアロゾル濃度のモデル計算結果が実観測結果を過小評価していると指摘されている(Heald et al., 2005)。

有機エアロゾル中でも低分子ジカルボン酸に代表される水溶性有機成分は、大気中で雲の生成に大きく寄与すると考えられており、これまで地表付近を中心する観測が行われてきた(e.g., Kawamura and Sakaguchi, 1999)。FT内においても、Narukawa et al.(2003)などによって東アジア・北太平洋域上空で航空機による観測が行われたが、詳細な化合物組成や生成過程は報告されていない。

本研究の目的は、光化学活性の盛んな夏季に富士山頂でエアロゾルの定点観測を行うことで、FTにおける低分子ジカルボン酸をはじめとした有機エアロゾルの組成と生成過程を明らかにすることである。

2009-2010年の7-8月にかけて、富士山測候所3号庁舎西側外部にてエアロゾルのサンプリングを実施した。採取したフィルターは、水による抽出、ブチルエステル誘導体化を行った後に、ガスクロマトグラフィー(GC)、ガスクロマトグラフィー/質量分析計(GC/MS)によって低分子ジカルボン酸類の分析を行った。また、ジカルボン酸の安定炭素同位体比($\delta^{13}C$)を、GC/C/IRMSによって測定し、ジカルボン酸の起源と光化学的変質について議論を行った。

観測結果から、高い濃度の低分子ジカルボン酸が富士山頂で検出され境界層内から自由対流圏に大量の有機エアロゾルおよびその前駆体が輸送されていることが明らかとなった。また、シュウ酸の $\delta^{13}C$ 値は、夜間試料では、-10.6から-25.5 permil ($n=3$, av. -16.8)の間で変動し、昼夜の試料では、-16.1から-18.0 permil ($n=4$, av. -16.9)の範囲であった。夜間の高い値は海洋の影響を受けた気塊で、また、低い値は大陸起源の気塊が輸送されたときに得られた。シュウ酸の高い $\delta^{13}C$ の値は、海洋起源の有機物からの寄与があると共に、エアロゾルの光化学的変質が大きく寄与していることを示唆した。

キーワード: エアロゾル, ジカルボン酸, 安定炭素同位体比, 富士山

Keywords: aerosols, dicarboxylic acids, stable carbon isotopic composition, Mt. Fuji

MIS029-02

会場:203

時間:5月23日 16:45-17:00

富士山頂で観測された高濃度ガス状水銀と粒子状水銀の起源解析

High levels of gaseous elemental mercury and particulate mercury observed at the summit of Mt. Fuji during summer observ

永淵 修^{1*}, 横田久里子², 地下 まゆみ³, 川上 智規⁴, 加賀谷 重浩⁵, 五十嵐 康人⁵, 藤田 慎一⁷

Osamu Nagafuchi^{1*}, Kuriko YOKOTA², Mayumi JIGE³, Tomonori KAWAKAMI⁴, Shigehiro KAGAYA⁵, Yasuhito IGARASHI⁵, Shinichi FUJITA⁷

¹ 滋賀県立大学, ² 豊橋技術科学大学, ³ 千葉科学大学, ⁴ 富山県立大学, ⁵ 富山大学, ⁶ 気象研究所, ⁷ 電力中央研究所

¹The university of Shiga Prefecture, ²Toyohashi University of Technology, ³Chiba Institute of Science, ⁴Toyama Prefectural University, ⁵University of Toyama, ⁶Meteorological Research Institute, ⁷CRIEPI

The chemical cycling and spatiotemporal distribution of mercury in the troposphere is poorly understood. We measured gaseous elemental mercury (GEM) and particulate mercury(p-Hg) along with SO₂, ozone, aerosols and meteorological variables at the summit of Mt. Fuji (3776m a.s.l.) from 23 August to 30 August. The mean mercury concentrations were 23ng/m³ (GEM) and 4.7ng/m³ (p-Hg). We observed this event of strongly enhanced atmospheric GEM levels with maximum concentration up to 25 ng/m³. High GEM and p-Hg levels were related to pollution events, particularly SO₂ transported from Asian Continent. As result of back trajectory analysis will show this phenomena

夏季富士山における気象場と硫黄酸化物の時空間変動の解析

Data analysis of meteorology and sulfur oxides observed at Mt. Fuji during summer seasons

五十嵐 康人^{1*}, 堅田 元喜², 梶野 瑞王¹, 高橋 宙¹, 永淵 修³, 横田 久里子⁴, 兼保 直樹⁵, 藤田 慎一⁶

Yasuhito Igarashi^{1*}, Genki Katata², Mizuo Kajino¹, Hiroshi Takahashi¹, Osamu Nagafuchi³, Kuriko Yokota⁴, Naoki Kaneyasu⁵, Shinichi Fujita⁶

¹ 気象研究所, ² 日本原子力研究開発機構, ³ 滋賀県立大学, ⁴ 豊橋技術科学大学, ⁵ 産業技術総合研究所, ⁶ 電力中央研究所
¹Meteorological Research Institute, ²Japan Atomic Energy Agency, ³The University of Shiga Prefecture, ⁴Toyohashi University of Technology, ⁵AIST, ⁶CRIEPI

はじめに

我々はこれまで、富士山を利用して気象観測と同時に、越境汚染をもたらす物質のうち、二酸化硫黄 (SO₂)、およびその酸化生成物である硫酸・硫酸塩 (サルフェート) 等に注目し、観測研究を実施してきた (Igarashi et al., 2004; 2006; 五十嵐ほか, 2008年エアロゾル討論会)。硫酸エアロゾルは微小な液滴であり、太陽光を散乱するとともに雲核として作用し気候変動に深く関わるとともに、酸性物質として生態系に影響を及ぼす。したがって、SO₂はその前駆気体として重要であるが、ほとんどの観測は大気境界層内部 = 地表でおこなわれている。そこで大気上層部でのデータを得るため、航空機や山岳を利用した観測が行われてきた。しかし、東アジア大気上層部でのSO₂濃度の連続観測は報告が少なく、高所山岳・定点での長期の時系列データは、モデル検証や大気中諸過程の解明に貴重である。

先行研究 (Igarashi et al., 2004; 2006) で、富士山頂でのSO₂濃度は明瞭な日周変動を示さず、総観規模の気象場の変動に起因する汚染気塊の長距離輸送に特徴づけられ、冬季に輸送事象が多く認められるが、夏季には認められないことがわかっている。しかし、夏季に観測された現象については、踏み込んだ解析に至っていない (五十嵐ほか, 2008年エアロゾル討論会)。そこで、本研究では、これまでの観測結果を、富士山周辺地域の気象・大気化学場の数値計算 (同大会セッションポスター発表; 五十嵐, 堅田, 梶野) の結果と比較しながら、夏季における山岳大気質の時空間変動の更なる解析を行った。

富士山における観測と注目する事象

2005 - 2007年夏季 (7 - 9月) に簡易型温湿度計はT&D社のおんどりを富士山のさまざまな高度の地点に ~ 30セット設置し、気温、気圧、湿度を観測した。また、山麓の太郎坊 (1300m) には、アンデラ社製の気象ステーションを設置して、気象観測を行った。SO₂およびサルフェート濃度の時系列観測は、山麓の太郎坊 (1300m)、7合8勺避難小屋 (3240m) および山頂測候所 (3776m) を利用して実施した。SO₂観測には、紫外線蛍光法 (日本サーモ、43C-TLまたは43i) を用いた (Igarashi et al., 2004; 2006)。サルフェートの観測には、乾式の気化還元法 - 紫外線蛍光法の測定器 (TECO SPA5020) を用いた。

2007年の夏には、汚染気塊の長距離輸送や濃度の日周変動に興味をもたれる現象が見出された。一つ目は、7合8勺におけるSO₂の日周変動である。2007年8月5日以降10日までの期間、最高値が1 ppbvに達するような濃度水準であるとともに、顕著な日周変動を示した。二つ目は、山頂のSO₂観測データである。2007年8月の下旬に最大濃度が5 ppbvに達して、冬季の汚染事象と遜色ない濃度水準となる上昇がみられた。下層の二つの地点に比べ山頂は高濃度を示した。後方流跡線解析では山頂付近に到達する気塊は、大陸上空から由来していた。また、エアロゾル個数濃度 (小林ほか, 2010)、ラドン (永野、児島, KEK Proc. 2009-8) などさまざまな汚染物質が同時に高濃度を示していることなどから、秋雨前線の早期の南下と同期して、夏季には生じにくいと考えていた大陸からの汚染気塊の長距離輸送が生じたと考えられた。これらの事象に対して観測データや簡単な気象解析からのみでは、富士山周辺の詳細な描像を得ることは困難である。そこで、富士山周辺の地形を表現可能な化学輸送モデル WRF-Chem を用いた計算によって得られた気象場、硫黄酸化物の時空間変動の結果に基づいて、7合8勺に相当する高度 (3km前後) でのSO₂濃度の日周変動や大陸からの長距離輸送の状況を検討した。

キーワード: 山岳気象, 富士山, 気象観測, 硫黄酸化物, 夏季, 化学輸送モデル

Keywords: Mountain meteorology, Mt. Fuji, Meteorological observation, Sulfur oxides, Summer season, WRF-chem

MIS029-04

会場:203

時間:5月23日 17:15-17:30

富士山頂および太郎坊におけるエアロゾル粒子の観測 Observation of aerosol particles at the summit and a base of Mt. Fuji

三浦和彦^{1*}, 飯沼和久¹, 梶川 藍¹, 須田 祥¹, 武田真憲¹, 長谷川 朋子¹, 小林 拓², 永野勝裕³, 加藤俊吾⁴, 保田 浩志⁵
Kazuhiko Miura^{1*}, Kazuhisa Inuma¹, Ai Kajikawa¹, Syou Suda¹, Masanori Takeda¹, Tomoko Hasegawa¹, Hiroshi Kobayashi²,
Katsuhiko Nagano³, Shungo Kato⁴, Hiroshi Yasuda⁵

¹ 東京理科大学理学部, ² 山梨大学, ³ 東京理科大学理工学部, ⁴ 首都大学東京, ⁵ 放射線医学総合研究所

¹F. Sci., Tokyo University of Science, ²University of Yamanashi, ³F. Sci.Tec., Tokyo University of Science, ⁴Tokyo Metropolitan University, ⁵National Institute of Radiological Sci.

エアロゾル粒子の気候への影響として、雲の放射特性を変える間接効果がある。基礎生産性の高い海域から放出される生物起源気体は、海洋エアロゾル粒子の重要な起源である。粒子数が増加することにより、雲は大気への放射強制力を増し、温暖化を抑制するという仮説 (Charlson et al., 1987) が提唱されている。しかし、大気境界層には海塩粒子が存在するので新粒子生成は起こりにくく、海面付近でナノ粒子の増加を観測した例は少ない。そして、それらも自由対流圏で生成したものが高気圧下で沈降したものであろうと考えられている (Covert et al., 1996)。富士山山頂は年間を通して自由対流圏に位置することが多い。そこで、新粒子生成のメカニズムを調べるために、2006年から2010年まで夏季だけではあるが、山頂においてサブミクロン粒子の粒径分布を測定した。また、大気境界層内エアロゾルの山頂への影響を調べるために山麓において、同時に測定した。さらに、エアマスのトレーサーとして、ラドン、オゾン、一酸化炭素濃度を測定した。

2010年は、富士山頂(3776m)と太郎坊(1300m)において7月17日~8月25日に連続観測を行った。外気を拡散ドライヤーで20%以下に乾燥させ、走査型移動度分析器(SMPS)と光散乱式粒子計数器(OPC KR12)を用いて4.4~5000nmにわたる粒径分布を測定した。ラドンは、フィルターに捕集したエアロゾルから放射する線を計数し、放射平衡を仮定して求めた。一酸化炭素、オゾンはそれぞれ、Thermo Environment Model 48C, 49Cを用いて測定した。SMPSで測定した粒径分布を見ると、ほぼ毎日直径10nm以下の粒子が高濃度となるイベントが観測された。3時間以上継続するイベントは日中2回、夜間11回の計13回観測された。2006年からだと、夏期134日間の測定中、日中26回、夜間56回の計81回観測されたことになる。また、このイベントは日中より夜間に多かった。そのほとんどが太郎坊では観測されなかったことから、下層から輸送されたものではないと思われる。化学天気予報図の硫酸塩の飛来予測、天気図、地上風向をもとにエアマスの起源を推定すると、大陸起源が2回、海洋起源が5回、日本近傍が6回と推定された。イベント前の粒子数濃度は、海洋起源の方が低かった。海洋生物起源の新粒子生成の明らかな証拠はみられなかったが、海洋起源のときに、イベント前の粒子数濃度が低く、継続時間も長いことから、その可能性が示された。

謝辞

本研究はNPO法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間(2007~2010年)に行われました。山頂班や研究者の皆さまのご協力を頂きました。この場を借りて感謝します。

本研究の一部は科研費基盤研究A(17201007)(代表 五十嵐康人、2005-2007年度)、東京理科大学特定研究助成金共同研究(代表 三浦和彦、2008年度)、日本郵便平成21年度年賀寄付金配分事業(代表 大河内博、2009年度)、科研費基盤研究C(22510019)(代表 三浦和彦、2010-2012年度)の助成により行われた。

参考文献

Charlson et al., Nature 326, 655, 1987.

Covert et al., J. Geophys. Res., 101, 6919, 1996.

キーワード: バックグラウンドエアロゾル, 新粒子生成, 粒径分布, ラドン, イオン, 雲凝結核

Keywords: background aerosol, new particle formation, size distribution, radon, ion, cloud condensation nuclei

MIS029-05

会場:203

時間:5月23日 17:30-17:45

富士山頂における大気イオンの粒径分布測定 Size distribution measurement of air ions at the summit of Mt. Fuji

松木 篤^{1*}, ジュリアン・ブーロン², キャリン・セレグリ², パオロ・ラジ³, 三浦和彦⁴, 岩坂泰信¹
Atsushi Matsuki^{1*}, Julien Boulon², Karine Sellegri², Paolo Laj³, Kazuhiko Miura⁴, Yasunobu Iwasaka¹

¹ 金沢大学, ² 物理気象研究所, ³ 雪氷・環境地球物理学研究所, ⁴ 東京理科大学

¹Kanazawa University, ²LaMP, ³LGGE, ⁴Tokyo University of Science

Atmospheric aerosols regulate the climate either by interfering with solar and terrestrial radiation, or indirectly by acting as cloud condensation nuclei upon which water vapor condense onto. The term new particle formation literally refers to an event by which new particles are formed in the atmosphere through condensation of precursor gases. Such gases are often adsorbed on preexisting particles (e.g. in polluted environments) and there will be no net change in the number of particles. On the other hand, explosive blooms of tiny particles have been observed in rather clean environments. The condition or mechanism that triggers the new particle formation is still not very well constrained, but attracted much attention as an important pathway for increasing the number of cloud condensation nuclei.

Elevated concentrations of ultrafine particles have been observed during ground-based measurements in the Asian high mountain ranges (Nishita et al., 2008; Venzac et al., 2008). These events were commonly associated with characteristic daytime upslope valley winds, consistent with reports from other parts of the world. If any, new particle formation in Mt. Fuji may be unique in its way since the mountain consists of a steep single peak. Our focus is to monitor the variation of air ion clusters and intermediate ions at the summit of Mt. Fuji, in order to conduct an in-depth identification of the types of nucleation events taking place over the unique topography.

We have measured the size distribution of ion clusters (0.4nm²2nm) and charged nanoparticles or intermediate air ions (2nm-10nm) for the first time at the summit of Mt. Fuji (3776m, 35.36N, 138.73E) using Air Ion Spectrometer (AIS, Airel Ltd.). AIS was installed in a corner of former building of Mt. Fuji weather station of JMA (Japan Meteorological Agency) during the 2009 summer measurement campaign (14 Jul-23 Aug). In 2010 (18 Jul-24 Aug), AIS was replaced by NAIS (Neutral cluster & Air Ion Spectrometer) which is capable of measuring uncharged clusters in addition to naturally charged air ions.

Unlike in Himalayas (Venzac et al., 2008), only one daytime event was observed (5 Aug 2010) through the 10 weeks worth of measurement, that accompanied typical banana-shaped continuous growth pattern with high concentration of intermediate ions covering the entire measuring range of AIS. This example strongly suggests that the new particle formation indeed took place at the site.

To our surprise, the elevated concentrations of ultrafine particles ($D > 10\text{nm}$) were regularly found instead during the night hours (21:00-04:00LST). The positively charged particles were more pronounced during these events. Since there was no intermediate ion growth connecting ion clusters and the ultrafine particles, this gap suggests that the particles possibly nucleated at some distance from the measurement site (e.g. in the free troposphere), or via mechanisms other than ion-induced nucleation. We plan to compare these findings with the meteorological parameters, trace gases and aerosol concentrations to analyze the condition of such events in more detail.

Reference:

Nishita C., Osada K. Kido M., Matsunaga K., & Iwasaka Y., *J. Geophys. Res.*, 113, D06202, doi:10.1029/2007JD009302, 2008.

Venzac H., Sellegri, K., Laj P., Villani P., Bonasoni P., Marinoni A., Cristofanelli P., Calzolari F., Fuzzi S., Decesari S., Facchini M.C., Vuilleumoz E., & Verza G.P., *PNAS*, 105 (41), 15666-15671, 2008.

Acknowledgement:

This work was performed during the period in which the NPO "Valid Utilization of Mt. Fuji Weather Station" maintained

the facilities. We would like to acknowledge the summit crew and NPO personnel for organizing and safely maintaining the measurements. The authors thank H. Okochi, H. Kobayashi, N. Kaneyasu, F. Taketani, H. Takahashi, Y. Minami, Y. Igarashi, H. Yasuda, O. Nagafuchi, S. Kato and other research team members for their very warm support.

キーワード: 大気エアロゾル, 新粒子生成

Keywords: atmospheric aerosols, new particle formation

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS029-06

会場:203

時間:5月23日 17:45-18:00

富士山山頂における雷雲活動に関連する高エネルギー放射線観測 Energetic radiation associated with thunderstorm activity on Mt. Fuji.

鳥居 建男¹, 鴨川 仁^{2*}, 片倉 翔², 田中 章裕², 杉田 武志³, 生田 美抄夫⁴, 保田 浩志⁵

Tatsuo Torii¹, Masashi Kamogawa^{2*}, syou katakura², Akihiro Tanaka², Takeshi Sugita³, Misao Ikuta⁴, Hiroshi Yasuda⁵

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 東京学芸大学物理学科, ³ 科学システム研究所, ⁴ 島根県保健環境科学研, ⁵ 放射線医学総合研究所

¹Fugen Decommissioning Eng. Center, JAEA, ²Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., ³SSL, ⁴Shimane Pref. Inst. Health & Env. Sci., ⁵National Institute of Radiological Sci.

Gradual energetic radiations probably caused by a summer thunderstorm have been observed at the top of Mt. Fuji, Japan. The largest of such variation was gradual and lasted for about 20 minutes, and was found to be high-energy gamma rays having a continuous energy spectrum up to 10 MeV or more. As for the feature of these variations, such variation might be caused by the bremsstrahlung photons generated by the energetic electrons produced continuously with an intense electric field in the thundercloud rather than originated in the process of lightning discharge.

MIS029-07

会場:203

時間:5月23日 18:00-18:15

宇宙線被ばく管理の信頼性向上を目的とした富士山頂における放射線測定 Radiation Measurements at the Summit of Mount Fuji to Improve the Reliability of Cosmic Radiation Exposure Management

保田 浩志^{1*}, 矢島 千秋¹, 松沢 孝男¹, 鴨川 仁²

Hiroshi Yasuda^{1*}, Kazuaki Yajima¹, Takao Matsuzawa¹, Masashi Kamogawa²

¹ 放医研, ² 東京学芸大

¹NIRS, ²Tokyo Gakugei Univ.

大気圏内における宇宙線の強さは高度と共に増し、国際線旅客機の巡航高度では海拔ゼロの平地と比べて被ばく線量は百倍近くになる。そのため、ジェット機の運航に伴う宇宙線による被ばくは職業被ばくとみなされ、現在欧州や日本において航空機乗務員の被ばく管理が実施されている。その主な内容は被ばく線量の計算による評価である。信頼できる線量値を得るためには、計算手法の精緻化に加え、実際に上空の宇宙線強度を監視することが望まれる。これを実現するための取り組みとして、日本最高峰の富士山の頂上剣が峰（標高 3,776 m）に位置する旧富士山測候所内の活用を図り、2008 年、2009 年、2010 年の夏季に性能の異なる放射線測定装置を多数用いて宇宙線の観測を行った。2010 年 9 月からは、エネルギー拡張型の中性子モニタを充電型のバッテリーや無線 LAN 装置とともに用いて、無人連続観測を実施した。これらの期間、中性子モニタの指示値は比較的安定して推移し、静穏な太陽活動を裏付ける結果が得られた。ただし、富士山頂で得られたデータには気圧や太陽活動の変化とは一致しない変動が観られ、対流圏上部の大気環境（水蒸気量等）が宇宙線強度に影響している可能性が示唆された。また、施設内における遮へい環境の違いが確認された。無人連続測定については、2011 年 1 月初旬まで、4ヶ月弱の連続データ取得に成功した。今後、バッテリー電圧の早い低下などに対する対策の実施を経て、通年観測を実現したい。

キーワード: 宇宙, 放射線, 富士山, 中性子, 被ばく, 航空機

Keywords: cosmic, radiation, Fuji, neutron, exposure, aircraft