大気化学研究会ニュースレター - No. 29 -

SUMMER 2013

The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC)

大気化学研究会からのお知らせ

第 19 回大気化学討論会のお知らせ

2013 年度大気化学研究会奨励賞の候補者募集

第30回大気化学研究会運営委員会報告

大気化学研究会会員集会プログラム

日本地球惑星科学連合 2013 年大会「大気化学セッション」 開催報告

会員からのお知らせ・報告

「WCRP Regional Workshop on Stratosphere-Troposphere Processes and their Role in Climate」の参加報告(宮崎 和幸)6th International Conference on Fog, Fog collection and Dew の 開催報告(渡辺 幸一)

若手研究ショートレビュー

Emission ratio of carbonaceous aerosols from open biomass burning in East China (Xiaole Pan)

レーザー分光法を用いた CO₂ 安定同位体比分別の研究 ~森林内における CO₂ 安定同位体分別~(弓場 彬江)

海外研究通信

コロラド州立大学での研究生活(當房豊)



2013年連合大会大気化学セッション会場の様子。

大気化学研究会からのお知らせ

第19回大気化学討論会のお知らせ

第19回を迎える大気化学討論会を初めて北陸地区で開催することになりました。富山湾や立山連峰が一望できる自然豊かな石川県七尾市において、昨年に引き続き、合宿形式で討論会を開催します。大気化学討論会は、大気化学分野のみならず、関連する分野の研究者が一同に集い、最新の研究成果発表に加え、活発な討論、意見・情報交換の場とすることを目的としております。北陸会員一同、多くの皆様のご参加・ご発表をお待ちしております。なお、討論会に関する詳細については、随時、大気化学研究会のメーリングリストでご連絡するとともに、大会ホームページに掲載いたします。また、討論会にあわせて、能登半島の先端、珠洲市にある能登スーパーサイト(金沢大)の見学など、各種イベントを計画中です。

第19回大気化学討論会

大会ホームページ: http://skyrad.sci.u-toyama.ac.jp/T19SAC/

青木 一真(富山大学 大学院理工学研究部(理学))

主催:大気化学研究会·富山大学·金沢大学·名古屋大学太陽地球環境研究所

日程: 2013 年 11 月 6 日(水)~11 月 8 日(金) 場所: 石川県七尾市石崎町香島 1-14

「のと楽」: http://www.notoraku.co.jp/

問合先: 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター 松木研究室内「第 19 回大気化学討論会事務局」 TEL: 076-264-6510 e-mail: t19sac@mlkanazawa-u.ac.jp

第 19 回大気化学討論会実行委員会: 青木一真(委員長・富山大学)、松木篤(事務局長・金沢大学)、岩本洋子(金沢大学)、皆巳幸也(石川県立大学)、渡辺幸一(富山県立大学)、木戸瑞佳(富山県環境科学センター)

2013 年度大気化学研究会奨励賞の候補者募集

大気化学研究会では下記の通り第9回(2013年度)奨励賞の募集を行います。皆様からの推薦(自薦、他薦を問いません)をお願い致します。 大気化学研究会事務局までメール(taikiken@stelab.nagoya-u.ac.jp)または郵便でお送り願います。

募集要項

- 1. 選考対象は大気化学の分野で優れた研究を行った本会会員(学生会員を含む)で、2013年4月1日現在で37歳以下の者。
- 2. 推薦資料は大気化学研究会事務局宛に提出。

- 3. 推薦資料は次の3つの項目を含んだもので、A4で1ページ程度。
 - (1) 略歴(年齢や推薦対象研究の実施との対応が分かる程度の学歴・職歴など)
 - (2) 推薦対象とする研究課題名(推薦対象に特に関連する成果 (論文、発表等)の情報を含む)
 - (3) 推薦理由を記した推薦書
- 4. 推薦資料提出の締め切りは2013年7月31日。

- 注)・選考の段階で、選考委員会から追加資料の提出を求められた場合 には、その指示に従って下さい。
 - ·なお提出された資料は返却致しません。
 - ・資料は奨励賞の選考以外には使用致しません。

受賞者は2013年11月の大気化学討論会での総会において表彰する予定です。

第30回大気化学研究会運営委員会報告

日時: 2013年5月18日(土)18:00-20:30

場所: 幕張テクノガーデン 西中央棟(CB棟)3階303号室小会議室

出席者: 新委員(任期2013年5月-2015年5月) 今村、笠井、金谷、河村、斉藤、澤、須藤、高橋、松見、村山、梶井、竹川 旧委員(任期2011年5月-2013年5月) 植松、入江、北、小池、定永、遠嶋、林田、松枝(新委員と共通:今村、金谷、河村、須藤、斉藤、笠井) 欠席者: 谷本(新委員)

議事内容

- 1)今村隆史・新会長より挨拶
- 2)副会長と会長指名運営委員

副会長に河村公隆委員が選出された。今村会長から会長指名の運営 委員の梶井克純氏および竹川暢之氏の紹介があった。

3)新委員の担当について

新委員の中で下記のように各種担当を決めた。 プログラム委員:金谷、竹川、谷本、澤、高橋 ニュースレター委員:須藤、斉藤、笠井 選挙管理委員:斉藤、村山、澤 地球惑星科学連合関係の委員

·評議委員 今村

・プログラム委員: 竹川、澤

・連絡委員: 竹川(会長に連絡が取れない時の窓口) ・連合の諸委員: 笠井(国際委員、アウトノーチなど)、 林田(地学教育問題委員)

·JPGUジャーナルの委員(1名): 金谷

4)大気化学討論会について

開催担当の青木一真氏(富山大学)と松木篤氏(金沢大学)より日程・ 会場および準備状況こついて報告があった。詳細は本ニュースレター 記事参照。

5)会計·会員報告

松見委員より経理について報告がなされた。平成24年度はニュースレターなどの支出があったが、会費収入とほぼ同額であった。会員については、正会員が170-180名程度でこの数年推移していることが報

告された。

6)ニュースレターについて

ニュースレター担当の定永委員より、29号について順調に作業が進んでいる旨の報告があった。

- 7)2013年地球惑星科学連合大会の大気化学セッションについて プログラム担当の斉藤委員より説明があった。詳細については本ニュ ースレター記事参照。
- 8)JpGUジャーナルについて

Progress in Earth and Planetary Scienceという名称になる予定など、金谷委員より報告があった。

9)大気環境衛星について

大気環境衛星検討委員の笠井委員から報告があった。静止衛星 GMAP-Asiaのサイエンスプランが出来たので、pdfファイルを大気化 学研究会に置いてダウンロード出来るようにしたい。国際宇宙ステーション(ISS)に設置予定のAir Pollution Observation Mission(APOLLO)について、ミッション選定の状況の報告があった。採択されるためには、「ISSならでは」、「社会や科学技術への具体的波及性」、「予算確保の具体性」などを明確にする必要がある。APOLLOの名称は今後変更する予定である。

10)大気化学研究会奨励賞

募集要項などは前回と同じにする。募集締切を2013年7月31日にし、 11月の大気化学討論会で受賞者の発表と記念講演を行うことにする。

11)大気化学研究会の名称こついて

選挙管理委員の北委員より、2013年2月の役員選挙の折に行った 学会化に関する会員の意向投票の結果について報告があった。有効 投票106票中、賛成74、反対20、保留11、白票1であった。2013年 秋の大気化学討論会の時の運営委員会・会員総会で発足の手続きを 行うこととした。それまでに、規約改正など改称手続きを検討するワー キンググループ(今村・北・河村)、および学会化アピールのワーキン ググループ(植松・谷本・村山・須藤)で学会化に関して検討することに した。

12)会員集会の内容検討

会員集会での報告内容やお知らせについて内容の検討を行った。

大気化学研究会会員集会プログラム

日時: 2013年5月19日(日)12:15-12:45 場所: 幕張メッセ国際会議場106室

- 1) 会員報告、会計報告
- 2) 新しい役員と担当の紹介
- 3) 2013 年大気化学討論会について

- 4) 2013 年度奨励賞について
- 5) 大気環境衛星について
- 6) 大気化学研究会の学会化について
- 7) 地球惑星連合の最近の動向について
- 8) 航空機観測の大型プロジェクトについて
- 9) その他

日本地球惑星科学連合 2013 年大会「大気化学セッション」開催報告

大気化学セッションコンビーナー

斉藤 拓也(代表)、入江 仁士、笠井 康子、小池 真、林田 佐智子

日本地球惑星科学連合 2013 年大会が幕張メッセ国際会議場において 5 月 19 日(日)から 24 日(金)にかけて行われました。大気化学セッションは、従来の「大気海洋・環境科学」セクションの名称変更により新たに誕生した「大気水圏科学」セクションの中の 1 セッションとして、初日の19 日(日)に開催されました。

2013 年大会では、セッション数が昨年より更に増えて180件となり、口頭講演枠の拡大とポスター3 分概要説明の時間確保のため、1 コマの時間が従来の90分から105分に拡大されました。これに伴って、大気化学セッションでは口頭発表が午前9時から始まりお昼休みを挟んで午後6時まで、続いてポスター発表のコアタイムが午後7時30分まで、丸一日みっちりと行われました。今回の大気化学セッションでは特別セッションを設けず、広く対流圏及び成層圏の大気化学一般を対象に研究発表を募集し、最新の研究成果に関する55件(口頭発表23件、ポスター発表32

件)の発表が行われました。口頭発表では、会場の大きさに比べてスクリーンがかなり小さかったため、スライドの文字が小さく読みづらいという問題がありご不便をおかけしました。しかし幸いにも、口頭発表会場には後方で立ち見の方が出るなど常に多くの方々にご参加いただき、発表者と参加者の間で活発な議論が展開されました。またポスター会場においてもアイスブレーカー会場から持ち込まれたドリンクを片手に大変活発な議論が行われました。大気化学研究会が連合大会に参加して今回で7回目になりますが、連合大会の中で大気化学分野がますます認知されてきていることが感じられました。

最後になりますが、大気化学セッションにご参加いただいた方々、特に 座長をお努めいただき円滑なセッションの進行にご協力いただいた方々 にお礼申し上げます。来年もどうぞよろしくお願いします。

会員からのお知らせ・報告

「WCRP Regional Workshop on Stratosphere-Troposphere Processes and their Role in Climate」の参加報告

宮崎 和幸(海洋研究開発機構)

2013 年 4 月 1 日から 2 日の日程で、「WCRP Regional Workshop on Stratosphere-Troposphere Processes and their Role in Climate」が京都大学に於いて開催された。本ワークショップは WCRP が抱える 4 つのコアプロジェクトの一つである SPARC の活動の一環として開催され、会議題目にあるように開催地域での活動にいくらかの焦点を置いた会議となった。 SPARC は発足からおおよそ 20 年の歴史を持ち、開催者の一人である京都大学の余田先生からの挨拶にあったが、日本国内でもその主な役割が第一世代から第二世代へと広がりつつあるようだ。本ワークショップにおいても、主催者による配慮もあり、日本の研究者による口頭発表の枠は若手が大半を占めることとなった。

初日には、対流圏・成層圏における物質輸送と化学-気候結合に関する講演があった。まず、Gile(NCAR)より成層圏における輸送・混合過程に関する基調講演があり、その後に日本の若手研究者による4件の講演が続いた。それぞれユニークな研究成果を紹介し(石戸谷(産総研は重力分離、坂崎(京大)は大気朝夕とオゾン変動、宮崎(JAMSTEC)は大気組成データ同化、須藤(名大)は化学気候結合)、日本国内において多岐にわたる研究が展開されていることを印象付けた。ロ頭発表の後には、37件のポスター発表についてそれぞれ1分間のロ頭紹介時間が設けられた。マレーシア、インド、台湾などアジア各国だけでなく、カナダ、ドイツ、フランスなどからの参加者による紹介があり、その後に(ポスター会場のコンパクトさも手伝ってか)熱気溢れるポスターセッションが催された。

2 日目には、経年・年々変動とUTLS 領域のプロセスに関する 10 件の 講演があった。その中からいくつかを抜粋して紹介すると、Randel(NCAR) は、下部成層圏オゾンの季節変動メカニズムを議論し、大気波動や大循 環に関するこれまでに積み重ねられてきた知見の集大成として得られる 理解を示した。Rosenlof(NOAA)は、成層圏での大循環と水蒸気およびオ



ワークショップでの集合写真(提供:内藤陽子氏(京都大学))。

ゾンの挙動の関連性を議論した。更に、地上付近を含む気候システムに対して、成層圏大気組成が重要な役割を果たすことを指摘し、それらの変動メカニズムを理解するには長期的な観測の継続が不可欠であると述べた。菅原(宮城教育大)は、大気球観測結果の解析に基づき、age-of-air の長期的な変動傾向の存在の可能性を議論するとともに、その評価の難しさに対する独自の見解を述べた(セッション・チェアのRandel 氏が感嘆の声をあげたほど素晴らしい講演であった)。佐藤(東大)は、成層圏大循環の3次元構造を議論し、観測・モデルの開発とあわせて、理論および解析フレームワークの進展が現象の理解に欠かせないことを示した。セッションを通して、多種多様な観測を展開していくことの重

要性を再認識するに至った。財政難による既存観測網の縮減や成層圏大気リム観測の損失が危惧される状況の中、長期的な変動メカニズムを理解するために、各種観測の持続的な展開を願ってやまない。

2日目の夜には、日本料理屋において conference dinner が開催された。 顔見知りの研究者が多いためか、終始和やかな雰囲気での食事会となった。 窓際の私の席からは、満開を少し過ぎた桜と雨が降りしきる高瀬川の 風景が見え、京都での開催を想い出付ける一シーンとなった。

ワークショップ翌日の4月3日には、「Climate Research in Service to Society」と題したスペシャプセッションが開催された。残念ながら講演者の一人である Guy Brasseur 博士の出席は急用のためにキャンセルされ

たが、事前に収録したビデオプレゼンテーションの上映があった。「From climate science to earth system stewardship」と題した講演では、「Anthropocene」概念の導入から始まり、気候変動に起因する諸問題の存在と、それらに科学者がどのように関わっていくべきかについて議論が展開された。詳細については省略するが、関連研究に携わる一研究者として学ぶことの多い講演であったことを記したい。二人目の講演者である安成(地球研)からは国際プロジェクト「Future Earth」について紹介があった。講演後のパネルディスカッションを含めて動画が ustream に記録されているので、興味を持たれた方はぜひ見て欲しい。

6th International Conference on Fog, Fog collection and Dew の開催報告

渡辺 幸一(富山県立大学 工学部)

6th International Conference on Fog, Fog collection and Dew (http://www.fogconference.org/)が、2013 年 5 月 19 日~24 日に、横浜市の赤レンガ倉庫を会場に開催された。会議は、26 カ国から116 名の参加者があり、120 件を超える研究発表が行われた。

5月20日の開会セレモニーは、組織委員長である神奈川大学の井川 学教授、Scientific Committee Chair である Colorado 州立大学の J. Collett 教授、鈴木隆横浜副市長および大西隆日本学術会議会長(代読)からの 挨拶で始まった。

続(基調講演で、フランスのH. Haeffelin 博士によるパリ郊外での大規模な霧観測(ParisFog)の紹介が行われたのを皮切りに、ParisFog やドイツ Schmuecke 山で実施された Hill Cap Cloud Thuringia 2010 (HCCT-2010)でのスケールの大きな研究発表が続いた。なお、ParisFog についての数値モデル研究を行っている筑波大学の秋本裕子研究員の発表が 2 日目に行われた。

20 日午後の Fog Chemistry のセッションでは、雲内での二次有機エアロゾル(SOA)生成過程や、ドイツの D. Möller 教授による液相中での HO_X についての講演など化学反応を中心としたものが多かった。 Fog Collection のセッションでは、様々な霧水の捕集法の紹介や、霧捕集の経済性についての発表も行われた。初日の最後には、本会議の創立者であり、 FogQuest (http://www.fogquest.org/index.php/home/)の設立者の一人でもあるカナダの R. Schemenauer 博士によって、霧の水資源利用についての講演発表が行われた。

21 日は、岐阜大学の野元世紀教授によるタイや日本での霧発生日数についての基調講演で始まり、Fog and Vegetation および Fog Modeling のセッションへと続いた。台湾の S.-C. Chang 教授による Chi-Lan 山で行われた霧と植生の光合成への影響評価や、水蒸気フラックスと森林への影響についての発表が印象的であった。午後に Fog Physics のセッションが行われ、南カリフォルニア沿岸の霧発生に、太平洋 10 年振動が大きく影響している報告や、プエルトリコの雲特性にサハラダストが寄与している発表など、気象学的な観点からの興味深い講演が続いた。

21 日午後の口頭発表終了後に、ポスターセッションが行われた。ビールやワインなどを片手に持ちながら、「和気あいあい」とした雰囲気であった。印象深かったのは、チェコやポーランドなど東欧諸国で、霧・露水の観測を大規模かつ体系的に進めている点であった。富士山など山岳での霧水化学の発表も多かった。

22日にExcursionが行われ、横浜から箱根方面を訪れた。富士山をバックに集合写真を撮影する予定であった三国峠は、あいにくの霧で視界不良であった。霧こ夢中な仲間達が呼び込んだに違いなく、芦ノ湖も霞んだ眺めであった。湖畔庭園の散策と箱根関所を訪問した後、BBQ が行われ、参加者らが親睦を交わした。箱根での一日を満喫できた素晴らしいExcursionであった。

23 日午前は、英国の J.P.S. Bradyal 教授による乾燥地域での昆虫や植

生の霧水利用法についての基調講演で始まり、Fog Climatology and Detection のセッションへと続いた。ドイツの J. Bendix 教授らの衛星データを利用した霧の発生頻度や空間分布の解析の講演などが行われた後、再び Fog Chemistry のセッションが行われた。霧水中のイオン成分の特徴などを示した Chemical Climatology 的な発表も多かった。また、海霧を介した無機窒素の海洋への供給や、バイオマス燃焼を起源とした雲内での Brown Carbon の生成・変質過程についての興味深い発表もあった。23 日午後から Fog Physics, Measurement, and Control のセッションが行われ、"Ice Fog"という聞き慣れない用語が報告された。その後、J. Collett 教授の新しい試みである Town Hall セッション;Fog as a system という課題で話題提供と自由討論が行われた。コーヒーブレイク後、Fog Deposition のセッションが行われたが、日本の若手研究者による霧沈着モデル研究が 3 件続けて報告され、日本人による研究がアピールされたセッションのようであった。

24 日は、大阪府立大学の竹中規訓教授による亜硝酸と露水と化学反応の相互作用についての基調講演から始まり、Dew についてのセッションが行われ、露水と生態系との相互作用などについての発表が行われた。後半にFog and Transportationのセッションが行われ、南アフリカのL. Van Schalkwrk 博士から、ケープタウンでの霧発生のマッピングについての報告などがなされた。

閉会では、学生を対象とした優秀発表に対して5名の表彰が行われ、うち1名は富士山での雲水化学の研究を発表した早稲田大学の磯部貴陽さんであった。つづいて、次回の開催国であるボーランドWroclaw大学のM. Sobik 教授からポーランドの紹介がなされた。最後に、この国際会議の企画運営にあたった日本の組織委員会への感謝の意味を込めて、井川委員長へ記念品が手渡された。



赤レンガ倉庫前での集合写真

今回の会議は、質の高い研究発表や質疑討論が活発に行われただけでなく、各種の催し物が非常に充実していた。22 日の Excursion だけでなく、19 日の Ice Breaker、20 日の Welcome Party、23 日の Banquet のいずれにおいても大満足できる内容であった。Welcome Party では、琴の演

奏・試奏会や、寿司職人よる寿司提供もあり、日本文化を充分満喫できたようであった。Banquet は、東京湾ナイトクルーズで行われるなど横浜らしくお洒落なイベントであった。

若手研究ショートレビュー

Emission ratio of carbonaceous aerosols from open biomass burning in East China

Xiaole Pan (Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

I have been working in atmospheric composition research team (Team leader: Dr. Yugo KANAYA) of Environmental Biogeochemical Cycle Research Program in Japan Agency for Marine–Earth Science and Technology as postdoctoral researcher since I got my Ph.D in Institute of Atmospheric Physics/Chinese Academy of Science in 2010. For the past three years we constantly performed *in–situ* field observation on pollutant gases and particulate matters over Japan, South Korea and China. The focus of my study is mostly related with the characterization of carbonaceous aerosols from intensive open biomass burning (OBB) activities. This article presents the short review of my current works.

In the Chinese rural areas, the byproducts of crops such as stalks are mostly directly being burned in the field, despite being legally banned by the government. This activity has been reported to significantly increase of atmospheric suspended particles and decrease of visibility [Pan et al., 2010]. Sporadic OBB also brings large uncertainty in predictability of air quality forecast and regional climate by models. Till now, estimation of BC emission from OBB based on bottom-up method is not conclusive because information such as amounts, types and combustion condition of biomass burned is hardly being collected. We attempted to constrain the BC emission uncertainty by studying the correlation of carbonaceous aerosols (e.g. $\triangle BC/\triangle CO$) from the field observation, and almost three-year (summer 2006 - Spring 2009) concurrent measurements of BC in PM1 (Multiple Angle Absorption Photometer) and carbon monoxide (CO, Thermo Inc. Model 48C) at a high altitude background station on the summit of Mt. Huang (30.2°N, 118.3°E, 1840 m a.s.l.) indicated the $\Delta BC/$ ΔCO ratio for the air masses impacted by OBB events in the upstream was $\sim 11 \text{ ng/m}^3/\text{ppbv}$, about twice of the value reported for the polluted air masses in the urban site [Pan et al., 2011]. Our result was comparable to the measurements reported by Spackman et al. [2008] during Texas Air Quality Study (TexAQS) and Kondo et al. [2011] during NASA ARCTAS campaign with Laser-induced incandescence method, however generally higher than the value derived from emission inventory. Concerns should be raised that observed $\Delta BC/\Delta CO$ ratio was not necessarily representative of emission characteristics of OBB since the ambient BC particles could be substantially lost due to cloud scavenging and dry/wet deposition processes during transport, and an obvious decreasing tendency of $\Delta BC/\Delta CO$ ratio with increase of mean relative humidity along transport pathways was observed for the observation at Mt. Huang. Thus, observation in vicinity of fire events was essential for properly manifesting the emission ratio of BC from OBB. To address this need, we performed an intensive field campaign in an agriculture site (Rudong, 32.3° N, 121.4° E, 3 m a.s.l.) in Yangtze River Delta Region in harvest season, and fresh OBB plumes were clearly observed during the

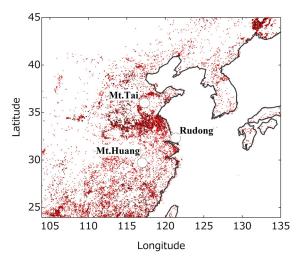


Figure 1. Geographical location of observation site and hotspots detected by MODIS in East Asia in 2007.

campaign. Mass concentration of BC, Elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) (Sunset EC/OC analyzer, IMPROVE-like temperature protocol) were concurrently measured. We found that $\Delta BC/\Delta CO$ and Δ EC/ \triangle CO ratio were 8.3 \pm 0.3 and 7.1 \pm 0.4 ng/m³/ppbv, respectively, for OBB-impact episodes. Significantly, a positive correlation was found for $\Delta EC/\Delta CO$ ratio and the contribution of OBB to the total EC mass. Based on the best linear regression fit method, ΔEC/ΔCO ratio with sole OBB source was estimated to be $18.2\pm4.6 \text{ ng/m}^3/\text{ppby}$. $\triangle OC/\triangle CO$ ratio observed at site varied significantly from case to case, and this variety was mostly attributed to different combustion conditions and subsequent evolution during transport. As expected, ΔΕC/ΔCO ratio was closely related with the combustion phases, and $\Delta BC/\Delta CO$ ratio in the flaming combustion stage was found to be about 40% higher than that of smoldering combustions; however $\triangle OC/\triangle CO$ ratio increase significantly in smoldering stage. Applying our observation result, emission of carbonaceous aerosols from OBB could be 50% higher than the current emission inventories.

Freshly emitted BC particles are theoretically graphite homologues and hydrophobic, tending to preserve during long-distance transport. In the real atmospheric environment they are normally coated with hygroscopic compounds (sulfate, water soluble organic etc.) and gradually lost with transport. Observation with Single Soot Particle Photometer (SP2) demonstrated that soot particles from OBB had relative large size and

thick coatings [Schwarz et al., 2008] and seemed to be more vulnerable to wet scavenging and dry deposition. In MXT2006 campaign, two evident OBB plumes episodes were observed at the summit of Mt.Tai (36.3° N, 117.1° E, 1534 m a.s.l.). According to dataset in that study, we investigated the dependence of $\Delta EC/\Delta CO$ ratio on corresponding transport time. The transport time of OBB particles were simulated by FLEXPART dispersion model according to hotspots information determined by MODIS onboard Terra and Aqua satellites. Based on e-folding curve fitting, $\Delta EC/\Delta CO$ ratio at the transport time t=0(emission ratio) was found to be ranged from 15.0-16.6 ng/m³/ppbv. supporting our conclusion at Rudong. Emission ratio of OC was ranging 58.8-65.5 ng/m³/ppbv, about twice higher than the value reported by Andreae and Merlet [2001] and Akagi et al. [2011]. Lifetime of EC from OBB was estimated to be 4.1-5.7 days. $\triangle OC/\triangle CO$ ratio has a faster decreasing tendency with increase of transport time, and lifetime of OC from OBB was found ranging 1.2-1.8 days. The results were informative for evaluating the timescales of aging of OBB particles. However, the specific processes involved are not yet clear, further observation studies are still needed. The uncertainties in this study were mostly attributed to variety of burning condition at source regions, systematic bias inherent to Thermo-Optical-Transmittance method, determination of occurrence of OBB events and simulation error of dispersion model.

Our previous studies were mostly based on filter-based sampling analysis, and the emission ratio represented the integrated

characterization over a certain time period. However emission of carbonaceous aerosols from OBB might change quickly as combustion evolves. In order to study this issue, we are currently preparing for burning experiments in laboratory with high time resolution observation, and we expect that the results could be helpful for parameterization of emission inventory research.

References

Andreae, M. O. and P. Merlet (2001), Global Biogeochem. Cycles, 15(4), 955-966

Akagi, S. K., et al. (2011), Atmos. Chem. Phys., 11, 4039-4072.

Kondo, Y., et al. (2011), J. Geophys. Res., 116(D8), D08204, doi: 10.1029/2010JD015152.

Pan, X. L., et al. (2009), Atmos. Chem. Phys. 9, 7519-7530.

Pan, X. L., et al. (2011), Atmos. Chem. Phys. 11(18), 9735-9747.

Pan, X. L., et al. (2012), J. Geophys. Res., 117(D22), doi: 10.1029/2012JD018357.

Pan X. L., et al. (2013). Atmos. Environ. doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.03.048.

Spackman, J. R., et al. (2008), Geophys. Res. Lett., 35, L9816, doi: 10.1029/2008GL035237.

Schwarz, J. P., et al. (2008), Geophys. Res. Lett., 35, L13810, doi: 10.1029/2008GL033968.

レーザー分光法を用いた CO₂ 安定同位体比分別の研究 ~森林内における CO₂ 安定同位体分別~

弓場 彬江(名古屋大学 太陽地球環境研究所)

大気中におけるCO2濃度は産業革命以前の1800年代において280 ppmv(parts per million by volume)前後であったのに対して、現在では2010年では380 ppmvに増加しており[Ahm et al., 2012]、2007年のPCC において地球温暖化に対する正の放射強制力が最も高いと報告されている。CO2排出量への関心は高いながら大気中におけるCO2の循環についてはまだ不確かさが残っている。特に森林においてはCO2フラックスの不確かさが依然として大きい。森林内におけるCO2フラックスの見積もりを難しくしている要因の一つに、生物および植物によるCO2放出・吸収量の見積もりが非常に困難であることがあげられる。森林におけるCO2濃度の支配要因は植物による光合成、土壌・植物呼吸が主となり、植生、生育段階、気象条件によって異なる。そのため、生物一大気間における炭素の循環について正確な理解が求められている。CO2の大気-生物間の循環を明らかにするうえで非常に有用とされているのがCO2の安定同位体比である。安定同位体比は試料の同位体存在比(Range)の標準物質の同位体比(Rato)との比を8値であらわしている(式(1))。

$$\delta X = (R_{\text{sample}} / R_{\text{std}} - 1) \times 1000 (\%) \tag{1}$$

安定同位体比は CO_2 の発生源によって異なることが知られている。 CO_2 ソースそれぞれの δ^{13} C、 δ^{18} Oから、大気中 CO_2 に対する各ソースの寄与率を求めることが可能となる。燃焼および生物呼吸由来 CO_2 の δ^{13} C、 δ^{18} Oを直接測定する研究がなされており、燃焼由来 CO_2 の δ^{13} Cは燃料の種類によって変動し、ガソリン燃焼では δ^{13} C = $-26\sim-29\%$ [Bush et al., 2007]、天然ガス燃焼では δ^{13} C = $-38\sim-40\%$ と報告されている[Newman et al., 2007; Pataki et al., 2005]。 δ^{18} Oは大気中 O_2 の同位体比に由来するため、燃料の種類に依存せず-17%前後であると明らかにされている[Ciais et al., 1997a, b]。一方、生物由来 CO_2 の δ^{13} Cは $-14\sim-29\%$ [McAlexander

et al., 2011]、 δ^{18} Oは $-8\sim-17‰$ と報告されている[Ogee et al., 2004; Bowling et al., 2003a]。生物由来の δ^{13} Cは植生、気象条件により、 δ^{18} Oは水の δ^{18} O- H_2 Oとの交換反応(式(2))により水の循環と密接に関係しているため、燃焼由来 CO_2 と比較して変動幅が大きい。

$$C^{16}O_2 + H_2^{18}O \rightarrow C^{16}O^{18}O + H_2^{16}O$$
 (2)

大気 CO_2 の安定同位体比から ACO_2 ソースの寄与率を求めた研究例としてWada et al. [2010], Pataki et al. [2007]などがあり森林内だけでなく郊外地域においても生物由来 CO_2 が大気 CO_2 の20-60%程度を占める場合があるため、都市域における解析でも生物由来 CO_2 の $\delta^{13}C$, δ^{18} 0をより正確こ見積もることは重要となる。生物由来 CO_2 は気象条件等により変動するため、大気 CO_2 中の各ソースの寄与率を求める場合、高い時間分解能を持つ測定装置による $\delta^{13}C$, δ^{18} 0の連続測定により。詳細な大気一生物間の CO_2 循環こついての知見を得ることができると期待される。

 CO_2 の安定同位体比の測定には広く同位体比質量分析計(Isotope ratio mass spectrometry = IRMS)が用いられている。IRMSは高い測定精度(<0.01%)を持つが、大気試料をフラスコなどに捕集し、測定するためリアルタイムの測定が難しい[Assonov et al., 2009]。 in-situでの δ^{13} C, δ^{18} O 連続測定のため、レーザー分光法を用いた測定装置の開発がされている。フーリエ変換赤外吸収法(FDIR)[Griffith et al., 2012]、キャビティーリングダウン分光法 (CRDS) [Berryman et al., 2011; Bai et al., 2011]、波長変調レーザー吸光法(TDLAS)[Santos et al., 2012; Marron et al., 2009]、赤外レーザー分光法[Sturm et al., 2012; Kerstel and Gianfrani, 2008]などがあげられ、それぞれ、0.1%程度の高い精度を持ち、in-situでの連続測定を可能としている。これらレーザー分光法を用いて、Bowling et al. [2003b]は大気中 δ^{13} Cの連続測定から草原における生物由来 CO_2 の δ^{13} Cの連続測定から草原における生物由来 CO_2 の δ^{13} Cの連続測定から草原における生物由来 CO_2 の δ^{13} Cの

を-23~-29‰と見積もり、日変動を持つことを明らかにしている。Marron et al. [2009]は土壌呼吸の δ^{13} Cを直接測定から-27~-30‰と算出し、季節変動、日変動を示すことを明らかにしている。

著者らもまた森林地域においてCO。安定同位体比の連続測定を通じた CO₂ソースの解析を行なっている。高山森林地帯において2310 cm⁻¹の 量子カスケードレーザー赤外分光法によるCO₂濃度, δ¹³C, δ¹⁸O連続測定 結果について紹介する。CO2濃度変動要因を求めるため、Keeling plot解 析を行っている。Keeling plotは大気 CO_2 の増加に対するソースの貢献を、 CO₂濃度に対するδ¹³C, δ¹⁸Oの値をプロットしたもので、その切片からソース のδ¹³C, δ¹⁸Oを求める解析方法である[Miller and Tans, 2003, Pataki et al., 2003]。森林内の地表付近、葉の多い中層、樹冠付近それぞれの00%濃 度変動に対する土壌・植物の影響を、夜間の各高度についてKeeling plot 解析と、土壌水および葉内水の6180から推定した土壌および葉呼吸由来 δ^{18} Oとの比較から評価した(図1)。その結果、土壌由来 CO_2 が大気 CO_2 の 35~100%を占め、土壌呼吸の寄与率が日変動することが明らかとなっ た。過去の研究結果では、土壌呼吸が夜間CO2変動の70-80%を占めて いると報告されており、高山での結果も主として土壌呼吸が支配的である といえる[Bowling et al., 2003a; Law et al., 2001]。 時間分解能の高いレー ザー分光法による002安定同位体比の測定結果と、気象条件および水の 同位体比等の変動とを比較することで、ソース寄与率の日変動要因など、

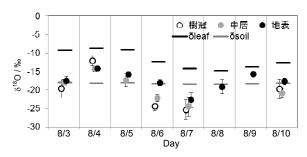


図 1. 夜間の CO_2 変動成分の $\delta^{18}O$ と葉呼吸、土壌呼吸より放出される $\delta^{18}O$ の時間変動。白、灰色、黒ドットが樹冠、中層、地表付近の $\delta^{18}O$ を示し、黒、灰色ラインが葉呼吸、土壌呼吸により放出される $\delta^{18}O$ を示している。

大気一生物間のCO2循環をより明らかにすることが期待される。

参考文献

Ahm, J., et al. (2012), Global Biogeochem. Cycles, 26, doi:10.1029/2011GB004247.

Assonov, S., et al. (2009), Rapid Commun. Mass Spectrom., 23. 1347-1363.

Bai, M., et al. (2011), Rapid Commun. Mass Spectrom., 25, 3683-3689.
Berryman, E. M., et al. (2011), Rapid Commun. Mass Spectrom., 25, 2355-2360

Bowling, D. E., et al. (2003a), Global Biogeochem. Cycles, 17, doi:10.1029/2003GB002082.

Bowling, D. E., et al. (2003b), Agr. Forest Meteorol., 118, 1–19. Bush, S. E., et al. (2007), Appl. Geochem., 22, 715–723.

Ciais, P., et al. (1997a), J. Geophys. Res., 102, 5857-5872.

Ciais, P., et al. (1997b), J. Geophys. Res., 102, 5873-5883.

Griffith, D. W., et al. (2012), Atmos. Meas. Tech., 5, 2481-2498.

Kerstel, E. and L. Gianfrani (2008), Appl. Phys. B, 92, 439-449.

Law, B. E., et al. (2001), Global Change Biol., 7, 755-777.

Marron, N., et al. (2009), Plant Soil, 318, 137-151.

McAlexander, I., et al. (2011), Anal. Chem., 83, 6223-6229.

Miller, J. B. and P. P. Tans (2003), Tellus, 55B, 207-214.

Newman, S., et al. (2008), J. Geophys. Res., 113, doi:10.1029/2008JD00999.

Ogee, J., et al. (2004) Global Biogeochem. Cycles, 18, doi:10.1029/2003GB002166.

Pataki, D. E., et al. (2003), Global. Biogiochem. Cycles, 17, doi:10.1029/2001GB001850.

Pataki, D. E., et al. (2005), Stable isotope and biosphere-atmosphere interactions: processes and biological controls, pp.199–216.

Pataki, D. E., et al. (2007), Oecologia, 152, 307-322.

Santos, E., et al. (2012), Biogeosci., 9, 2385-2399.

Sturm, P., et al. (2012), Agr. Forest Meteorol., 152, 73-82.

Wada, R., et al. (2011), Atmos. Environ., 45, 1168-1174.

海外研究通信

コロラド州立大学での研究生活

私は2010年9月より、コロデ州立大学の大気科学科にて研究活動をおこなってきている。本記事を読まれている方の中には、今後、研究留学を検討している方も多いと思うので、研究活動の話に入る前に、私がコロデ州立大学に行くことになった経緯について書かせていただきたいと思う。

元々、海外での研究生活を送ることに漠然とした憧れを持ったことはあったが、そこまで海外志向が強い方ではなかった。渡米前、私は金沢大学の岩坂泰信教授(当時)のもとでポスドクをしており、中国大陸から長距離される黄砂粒子やバイオエアロゾル粒子(細菌やカビなど)の野外観測に携わっていたのだが、"それらの粒子が、雲を作るための核(氷晶核・雲凝結核)として、どのような役割を果たしているのか?"ということにも興味を抱いており、個人的に数多くの文献を読みあさっていた。そして次第に、日本には、氷晶核・雲凝結核の研究に取り組んでいる研究室はほとんどないので、本格的に学ぶためには、アメリカやヨーロッパへ留学する必

當房 豊(コロラド州立大学 大気科学科)

要があると感じるようになった。しかし、残念ながら、私にはどこにも全くツテがない状況だった。そこで思い切って、この際、(これまで文献などを通して調べてきた中で)最も面白そうな研究をしている人とコンタクトを取ってみようと思い、氷晶核研究の第一人者であるコロラド州立大学の Paul DeMott に「一緒に研究させてもらえないか?」といきなりメールを送ってみたところ、「雇うことはできないが、来てもらうのは大歓迎だ」との返事をいただいた。さすがに、即採用ということにはならなかったが、少し光が見えてきたことで、すごく期待と不安が入り混じったような心境になったことを今でも憶えている。

その約1年後、日本学術振興会の海外特別研究員に採用され、いよい よコロラドに行けることが決まった。派遣開始までには、約6ヶ月の期間が あった。行けるかどうかわからない時期は、「自分の研究能力は、海外の トップレベルの研究室で通用するのか?」「今から英会話の学校に通った 方がいいのか?」などと考えていたが、いざ行けると決まってからは、不 思議なもので「そんなことはどうでもいいや」と思うようになった。それよりも、その頃に軌道に乗ってきていた。日本海上空での黄砂粒子の液滴化現象"に関する研究について、今後どうするかの方が気になっていた。コロラドに行ってからも並行して続けるという選択肢もあったと思うのだが、色々と考えた末、「今揃っているデータだけで、論文にまとめてしまおう!」と決め、派遣が開始されるまでに残された半年間で大急ぎで結果をまとめることにした。幸い、その論文「Tobo et al, 2010」は、派遣開始直前の8月中旬に受理され、日本での研究に一応の区切りをつけることができた。もし、この研究テーマを引きずった状態でこちらに来ていたら、どちらの研究も中途半端になっていたかもしれないし、こちらの同僚らから"海外留学の経験があるという肩書きがほしくてやってきたお客様"として扱われるのも絶対に嫌だったので、この選択は正しかったのだと自分では思うようにしている。

コロラド州立大学に来た当初は、初めて目にする数々の実験機器の取り扱いを覚える必要があり、また、同僚らの話す英語の一割程度しか理解できていなかったと思うので、色々と苦労することが多かった。こちらでは、本研究グループによって開発された CFDC(Continuous Flow Diffusion Chamber)と呼ばれる氷晶核観測用のチャンバーを用いた野外観測と室内実験に主に取り組んでいる。CFDC の内部では、約−65°C~−10°Cと幅広い温度範囲内で、氷に対して過飽和な状態を作り出すことができる。そして、CFDC 内を通過したエアロゾル粒子のうち、氷晶核としての活性を持つものだけを CFDC の外部に取り出して計測できる仕組みになっている。自作の装置なので、その取り扱いは職人的な要素も多く、未だに改良を積み重ねているような状況であったので、最初の数ヶ月は、様々な標準試料を用いて正しいデータが取れるかを検証するだけの日々が続いた。

しかし、そのような日々を過ごした後は、様々な研究プロジェクトこ参加する機会を得られるようになってきた。その1つには、2011年の夏にコロラドの森林地帯で実施された BEACHON-RoMBAS プロジェクトがある。この観測プロジェクトは、"大気汚染の影響が少ない森林生態系内で放出された生物由来の一次粒子や二次粒子が、氷晶核や雲凝結核として、どう機能しているか?"を理解することを目的としており、世界中から約20の研究機関が参加して進められた。私はCFDCの操作を担当し、約1ヶ月間、現地に滞在したのだが、この期間中、当初の目的には全くなかった面白い現象が観測された。雨が降り始めるのと同時に、UV-APS(Ultraviolet - Aerodynamic Particle Sizer)という装置により計測される蛍光特性をもつ



写真. ドイツ・ライプツィヒのレストランにて。 左が Paul DeMott で、 右が 筆者。

バイオエアロゾル粒子と CFDC により計測される氷晶核の濃度が急激な上昇を示したのである。我々は当初、湿性沈着によりこれらの粒子の濃度はむしろ減少するだろうと考えていたので、この結果にはとても驚かされた。その後、データ解析等を進めた結果、"周りに生育しているマツの木が、雨粒と衝突することによって揺さぶられ、葉などに付着していた氷晶核としての機能をもつバクテリアやカビなどが放出されたのだろう"という結論に至った[Prenni et al., 2013]。

また、2012年3月には、ドイツのライプニッツ対流圏研究所に CFDC を 持ち込み、"反応性の異なる溶解性の物質でのコーティングを施すことで、 (黄砂粒子を構成する成分の 1 つでもある)カオリナイトの氷晶核としての 機能にどのような変化が現れるのか?"を調べた。約3週間の滞在期間 中、現場で CFDC を取り扱える人が他こいなかったので、作業量がかなり 多く、しかも CFDC の故障により、数日間、全ての実験をストップさせたりも したので、私にとっては体力的にも精神的にも相当しんどい研究プロジェ クトになった。しかし、最終的には、"溶解性の物質の反応性が、カオリナ イトの氷晶核としての機能に与える影響"に関する様々なデータを取るこ とができた。また、この研究プロジェクトでは、日本でいう"飲みニケーショ ン"が功を奏したと思っている。アメリカでは、同業者と夜飲みに行く風習 はあまりない。しかし、Paul DeMott がイツに実験の様子を見にやって来 た際には、2 人で毎晩、その日の実験の反省会や普段はあまりできない 色々な話をすることができた(写真)。そういうことも手伝って、この研究プ ロジェクト終了直後には、論文の構想がほぼ固まっていたので、速やかに 結果をまとめることができ、約半年後には最初の論文が受理された [Tobo et al., 2012].

現在だが、海外特別研究員としての 2 年間の任期終了後も Research Scientist としてコロラド州立大学に残り、上記の2つの研究プロジェクトの結 果をまとめつつ、他大学の微生物系の研究者との新たな共同実験に取り 組んでいる。海外に全くツテがなかった私が、このような研究生活を送る という状況は、海外特別研究員制度なしには実現しなかったことなので、 日本学術振興会からのご支援には大変感謝している。こちらでは、世界 のトップレベルの研究者らとの意見交換や共同研究をする機会に恵まれ、 誰もができるわけではない貴重な経験ができているように思う。ただ、私 がこれまで何とかやってくることができたのは、「ここには経験を積みに来 たのではなく、新たな研究テーマで結果を出すために来たのだ」という意 気込みがあったことも大きいと思う。そして今後だが、そう遠くない将来、 海外特別研究員制度の主旨にもあるように、できれば日本に戻って、日 本の科学の発展に貢献したいと考えている。元々、氷晶核の研究は、故・ 磯野謙冶先生をはじめとした日本の研究者が世界をリードしていた分野で ある。今後、どのような研究に携われるのかはわからないが、現在、日本 では盛んにおこなわれているとは言いがたい氷晶核・雲凝結核の研究に も取り組んでいければ幸いである。

参考文献

Huffman, J. A., et al. (2013), Atmos. Chem. Phys. Discuss., 13, 1767-1793, doi:10.5194/acpd-13-1767-2013.

Prenni, A. J., et al. (2013), Geophys. Res. Lett., 40, 227–231, doi:10.1029/2012GL053953.

Tobo, Y., et al. (2010), Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., 107, 17905–17910, doi:10.1073/pnas.1008235107.

Tobo, Y., et al. (2012), Geophys. Res. Lett., 39, L19802, doi:10.1029/2012GL053007.

発行:大気化学研究会ニュースレター編集委員会(定永靖宗、須藤健悟、斉藤拓也)

連絡先: 〒464-8601 名古屋市千種区不老町 名古屋大学太陽地球環境研究所 松見研究室気付 大気化学研究会事務局

電話: 052-747-6414、ファックス: 052-789-5787、電子メール: taikiken@stelab.nagoya-u.ac.jp

ホームページ: http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/div1/taikiken/

■ニュースレターへの記事掲載のご要望がございましたら、お近くの大気化学研究会運営委員または事務局へご連絡ください■