

### 37-7. 気候変動に係わる大気化学組成の長期変動とそのアジア大陸からの影響に関する研究

(平成12年度～16年度)

気象研究所 松枝秀和(hmatsued@mri-jma.go.jp)

#### 1. 研究の目的

陸上の様々な自然及び人為的発生源から放出される微量気体組成の特徴を把握し、それらの発生源の変化が大気化学環境に与える影響を解明することを目的とする。また、西太平洋地域の酸性雨の広域化に関連したエアロゾルや降水などの化学成分組成の変動を観測し、東アジア大陸からの影響を解明する。

#### 2. 研究の方法

陸上の様々な発生源から放出される微量気体の化学組成の特徴を鉄塔などを利用して観測する。その結果を基に、航空機や大気観測所などで収集された立体的かつ広域の大気微量気体成分の変動を解析し、東アジア大陸からの影響を評価する。また、西太平洋地域の酸性雨の広域化に関連したエアロゾルや降水などの化学組成変動を富士山山頂等で観測し、アジア大陸からのアウトフローの影響を明らかにする。

#### 3. 研究の成果

##### 3.1 気象観測鉄塔による観測

気象研究所の観測露場と気象観測鉄塔を利用し、様々な大気微量成分の観測と分析結果から、次のことがわかってきた。

二酸化炭素濃度(CO<sub>2</sub>)の観測から、CO<sub>2</sub>の季節変動と空気塊のトレーサー(<sup>85</sup>Kr)とは位相が異なることが認められた。

水素(H<sub>2</sub>)濃度の高度別の変動を観測した結果から、逆転層が発達した夜間には地上1m付近の濃度が鉄塔200mに比べて大きく低下することが見出され、土壌によるH<sub>2</sub>の生物分解が地表大気の濃度変動を支配する重要な要因であることがわかった。これに対して、二酸化炭素やメタンでは常に地上1m付近の濃度が高く、土壌吸収による影響は小さいことが示された。

複数の微量気体(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>)に対する同時測定の結果をもとに、相互の濃度変動パターンの違いを比較した結果、人為汚染源と自然放出源による影響を識別して評価できることがわかった。

##### 3.2 航空機観測及び地上観測

上空における微量気体の変動を観測するためには、定常的な気体のサンプリングが必要となる。気象研究所では、日本～オーストラリアの定期航空路を持つ民間航空会社の協力により、

約10年の間、上空でのサンプリングを継続し、南北断面に沿った微量気体の観測データを取得してきた。

航空機観測で得られたメタン(CH<sub>4</sub>)濃度について、標準ガスのドリフトを詳細に調べ、観測値の再評価を行なった。また、気象庁で観測されたデータは、夏期に比較観測を実施した。これら一連の評価・比較から、同一基準ガス・スケールによる解析が可能となった。

航空機や地上で観測されたCO<sub>2</sub>やCO等のデータから、季節変動と長期トレンド及び、それらの年々変動の特徴を解析し、バックグラウンド・レベルの平均的な変動を評価した。また、バックグラウンド濃度を超える短周期の変動を抽出し、それらが大陸起源の汚染気塊であることを流跡線解析で確認した。

CH<sub>4</sub>観測データの解析結果から、上空と地上でCH<sub>4</sub>の季節変動のパターンが異なることがわかった。また、夏期上空のCH<sub>4</sub>濃度がアジア大陸の強い発生源の影響を受けていること、CH<sub>4</sub>の過去9年間のトレンドは、約5 ppb/yrの上昇傾向にあり、年々の増加速度に変動があることがわかった。

複数の微量気体(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>)データを利用して、化学組成比の変動に着目した解析を実施した。その結果、地上大気では冬期にアジア大陸からの汚染気塊の影響が強く現れていることが認められた。特に、冬期は中国大陸が主な人為的発生源であるのに対し、夏期には東南アジアあるいはシベリア地域の影響が比較的強いことが化学組成比の違いから判明した。

##### 3.3 富士山山頂における観測

2000年9月及び2001年7月の観測で検出された硫化物について、化学成分組成や流跡線解析から、三宅島噴火の影響が示唆された。また、山頂におけるオゾン(O<sub>3</sub>)と一酸化炭素(CO)のデータを解析した結果、両微量気体の平均的な季節変動に違いが認められた。このうち、COについては、冬期に濃度が大きく上昇するという現象を見出し、COと二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)との比較解析から、化石燃料とバイオマスの燃焼による2つのCO発生源の影響が含まれていることがわかった。また、流跡線解析の結果から、特に、東南アジア地域のバイオマス燃焼が富士山山頂にも影響していることが示唆された。さらに、大気寿命の短いラドンと二酸化硫黄の変動を解析した結果、CO濃度が大きく上昇する現象との間に強い相関が

あることが認められた。これらの結果から、大陸地上から上昇した汚染気塊が迅速に富士山山頂に輸送されていることが示された。一方、オゾン濃度は、冬期にはほとんど変化がなく、夏期に濃度が上昇する現象が多く見られることがわかった。

さらに、エアロゾル中の<sup>7</sup>Beと富士山山頂におけるO<sub>3</sub>変動を比較した結果、成層圏からの気塊の降下現象を明瞭にとらえることができた。

### 3.4 大気微量成分観測の高度化

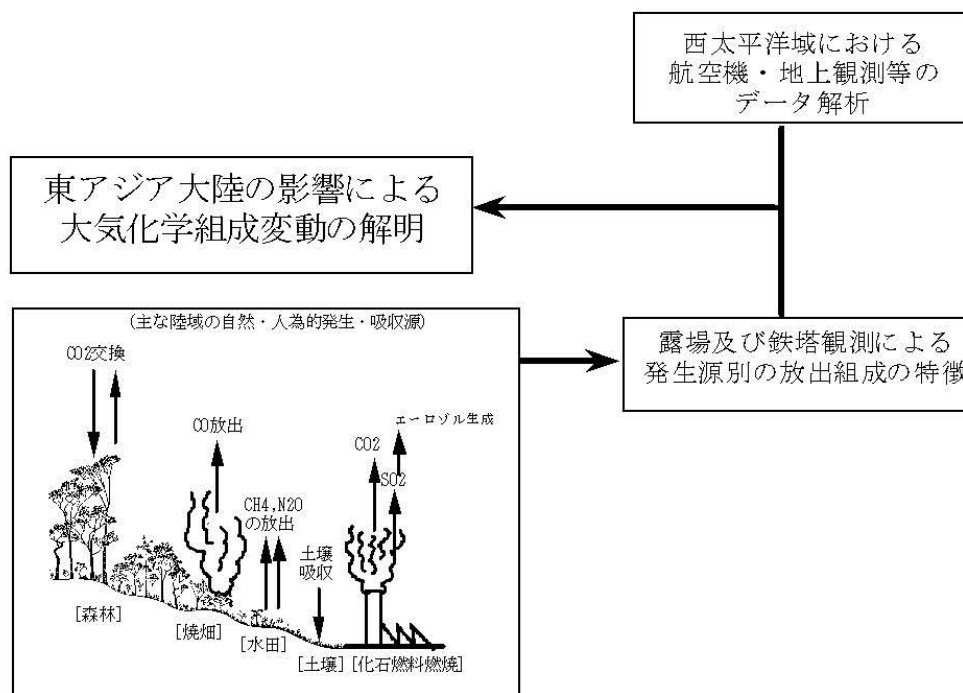
観測用の空気採取システムの確立するため、電子除湿器とガス試料供給ユニットを導入した。その結果、安定して分析計への空気供給が行なえるようになった。また、除湿システムの自動水分排出、測定装置のキャリアーガスの浄化及び、クロマトデータの処理条件などの改善を施した結果、データ収集率を10%程度引き上げるシステムに改良することができた。

ラドン測定装置については、感度及び精度を確認し、名古屋大学の協力で検定試験を行い、装置のスケール調整を完了した。さらに、装置に導入される空気試料の乾燥システムの改良を行った。また、今回導入したラドン測定装置は長期間の自動連続運用に対する耐久性を有していることがわかると同時に、長期わたる良好なデータを取得するためには、フィルター及び除湿剤の定期的交換（1ヶ月以内）が重要であることなど、観測に必要な知見を得ることができた。

今後は、これまでの観測をさらに継続し、西太平洋地域のエアロゾルや微量気体の変動を詳細に調べると同時に、大陸から汚染拡散に係わる輸送プロセスを解明することが重要である。また、アジア大陸からの影響をモデル研究によって定量的に評価することが重要な課題となる。

### 4. 成果文献

- Duncan, B.N., I. Bey, M. Chin, L.J. Mickley, T.D. Fairlies, R.V. Martin, and H. Matsueda. 2003 : Indonesian wildfires of 1997, Impact on tropospheric chemistry, *J. Geophys. Res.*, 108(D15), 4458, doi:10.1029/2002JD003195.
- Hirota, M., K. Miyagawa, K. Yoshimatsu, K. Shibata, T. Nagai, T. Fujimoto, Y. Makino, O. Uchino, K. Akagi, and H. Fast, 2003 : Stratospheric ozone loss over Eureka in 1999/2000 observed with ECC ozonesondes, *J. Met. Soc. Japan*, 81, 295-304.
- Naoe, H. J. Heizenberg, K. Okada, Y. Zaizen, K. Hayashi, T. Tateishi, Y. Igarashi, Y. Dokiya, and K. Kinoshita, 2003 : Composition and size distribution of submicrometer aerosol particles observed on Mt. Fuji in the volcanic plumes from Miyakejima, *Atmospheric Environment*, 37, 3047-3055.
- Sawa, Y., H. Matsueda, Y. Makino, H.Y. Inoue, S. Murayama, M. Hirota, Y. Tsutsumi, Y. Zaizen, M. Ikegami, and K. Okada, 2004 : Aircraft observation of CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> and H<sub>2</sub> over the North Pacific during the PACE-7 campaign, *Tellus*, 56B, 2-20.



課題説明図