



# 富士山体を利用した雲水化学特性とその濃度支配要因の解明 (3)

田原大祐<sup>1\*</sup>, 大河内 博<sup>1</sup>, 丸山祥平<sup>1</sup>, 皆已幸也<sup>2</sup>, 緒方裕子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学大学院創造理工学研究所, <sup>2</sup>石川県立大学生物資源環境学部



WASEDA University

## はじめに

富士山は孤立峰であり、山頂は自由対流圏高度に位置することから、日本上空における大気中および雲水中の様々な大気汚染物質のバックグラウンド濃度、大陸からの長距離輸送によるバックグラウンド汚染、ガス-エアロゾル-雲相互作用の観測を行うことができる。

我々は2006年から富士山頂の旧富士山測候所で夏季集中観測を行い、富士山南東麓御殿場口太郎坊(標高1284 m)で通年観測を行ってきた。ここでは、富士山南東麓における雲水化学特性、雲発生頻度、雲水化学成分濃度の支配要因を中心に報告する。

## 採取方法

### 山頂

パッシブサンプラー  
約2時間毎に採取



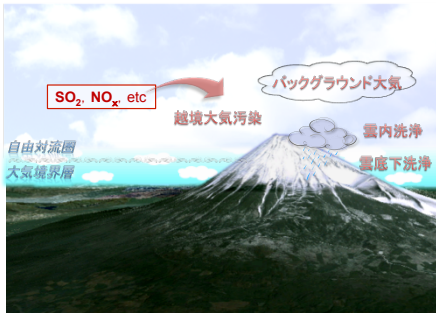
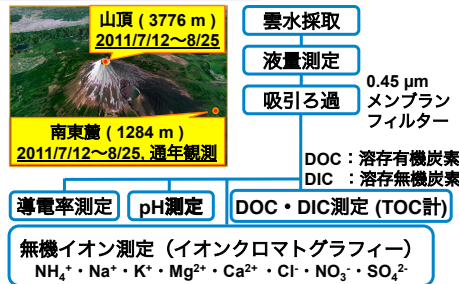
### 南東麓

分割採取型自動雲水採取機  
アクティブサンプラー  
吸引流量730 m<sup>3</sup>/h



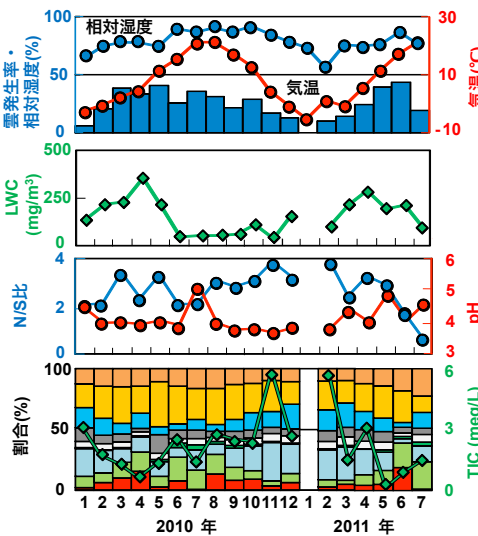
雲発生時間、終了時間を記録  
雲発生イベント毎に100 mL  
ずつ分割採取

## 採取地点&分析方法



## 結果と考察

### > 雲発生率 & 化学性状の経月変化：南東麓

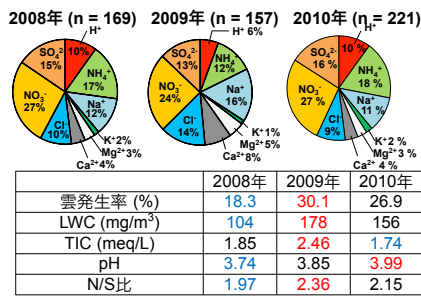


**雲発生率**  
・春〜梅雨：高 冬：低  
最大：43.4% (2011.6)  
最小：0% (2011.1)

**LWC & 主要無機イオン**  
・LWC：大気中の雲水量  
■ TIC と負の相関あり (r = -0.58)  
・Ca<sup>2+</sup>：2010年5月に高  
黄砂の影響  
▲ 黄砂発生日数  
2月：0日 3月：1日  
4月：0日 5月：4日  
・Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>：秋、冬に高  
海塩の影響

**N/S比** : NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/nss SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
**TIC** (総イオン濃度)  
: total ion concentration  
**LWC** : liquid water content

### > 雲水化学組成の経年変化：南東麓

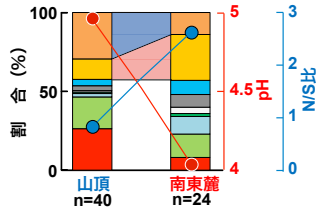


**主要イオン**  
・陽イオン：NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>  
・陰イオン：NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
→ 3年間特に変化なし

**経年変化**  
・年間の約1/4で雲発生  
・pH：年々上昇傾向  
●11年は4台を推移  
●N/S比：2前後を推移  
●南東麓では硝酸による酸性化

### > 雲水化学性状の高度依存性

2010年：7/13~8/26 山頂 vs. 南東麓



**山頂**  
pH : 4.95  
N/S比 : 0.84  
TIC : 0.11 meq/L

**南東麓**  
pH : 4.01  
N/S比 : 2.63  
TIC : 1.74 meq/L

・pH, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の割合  
山頂 > 南東麓

・TIC, N/S比, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の割合  
南東麓 > 山頂

### > 濃度支配要因：南東麓

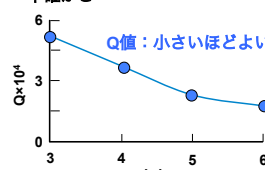
#### Positive Matrix Factorization

2008年~2010年通年観測における南東麓のデータ  
＜ファクター数の決定＞

●モデルのあてはまり (Q値)

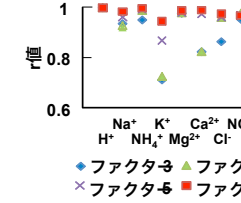
$$Q = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{e_{ij}}{u_{ij}} \right)^2$$

e<sub>ij</sub>: 試料i中の成分jの観測値とモデル化された計算値の残差  
u<sub>ij</sub>: 試料i中の成分jの測定に伴う不確かさ



ファクター5, 6において小さい値で安定

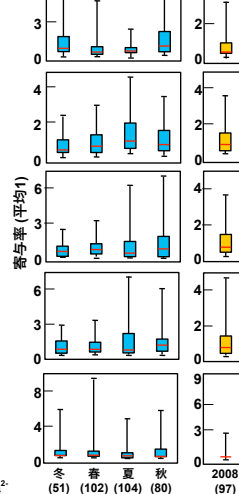
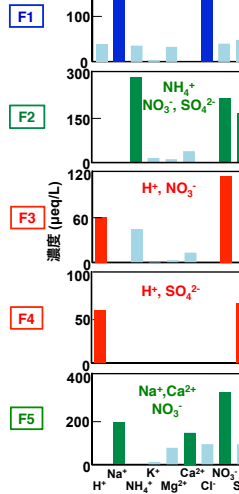
●計算値と実測値の対応 (r値)



●イオンバランス

| ファクター数  | 3    | 4    | 5    | 6    |
|---------|------|------|------|------|
| ファクター-1 | 1.54 | 1.52 | 0.72 | 0.87 |
| ファクター-2 | 0.92 | 0.64 | 0.75 | 0.23 |
| ファクター-3 | 0.93 | 1.26 | 0.98 | 0.55 |
| ファクター-4 |      | 0.83 | 1.24 | 11.1 |
| ファクター-5 |      |      | 1.25 | 2.93 |
| ファクター-6 |      |      |      | 0.91 |

ファクター5が最もファクター5に決定



**海塩**  
・冬に寄与率大  
●季節風の影響  
・経年変化なし

**アンモニウム塩**  
・夏に寄与率大  
●生物活動の影響  
・年々減少傾向

**硝酸**  
・冬に寄与率小  
夏, 秋は変動幅大  
・経年変化なし

**硫酸**  
・冬に寄与率小  
夏, 秋は変動幅大  
・年々減少傾向  
●2と合わせて硫酸減少を示唆

**中和物質**  
・春は黄砂の影響あり