

## 富士山におけるラドン濃度の変動と気塊由来の関係

横山慎太郎<sup>1</sup>, 永野勝裕<sup>1</sup>, 三浦和彦<sup>1</sup>, 櫻井達也<sup>2</sup>, 森樹大<sup>1</sup>

1.東京理科大学, 2.明星大学

### 1. はじめに

富士山頂は年間を通して自由対流圏内に位置することが多く、その清浄大気や、東アジアからの越境輸送大気の観測サイトとして重要である。そして山頂の気塊はこれら以外にも日本国内由来や局地由来のものが存在し、いずれが優位な影響を及ぼしているかがこれまで研究されてきた<sup>1)</sup>。しかし、その判別事例は少なく、更なるサンプルの検討が必要である。

そこで本研究では富士山頂で観測された、陸地由来の物質輸送のトレーサーとして有用な Radon222 (ラドン)<sup>2)</sup> の濃度変動、アメリカ海洋大気庁提供の後方流跡線や Weather Research & Forecasting (WRF) の気象場シミュレーション、由来別にラドン濃度をシミュレーションした結果と比較して、新たに2011年8月の富士山頂の気塊由来について考察した。

### 2. 方法

観測場所は富士山特別地域気象観測所(35.36°N, 138.73°E:海拔 3776m, 以下山頂, summit)で、期間は2011年7月14日～8月24日である。

ラドン濃度の計測はSi半導体放射線検出器を用いて行った。大気中のラドン娘核種をフィルターに1時間捕集し、その後ラドン娘核種が $\alpha$ 崩壊する際の $\alpha$ 線を1時間計測、そのカウント数をラドン濃度に変換した。測定周期は4時間である。

ラドン輸送のモデルシミュレーションによって、大陸由来、日本由来の判別を行った。これは、ラドンが陸地から一様に発生していると仮定し、アジア大陸由来と日本陸部由来それぞれによるラドン濃度を算出するものである。解析には気象庁の0.5°メッシュの客観解析データを用い、ラドンの $\alpha$ 崩壊による減衰を見込んでいる。

また、WRFによる風向風速シミュレーションを実施した。WRFは気温、気圧、風向風速などの気象パラメータを数値解析するモデルで、本研究では5km, 0.5°メッシュの客観解析データを用い、それらをネスティングして1kmメッシュの富士山周りの風向風速データを得た。

### 3. 結果・考察

2011年8月8～19日の富士山頂で観測されたラドン濃度(実線)と由来別ラドン濃度(点線, 破線)のモデル計算結果の変動を図1に示した。

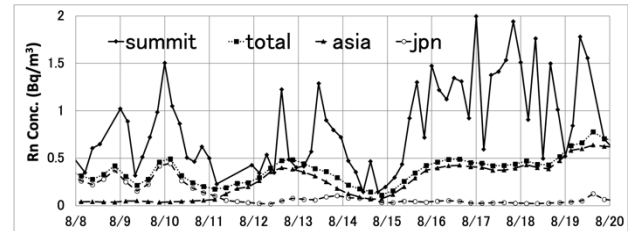


図1 富士山頂ラドン濃度実測値とシミュレーション値

観測値の80%以上がシミュレーションによる全由来のモデル計算結果を超えた。これはシミュレーションのメッシュが0.5°であることから、それ未満のスケールの気象現象を見込めないことに起因しており、実測値の超過分はモデルで再現できない局地由来の気塊の到達を示していると考えられる。

由来別ラドン濃度のモデル計算結果に注目すると、8月8～10日は国内由来の値の方が大きく、それ以外では大陸由来の値の方が大きい。その中でも、8日と9日は実測値が日中、そして日没後も上昇し夜間に極大値を取った。これは、日中は谷風による局地由来、日没後は中部山岳などの国内由来の影響が考えられる。先行研究<sup>(1)</sup>では1例のみ確認されており、本研究でも同様の現象が起こっているかを以下で検討する。

まず、日中に谷風が発生しているかをWRFの解析結果を用いて検討する。図2は8月8日正午富士山まわりの水平方向の風向風速を示しており、全方位で山頂に向かって大気が輸送されていることがわかる。これは独立峰での典型的な谷風の様子を示している。また、図3は富士山まわりの鉛直方向の風速を示しており、山頂周りでは上昇気流が優位に発生していることがわかる。また、8月9日に関しても同様の傾向が見られ、2日間通して日中は谷風が発生しており、山頂に局地由来の気塊の影響があったことが考えられる。

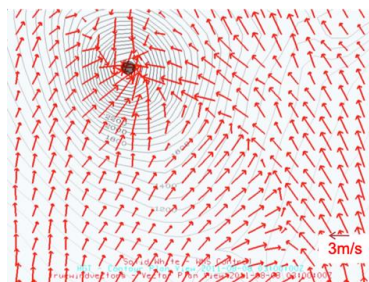


図2 WRFによる水平方向の風向風速解析結果 (8/8 12時, ●: 富士山頂)

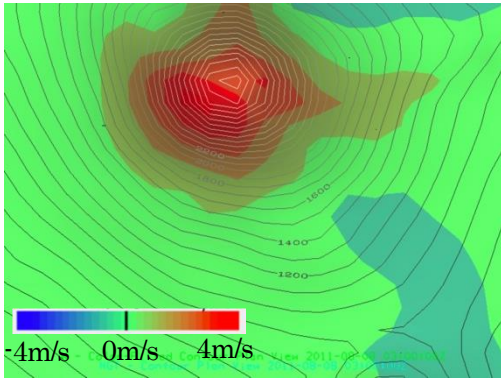


図3 WRFによる鉛直風解析結果  
(8/8 12時, ●: 富士山頂)

次に、夜間に関して、富士山頂での後方流跡線を取ると8日21時は図4(左)のようになった。流跡線の原点の高度を約3,800mと1,300mの2種類を取っているのは、後方流跡線の元としている地形データがメッシュの粗さゆえに実際と異なるため、気塊輸送の経路に幅を見込むことが必要なためである。この流跡線から、8日21時の富士山頂での気塊は日中に富士山頂に対して西方の中部山岳や北方の奥秩父山塊を通過している可能性が示された。そして、図4(右)の8日15時におけるWRFによる鉛直風解析結果を見ると、中部山岳域で広く上昇気流が発生していることがわかる。また、9日についても同様の傾向が見られた。これらのことから、8日、9日の日中に中部山岳等で上昇した気塊が輸送され、夜間の富士山頂に到達したことが示唆された。

以上から、2011年8月8、9日の富士山頂において日中は谷風による局地的な輸送による気塊が影響してラドン濃度が上昇し、中部山岳で日中上昇した気塊がその後夜間に富士山頂に到達することでラドン濃度が上昇し続けたと考えられる。

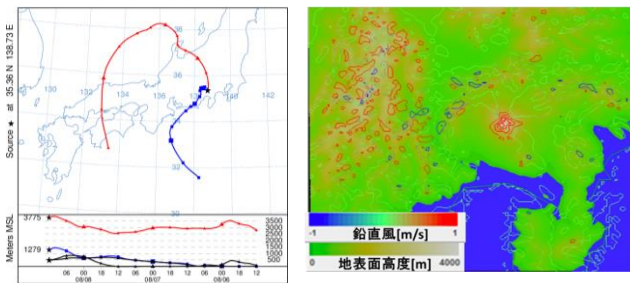


図4 (左) 8/8 21時の富士山における後方流跡線  
(右) 8/8 15時の富士山まわりのWRF鉛直風解析結果

先行研究と合わせて、上記のような日中から夜間にかけてラドン濃度が上昇し続けるイベントは3例確認でき、それぞれの地上天気図を確認すると、いずれも本州全体が高気圧に覆われていた(うち1例を図5に示した)。雲が発生しにくく、夏の強い日射による気塊上昇が起りやすい本州山間部は、一般風が弱いため富士山頂に国内の陸部由来の気塊が到達しやすい環境となる。そのため、富士山や中部山岳等で日中に谷風による気塊上昇が発生し、山頂にそれぞれが時間差を持って到達したことが考えられた。

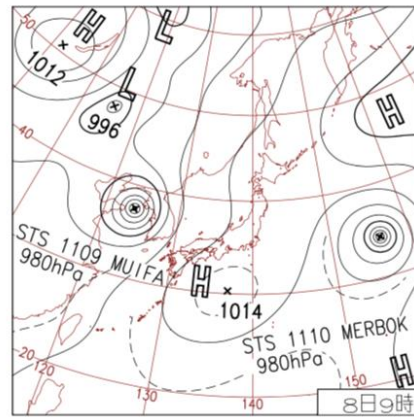


図5 2011年8月8日地上天気図(気象庁提供)

#### 4. おわりに

本研究では、富士山頂の気塊由来について2011年8月のラドンの観測結果をもとに判別を試みた。8日と9日のシミュレーションでは日本国内由来が優位と示され、日中に加え日没後も実測のラドン濃度が上昇し続けるイベントが確認された。これは1例のみ確認されている、日中は谷風による局地的な気塊輸送、日没後は中部山岳等の国内山岳域からの気塊輸送の影響でラドン濃度が夜間に極大値を持つと言う先行研究と一致していた。

また、WRFによるシミュレーション結果と後方流跡線から、8日と9日いずれも先行研究と同様の気塊が日中と夜間で到達していたと考えられた。そして、3つの例の共通項として本州全体が高気圧に覆われることが挙げられ、国内・局地気塊が山頂に連続して到達する条件が示唆された。

#### 参考文献

- 1) 府川明彦 東京理科大学大学院修士論文 2014年
- 2) Wilkening, M. H. and Clements, W. E. (1975).  
Radon 222 from the ocean surface, *J. Geophys. Res.*, **80**, 3828-3830.