

富士山におけるラドン娘核種の変動と山谷風の関係

横山慎太郎¹, 永野勝裕¹, 三浦和彦¹, 櫻井達也²

1. 東京理科大学, 2. 明星大学

1. はじめに

Radon222(ラドン)は主に陸上から発生し, 化学的に安定で大気中での消失は半減期約 3.8 日の放射性壊変に限定され, 陸地由来の物質輸送のトレーサーとして用いられる⁽¹⁾.

また, 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, 東アジアからの越境大気汚染の観測サイトとして重要である. しかし, その汚染の由来は越境汚染のみではなく, 国内汚染や局地汚染が存在し, これらのうちいずれが優位な影響を及ぼしているか判別することが必要である.

本研究では, 2017 年夏季の富士山頂とその麓である太郎坊でのラドン濃度の変動を解析することで, 富士山への汚染由来を 4 つに分類した. また, 2016 年 1 月の太郎坊でのラドン濃度の変動についても考察した.

2. 方法

観測場所は富士山特別地域気象観測所(35.360°N, 138.730°E: 海拔 3776m, 以下山頂, summit)と太郎坊(35.330°N, 138.800°E: 海拔 1282m)で行った. 観測期間は山頂では 2017 年 7 月 15 日~8 月 19 日, 太郎坊は 2016 年 1 月, 2017 年 7 月 13 日~8 月 28 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 α 崩壊する際の α 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 2017 年夏が山頂, 太郎坊ともに 2 時間, 2016 年 1 月に関しては 4 時間である.

2017 年夏のラドン濃度については, ラドン輸送のモデルシミュレーションを比較対象として行っている. これは, ラドンの発生源を陸地に限定し, 一様に発生していると仮定, 気象庁の 0.5° メッシュの客観解析データからラドンの輸送をシミュレーションし, ラドンの崩壊による減衰を見込んでその発生源別のラドン濃度を各地点で算出できるものである(図 1). ここで, SimSTotal は全陸域からのラドン濃度, SimSAsia はアジア大陸由来, SimSJapan は日本由来に限定した際のラドン濃度を示している.

また, 2016 年 1 月については National Center for Atmospheric Research 提供の Weather Research & Forecasting(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.

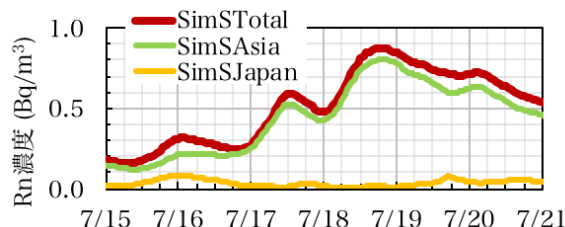


図 1 2017 年夏季の富士山頂での由来別ラドン濃度
数値計算結果例

3. 結果・考察

3.1 2017 年夏季の富士山における汚染由来 4 分類

2017 年夏季の富士山頂と太郎坊におけるラドン濃度の代表的な観測結果を図 2 に示す. この図のラドン濃度の変動から汚染由来を Type A~D の 4 つに分類した. Type A は日中に太郎坊でのラドン濃度が上昇しその後山頂でもラドン濃度が上昇する変動である. また, Type B は山頂においてラドン濃度が 0.2 Bq/m³ よりも高い値を示す変動, Type C は山頂のラドン濃度が太郎坊のものよりも高くなる変動, Type D は夜間に山頂のラドン濃度のみが上昇する変動である.

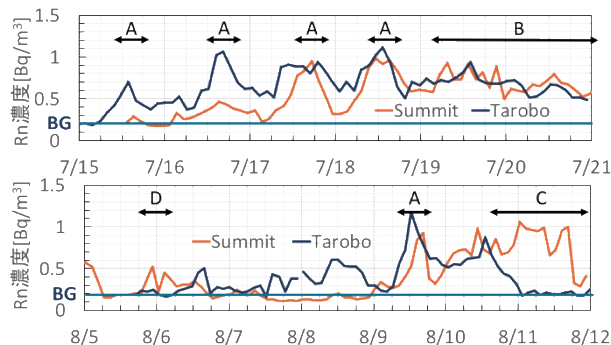


図 2 2017 年夏季の富士山頂と太郎坊における
ラドン濃度の変動と汚染由来 4 分類

Type A の変動は日中谷風によって山頂に麓の気塊が運ばれたと考えられる. Type A として典型的な 8/9 の富士山南東麓の太郎坊での風向風速から, 日中は風向が南東方向であり, 太郎坊から山頂に向かって大気が輸送されていることがわかる(図 3).

また, Type A の日の夜の風向は図 3 のようにいずれも北西の山風方向であり, このとき山頂のラドン濃度は極小値を取っている. 観測期間の中で同様の変動をしているもののうち山頂のラドン濃度が最も低いもの(0.2 Bq/m³)が清浄大気(BG)のラドン濃度と判断でき, この値よりも大きいラドン濃度が山頂で計測された場合は, 何らかの汚染の影響が考えられる.

Type B では山頂のラドン濃度が BG より高く(図2), かつシミュレーションの結果からラドンは大陸から多く運ばれていることがわかる(図4). このことから越境汚染の影響が考えられ, また後方流跡線からもこの期間は大陸からの大気輸送が確認できる.

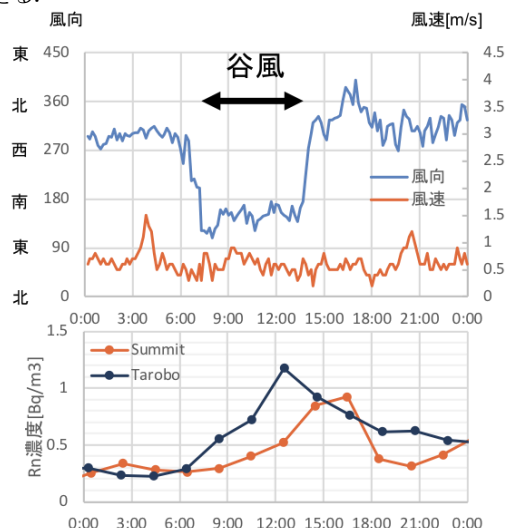


図3 谷風による太郎坊から山頂への大気輸送が考えられる日(8/9)のラドン濃度変動と太郎坊の風向風速

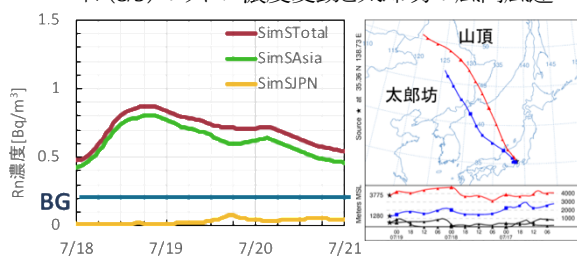


図4 実測とシミュレーション結果の比較, この期間の富士山で典型的な後方流跡線(7/19 12時)

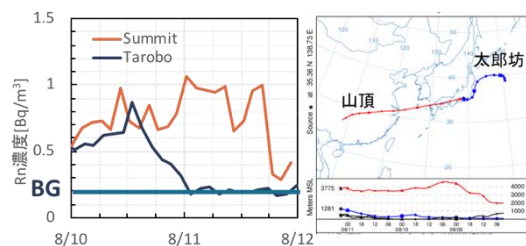


図5 山頂と太郎坊のラドン濃度逆転, この期間の富士山で典型的な後方流跡線(8/11 12時)

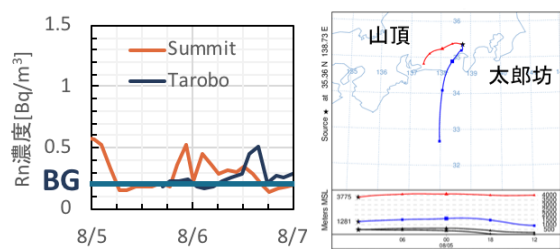


図6 中部山岳の影響があったと考えられる日のラドン濃度変動と後方流跡線(8/5 9時)

Type C では, 本来清浄大気が占めることが多いはずである山頂の方が汚染の影響を受けやすい太郎坊よりもラドン濃度が高くなっている. このとき, 後方流跡線をそれぞれの高度で確認すると, 太郎坊は海洋由来, 山頂は大陸由来であることがわかった(図5).

Type D では, 日中に中部山岳で巻き上がった気塊が山頂に到達したと考えられる⁽²⁾. 後方流跡線からも日中に中部山岳域を通過した気塊が到達していることがわかる(図6)

3.2 2016年1月の富士山における疑似的な谷風

2016年1月の観測結果から2017年夏季のType Aと同様に太郎坊のラドン濃度と風向が変動し, 太郎坊から山頂に大気が輸送されたと考えられた日について, WRFによる風向風速シミュレーションを実施した(図7). 太郎坊で谷風と同様に山頂方向に吹いていた風は駿河湾からの南風や富士山を回り込んできた北風の収束により起きており, 熱的な駆動によって発生する谷風とは異なり山頂には到達せず, 山頂への局地汚染の可能性は低いことがわかった.

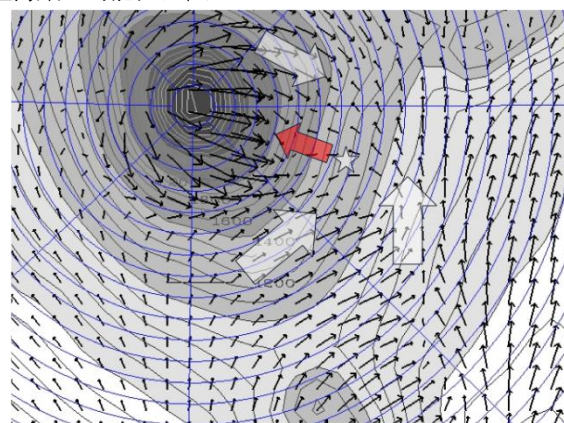


図7 2016年1月富士山でのWRFによる風向風速シミュレーション結果. ☆印は太郎坊

4. まとめ

2017年夏季の富士山におけるラドン濃度の変動から, 汚染の由来を4つに分類できた. また, WRFの計算結果から, 2016年1月の太郎坊での谷風方向の大気の輸送は山頂へは到達していないことがわかった.

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に行なわれた.

参考文献

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

