

P-02: 山頂に設置された雨水フィルターの放射線計測～福島原発事故前後の比較

石川朗子¹, 高橋周作¹, 鶴田拓真¹, 鴨川仁¹

1.東京学芸大学

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により、福島第一原子力発電所(FDNPP)で炉心溶融(メルトダウン)が起こり、Xe-133, Cs-134, Cs-137, I-131等の大量の放射性物質が放出された。事故後、放射性物質の到達範囲について様々な調査がなされてきた。

富士山山頂は自由対流圏に属しており、放射性物質の鉛直方向の広がりを観測するのに適している。2011年夏季集中観測開始前に山頂付近の雪に含まれる放射性物質を計測したところ、測定下限以下であった。¹⁾ また、7月には放医研・保田グループが富士山麓及び登山道で携帯型ガンマ線サーベイメータとガンマ線スペクトロメータ(NaIシンチレータ使用)を用いて放射線量を携行観測し、山麓のみでCs-134が観測された。¹⁾ さらに、早稲田大学・大河内グループは山頂と太郎坊における雲水の解析から、放射性核種を多く含む空気塊は山頂の高さまで届かなかったと推測した。¹⁾

しかし、2014年夏に東京学芸大学・鴨川グループが富士山山頂においてゲルマニウム半導体検出器を用いて30日間の放射線空間線量測定を行ったところ、わずかながらにCs-134のエネルギースペクトルのピークが観測された。この結果を受け、翌年には太郎坊において同測定器放射線空間線量測定を行い、太郎坊及び山頂に到達したCs-134の量の比は200:1であることを導き出した。^{1,3)}

これらの先行研究を踏まえ、本研究では富士山山頂に設置された雨水濾過フィルターに放射性物質が沈着しているのではないかと仮説を立て、福島原発事故当時で使用していたフィルターと2013年に取り換え2年間使用したフィルターの放射線量を同測定器で測定し、Cs-134に着目して富士山山頂に到達した放射性物質の量を再検討した。

2. 観測方法

富士山測候所付近に設置された雨水濾過フィルター(サンプルA:福島原発事故当時に使用していたもの、サンプルB:2013年に取り換え約2年間使用したもの)の放射線量を東京学芸大学内にてゲルマニウム半導体検出器(Micro-Trans-SPEC, ORTEC Ltd. Co.) (図1)を用いて30日間測定した。測定期間は2016年2月3日より2016年11月24日である。Micro-Trans-SPECは重さ約6.8kgの可搬型ガンマ線検出器であり、電気冷却によって測定されている。Ge半導体の結晶は直径50mm、長さ40mm、相対効率13%である。また0keVから3000keVまでのエネルギー範囲を高分解能で測定可能である。測定する際には検出器と雨水

フィルターサンプルを厚さ5cmの遮蔽用鉛ブロックで四方と下方を囲み(図1)、さらに厚さ2mmの鉛シートで上部を覆うことにより環境放射線を検出しないよう試みた。加えてサンプル資料と同期間バックグラウンドを測定し、サンプル由来の放射線を測定した。なお、測定に用いた雨水フィルターサンプルは約1Lである。



図1 測定に使用したゲルマニウム半導体検出器(Micro-Trans-SPEC, ORTEC Ltd. Co.)と厚さ5cmの遮蔽用鉛ブロック。

3. 観測結果

図2のそれぞれのピークは天然放射性核種のエネルギースペクトルを表す。2014年太郎坊と2015年富士山山頂の空間線量のバックグラウンドには、宇宙線によるものとガンマ線が検出器に捕獲された際のコンプトン散乱によるものが含まれている。サンプルAとサンプルBの線量のバックグラウンドには、ガンマ線が検出器に捕獲された際のコンプトン散乱によるものが含まれている。

表1 放射性物質の半減期と主な放出光子エネルギー⁴⁾

放射性物質	半減期	放出光子エネルギー
Cs-134	2.0652年	563.246 keV (8.338%)
		569.331 keV (15.373%)
		604.721 keV (97.62%)
		795.864 keV (85.46%)
		801.953 keV (8.688%)
Cs-137	30.08年	661.657 keV (85.10%)
Xe-133	5.248日	79.6 keV (0.27%)
		81.0 keV (38.0%)
I-131	8.0252日	364.489 keV (81.5%)
		636.989 keV (7.16%)

Cs-137の顕著な線スペクトルは1950年から1960年代に頻繁に行われた核実験または1986年のチェルノブイリ原発事故起源のものであると考えられる。このCs-137のピークがすべて核実験またはチェルノブイリ原発事故によるものとし、核実験から60年たったと仮定すると、Cs-134とCs-137の比は $3.0 \times 10^{-9} : 1$ となり、現在山頂に、核実験またはチェルノブイリ原発事故起源のCs-134はほとんど存在していないとみなせる。また、Xe-133及びI-131は半減期が非常に短く、福島原発後5年経過した現在では測定が難しい。そこで本研究ではCs-134のスペクトルに着目する。

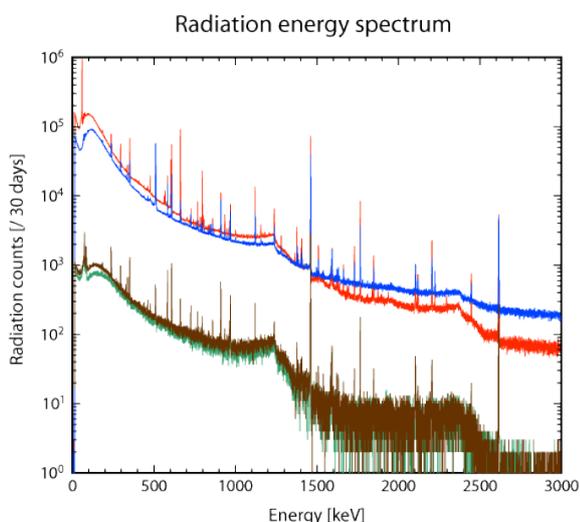


図2 30日分積算した各測定のエネルギースペクトル。青と赤はそれぞれ2014年夏季太郎坊及び2015年夏季富士山山頂における空間線量率、緑と茶はそれぞれサンプルA及びサンプルBの放射線量からバックグラウンドデータを引いたものを示す。

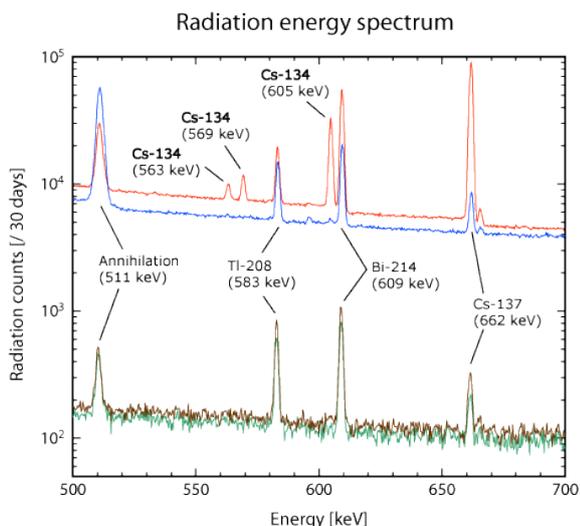


図3 30日分積算した各測定のエネルギースペクトルの拡大図。各ピークの放射性物質とエネルギーを示した。

4. 考察

Cs-134は雲水によって富士山山頂に直接運搬されることは後方流跡線解析の範囲では可能性が低い。考えられる伝搬経路は、自由対流圏まで巻き上げられたものが偏西風により地球全体に拡散したため、それらが山頂へ到達したと考えられる。太郎坊に比べて絶対的な量が少ないながらも検知された理由とかがえられる。また、今回の測定でCs-134が検知されなかった理由は、測定に用いた試料が1Lと少なかったためにこの試料サイズでは測定できなかったと予想される。

5. まとめ

本観測では、富士山山頂に設置された雨水濾過フィルターから放射性物質を検出することができなかった。

参考文献

- 1) 公益財団法人静岡県文化財団ふじのくに芸術回廊 (2016). 多分野協力研究による成果(大気化学と放射線科学) 日本一の高所・富士山頂は宝の山～観測と信仰から読み解く霊峰の頂～, 56-64.
- 2) 保田浩志 (2012). 富士山登山道で放射線を測るー福島第一原子力発電所の事故を受けてー. 芙蓉の新風 Vol. 6, 3.
- 3) 高橋周作, 三浦和彦, 鴨川仁 (2015). 太郎坊における福島原発事故起源の放射線スペクトル測定. 第9回成果報告会公演予稿集, 71-73.
- 4) 社団法人日本アイトープ協会 (2011). アイトープ手帳 11版, 60-64.