

## 2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：乗鞍高度における宇宙線生成核種濃度の観測  
英文：Observation of cosmogenic nuclides concentrations at Mt. Norikura

研究代表者 門叶 冬樹 (山形大理)  
参加研究者 櫻井 敬久、武山 美麗、森谷 透、石澤 倫、乾 恵美子、  
滝田 正人 (東大宇宙線研)

### 研究成果概要

自由対流圏における宇宙線生成核種の大気中の挙動を経年的に調べることは、地表で観測されている宇宙線生成核種の濃度変動から太陽活動による宇宙線強度変動を見積もる上で重要である。乗鞍宇宙線観測所は、北半球中緯度の高地に位置しており自由対流圏における宇宙線生成核種のサンプリング地に適している。そこで我々は、乗鞍岳の森林限界と呼ばれる標高で生育しているハイマツに着目し、1年の時間分解能による測定が期待される球果と葉をサンプルに選定して (図1)、ハイマツ試料中に含まれる宇宙線生成核種 $^{14}\text{C}$ の濃度測定を2018年度から開始した。2020年度の乗鞍宇宙線観測所におけるハイマツの球果および葉の採取は、環境省および森林管理局の許可を得てこれまでと同様に行った。ハイマツの生息位置による依存性を調べるために、乗鞍岳と同じ森林限界に生育する蔵王山頂のハイマツを比較試料として用いた。また、化石燃料の消費による大気中 $^{14}\text{C}$ 濃度の希釈の影響 (Suess効果) を評価するために、東京及び山形県天童市内のマツ試料 (球果と葉) を採取し、ハイマツ試料との比較を行った。

採取した各試料は、純水、アセトンによる超音波洗浄を行ったあと、AAA (酸-アルカリ-酸) 処理を行い、元素分析計 (Elemental Analyzer: EA) により試料を燃焼し、二酸化炭素を回収してグラフアイト化を行った。グラフアイト化された試料中の $^{14}\text{C}$ の濃度測定は、山形大学に設置した高感度加速器質量分析装置 (図2) を用いて行った。図3に試料を採取した地点の高度と球果中の $^{14}\text{C}$ 濃度 ( $\Delta^{14}\text{C}$ ) の関係を示す。試料を採取した高度が高くなるにつれて球果の $\Delta^{14}\text{C}$ の値は高くなり、高度依存性があることがわかった。図4に各試料の採取年と球果および葉中の $^{14}\text{C}$ 濃度の関係を示す。ハイマツ試料の球果中の $^{14}\text{C}$ 濃度は2018年から2020年にかけて減少した。一方、ハイマツ試料の葉中の $^{14}\text{C}$ 濃度は2018年から2019年にかけて減少し、2019年から2020年にかけて増加した。天童および東京で採取し

たマツ試料の球果と葉中の $^{14}\text{C}$ 濃度は、ハイマツ中の $^{14}\text{C}$ 濃度と比較していずれの年代も低い値を示し、 $^{14}\text{C}$ 濃度に対して相関関係は得られなかった。今後も継続して測定を行い、データを蓄積していきたいと考えている。



図 1. ハイマツ試料の写真  
球果（上）、葉（下）  
球果は中の種子を使用した



図 2. 山形大学高感度加速器質量分析装置

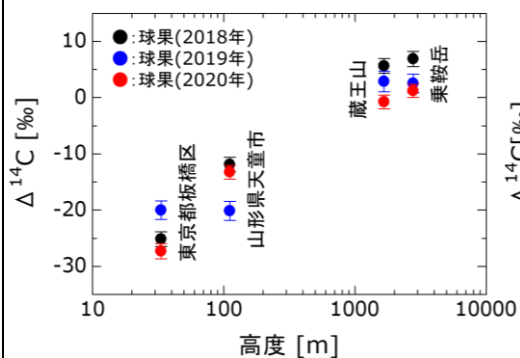


図 3. ハイマツ・マツの採取地点の高度に対する  $\Delta^{14}\text{C}$  値

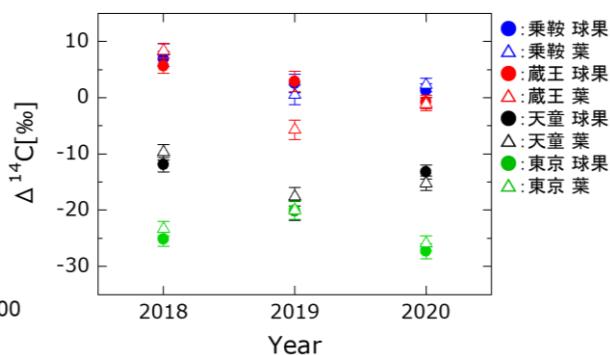


図 4. ハイマツ・マツの採取年に対する  $\Delta^{14}\text{C}$  値

乗鞍で捕集された大気浮遊塵試料中の $^7\text{Be}$ 濃度測定データは、2019年まで蓄積されているが、2020年はcovid-19の影響により乗鞍では試料の捕集ができなかった。今後は自由対流圏の $^7\text{Be}$ 濃度データの蓄積を継続し、地表データと比較する。

[学会発表]

1. “ハイマツ・マツ試料中放射性炭素濃度の年変動に関する研究 II”、武山美麗, 森谷透, 櫻井敬久, 宮原ひろ子, 門叶冬樹、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 (2021/3/16) オンライン