

氷床コアに含まれる微量火山灰の磁気的手法による非破壊検出

小田啓邦¹、宮城磯治¹、河合淳²、菅沼悠介³、船木實³、今榮直也³

¹産業技術総合研究所地質情報研究部門

²金沢工業大学先端電子技術応用研究所

³国立極地研究所地圏研究グループ

Non-destructive magnetic detection of thin ash layers in ice cores

Hirokuni Oda¹, Isoji Miyagi¹, Jun Kawai², Yusuke Suganuma³, Minoru Funaki³, Naoya Imae³

¹Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

²Applied Electronics Laboratory, Kanazawa Institute of Technology

³Geoscience Group, National Institute of Polar Research

We will make a presentation on the results of non-destructive magnetic detection of ash layers in ice core samples with an LTS-SQUID gradiometer developed for non-destructive evaluation. High sensitivity non-destructive magnetic detection of ash layers will be an important method to identify stratigraphic horizons of volcanic activities combined with electrical conductivity signals related to sulfate supplied at the time of volcanic eruptions. The LTS-SQUID gradiometer have a planar pickup coil with 1.5 mm x 1.5 mm area and the baseline of 3 mm. Volcanic ash sample collected from 2008 eruption of Sakurajima volcano and Aso-4 tephra sample collected in Hokkaido were used to imitate ash layers in ice cores. Model cores were made by mixing volcanic ash particles with agar and shaped as half-cylinder of 6cm-diameter and 10cm-length. The model cores were magnetized at DC field of 25mT with a Helmholtz coil. Sakurajima ash could be detected as natural state for a sample with concentration of 250 $\mu\text{g}/\text{cc}$ and could be detected after artificial magnetization down to the concentration of 25 $\mu\text{g}/\text{cc}$. Aso-4 ash managed to be detected after artificial magnetization for a sample with concentration of 250 $\mu\text{g}/\text{cc}$. The noise level was about 2pT, which need to be lowered by reducing the noise originating from motors etc. The measurements using dirt ice including volcanic ash, which was collected from the Nansen Ice Field in 2013, will also be presented.

本発表では、高感度 SQUID グラジオメータによる磁気的手法を用いた氷床コアに含まれる火山灰粒子を非破壊検出について述べる。氷床コアに含まれる火山灰層は異なる地点の氷床コア間に同時断面を提供すること、短期間の気候変化につながる大規模な噴火に関係するものも含まれることからその検出は極めて重要である。SQUID グラジオメータによる火山灰の非破壊検出に成功すれば、大陸から運ばれる風成塵、宇宙起源のマイクロメテオライト（コスミックダスト）なども非破壊磁気測定によって検出可能と想定され、これら微粒子による過去の地球環境の復元が期待できる。また、火山灰粒子や風成塵が記録している過去の地球磁場の情報（方位）は比較的安定である場合もあるので(Funaki&Nagata, 1985)、地球磁場方位を復元できる可能性もある。金沢工業大学では医療用脳磁計システムのための SQUID グラジオメータの開発を行い、脳の微弱な磁場を検出するために感度の向上につとめてきた (Kawai et al., 2008)。グラジオメータは試料直上と離れたところに2つのピックアップコイルを配置することによって磁気ノイズの影響を受けにくいというメリットがある。桜島で採取された2008年噴火の火山灰を磁性鉱物の含有量が多い火山灰の例として、北海道で採取された始良 Tn (AT) 火山灰（噴出年代約2.8万年）を磁性鉱物の含有量が少ない火山灰の例として、これらを寒天に均一に溶かして直径6cm長さ10cmの半円筒に固めたものを模擬火山灰層として SQUID グラジオメータにて測定を行った。試料はヘルムホルツ型コイルで円筒の軸方向に25mTの等温残留磁化を着磁した。桜島火山灰は250 $\mu\text{g}/\text{cc}$ であれば自然状態で検出可能、着磁をすれば25 $\mu\text{g}/\text{cc}$ でも検出可能であった。阿蘇4火山灰は250 $\mu\text{g}/\text{cc}$ であれば、かろうじて検出可能であるがノイズとの分離が困難であった。ノイズレベルは2pT程度であったが、モーター等のノイズ低減が望まれる。また、発表では2013年にナンセン氷原で採取した火山灰を含む氷試料を用いた実験についても結果報告を行う予定である。本研究は、科研費挑戦的萌芽研究（H24-25）「SQUID グラジオメータによる氷床コア中の火山灰の非破壊検出」による支援を受けて行われました。

References

- Funaki, M., & Nagata, T. (1985). A report of natural remanent magnetization of dirt ice layers collected from Allan Hills, Southern Victoria Land, Antarctica. *Memoirs of National Institute of Polar Research*. Special issue, 39, 209–213.
- Kawai, J., et al. (2008). Superconducting Pickup Coils Fabricated On A Glass Epoxy Polyimide Resin Substrate For SQUID Magnetometers, *J. Phys.: Conference Ser.* 97, 012275.