

東南極ドームふじにおける、層構造をなすフィルンの変態とその空間可変性

藤田秀二^{1,2}・東久美子^{1,2}・飯塚芳徳³・平林幹啓¹・堀 彰⁴・望月優子⁵・本山秀明^{1,2}

¹ 国立極地研究所 アイスコア研究センター

² 総合研究大学院大学 極域科学専攻

³ 北海道大学 低温科学研究所

⁴ 北見工業大学

⁵ 理化学研究所

Metamorphism of layered firn and its spatial variability at Dome Fuji, East Antarctica

Shuji Fujita^{1,2}, Kumiko Goto-Azuma^{1,2}, Motohiro Hirabayashi¹, Akira Hori³, Yoshinori Iizuka⁴, Yuko Motizuki⁵ and Hideaki Motoyama^{1,2}

¹ *Ice Core Research Center, National Institute of Polar Research*

² *Department of Polar Science, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)*

³ *Kitami Institute of Technology, Kitami, Japan*

⁴ *Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan*

⁵ *RIKEN Nishina Center, Wako, Japan*

To better understand evolution of firn in polar ice sheets, firn cores from three sites within ~10-km near Dome Fuji (DF) were investigated, using density surrogates: dielectric permittivities ϵ_v and ϵ_h at microwave frequencies with electrical fields in the vertical and horizontal planes, respectively. Dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ ($=\epsilon_v - \epsilon_h$) is then examined as a surrogate for the anisotropic geometry of firn. Observational results include: (i) firn with smaller geometrical anisotropy deform preferentially during densification from the surface to pore close-off; (ii) firn with higher concentration of ions such as Na^+ , Mg^{2+} and SO_4^{2-} develop preferential deformation at limited depths from the surface to ~30 m; and (iii) concentrations of ions such as F^- , NH_4^+ or Cl^- , known to modulate dislocation motion within ice crystal, have insignificant correlations with density. Based on these observations, we suggest that textural effects caused by summer insolation have major effects in densification and that impurity-based softening/hardening effects are minor or virtually absent. We also find that cores from the three sites are remarkably different in terms of strength of the geometrical anisotropy, mean rate of densification, and density fluctuations, which are presumably caused by local differences in depositional conditions of ice particles redistributed by wind.

極地氷床中のフィルンの発達を理解を深めるために、ドームふじ(DF)の10km以内の近傍の3地点で掘削されたフィルンの調査をおこなった。密度の尺度となる誘電率テンソル成分 ϵ_v と ϵ_h (これらはそれぞれ鉛直と水平の成分である)を調査した。そして、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ ($=\epsilon_v - \epsilon_h$)を調査し、これは、氷と空隙のなす幾何構造の異方性の尺度となる。結果として、以下の点がわかった:(i) 幾何異方性の小さいフィルンは、表面から気泡クローズオフに至る圧密変形の間中、常に優先して圧密変形する。(ii) Na^+ , Mg^{2+} や SO_4^{2-} 濃度の高い部位は、表面~30m深付近の限定された範囲において、優先した圧密変形をする。(iii)氷結晶中の転位の移動に影響することが知られるイオン(F^- , NH_4^+ や Cl^-)は、密度発達とは特に有意な相関がみえない。これらの観察に基づいて、以下の点を考察した。夏の日射によって積雪としての組織構造が変化することが、圧密に特に影響する。対照的に、不純物含有によって起こる硬化や軟化の効果は、マイナーであるか実質的に存在しない。私達はまた、3地点のコアは、幾何構造の異方性、平均的な変形率、そして、密度変動の強度の観点で、顕著に異なることを見いだした。この事実は、これらの3地点の堆積環境の差、特に、風で氷粒子や霜が再配分される際の、堆積条件の違いによって起こると推定している。