

## 固体微粒子が氷の変形・結晶組織変化に及ぼす影響

繁山航<sup>1</sup>, 永塚尚子<sup>2</sup>, 本間智之<sup>3</sup>, 高田守昌<sup>3</sup>, 東久美子<sup>2,1</sup>, Ilka Weikusat<sup>4</sup>  
Martyn R. Drury<sup>5</sup>, Ernst-Jan N. Kuiper<sup>5</sup>, Gill M. Pennock<sup>5</sup>, Ramona V. Mateiu<sup>6</sup>, 東信彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 総合研究大学院大学

<sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>3</sup> 長岡技術科学大学

<sup>4</sup> アルフレッド・ウェゲナー極地海洋研究所

<sup>5</sup> ユトレヒト大学

<sup>6</sup> デンマーク工科大学

### Effects of solid particles on deformation and texture/fabric evolution of ice

Wataru Shigeyama<sup>1</sup>, Naoko Nagatsuka<sup>2</sup>, Tomoyuki Homma<sup>3</sup>, Morimasa Takata<sup>3</sup>, Kumiko Goto-Azuma<sup>2,1</sup>, Ilka Weikusat<sup>4</sup>,  
Martyn R. Drury<sup>5</sup>, Ernst-Jan N. Kuiper<sup>5</sup>, Gill M. Pennock<sup>5</sup>, Ramona V. Mateiu<sup>6</sup>, Nobuhiko Azuma<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), Japan*

<sup>2</sup> *National Institute of Polar Research, Japan*

<sup>3</sup> *Nagaoka University of Technology, Japan*

<sup>4</sup> *Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Germany*

<sup>5</sup> *Faculty of Earth Science, Utrecht University, The Netherlands*

<sup>6</sup> *Center for Electron Nanoscopy, Technical University of Denmark, Denmark*

For better understanding of ice sheet dynamics, it is a prerequisite to elucidate deformation mechanisms of ice. It is of particular importance to study deformation mechanisms of impurity-containing ice, which has been reported to show high deformation rates (Faria *et al.*, 2014). We conduct deformation tests of ice and analyze the textures (grain size and shape), the fabrics (crystal orientations) and the impurities. In addition to optical microscopy, our new approach is to use a scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) for elemental analysis of the impurities, and electron backscatter diffraction (EBSD) for high-resolution measurements of crystal orientations. With these techniques, interactions between crystal lattices and the impurities during the deformation can be understood. As a first step, the experiments of ice containing silica particles were performed in order to investigate effects of solid particles on deformation of ice and the evolution in the textures and the fabrics. Constant stress uniaxial compression tests showed a higher strain rate of the silica-containing ice than that of pure ice. In a pure ice specimen, grain growth during the deformation was observed, while only a small change in grain size was observed in the silica-containing ice specimen. Along with these results, we will show the results of the analyses using SEM/EDS/EBSD and discuss effects of solid particles on deformation of ice and the evolution in the textures and the fabrics.

氷床モデルの高精度化のため、氷床流動メカニズムの解明が重要である。これには、氷の塑性変形のメカニズムを明らかにする必要があるが、変形速度が大きいと報告されている氷床の高濃度不純物層の変形メカニズムは十分に理解されていない (Faria *et al.*, 2014)。我々は不純物を含む氷の塑性変形のメカニズムを明らかにするため、氷の変形試験を行い、変形前後で結晶組織（主に粒径、形状、方位）と不純物の解析を行っている。結晶組織・不純物の解析には、光学顕微鏡観察に加え、走査型電子顕微鏡 (SEM) ・エネルギー分散型 X 線分析 (EDS) による微小不純物の観察・元素分析、SEM ・後方散乱電子回折 (EBSD) による高分解能の結晶方位測定を行い、不純物や変形に起因するわずかな結晶方位変化からその変形メカニズムの解明を試みている。本研究では、不純物（固体微粒子）が氷の変形・結晶組織変化への影響を明らかにするため、シリカ粒子含有氷の変形試験と結晶組織・不純物の解析を行った。定応力一軸圧縮試験の結果、シリカ粒子含有氷は純氷より高いひずみ速度を示した。また純氷では変形中の結晶粒成長が見られたが、シリカ粒子含有氷の結晶粒径の変化はわずかであった。発表では、SEM ・ EDS ・ EBSD によるシリカ粒子分布・結晶方位の解析結果も併せて紹介し、固体微粒子が氷の変形・結晶組織変化に与える影響について議論する。

#### Reference/参考文献

Faria, S. H., Weikusat, I., and Azuma, N., (2014). "The microstructure of polar ice. Part II: State of the art." *Journal of Structural Geology* **61**: 21-49.