

ポリオール添加による真空中の水液滴の凍結遅延

(九大院理) ○吉岡 拓哉・飯田 岳史・荒川 雅・堀尾 琢哉・寺寄 亨
 Delayed freezing of micro droplets of water in a vacuum by addition of polyols (*Department of Chemistry, Kyushu University*) ○Takuya Yoshioka, Takefumi Handa, Masashi Arakawa, Takuya Horio, Akira Terasaki

Micro droplets of water freeze rapidly in a vacuum by evaporative cooling via a supercooled state. The time required for freezing was found to be 6.5 ms for 40- μm pure water droplets.¹⁾ In contrast, droplets of ethylene glycol (EG) were found to survive as a liquid for more than 50 s due to an effect of radiative heating.²⁾ Here, we investigate an effect of a trace amount of EG added to water droplets. As shown in Fig. 1, freezing of droplets made an increasing delay as the EG concentration was raised. The delay was much longer than simply anticipated solely by vapor-pressure depression, i.e., the effect of EG addition on the vapor pressure was found not to be large enough to explain the freezing delay as revealed by evaporation-rate measurement of droplets in an ion trap. The present result rather implies that the delay was caused by decrease in the nucleation temperature as generally known for polyol addition.³⁾

Keywords : Water-Droplet; Evaporative Cooling; Supercooling; Polyol; Freezing Time

直径が数十マイクロメートルの水液滴を真空中に導入すると、急速な蒸発冷却が進み、40 μm の水液滴の場合、過冷却状態を経て 6.5 ms 程度で凍結する¹⁾。一方、不凍液として利用されるエチレングリコール(EG)の液滴は、室温の輻射加熱の効果で、真空中でも凍結しないことが報告されている²⁾。本研究では、水液滴に微量の EG を添加して凍結時間を測定し、EG 添加が凍結に与える効果を調べた。Fig. 1 に示す通り、EG 濃度の増加に従って凍結時間が遅延することがわかった。この遅延の原因を EG 添加による蒸気圧降下と考え、蒸発速度の実測を試みた。大気圧下で液滴を 1 s 程度捕捉し、液滴径の減少速度を調べた結果、純水とモル分率 2% の EG 液滴の蒸発速度の間には、凍結時間の差を説明できるほどの大きな違いはなかった。

一方で、EG などのポリオール化合物の添加は、水の均質凍結核の生成温度を下げる効果があると指摘されている³⁾。そこで、凍結核の生成過程で EG 分子が核生成を阻害している可能性を検討して、ポリオールの種類による遅延効果の違いについて、実験と解析を進めている。詳細を当日議論する。

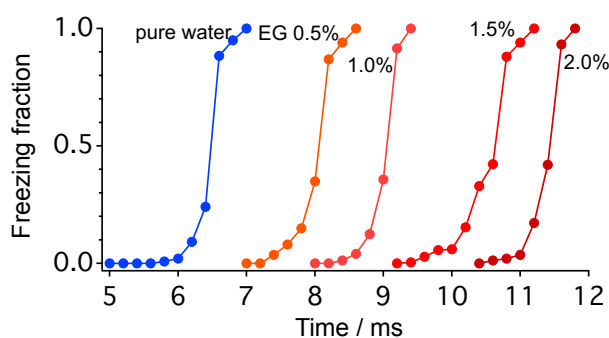


Fig.1 Freezing curves of 40- μm droplets of EG (0.0 - 2.0%) aqueous solutions.

1) K. Ando, M. Arakawa, and A. Terasaki, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20*, 28435. 2) K. Ando, M. Arakawa, and A. Terasaki, *Chem. Lett.* **2016**, *45*, 961. 3) Y. Suzuki, *J. Chem. Phys.* **2019**, *150*, 224508.