18a-S9-1

生体分子添加水溶液にみられる集光フェムト秒レーザー誘起氷結晶成長 2
—結晶形状と成長速度の添加分子依存性—

Femtosecond Laser-induced Ice Crystallization Processes in Aqueous Solution Containing Bio-molecule 2

奈良先端大 物質創成 [1]，岩手大 寒冷バイオ [2]

○河野達也 [1]，澤田晃佑 [1]，飯野敬矩 [1]，三木雄史 [2]，高橋大輔 [2]，河村幸男 [2]，上村松生 [2]，細川陽一郎 [1]

NAIST [1], Iwate Univ. [2],　°T.Kono[1], K.Sawada[1], T.Iino[1], Y.Miki[2], D.Takahashi[2], U.Kawamura[2], M.Uemura[2], Y.Hosokawa[1]

E-mail: kono.tatsuya.kf2@ms.naist.jp

【序論】我々は、高強度のフェムト秒レーザーを顕微鏡下で過冷却水に集光照射した時に発生する衝撃力によって氷化を誘導し、氷結晶の発生と成長の挙動を高速カメラで撮影することに成功している[1] 。この新規方法は氷化メカニズムの解明のみならず、生物の凍結耐性を調べるための新たな研究手法として注目している。本発表では、凍結耐性に関わる生体分子を添加した水溶液試料で誘導される氷結晶の形状と成長速度ついて調べた結果を報告する。

【実験】倒立顕微鏡に配置した冷却装置を用いて水試料を-5.0℃まで冷却し、そこにフェムト秒レーザーパルス(250 fs, 780 nm, 3 μJ/pulse, 20 Hz)を10倍の対物レンズにより 50 ms 間隔で16発集光照射した。このパルス列が入射したときの挙動を高速カメラにより観察した。

【結果】図 1 に純水(a)、生体内で不凍物質として働く糖分子（グルコース）を添加した水溶液(b)、植物固体（シロイヌナズナ）の抽出液(c)で観察された代表的な氷結晶の顕微写真を示す。糖添加水溶液中では純水中とは異なる 6 角以上の星型結晶が観察され、このような不規則性は水溶液中の糖濃度の増加に伴って顕著になった。また、氷結晶の成長速度は水溶液中に糖を添加することで減少し（図 2）、糖濃度の増加に伴って減少した。氷結晶の成長には水溶液中の糖分子を排除する必要があるため、糖分子が多いほど成長速度が減少したと考えられる。さらに、植物固体の抽出液中では、糖添加水溶液中と同様に 6 角以上の星型結晶が観察され、成長速度は純水中と比べ減少した。植物固体の抽出液中においても糖分子が不凍物質として働いているため、糖添加水溶液中と同様の傾向がみられたと考えられる。本発表では、低温馴化させた植物固体の抽出液や不凍蛋白質を添加した水溶液中での氷結晶の形状と成長速度についても合わせて議論する。

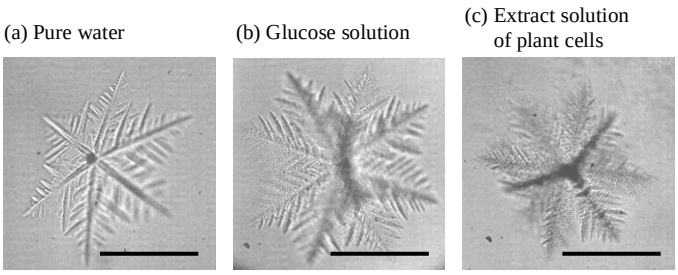

Fig1. Femtosecond laser-induced ice crystallization in pure water (a), glucose solution (0.1 M) (b), and extract solution of plant cells (c). Microphotographs were captured a few tens ms after the laser irradiation by high-speed imaging. Bars are 200 μm.

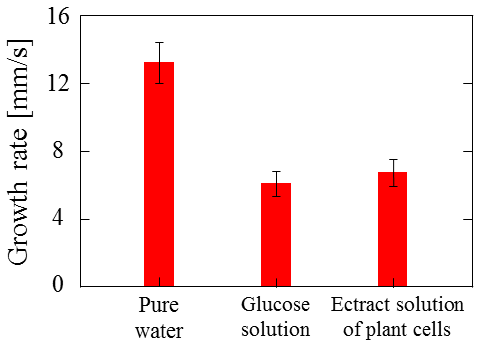

Fig2. Growth rate of femtosecond laser-induced ice crystallization in pure water, glucose solution (0.1 M), and extract solution of plant cells.

[1] 河野達也，澤田晃佑，飯野敬矩，上村松生，細川陽一郎：応用物理学会春季学術講演会, 18p-PA5-8 (2014)

© 2014 年　応用物理学会