

ナノバブルが代謝に及ぼす影響  
— 種子の発芽促進効果 —

Shu LIU<sup>1</sup>, <sup>○</sup>大下誠一<sup>1\*</sup>, 牧野義雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 大学院農学生命科学研究科

【研究目的】

この 10 年来、ナノバブル (NBs) に関する研究が注目を集め、その特異な物理化学的性質に着目した報告が、工業、農業、医学分野において多くなされている<sup>1,2</sup>。その 1 つに生物の生理活性促進効果がある。一方、発芽や幼根の伸長時には、活性酸素種 (ROS:  $\cdot\text{OH}$ ) による細胞壁の緩み (cell wall loosening) が生じる現象が報告されている<sup>3</sup>。そこで、本研究では種子の発芽に着目し、発芽促進を実験的に裏付けると共に、NBs による ROS の発生を基にしてメカニズムを検討した。

【試料及び方法】

試料にはオオムギ種子 (コピンカタギ, 2012 年収穫) を用いた。蒸留水をコントロールとし、ナノバブル (NBs) は、マイクロバブル発生装置 (OM4-MDG-020, オーラテック(株)) に純空気と窒素の混合ガスを導入して、蒸留水と同じ溶存酸素濃度 (DO) に調節しながら 60 分稼働させた。その後一定時間経過してマイクロバブルが消滅した後の NBs 水を用いた。オオムギ種子 50 粒をコントロール水と NBs 水に浸漬し、12 時間後の発芽率を比較した。さらに、発芽後の種子を NBT 染色し、ROS ( $\text{O}_2\cdot^-$ ) で還元されて生じた不溶性のフォルマザンの吸光度を顕微分光装置 (MSV-5000, JASCO Co. Ltd.) で測定した。

また、リン酸緩衝液 (0.1 M, PH 7.4) を調製し、これに NBs を発生させ、ROS 検出用の蛍光試薬 APF (5mM, 積水メディカル(株)) をリン酸緩衝液で 5000 倍に希釈して NBs 水に加え、 $\cdot\text{OH}$  の発生量に対応する蛍光強度を測定した。測定には分光蛍光光度計 (株) 日立ハイテクノロジーズ, F-7000) を用いた。

【結果及び考察】

図 1 に DO=8.2 mg/L と 12.4 mg/L における発芽率を示した。DO が高いと発芽率も高くなるが、いずれの DO でも、NBs 水に浸漬した場合に発芽率が向上した。一方、図 2 に 8.2 mg/L で 12h 浸漬した時の発芽部 (幼根) の 560 nm における吸光度 ( $\text{O}_2\cdot^-$  の濃度に対応) を示した。この結果、NBs に浸漬すると種子内の ROS 発現量が多くなることが示された。

一方、APF による蛍光強度の測定から、NBs 水において  $\cdot\text{OH}$  の発生が確認された。これらのことから、NBs により水中に ROS が発生し、これが種子へのシグナルとなって内生の ROS が生成され、発芽が促進されるというメカニズムが推定された。

以上、外生の ROS がシグナルになって内生の ROS を誘導するという知見は植物工場で栽培する植物にも適用可能と考えられる。

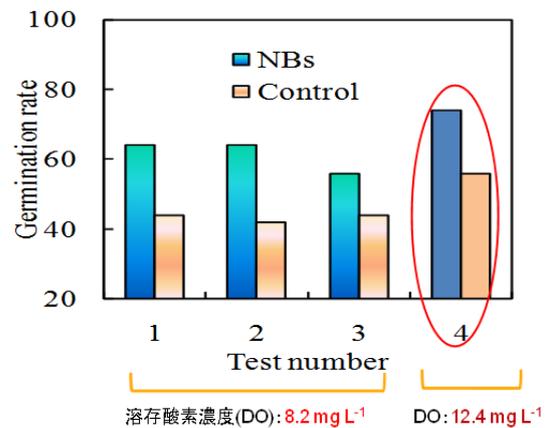


図 1 オオムギ種子の 12 時間浸漬時の発芽率

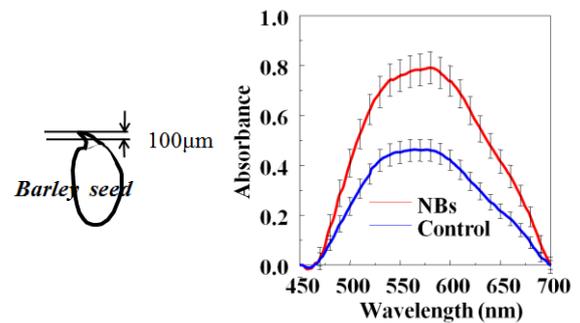


図 2 幼根部の ROS ( $\text{O}_2\cdot^-$ ) 濃度をフォルマザンの吸光度の違いから比較した結果

【謝辞】 研究の一部は科研費 (25660202) 及び SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代農林水産業創造技術」 (管理人: 生研センター) による。

【参考文献】

- 1) Liu et al., Chemical Engineering Science 93 (2013) 250-256
  - 2) J. L. Demangeat, Homeopathy 104 (2015) 101-115
  - 3) Muller et al., Plant physiology 150 (2009) 1855-1865
- \* E-mail: aoshita@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp