

統計干渉法(SIT)を用いた遠赤色光の植物成長への影響評価

Evaluation of sub-nanometric plant growth activities under far-red illumination using Statistical Interferometry Technique (SIT)

埼玉大学, ^{○(M2)}矢吹 海, ^(M1)山口 暁久, 門野 博史

Saitama Univ., [○]Kai Yabuki, Akihisa Yamaguchi, Hirofumi Kadono

E-mail: k.yabuki.396@ms.saitama-u.ac.jp

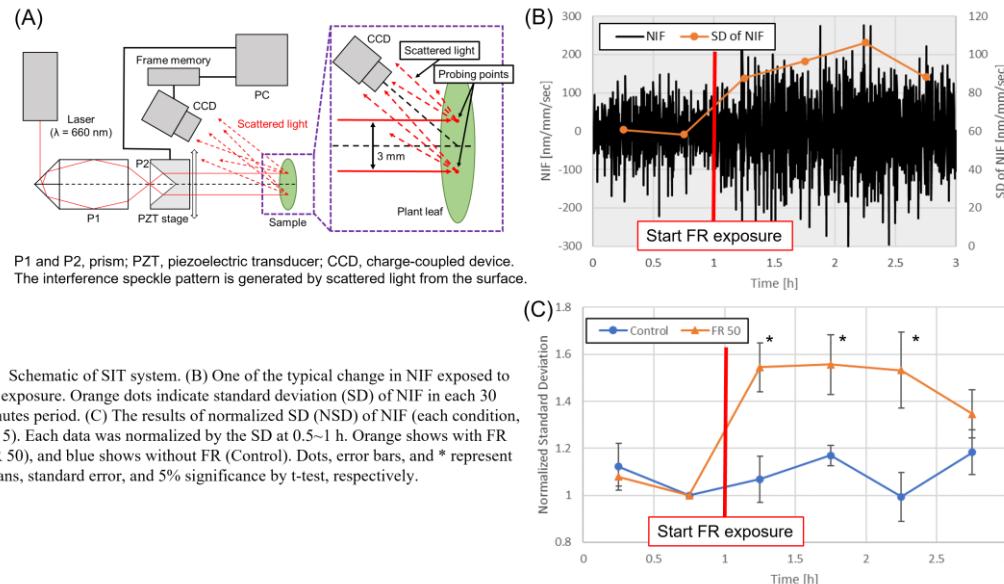
【1.はじめに】当研究室で独自に開発した「統計干渉法 (SIT)」は、散乱場の位相が完全にランダムであるという新しい原理に基づいた、サブナノメートルの高精度を実現しながら、非侵襲で植物の表面において秒スケールで生じる微小な成長挙動をリアルタイムで計測することができる光干渉法である¹⁾。SIT を植物の葉の伸長計測に応用すると、植物はナノスケールの微小なゆらぎを伴いながら成長していることが初めて明らかになった。我々はこのゆらぎを、植物の成長に伴う「自発的ナノメートルゆらぎ (Nanometric Intrinsic Fluctuation, NIF)」と名付け、注目している。興味深いことに、この NIF は植物の生育状態を高感度に反映していることが明らかになり、この現象に基づいた環境評価も可能である²⁾。しかし、NIF の起源等については未だに不明な点が多い。

本研究では、NIF の起源にせまることを目指して、波長域 700-800 nm の「遠赤色光 (Far-Red, FR)」が植物に与える生理学的な影響に注目した。その作用機序はやや複雑であるものの、遺伝学的解析技術等の発展とともに、少しずつ明らかになりつつある。我々はこれを、FR を照射した植物の葉の NIF 変化と比較することにより、NIF についての新たな知見が得られるものと期待している。

【2. 実験および結果】Fig. A は、本実験で使用した SIT の光学系である。レーザー光は、二つの平行ビームに分割され、葉の表面の二点を垂直に照射する。そして、照射された二点からの散乱光により、ランダムな干渉パターンが生じる。SIT では、その 2 つの照明光間の葉の伸長を高精度に決定することができる¹⁾。NIF は、5.5 秒間の極短時間の成長速度を求め、比較的長時間の成長量を差し引いたものである。これが植物が自発的にもつ成長ゆらぎであり、ナノメートルスケールで変動する (Fig. B, 黒線)。

今回、イネの葉に $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の遠赤色光を照射したところ、NIF (Fig. B, 黒線) は増加することがわかった。また、NIF の標準偏差 (SD) を算出することで、その大きさを定量的に比較できる (Fig. B, オレンジ点)。全体としてみると、FR を照射された NIF の SD (Fig. C, オレンジ点) は、照射前 (0~1 h) と比較して、50%ほど有意に (対 Control, Fig. C, 青点) 増加した。

【3. 考察】この実験結果は、FR 照射が植物にとって良い影響を及ぼすということを、NIF の観点からも示唆している。NIF が増加した理由としては、FR 照射によって、内在する植物ホルモンのオーキシン (IAA) が一時的に増加したことによる可能性が一つ挙げられる。FR 照射は、内在する IAA を増加させることができると報告されている³⁾。また、我々の以前の研究で、低濃度のオーキシンの曝露は NIF を増加させることができた²⁾。植物細胞が伸長するためには、それらを取り囲む細胞壁の軟化 (酸成長とも呼ばれる) が不可欠であり、これに IAA が大きく関与している³⁾。この酸成長のプロセスは、通常数十分程度で起きると考えられており⁴⁾、今回の NIF 変化の時間スケールとも近いことから、それらのプロセスも複合して、NIF の変化に寄与している可能性は十分に考えられる。



- [1] Kadono et al. (2001) J. Opt. Soc. Am. A 18, 1267–1274. [2] Kabir et al. (2020) Plant Biotech. 37, 1–11. [3] Küpers et al. (2020) Plants, 9, 940. [4] Arsuffi and Braybrook (2018) J. Experimental Botany, 69, 2, 137–146.