

オゾン濃度の異なる地域で採取した指標植物葉の OCT 計測

OCT Measurement on Indicator Plant Leaves Collected in Different Ozone Concentrations

千葉大学¹ ○後藤 颯¹, 椎名 達雄¹

Chiba Univ.¹ ○Hayate Goto¹, Tatsuo Shiina²

E-mail: gt_h@chiba-u.jp

1. INTRODUCTION

植物は長期間大気に晒されているため、植物の色、触感、内部構造を観測することで、植物が晒されている周囲の大気状態を推測することができる[1]。環境ストレスに敏感な植物を指標植物という。従来の指標植物の観測手法は、破壊的、非定量的、長時間の計測等の問題点がある。本研究では、非破壊、非接触、非侵襲で植物の内部構造を定量的に評価が可能なOCT(Optical Coherence Tomography)を使用して、複数の地域から採取してきたシロツメクサの葉の計測を行った。各地域のオゾン濃度の違いに着目し、オゾン濃度の変化に伴う葉の OCT 画像の変化を、柵状組織の厚み、強度、テクスチャ解析による画像の質感によって評価することを目的とした。

2. METHOD

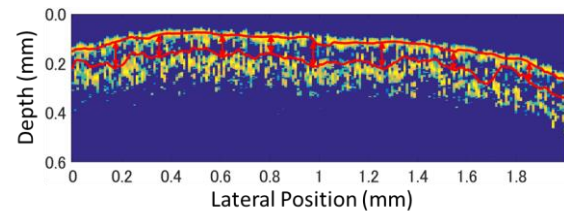
使用した TD(Time Domain)-OCT は植物測定に特化して設計したものであり、DC バッテリーで駆動可能なため、外部に持ち運んで計測が可能である[2][3]。中心波長は 1310 nm であり、クロロフィルによる光の吸収を避ける波長を選択した。Table.1 に使用した TD-OCT の仕様を示す。本研究では測定時の安定性を向上させるために、地域で採取した葉を研究室で測定を行った。千葉市内の4つの地域((A)市場町、(B)真砂、(C)都町、(D)西千葉)の葉の OCT 計測を行い、各地域の植物採取時のオゾン濃度はそれぞれ(A)0.04ppm、(B)0.06ppm、(C)0.075ppm、(D)0.08ppmであった。各測定は 16 回の平均を行い、ピーク検出により求めた柵状組織の位置から厚み、強度、テクスチャ解析(GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix)を行った。比較として、研究室で高オゾン濃度(0.2ppm)で育成した葉の OCT 計測も行った。

3. RESULT

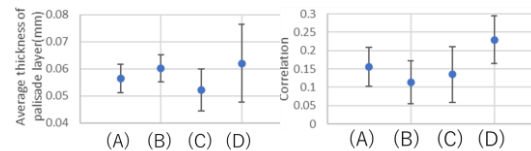
Figure1 に(a)研究室内でオゾンストレスを与えた葉の OCT 画像と(b)各地域から採取した葉の OCT 画像から得られた柵状組織の厚みとテクスチャ解析の結果を示す。Figure1(a)の赤線がピーク検出の結果であり、二つの赤線間の位置が葉の柵状組織の位置である。オゾンは気孔から葉の内部に入り込んで柵状組織に影響を与える。オゾンによって柵状組織が破壊されることで細胞間隙が増加し、柵状組織の厚みが増える。地域別の評価において、厚みと Correlation の値はオゾン濃度が高い(D)の地域で最も高い値を示していた。Correlation の値は画像内部での構造の類似性を示しており、細胞壁の崩壊による細胞間隙の増加が組織内部での信号強度を一定の値に変化させたと考える。

Table:1 OCT specification

Center Wavelength	1310 nm
FWHM	53 nm
Axial Resolution	14.2 μ m
A-scan Rate	25 Hz
Average Times	16
Focal Length	5.12 mm



(a) OCT image



(b) Thickness and Correlation of the OCT image

Figure 1: The OCT image result and texture analysis on white clover leaves

Figure1(b)の結果は、研究室内でオゾンストレスを与えた葉の OCT 画像の解析結果と同じ傾向を示していた。

4. CONCLUSION

本研究では、植物の OCT 計測による各地域におけるオゾン濃度の推測可能性を検討した。人工的にオゾンストレスを与えた結果と、採取した葉の結果が一致したことから、OCT によって植物の周囲の状態の推測が可能と判断できる。今後は他の環境ストレス(温度、光量等)の解析により、より精度の高い解析を目指す。

Reference

- [1] Oishi, Y. *Environmental Pollution*, 234, 330–338 (2018).
- [2] Goto, H. et al. *Optik*, 316, 172065 (2024).
- [3] Shiina, T., et al. *Applied optics*, 42(19), 3795–3799 (2003).