

気泡運動モデルによる作物起源弾性波の特性評価に関する研究 Characteristics Evaluation of Elastic Waves generated from Plant using Bubble Motion Model

○上野由樹*・寺井達郎**・鈴木哲也***・森井俊広***・河合隆行****

Yuki UENO, Tataro TERAII, Tetsuya SUZUKI, Toshihiro MORII and Takayuki KAWAI

1. はじめに

作物栽培の効果的な管理には、環境因子を精緻に計測・評価する必要がある。筆者らは、気泡運動より発生した弾性波を AE (Acoustic Emission) 法により検出し、作物でのストレス評価法の開発を試みている¹⁾。気泡運動起源の弾性波の周波数特性は気泡径に依存するため、気泡運動方程式であるレーリー・プレセット方程式により評価が可能である。

本研究では、作物起源弾性波を AE 法により検出し、気泡運動モデルによる評価と AE 計測より得られた検出波周波数との比較検討を目的としている。

2. 実験方法

供試作物は、トマト (*Solanum lycopersicum* L.) とイネ (*Oryza sativa* L.) を用いた。トマトへの水ストレスは、給水量を変更することにより与えた。イネへのストレスは、灌水状態から排水し、水ストレスを与えるとともに、農業資材であるポリチューブを用いて、供試体を覆うことにより高温ストレスを与えた。

AE の計測条件は、増幅値を 60 dB をした。しきい値は、トマトの地植えでは 35 dB、ポット植えでは、36 dB、イネでは 40 dB とした。センサは、トマトでは株元と果実直近部の茎 (土壌から 50 cm 程度) に設置した。イネではイネの茎部 (土壌から 20 cm) と穂首に設置した。

栽培試験後、道管径を顕微鏡観察により評

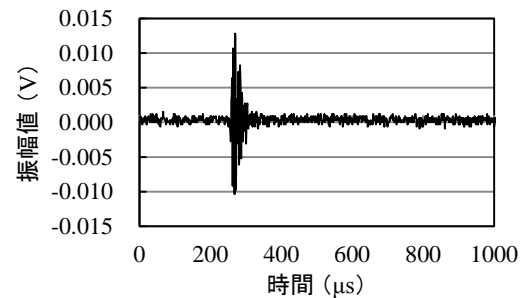


図 - 1 検出波形 (突発型)

Detected AE Wave (Burst type).

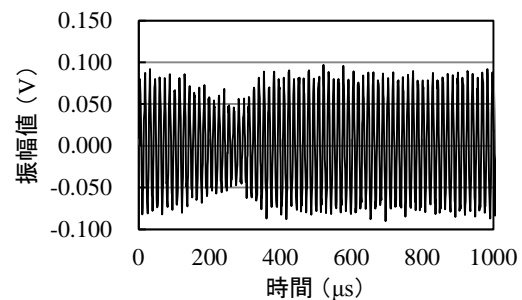


図 - 2 検出波形 (連続型)

Detected AE Wave (Continuous type).

価した。観察位置は AE センサ設置部と同様の高さとし、光学顕微鏡 (OLYMPUS BX51) を用いて、40 倍にて撮影を行った。画像データは、画像解析ソフト (Image J) を使用して、二値化処理を行い道管径を算出した。

3. 結果・考察

トマトの地植えによる試験では、AE パラメータによるしきい値を定め、その範囲に入ったものに対して目視にて波形分類を行い、突発型 (図 - 1) と連続型 (図 - 2) に分類し

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

***新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

****新潟大学災害・復興科学研究所 Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery

キーワード: AE 法, レーリー・プレセット方程式, 周波数解析

た。トマトのポット植えによる試験とイネにおける試験では、すべての波形を目視で分類し、突発型4種類（Ba型、Bb型、Bc型、Bd型）、連続型1種類（Ca型）の計5種類に分類した。

各植物におけるAE発生頻度を検討すると地植えトマトとポット植えトマトにおいて、ストレス期間において突発型波形の発生数が増える傾向がみられた。イネにおいては、トマト同様、ストレス期間において突発型波形の発生数が増える傾向が確認された。

地植えトマト、ポット植えトマト、イネから得られた突発型AE（Ba型）においてワイブル分布を用いて、AEパラメータであるA-FRQ（平均周波数）、C-FRQ（重心周波数）およびP-FRQ（ピーク周波数）の確率密度関数を求めた。顕微鏡観察より得た道管径を各植物から発生する気泡径と仮定し、レーリー・プレセット方程式を用いて周波数を算出し、ワイブル分布を用いて確率密度関数を求めた。その比較結果を図-3～図-5に示す。

道管径より求めた周波数分布は、地植えトマトにおいて、A-FRQの結果同様0～600kHzと広い周波数帯域が確認された。ポット植えトマトとイネは、A-FRQの結果同様に特定の周波数に突出している傾向が明らかとなった。しかし、周波数帯域は道管の結果の方が高周波となる結果であった。これは、道管内で発生したAEが伝播過程で減衰したものをとられたものと考えられる。

4. おわりに

本実験では、トマトとイネを供試体植物として用いて、水ストレス・高温ストレス条件下で発生する作物起源弾性波を、AE法を用いて検出・評価を試みた。検討の結果、作物起源弾性波の検出および特性評価は可能であり、波形分類をさらに精緻にかつ簡便に行うことにより、水ストレスの定量的な評価が可能であることが明らかとなった。

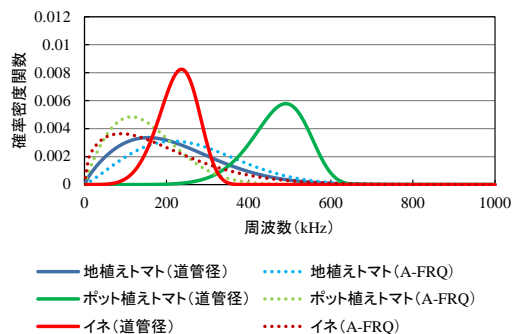


図-3 検出波の周波数特性 (A-FRQ)
Frequency Characteristics of Detected AE (A-FRQ).

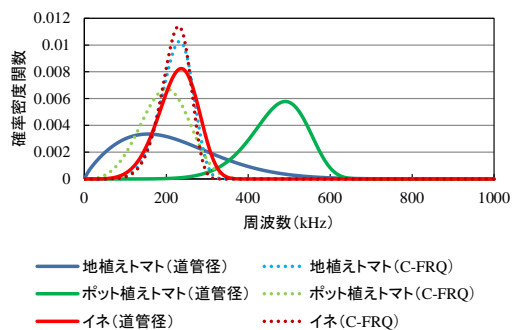


図-4 検出波の周波数特性 (C-FRQ)
Frequency Characteristics of Detected AE (C-FRQ).

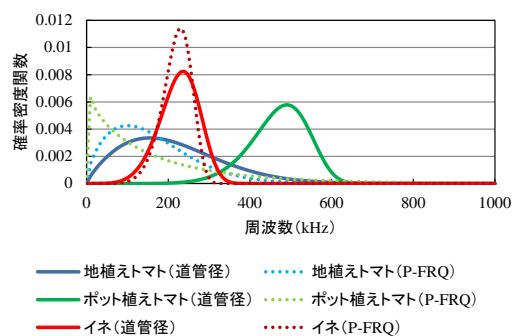


図-5 検出波の周波数特性 (P-FRQ)
Frequency Characteristics of Detected AE (P-FRQ).

参考文献

- 1) 上野 由樹, 島本 由麻, 鈴木 哲也: 弾性波検出による緑化木の水ストレス評価に関する実験的研究, 日本緑化工学会誌, Vol. 39, No. 1, pp.190-193, 2013.