

AE 指標を用いた植物体から発生する弾性波の検出と定量評価 Detection and Quantification of Elastic Waves generated from Plant using AE Parameter

○大岡綾美*・島本由麻**・鈴木哲也*

Ayami Ooka, Yuma Shimamoto and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

植物の栽培管理には、多様な環境要因が影響している。その中でも、水分状態は植物の生長に大きく影響する要因である。既往の研究¹⁾において、植物の水ストレス時に道管内で気泡が発生することで生じる気液二相流（キャビテーション）に着目した Acoustic Emission (AE) 法による非破壊での植物の水分状態評価が試みられている。

本論では、栽培土に対し保水性試験を行い、土壌水分特性と AE との関係を検討し、精緻な土壌水分コントロール下での植物栽培と AE 法による水分状態評価の妥当性を検証することを試みた。

2. 実験方法

トマトを供試作物とし、栽培および計測を新潟大学農学部低温ハウスにて行った。栽培土は黒ボク土と砂質土を用いた。植物の水分状態の指標として、土壌水分計測を行った。AE 計測は 350 kHz 共振型センサ M31 を用いて、供試植物の茎元部に設置した。しきい値を 32 dB、増幅値を 60 dB に設定し計測を行った。毎日 0.5~4.5 L ずつの給水を行うノンストレス供試体と、無給水期間を設けたストレス供試体を用意した。

既往研究¹⁾により、キャビテーション起源の AE は立ち上がりが明確な突発型波形であることが明らかにされている。本検討では検出された AE 波形から突発型波形のみを抽出し、突発型波形の AE パラメータを用いて植物の水ストレス評価を行った。用いる AE パラメータは、AE 発生数、A-FRQ

(平均周波数) および RA 値 (立上り時間/最大振幅値) である²⁾。

3. 結果および考察

ストレス供試体では、黒ボク土、砂質土ともに、無給水期間で突発型 AE 発生数の増加が確認された。

給水条件によって特徴のみられたストレス供試体の突発型 AE 発生数と pF 値との関係を図-1、図-2 に示す。すべての供試体で、無給水期間の 2 日目に突発型 AE 発生数、pF 値ともに急増していることが全期間で確認された。無給水期間 1 日目から 2 日目にかけての突発型 AE 発生数の増加量、pF 値およびマトリックポテンシャルの増加量を求め、AE 発生数と水ポテンシャル指標の相関を算出した。pF 値と突発型 AE 発生数では、黒ボク土で -0.08、砂質土で 0.23 と、相関は弱いことが確認された。一方、マトリックポテンシャルと突発型 AE 発生数では、黒ボク土で 0.74、砂質土で 0.82 と、非常に強い正の相関が確認された。

無給水期間初期に、水ポテンシャルが増加すると突発型 AE の発生数も増加することが確認されたが、全期間において、突発型 AE と水ポテンシャルがどのような関係にあるかは明らかではない。そこで、抽出された突発型 AE の AE パラメータに着目し、水ポテンシャルとの関係を検討する。

図-3、図-4 にストレス供試体における突発型 AE の RA と A-FRQ の関係を示す。給水期間では、黒ボク土、砂質土ともに A-FRQ 500 kHz 以下かつ RA 10 mms/V 以下

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

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

キーワード：トマト、土壌水分、AE

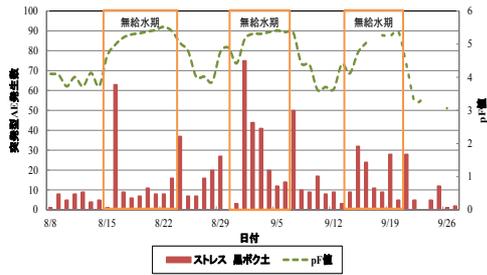


図-1 突発型 AE 発生数と pF 値との関係

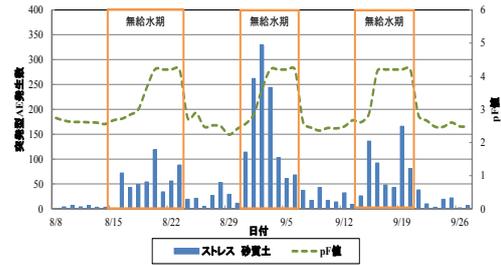


図-2 突発型 AE 発生数と pF 値との関係

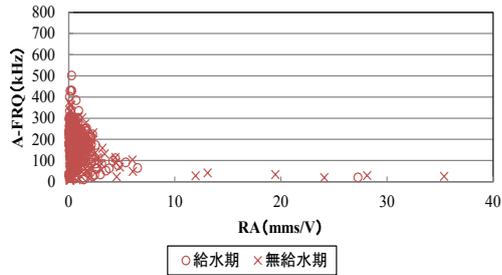


図-3 A-FRQ と RA の関係 (黒ボク土)

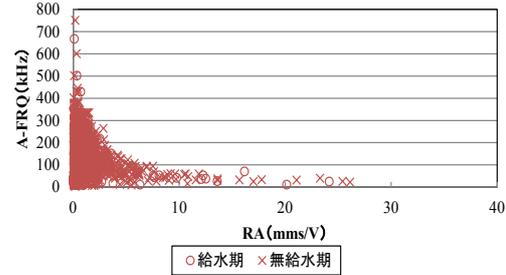


図-4 A-FRQ と RA の関係 (砂質土)

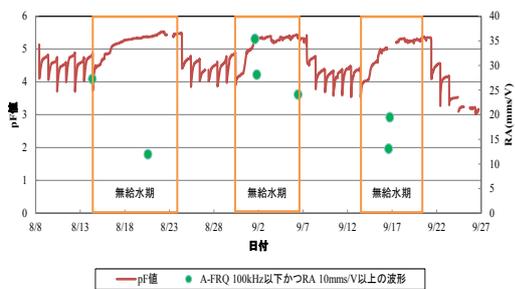


図-5 抽出 AE と pF 値の関係 (黒ボク土)

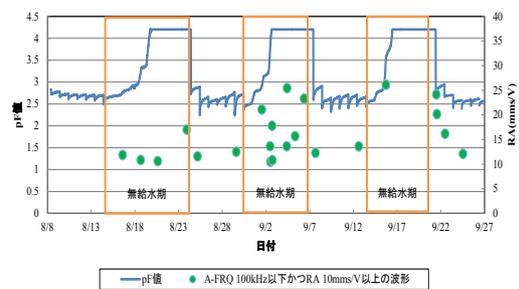


図-6 抽出 AE と pF 値の関係 (砂質土)

に突発型 AE が集中していることが確認された。無給水期間では、A-FRQ 100 kHz 以下かつ RA 10 mms/V 以上の突発型 AE の発生が多くみられた。水ストレス時に特定の波形が検出されることが示唆された。

図-5, 図-6 に A-FRQ 100 kHz 以下かつ RA 10 mms/V 以上の AE と pF 値との関係を示す。黒ボク土, 砂質土ともに無給水期でキャピテーション起源とされる AE の発生が確認された。砂質土では, 無給水期直後においても AE の発生がみられた。水ストレスによって植物体の道管内に発生した気泡が給水により押し出される際に発生する AE であると考えられる。以上より, 水ポテンシャルとの関係から, 植物体の水ストレス時に特定の AE が発生することが示唆された。

4. おわりに

本論では, 水ストレス環境下で発生するキャピテーション現象に基づく AE を計測した。検討の結果, AE 法による水ストレス評価は可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 上野由樹, 鈴木哲也, 鈴木直也, 鈴木創三, 青木正雄: 弾性波計測に基づく植物体の水ストレス評価, 日本緑化工学会誌, Vol. 37, No. 1, pp. 171-174, 2011.
- 2) 日本建材産業協会: 鉄筋・鉄骨コンクリートの健全性評価方法の標準化のための調査研究成果報告, 日本建材産業協会, pp. 69-70, 2001.