

クラスタ解析を用いた植物体起源弾性波の検出 Detection of Elastic Waves generated from Plant by Cluster Analysis

○上野由樹*・鈴木哲也**
UENO Yuki and SUZUKI Tetsuya

1. はじめに

植物体の水ストレスの指標には土壌 pF が用いられることが多い。土壌 pF は土壌水分に着目した植物の水ストレス指標である。土壌 pF と植物体の水ストレスの関係については多くの研究が行われてきたが、この指標から植物体の状態を精密に検討することは困難である。

そこで本研究では、水ストレス時に発生するキャビテーション音を弾性波として受動的に検出する AE(Acoustic Emission)法を用いて、検出・評価することを試みた結果を報告する。

2. 植物体起源弾性波とその検出

植物体が水ストレス条件下にさらされると導管内の負圧が増加し、気泡が発生する。この現象をキャビテーションと呼ぶ。気泡発生や発生した気泡が導管壁との衝突時の気泡振動時や水柱が途切れ空隙を生じる時のエネルギー解放によって弾性波が生じる。計測される AE 波形模式図を図-1 に示す。

3. 実験方法

本研究では、供試植物として千両 (*Sarcandra jlabra* var. *flava* Makino)を用いた。体長 40cm 程度のものを準備した。計測条件を表-1 に示す。ストレス区として pF2.0 から pF4.6 まで直線的に水ストレスをかけた。対照区としてストレス区同様の期間、pF2.0 を保ったものを準備した。

計測は恒温室で行い、温湿度を一定に保った環境で計測を行った。照明は、植物

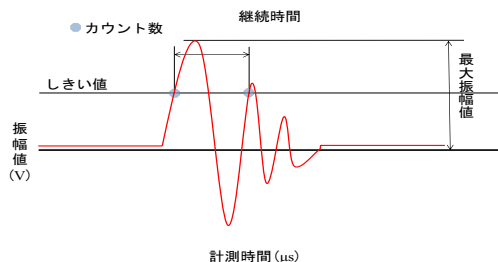


図-1 AE 波形
AE waves.

表-1 計測条件

Experimental conditions.

供試体植物	水分条件	計測期間		
		開始	終了	日数
千両(ストレス区)	pF2.0→pF4.6	2011/1/15	2011/2/13	30
千両(対照区)	pF2.0→pF2.0			

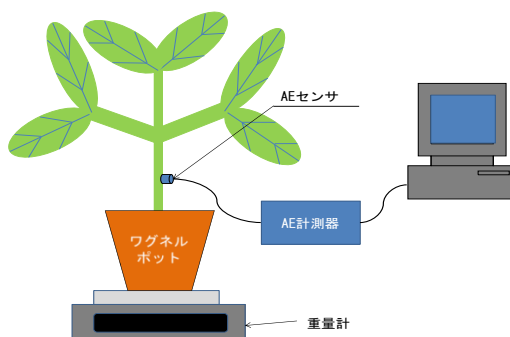


図-2 計測システム

Set up for AE monitoring system.

栽培用蛍光灯を用いて、8時～18時の10時間点灯させた。弾性波の計測にはAE法を用いた。弾性波計測条件は、小型350kHz共振型センサM31(Fuji Ceramics Corporation製)を用い、センサを植物体基部

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

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

キーワード: AE(Acoustic Emission)法, 水ストレス, 緑化

にカップラントを用いて固定した。検出波をアンプによる増幅を行い 60dB とした。しきい値は 32dB とした。計測システムを図-2 に示す。

4. 結果

4.1. 波形分類

検出された弾性波に対して、ST-FFT（短時間高速フーリエ変換）を行い、その結果から波形形状を目視で確認し分類を行った。その結果、立ち上がりが明確な突発型（B型）2種類、立ち上がりが明確ではない連続型（C型）3種類の計5種類に分類された。図-3 に検出された B 型と C 型の代表的な検出波形を示す。

4.2. クラスタ解析

検出した弾性波が波形形状により、分類できることが明らかになったことから、弾性波計測より得られる AE パラメータ 11 種に関する平均値および標準偏差を用いて、クラスタ解析を行った。その結果を図-4（ストレス区）、図-5（対照区）に示す。

ストレス区では突発型である Ba 型、Bb 型が異なる階層に分類された。対照区では、突発型である Ba 型、Bb 型が同一階層に分類された。階層間の距離は、ストレス区（最大）60,000、対照区（最大）600,000 であり大きく差が開く結果となった。

5. まとめ

本研究より、明らかになった事項を以下に示す。

- (1) AE 計測より得られた植物起源弾性波は、突発型 AE と連続型 AE に分類できることが明らかになった。
- (2) クラスタ解析を用いることにより検出波特性を分類できることが示唆された。詳細な検討には、検出精度の向上が必要であるが、本研究での計測精度においても検出波の概略分類は可能であると考えられる。

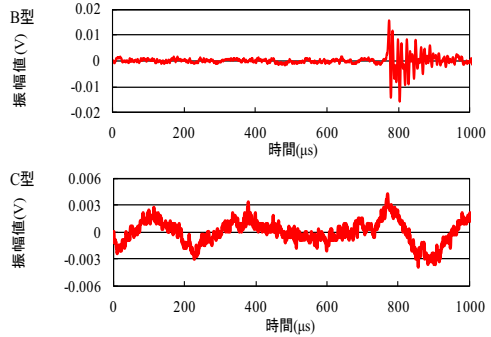


図-3 検出波形
Detected AE waves.

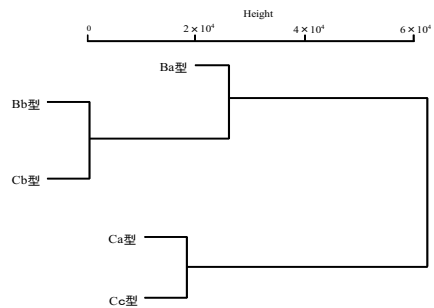


図-4 クラスタ解析結果（ストレス区）
Result of Cluster analysis (Stress plot).

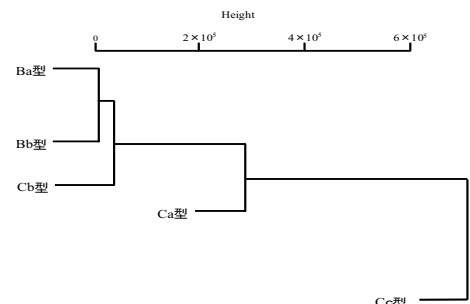


図-5 クラスタ解析結果（対照区）
Result of Cluster analysis (Check plot).

参考文献

- 1) 鈴木直也ら：AE法を用いた水ストレス条件下における植物起源弾性波の特性評価，第60回農業農村工学会関東支部大会講演会講演要旨集，pp.14-17，2009。
- 2) 鈴木哲也ら：土壌水分ストレスにより植物体から発生するAEの検出と特性，日本土壌肥料学会講演要旨集，Vol154，pp.182，2008。