

AR-AIC 法を用いた作物起源弾性波の検出に関する研究

Use of the AR-AIC Analysis for Detection of Plant AE

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

Tatsuro Terai, Yuki Ueno, Tetsuya Suzuki, Toshihiro Morii and Takayuki Kawai

1. はじめに

作物の水分状態評価は土壌水分などの周辺環境から間接的に行っているものである。そのため、作物の水分状態の評価を直接的かつ非破壊に行う手法の開発が望まれている。筆者らは AE (Acoustic Emission) 法を用いた作物の状態評価法を開発している¹⁾。

AE 法により得たデータにはノイズが含まれるため、精密な評価のためには作物起源弾性波とノイズを分類する必要がある。

本研究では AE 法により検出した作物起源弾性波の AR-AIC 法による評価精度の向上を試みた結果を報告する。

2. 実験方法

供試体作物にイネ (*Oryza sativa* L.) を用いて栽培実験を行った。AE 計測は共振型センサを供試体に設置して行った (図 1)。

3. 解析方法

AE 法により得られた波形データをその形状から目視によって、立ち上がりが明確な突発型 (Burst type) と立ち上がりが明確でない連続型 (Continuous type) である Ca 型に分類した。突発型はさらに Ba 型, Bb 型, Bc 型, Bd 型の 4 種に分類を行い、合計 5 種に分類した。

目視による波形分類を元に、プログラムを用い波形分類を行った。波形分類は 5 種類に細分類する方法と、作物道管内での気泡運動起源である Ba 型とそれ以外の 2 種類に 2 分類する方法の 2 つの方法で行った。本計測初期のデータから、実際の波形形状ごとの特徴

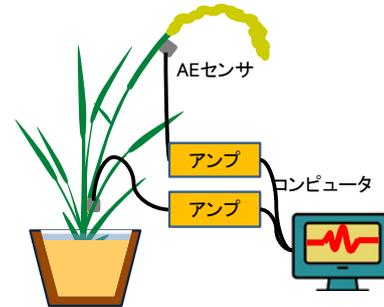


図 1 実験概要図

Test setup for AE monitoring.

量のしきい値と分類していく順番を決定し、波形分類に使用した。

検出波形の特徴量として、FFT (Fast Fourier Transform), AR モデル (Autoregressive Model), バンドパスフィルタそれぞれを用いてスペクトル解析を行うことによって得たそれぞれのピーク周波数を使用した。また、AR-AIC (Autoregressive-Akaike Information Criterion) 法を用いることによって算出した AE 波の到達時刻を使用した。到達時刻後のデータに同様のスペクトル解析を行うことによって得たそれぞれのピーク周波数を特徴量として使用した。

4. 実験結果

Ba 型波形のような、AE 波が到達時刻からすぐに減衰している波形において、AR-AIC 法によって得た到達時刻と目視によって得た到達時刻とに差があった。AE 波が減衰していない波形ではその差がなかったため、減衰時刻までに AR-AIC 法を使用したところ、適切な到達時刻を算出することが可能となった。プログラムによる分類結果と目視による分

*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

***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, Niigata University

キーワード: AE 法, AR-AIC 法, イネ

分類結果の合致率を分類方法別に算出した結果、細分類結果における合致率は約 20%，2 分類結果における合致率は約 90% となった。

細分類結果において、分類結果ごとに実際の波形割合を算出した (図 2)。どの分類結果においても、実際の波形が Bd 型波形である割合が最も高かった。Bd 型波形以外に分類されたものは、実際の波形と合致する波形である割合が二番目に高かった。

細分類結果において、実際の波形ごとにプログラムの分類結果の割合を算出した (図 3)。実際の波形が Bd 型波形であるものは、すべての波形に分散して分類されている。実際の波形が Bd 型波形以外であるものは、プログラムによる分類結果と合致する波形である割合が最も高くなっている。

プログラムは、実際の波形が Bd 型波形であるものを Bd 型波形に分類していない。そのために波形分類の合致率を低下させていると考えられる。合致率を向上させるには Bd 型波形の分類精度の向上が必要であると考えられる。

分類結果別に AE パラメータの比較を、確率密度関数を用いて行った (図 4, 図 5)。細分類結果よりも 2 分類結果のほうが目視による分類結果に近い形状となる。

プログラムによる分類結果と目視による分類結果との間に有意差があるのかマンホイットニー U 検定を行い確かめた。A-FRQ においてプログラムによる分類結果と目視による分類結果との間で有意差があることが確認された。C-FRQ において細分類結果と目視による分類結果との間で有意差があることが確認された。

5. まとめ

本研究では、AE 法により得られた作物起源弾性波の分類を AE 波の到達時刻やピーク周波数を用いて試みた。その結果、プログラムにより 2 分類することが可能であると考えられる。2 分類により Ba 型に分類された波形データの AE パラメータを用いて作物の状態評価を行うことが可能であると考えられる。

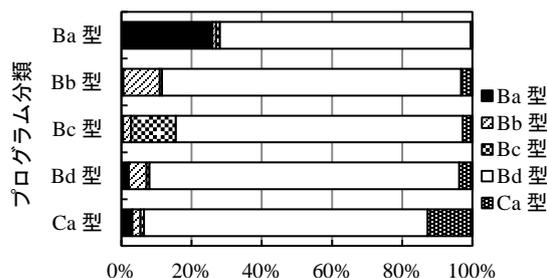


図 2 検出波処理結果

Analytical results of detected waves.

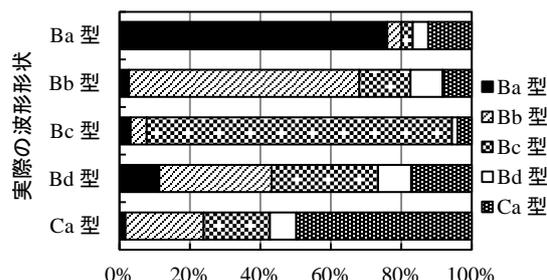


図 3 検出波実体と処理結果の比較

Comparison of detected AE by row data and time series analysis.

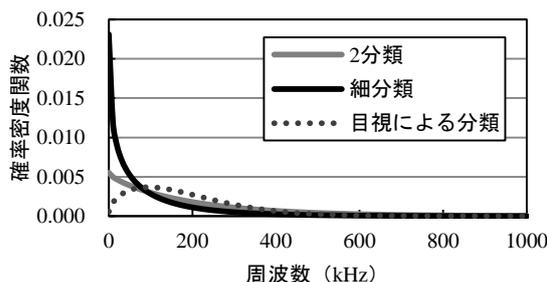


図 4 検出波の周波数特性 (A-FRQ)

Frequency characteristics of analytical data (A-FRQ).

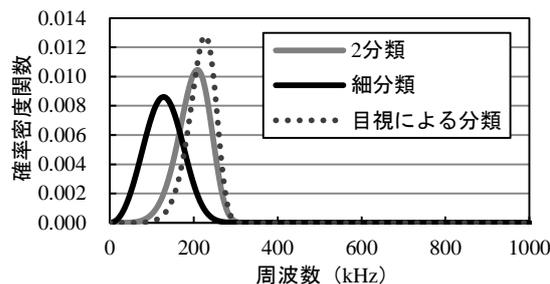


図 5 検出波の周波数特性 (C-FRQ)

Frequency characteristics of analytical data (C-FRQ).

参考文献

- 1) 鈴木哲也, 上野由樹: プロビット解析を用いたストレス環境下でのセンリョウ起源弾性波の同定と評価, 日本緑化工学会誌, 38(1), pp. 149-151, 2012.