

氏名	中 林 大 樹		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 9 0 0 5 号		
学位授与年月日	平成 3 1 年 3 月 2 5 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	音響的手法を用いるコナジラミ類の種およびバイオタイプ 識別に関する研究		
主 査	筑波大学 教授	工学博士	水 谷 孝 一
副 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	若 槻 尚 斗
副 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	海老原 格
副 査	筑波大学 助 教	博士 (工学)	前 田 祐 佳
副 査	筑波大学 教授	博士 (農学)	北 村 豊
	(生命環境科学研究科)		
副 査	農業・食品産業技術総合研究 機構・主席研究員	博士 (学術)	石 井 雅 久

論 文 の 要 旨

本論文は、農業害虫であるコナジラミ類の種（外形でも識別可能）およびバイオタイプ（外形では識別不可能）を、音響的手法を用いて識別するための研究である。コナジラミ類は、自然環境に生息しているか、主に農業作物を栽培している温室環境内において問題になる農業害虫であり、給餌に寄る障害や病気を媒介するため、その防除は重要な課題となっている。しかし、農薬等を用いる化学的防除に関して、コナジラミ類は種やバイオタイプによって薬剤感受性が異なるため、最適な農薬を決定するために、試験機関等に委託して DNA 鑑定等を行う必要があり、識別までの時間とコストが必要であった。一方でコナジラミ自体が体長 1 mm 程度の小型昆虫であり、網等を用いる物理的防除の場合、網目を細かくする必要があるため、換気への障害を伴い、農業作業への負担が問題になっている。そこで本論文では、短時間かつ低コストのオンシツコナジラミとタバココナジラミ・バイオタイプ B, Q1, Q2 の識別を目的とし、コナジラミ類の音響的生態を利用した種・バイオタイプ識別手法を提案している。

第 2 章では、種およびバイオタイプ識別に必要なコナジラミ類の音響的生態を明らかにするため、音響モニタリングシステムを開発している。このシステムは、長時間かつ自然環境に近い状態で、群生したコナジラミ類の音響モニタリングが可能であると実験的に示されている。

第 3 章では、第 2 章で作製したシステムを用い、オンシツコナジラミとタバココナジラミ・バイオ

タイプ B, Q1, Q2 の発生音をそれぞれ長時間録音し、音響的生態について調査した。結果として、コナジラミ類は種・バイオタイプによって周波数領域に固有の特徴があることが明らかにされている。

第4章では、周波数領域の特徴を利用したテンプレートとの類似度による識別と、LPC, MSLS, MFCC の3つの音声特徴量を用いる線形判別分析、および類似度と音声特徴量を組み合わせた3種類の識別手法が提案され、実験的にも提案手法の性能が評価されている。その結果、オンシツコナジラミとタバココナジラミ・バイオタイプ B, Q1, Q2 の識別に関して、周波数領域の類似度を用いる手法のF値はそれぞれ 86.0, 66.7, 91.8, 90.4 (%), 音声特徴量と線形判別分析を用いる手法は、LPC は 98.3, 96.3, 93.0, 89.9 (%), MSLS は 99.8, 86.1, 93.1, 84.1 (‰), MFCC は 99.8, 87.1, 95.7, 88.6 (%) となった。音声特徴量に類似度を加えた識別手法では、LPC は 98.5, 97.1, 96.6, 96.3 (%), MSLS は 99.9, 93.4, 96.4, 93.3 (%), MFCC は 99.9, 93.4, 96.4, 93.3 (%) となった。また、識別に必要な時間は録音時間を含め 10 分程度である。これは本手法が DNA 鑑定よりも迅速であり、識別精度は同等であることを示している。

以上の成果は、音響的手法を用いることで、迅速かつ高精度なコナジラミ類の種およびバイオタイプ識別が可能であることを示しており、適切なコナジラミ防除を行う一助となることを示している。

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文は、害虫であるコナジラミ類の適切な防除のために、コナジラミ類の発生音を利用して種およびバイオタイプを推定するための計測と信号処理に関して研究を行った成果がまとめられている。計測手法としてコナジラミ類の生息環境を模擬した微小音モニタリングシステムを作製しており、これは他の微小音を発する害虫などにも適用可能であり、応用性は高い。また、このシステムを用いて録音した発生音から、コナジラミ類の音響的生態を明らかにし、この生態を利用して種およびバイオタイプ識別のための信号処理手法を開発している。提案された信号処理手法は、音声認識などの分野で発展してきた音声特徴量に加え、コナジラミ類の音響的生態に合わせた特徴量を提案し組み合わせることで、それぞれ単独で用いた場合よりも、識別性能を向上させることに成功している。この結果は、従来コナジラミ類の種およびバイオタイプ識別に用いられてきた DNA 鑑定による手法よりも、さらに迅速かつ簡便で、高精度な識別が可能であることを示している。よって、今後のコナジラミ類の防除に大きな貢献が期待される。

これらの成果はコナジラミ類だけでなく、ガ類やヨトウ類などの音響的な生態を有するその他の害虫などの防除技術への発展が見込めるため、今後の防除に関する研究において重要な意義を持つと考えられ、高く評価できる。

【最終試験の結果】

平成31年2月6日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。