

学位論文審査の結果の要旨

Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏名/Name	Salma Osman Mohamedkhair Osman
審査委員 Examining Committee	Chief Examiner 主 査 明石 欣也 (印)
	Assistant Examiner 副 査 辻本 壽 (印)
	Assistant Examiner 副 査 中川 強 (印)
	Assistant Examiner 副 査 執行 正義 (印)
	Assistant Examiner 副 査 田中 裕之 (印)
題目 Title	Exploring metabolome changes in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) under heat stress using Fourier transform infrared spectroscopy
審査結果の要旨 (2,000字以内) / Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)	
<p>世界の重要作物の一つであるコムギ (<i>Triticum aestivum</i> L.) は、高温ストレスに対して感受性が高く、収量の減少を招きやすい。高温ストレスに対するコムギの代謝応答を理解することは、地球温暖化が進行する現在において、新規な高温耐性品種の育種を促進するために重要である。植物の代謝応答を解析するためのメタボロミクス技術のうち、フーリエ変換赤外分光法 (FTIR) は、生体試料を非破壊で調べられること、細胞壁成分などの複雑な生体高分子の分析が可能であること、野外でのリモートセンシングに応用できるなどの利点を持つ。しかし FTIR がコムギの高温ストレス応答の解析に適用された例はこれまでなかった。本学位論文では、これらの背景のもと、コムギの代謝挙動を FTIR により解析する技術の構築を行い、高温ストレスに対する分子応答と、その系統間差異について検討し、以下の結果を得ている。</p> <p>本論文では第1章において、人工気象器内で栽培したコムギ農林61号 (N61) を用い、FTIR によりその代謝動態を解析する実験系の構築を行っている。第3葉展開時まで 22°C の通常状態で栽培したのち、日最高気温が 42°C の高温ストレスを付与したコムギ葉の FTIR スペクトルは、コントロール条件のスペクトルと形状が類似していた。そこで FTIR スペクトルデータにケモメトリックス分析を適用し、各波数における吸光度を変数として、線形判別分析 (LDA) による教師ありの機械学習を FTIR スペクトルデータに適用したところ、高温ストレス葉とコントロール葉を明確に識別できることが示された。さらに、LDA の負荷分析により、指紋領域内のいくつかの波数が、その識別に大きく寄与していることが示唆された。これらの波数における吸光度を用いて、Fm482, Fm576, Fm1251, Fm1465, Fm1502, Fm1729 と名付けた6つの新規スペクトルベースのバイオマーカーを開発した。これら6種のマーカー値が高温ストレス下で特異的に増加または減少することが示され、高温ストレスに暴露されたコムギ葉の化学挙動を FTIR により簡便に判別することに成功した。</p>	

次に第2章において、本実験手法を用い、高温耐性の異なる3種類のコムギ系統を比較している。Chinese Spring (CS)は高温感受性の系統として知られているものである。Imamは、世界で最も暑いコムギ栽培環境とされるスーダンで広く栽培されている高温耐性系統である。N61は、スーダンの高温乾燥地帯における圃場試験で高温耐性を示した系統である。これら3系統を人工気象器内で栽培し高温ストレスに暴露し、FTIRスペクトルデータを上述のFTIRバイオマーカーとLDAを組み合わせて分析したところ、3つの系統に共通するメタボローム挙動に加え、各系統に特異的な挙動も存在することを明らかにした。系統間で挙動が共通する例としてFm482とFm1502マーカーがあり、このうちFm482の標的波数である 482 cm^{-1} は、メトキシ基またはS-S結合の伸縮に関連することが示唆された。Fm1502マーカーはリグニン挙動を反映する可能性があり、これらのコムギ系統において高温ストレス下で細胞壁組成の物理化学的变化が生じている可能性が示唆された。

また、Fm1251マーカーとFm1729マーカーでは、高温耐性系統と感受性系統の間で異なる応答を示した。ヘミセルロースやペクチンとの関連が示唆されるFm1251マーカーは、耐性系統のImamやN61では高温ストレス下で減少したが、感受性系統のCSでは増加した。これらの結果は、細胞壁の空隙率や熱伝導率の制御要因である細胞外マトリクスの化学組成が、耐性系統と感受性系統間で異なる可能性を示唆する。カルボニルエステル領域およびその酸化誘導体のシグナル領域に存在するFm1729マーカーは、耐性系統のImamおよびN61では高温ストレス下で増加したが、感受性系統CSでは変化しなかった。従ってマーカーFm1251とFm1729は、高温耐性コムギと感受性コムギの分子応答を判別するためのツールとして利用可能であることを示唆している。

以上の研究は、高温ストレスに対するコムギ葉の分子応答を解析するために、FTIRおよびケモメトリクスを基盤とした新規技術が有効であることを示している。またコムギ葉の高温応答に関する新規な知見を提示したものであり、農学の発展に大きく貢献している。これらを総合して、本論文は学位論文として十分な価値があると判定した。

