

学位論文審査の結果の要旨

Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏 名/Name	ITAM, MICHAEL OKOI
審査委員 Examining Committee	Chief Examiner 主 査 辻 本 壽 (印)
	Assistant Examiner 副 査 明 石 欣 也 (印)
	Assistant Examiner 副 査 執 行 正 義 (印)
	Assistant Examiner 副 査 小 林 伸 雄 (印)
	Assistant Examiner 副 査 石 井 孝 佳 (印)
題 目 Title	Elucidation of <i>Aegilops tauschii</i> contribution to heat and drought tolerance diversity in bread wheat through genomics and metabolomics
審査結果の要旨 (2,000字以内) / Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)	
<p>地球温暖化の中でパンコムギを今後も持続的に生産することは重要な農学的課題である。ITAM氏は、本学位論文において、パンコムギの高温および乾燥耐性を調査するために、異種由来の染色体を部分的に導入したパンコムギ系統群を材料として研究を行った。まず、この系統群を、スーダンのストレス環境の下で栽培し、耐性を示す系統を選抜した。次に、ゲノムワイドDNAマーカーによる遺伝的多型と耐性強度の相関から、耐性に関与する染色体領域を同定した。また、同領域のゲノム配列情報から耐性に関与すると思われる候補遺伝子を見いだした。さらに、ITAM氏は一連の遺伝学的研究に加え、選抜した系統を日本の人工環境下で栽培し、耐性系統における蒸散能力と土壌水分との関係や細胞内で生じている代謝物質の動態に関する調査をそれぞれ行った。これらの研究によって、実際の圃場でみられるストレス耐性を分子レベルでのストレス応答に結びつけ、ストレス耐性育種のための学術的基盤を構築した。</p> <p>本学位論文は、6つの章で構成されており、このうち、第一章から第五章の内容は、すべて学術誌に投稿され、受理・公開済あるいは審査中である。第六章は、これら5つの章の研究に基づく総合考察をまとめた内容となっている。</p> <p>第一章では、スーダン農業研究機構の高温単独および高温・乾燥複合ストレス圃場において、タルホコムギ由来の遺伝子を導入した多重合成コムギ派生系統群を評価し、これらの表現型値の差とSNPsの違いの連関をゲノムワイド関連解析(Genome Wide Association Study, GWAS)により検証し、耐性に関するハプロタイプブロック(染色体領域)を同定した。この結果、これらの不良環境への耐性に関与する染色体領域がタルホコムギやマカロニコムギ由来の異種遺伝質中に見出された。</p> <p>第二章では、第一章で選抜した耐性系統の能力検証と栽培至適気温での乾燥ストレス耐性の調査を兼ねて、鳥取大学乾燥地研究センターのビニールハウス内に乾燥・灌水・乾燥のストレスサイクル実験区を構築して、形態変化および生理応答に関する試験を実施した。その結果、フィールド実験と同様に、系統間で表現型値のばらつきが大きく、多くの農業形質において高い遺伝率が見られた。グラフィカルジェノタイプングの結果、乾燥に強い系統の中には、4B、6B、2Dと3D染色体の特定領域にユニークな異種断片を有する場合が多く、これらの領域が乾燥耐性に関係していると結論づけられた。</p>	

第三章では、第一章および第二章の研究で見出された対照的な乾燥耐性を示す 2 系統 (MSD53 および MSD345) と戻し交雑親「農林 61 号」(N61) を研究材料として蒸散可能な土壤水分閾値を調査した。その結果、MSD53 は効率的に水を吸収して収量を増加させる性質をもつこと、また、MSD345 は蒸散量を小さくして土壤水分を節約し、乾燥ストレスが長期化する乾燥地に適する特性をもつことを明らかにした。このように、調査した選抜系統の間で乾燥適応機構が異なることを明らかにし、これは前の章で得られた結果に一致した。

第四章では、乾燥ストレスがコムギの細胞内での物質代謝に与える影響を解明することを目的として研究が行われた。N61 を研究材料とし、精密に制御された人工気象器内の環境で栽培し、開花期以降に段階的な乾燥ストレスを与え、生理的応答や細胞内の代謝産物動態を調査した。その結果、乾燥ストレスによって、アブシジン酸応答遺伝子、炭素安定同位体比、葉面温度が、大きく変動することが明らかとなった。また、網羅的代謝物 (メタボローム) 解析の結果、乾燥に応答して、窒素リサイクルの促進、アスパラギン等の蓄積による老化移行、セロトニン等の蓄積による抗老化作用が確認された。

第五章では、乾燥ストレスに強い 3 系統 (MNH5, MSD53, MSD345) と N61 について、幼苗の段階での乾燥ストレス応答を生理学的小および生化学的に評価した。その結果、MNH5 と MSD345 は、通常条件下で N61 より高い光合成能力を示し、ブドウ糖やショ糖を幼苗に多く蓄積する事を見いだした。また、これらの系統は、乾燥ストレス下で、MSD53 や N61 よりも高い水利用効率を示した。この環境条件下で 3 種類の実験系統では抗酸化力活性が上昇したが、N61 ではその変化が見られなかった。メタボローム解析では、調査したすべての遺伝子型において、6 種類の乾燥ストレス誘発性の代謝物質が同定された。このうち、4 つの代謝物 (アデニン、ガンマアミノ酪酸、ヒスチジン、プトレシン) は耐性系統において特異的に蓄積したことから、これらが乾燥耐性に重要な役割を果たしていることが示唆された。

以上のように、本論文は地球温暖化の中で求められるコムギの高温耐性形質および耐性遺伝子の同定に関する内容であり、近縁種にその遺伝資源が存在することを明らかにすることができた。さらに、選抜した系統は今後のコムギ育種素材として用いることができるため、その点でも農学に大きく貢献したと言える。本学位論文は実際のストレス圃場と人工気象条件下で育てたコムギ系統を用い、生化学レベルから農業形質までの研究成果を含む橋渡し研究として評価できる内容であると判定された。