

氏名（本籍）	PHAM THI DUNG（ベトナム）
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	博 甲 第 9697 号
学位授与年月日	令和 2 年 9 月 25 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	生命環境科学研究科
学位論文題目	Developmental and Molecular Biological Dissection of a Heat Tolerant Tomato Mutant <i>HT7</i> (耐暑性トマト変異体 <i>HT7</i> の発生生物学的および分子生物学的解析)
主査	筑波大学 教授 博士（農学） 江面 浩
副査	筑波大学 教授 博士（農学） 三浦 謙治
副査	筑波大学 准教授 博士（農学） 福田 直也
副査	筑波大学 准教授 博士（農学） 有泉 亨

## 論 文 の 要 旨

審査対象論文は、所属研究グループが保有する実験トマト品種マイクロトムの EMS 大規模変異体集団から選抜した高温栽培条件下でも高頻度に着果する耐暑性変異体 *HT7* について、植物体の詳細な発達過程や高温に対する応答の観察と高温耐性に関連する遺伝子発現の解析を行い、当該変異体の耐暑性の分子生理機構について解析を行った研究である。

著者は、*HT7* 変異体とその野生型植物 (WT) を高温条件下（昼夜温度条件 35°C/25°C、昼夜 16 時間/8 時間、光条件 60  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/s）と通常条件下（昼夜温度条件 25°C/25°C、昼夜 16 時間/8 時間、光条件 60  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/s）で栽培し、生育・発達過程の観察を行った。高温栽培条件下で、*HT7* 変異体は WT に比べて、分枝が少ないコンパクトな形態を示すとともに高い着果率（WT の約 5 倍）を示した。その結果、*HT7* 変異体は WT に対して約 2 倍の果実収量性を示した。特徴的な点としては、*HT7* 変異体の果実は発芽可能な種子を含んでいたが、WT で得られた果実には全て種子は含まれていなかった。以上の結果、*HT7* 変異体は WT に比べて、高温栽培条件下で高い果実収量性を示す特徴を有すると結論づけた。

続いて著者は、*HT7* 変異体が高温栽培条件下では種子を含む果実を効率的に着果したことから、花器形態と花粉発達について観察した。その結果、高温栽培条件下で、*HT7* 変異体は WT に比べて、自殖に不利な形態（柱頭がコーンから露出した形態）を示す花の割合が少ないこと、発芽する花粉を含む葯の割合が高いこと、葯壁の裂開が起ること（WT では裂開しない）を明らかにし、*HT7* 変異体は、総じて高温栽培条件下でも着果しやすい花器形態と花粉発達過程を維持できると結論づけた。併せて、植物の耐暑性には葉面の気孔の関与が示されていることから、葉面の気孔の大きさと密度について観察を行った。その結果、*HT7* 変

異体は WT に比べて、気孔の大きさについて差異は認められなかったが、密度は有意に低い値を示すことを明らかにした。このことから、高温栽培条件下で植物体からの水分漏出の抑制など気孔の関与が示唆された。

続いて著者は、*HT7* 変異体の耐暑性の分子機構の端緒を得るため、植物の耐暑性に関与していると報告されている転写因子、ヒートショックタンパク質遺伝子、それらの関連遺伝子の発現比較を行った。その結果、*HT7* 変異体は WT に比べて、*SIHsfAib3* や *Hsp101* など高温により発現誘導され、当該植物に耐暑性を付与すると報告されている耐暑性関連遺伝子が高発現していることを明らかにした。以上のことから、*HT7* 変異体では耐暑性関連遺伝子が高発現しており、その結果、耐暑性形質を示していると示唆された。

著者は最後に、*HT7* 変異体の育種素材としての情報整備を行うため、分子遺伝学的解析を実施した。*HT7* 変異体と WT で F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 世代を作製し、表現型の発現、分離について解析を行った。その結果、F<sub>1</sub> 個体は *HT7* 変異体と類似の表現型を示したことから耐暑性が優性形質であることが示唆され、さらに F<sub>2</sub> 世代での表現型の分離様式から複数の遺伝子により制御されていることが示唆された。加えて、原因遺伝子を同定する目的で F<sub>2</sub> 世代の高温着果個体からゲノム DNA をバルクで調製し、候補遺伝子の取得を試みた。その結果、第 6 番染色体上に QTL の候補を見出したが、原因遺伝子候補の同定には至らなかった。以上より、*HT7* 変異体の耐暑性形質は優性となることから、F<sub>1</sub> 品種が主力となっているトマトでは育種素材として利用価値は高いと判断している。

以上の研究結果から著者は、*HT7* 変異体の耐暑性は、高温栽培条件下でも受粉に適した花器形態や花粉発達能力や葯壁の裂開能力を維持できる特性に起因していること、原因遺伝子の特定には至っていないが、EMS 処理により原因遺伝子に誘発された変異が端緒となり、耐暑性関連遺伝子の発現が増強されていることによると示唆した。最後に著者は、*HT7* 変異体はトマトへの耐暑性付与の育種素材として有望であると結論づけた。

## 審 査 の 要 旨

著者は、果実発達研究のモデル植物の一つとして世界的に活用されているトマトを対象に、大規模変異体集団から単離した耐暑性変異体 *HT7* について、詳細な発達過程や高温に対する応答の観察と高温耐性に関連する遺伝子発現の解析を行い、当該変異体の耐暑性の分子生理機構の解明に取り組んだ。その結果、*HT7* 変異体の耐暑性は、高温栽培条件下でも受粉に適した花器形態、花粉発達能力、葯壁の裂開能力を維持できる特性に起因していることを明らかにした。また EMS 変異誘発処理により原因遺伝子に誘発された変異が端緒となり、従来から報告されている耐暑性関連遺伝子の発現が増強されていることによると示唆した。最後に著者は、*HT7* 変異体はトマトへの耐暑性付与の育種素材として有望であると結論付けた。地球温暖化の進行により、耐暑性作物の開発は持続的食料生産を達成するために喫緊の課題であるが、本研究はそのような耐暑性作物開発に重要な示唆を与えるものであり、学術研究として意義のある研究であると判断された。本成果を活用し、トマトの耐暑性の改良技術を開発することも可能であり、技術開発研究としても高く評価される研究であると判断された。

令和 2 年 7 月 22 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。