

## 学位論文審査の結果の要旨

### Summary of Doctoral Dissertation Examination

|  |  |
|--|--|
| 氏 名/Name   | 松 永 幸 子  |
| 審 査 委 員<br>Examining Committee   | Chief Examiner<br>主 査 辻 本 壽 (印)  |
|  | Assistant Examiner<br>副 査 明 石 欣 也 (印)  |
|  | Assistant Examiner<br>副 査 執 行 正 義 (印)  |
|  | Assistant Examiner<br>副 査 小 林 伸 雄 (印)  |
|  | Assistant Examiner<br>副 査 石 原 亨 (印)  |
| 題 目<br>Title   | Multi-omics studies of thermal response towards the development of heat-tolerant bread wheat |
| 審査結果の要旨 (2,000字以内) /Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)   |  |
| <p>コムギはイネやトウモロコシ等、他の主要穀物に比べて高温適応力が低く、高温環境においても安定して生産できる品種の開発が望まれている。松永幸子氏は、高温耐性コムギ育種につながる生理・生化学的研究を行った。</p> <p>コムギの高温耐性は重要な課題であるため、これまで、世界中で多くの高温応答の研究がなされている。しかし、その大多数は、遺伝的に類縁性の不明な複数の品種を圃場で栽培し、様々な方法で高温に暴露し、農業形質を比較して影響を調査するものであった。これに対し、松永氏は、まず、実験材料を一つの栽培品種（小麦農林61号）に固定し、人工気象器を用いて生育の様々な時期で高温に暴露し、異なる高温に対する「農林61号」の応答を農業形質とともに生理・生化学的性質の観点を変えて詳解した。さらに、「農林61号」を遺伝的背景にして作られた実験集団（多重合成コムギ派生集団、MSD 集団）の中から独特な高温応答を示す系統を選抜し、これらの生理・生化学的応答を「農林61号」と比較し、高温耐性機構を解明するための研究を行った。本論文は、これら一連の研究をとりまとめた内容を含んでいる。</p> <p>本論文では、まず、コムギの生育期を①幼苗期（幼苗期から分蘖期）、②栄養成長期（分蘖期から開花期）、③登熟期に分け、それぞれの時期に高温を暴露した区、および④全期間にわたって暴露した区を設け、それぞれの区における植物の高温応答を調査した。なお、至適温度は、昼間 22℃、夜間 18℃とし、一方、高温は昼間 38℃、夜間 18℃とした。この高温条件は、世界のコムギ栽培地で日中の温度が最も高温であるスーダン中部地域の温度を参考に設定された。</p> |  |

各区における高温暴露の結果、次のことが明らかとなった。①幼苗期での高温は老化抑制と登熟期延長を促して粒重を増加させる、②栄養成長期での高温は草丈と粒数を減少させる、③登熟期での高温は登熟期間を短縮し、粒重を減少させる、④全期間にわたって高温暴露した植物は、登熟期のみ高温を与えた植物に比べて老化が遅れる。特に、①における高温による粒重の増加、④における老化の遅延は、それぞれ高温プライミング効果および高温順化を明瞭に示したものである。

次に、これら各生育時期特異的な高温応答の物質的基礎を明らかにするため、松永氏はそれぞれの処理区の植物の出穂後 7 日目の止葉を用いて網羅的代謝物解析（メタボロミクス）を行い、代謝物蓄積の変動と高温による形態変化、光合成速度等の生理的变化等の相関を調査し、目に見える変化の背景にある植物体内の代謝機構を解明するための研究を行った。その結果、粒重などの形態変化と強く相関する物質は、 $\beta$ -アラニン、トリプトファン、セロトニン、プロリン、プトレシンであることを見いだした。各生育期特異的に変動する各物質を合成・代謝経路の上に示し、形質と代謝物質の関連を網羅的に明らかにした。これにより、ヌクレオチドサルベージ経路に関連するヌクレオシド、 $\beta$ -アラニン、セロトニンの蓄積量は、登熟期の老化を抑制することによる粒重の増大、即ち高温プライミング効果に関連していることが明らかになった。また、全期間の高温暴露は登熟期の高温によって蓄積する代謝物の動態を下方制御させるという、高温順応の背景にある現象を捉えることができた。したがって、これらの形質と関与する代謝物は育種選抜時のバイオマーカーとして利用でき、一連の発見は植物の全生育期を通じて高温に強靱な植物をデザインする上での基本的知見を与えるものである。

さらに、松永氏はこの知見を、高温耐性候補系統に適用した。この高温耐性候補系統は、スーダンの高温ストレス圃場において、多様性集団から選抜した 6 系統である。これらの系統と「農林 6 1 号」を人工気象器で栽培して高温を暴露し、開花後 7 日目の止葉における代謝物質含有量と最終的な農業形質を測定した。それらのデータを用いて重回帰分析を行い、各系統の高温耐性と育種利用への将来性を評価した結果、系統特異的な農業形質の違いをバイオマーカーの質的・量的変動から高精度に予測することができ、本実証試験の中で収量向上に貢献する有力な高温耐性候補系統として、2 系統を選抜した。これらは、収量向上に重要な千粒重と粒数の増加にそれぞれ寄与する遺伝子（群）をもつと考えられる。

本研究はコムギの高温応答を厳密に管理された人工気象器内で観察し、生育時期特異的な形質変化と、その変化の背景に存在する物質の挙動から、高温耐性系統を確実に選抜するという新しい育種技術を提案したものであり、博士論文として評価できる内容を十分に含むものと判断された。