

# 論文審査の結果の要旨

氏名 矢野 亮 一

本論文は4章からなる。第1章は、イントロダクションであり、植物の低温馴化に関する分子生物学的および分子遺伝学的側面からの研究を概説している。その内容は、十分に詳細で、網羅的であり、博士（理学）にふさわしい学識のあらわれであると評価できる。ここでは、また、これまで明らかにされていない問題点を示し、特に、低温における糖の蓄積のしくみの解明が耐凍性形質の理解にとって重要であることを述べている。一方、耐凍性遺伝形質は糖以外の因子を含めた複合的形質であることから、これらの因子を深く解析するためには、耐凍性変異株の探索が重要であることを述べている。

第2章では、低温での糖の蓄積と耐凍性の向上に対するデンプン分解経路の寄与について、シロイヌナズナロゼット葉を用いて検証している。デンプン（アミロペクチン）のリン酸化を司る酵素 $\alpha$ -glucan/water dikinase (GWD) の突然変異体で、デンプン分解の制限された変異株 *starch excess 1 (sex1)* を、1日以内の低温(2℃)に曝すと、デンプン分解の指標であるマルトオリゴサッカライド (MOS) の蓄積が極度に抑制されるが、このとき、*sex1* は野生型と較べて、一部の可溶性糖の蓄積に遅延がみられ、同時に耐凍性の向上も抑制されることを明らかにしている。一方、7日間の低温処理では、*sex1* 変異株と野生型で、糖の蓄積量と耐凍性にほとんど違いが見られず、SEX1 依存デンプン分解経路は、最大耐凍性を支配しないことも明らかにしている。SEX1 依存デンプン分解経路と耐凍性との遺伝学的関係は、野生型 *SEX1* 遺伝子の cDNA による相補実験からも支持される。また、*sex1-7* 変異株の GWD 活性は低温で変動しないことから、GWD/SEX1 は低温でのデンプン分解の制限要因ではあるが制御要因ではないことを明らかにしている。以上の成果は、すべて新奇の知見であり、低温馴化におけるデンプン分解の重要性を明確に証明している。以上に加えて、*SEX1* 遺伝子の低温応答性は、新奇の低温応答性シスエレメントおよびそのトランス因子による転写制御による可能性が高いことも述べており、

これは、低温馴化の遺伝子発現制御研究に新たな展開を生み出す発見である。

第3章では、新しいシロイヌナズナの耐凍性変異株を単離するために、脱馴化スクリーニング法を開発し、その結果、得られた変異株 *freezing tolerant 1* (*frt1*)の性質と原因遺伝子の同定について述べている。論文では、*frt1* 変異株が、耐凍性の度合いと一致して、成熟葉特異的に糖およびデンプンを過剰蓄積することを明らかにし、その原因が成熟葉における糖の転流の阻害によることを述べている。また、*frt1* 変異株では、稔性の低下や生長の抑制と一致して、成熟葉から花および根へ糖が転流しにくいことを示し、*FRT1* 遺伝子が、ソース葉からシンク器官への糖転流の効率に影響することについて述べている。さらに、*frt1* 変異の原因遺伝子を同定し、*FRT1* 遺伝子が、細胞壁を構成するペクチン質の分解に関与する、ペクトリアーゼ様タンパク質をコードすることを明らかにしている。シロイヌナズナ・ゲノム上には *FRT1* 遺伝子の他に 26 個のペクトリアーゼ様タンパク質をコードする遺伝子が存在する。しかし、*FRT1* と最もアミノ酸配列の相同性が最も高い POWDERY MILDEW RESISTANCE 6 (PMR6) の変異株 *pmr6-1* は、*frt1* 変異株とは全く異なる表現型を示すことから、ペクトリアーゼ様遺伝子ファミリーの各メンバーは、植物の発達と適応において特有の役割を担っている可能性についても述べている。一方、 $\beta$ -glucuronidase (GUS) レポーター遺伝子の活性を指標に、*FRT1* 遺伝子のプロモータ活性を調べた結果、*FRT1* 遺伝子の発現は成熟葉の篩部に特異的であることを明らかにし、同時に、そのプロモータ活性が葉の発達とソース化に伴い、葉の先端から基部へ向けて起こることを明らかにしている。以上の成果は、すべて新奇の知見であるばかりか、*FRT1* 遺伝子が葉のソース化に伴った糖転流経路の構築に関与するという大変興味ある知見を見いだしており、シロイヌナズナの糖転流の仕組みに関する研究において、新たな視点を提供するものである。

第4章では、2, 3章の内容を総括するとともに、今後の研究について、博士(理学)にふさわしい展望と所見を述べている。

なお、本論文の第2章は、中村正展、米山忠克、西田生郎と、第3章は、中村正展、米山忠克、藤川清三、西田生郎と共著であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。