

## 審査の結果の要旨

氏名 モレ シャミタ ラオ  
Morey Shamitha Rao

液胞型インベルターゼ(VINs)は植物体内の糖蓄積や浸透圧調節において重要な役割を果たしており、古くはシロイヌナズナの胚軸生長やワタの繊維の伸長など、また近年ではトマト果実の成熟や気孔の開閉などに関与していることが明らかとなっている。また、冷温下で誘導され、エネルギー供給に関わることや、サトウキビやスイートソルガムの糖蓄積にも関わることが知られている。したがって、VINsは植物の成長に深く関わることから農学および生理学にとってその解析は必須と考えられる。そこで、本研究はイネとスイートソルガムに着目し、子実収量や糖収量を定める要因であるシンク能力の向上に対するVINsが関わる糖代謝の貢献について明らかにすることを目的として行われた。

### 1. イネにおける *OsINV2* および *OsINV3* 突然変異体の解析

イネにおける2つのVINs、すなわち *OsINV2* と *OsINV3* について、*Tbs-17* レトロトランスポゾン挿入突然変異系統（ノックアウト系統）と野生型および相補系統を用いてその生理学および農学的特性の評価を行った。その結果、*OsINV3* ノックアウト系統は、幼植物の地上部および根の乾物生長が劣ること、生殖生長期には穂が短く子実が小さくて軽く、それは穎の細胞が小さいためであることが明らかとなった。さらに、*OsINV3* プロモーター-レポーター（GUS）導入系統の観察により、形成中の穂の穎および伸長中の枝梗での発現が認められ、このことは *OsINV3* が細胞伸長を、ひいては小穂の大きさや穂の長さを規定していることを示唆している。圃場で栽培したノックアウト系統においても登熟歩合や千粒重、および収量の顕著な低下が観察され、穂への同化産物の分配の著しい低下とヘキソース/ショ糖比の低下が認められた。さらに、*OsINV3* の発現は開花直後の子実登熟開始期に子房背側に観察され、*OsINV3* が子実登熟に重要な役割を担っていることが示唆された。*OsINV2* については、圃場で栽培したノックアウト系統においても顕著な差異は観察されず、*OsINV3* とは異なる働きをしていることが推察された。以上の結果から、*OsINV3* がイネの子実収量の確保において必要不可欠な生理学的役割を果たすことが明らかとなり、鍵となる主要な機能を果たすVINであることが示された。

### 2. イネ幼植物の冷温ストレスにおける *OsINV3* の役割

*OsINV3* のノックアウト系統と野生型および相補系統の幼植物を用いて、4℃の低温から

の回復を調べた。その結果、野生型はロックアウト系統に比べて高い生存率を示した。さらに、12°Cで馴化した後の4°C暴露からの回復では、野生型に比べてロックアウト系統で顕著な生育低下が見られた。野生型では、馴化中に *OsINV3* の転写量の上昇が認められ、それはショ糖とヘキソースの量と同様の傾向であった。*OsINV3* の転写量は、ABA 付与やグルコース付与によって上昇した。したがって、*OsINV3* は ABA とグルコースに対して強く反応し、それは低温への馴化および耐性をもたらす重要なメカニズムであることが初めて示された。

### 3. スイートソルガムの茎への糖蓄積における *SbINV1* と *SbINV2* の役割

世界および日本のソルガム多品種を圃場条件で栽培し、バイオエネルギー資源作物として重要な茎部への糖蓄積能力の評価を試みた。その結果、茎部のショ糖含有率と糖度（ブリティクス）の間に強い正の相関関係が認められ、迅速かつ大量のスクリーニングに利用できることが示された。そして、デンプン含有率と糖蓄積能力の間には一定の傾向は見られず、形態的な形質、たとえば草丈が高い、葉数が多い、栄養成長期間が長いといった形質が茎部ショ糖含有率と正の相関関係にあることを示した。また、さらに、ソルガムの VINs である *SbINV1* と *SbINV2* のうち *SbINV2* の転写量がショ糖の蓄積量と強い負の相関関係あることが明らかとなり、これは分子育種のための鍵の候補となることが示された。

以上より、イネにおける VINs の主要な役割として下記が明らかとなった。

- ・シンクである小穂の細胞伸長において、*OsINV3* が浸透調節およびグルコースによる制御によってその大きさを決定すること。
- ・*OsINV3* がヘキソース/ショ糖比を制御することによって、子実生長初期におけるシンクへの光合成産物の分配を決定すること。
- ・ABA と糖による *OsINV3* の制御によって低温に対する馴化や回復が起こること。

さらに、スイートソルガムの茎におけるショ糖の蓄積において *SbINV2* が強く関わっていることが明らかにされた。

これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが多大である。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として合格であると認めた。