

「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化
と生産物活用のための基盤技術の創出」
平成 24 年度採択研究代表者

H27 年度
実績報告書

重岡 成

近畿大学 農学部
教授

シンク/ソース同時改良による植物生産性強化の基盤開発

§ 1. 研究実施体制

(1)「近畿大」グループ

- ① 研究代表者: 重岡 成 (近畿大学農学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・遺伝子導入によるサツマイモの生産性増大及びストレス耐性能付与とその評価

(2)「奈良先端大」グループ

- ① 主たる共同研究者: 横田 明穂 (奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究推進センター・特任教授)
- ② 研究項目
 - ・ジャガイモにおけるシンク器官の機能強化遺伝子の解析とソース機能強化遺伝子とのシナジー評価
 - ・イモ類の葉緑体形質転換法の確立と生産機能強化への応用

(3)「筑波大」グループ

- ① 主たる共同研究者: 菊池 彰 (筑波大学生命環境系、准教授)
- ② 研究項目
 - ・環境ストレス耐性遺伝子組換えイモ類の作出と選抜
 - ・第一種使用に向けた試験栽培と生物多様性影響評価試験

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、単位面積当たりの収穫量とハーベストインデックスが植物中でほぼ最大であるイモ類、すなわち高地や中緯度地域向けのジャガイモ、中緯度から赤道近く向けのサツマイモを研究対象植物に用い、光合成カルビン回路の律速である2つのホスファターゼ反応をラン藻由来のフルクトース-1,6-/セドヘプツロース-1,7-ビスホスファターゼ(FBP/SBPase)で強化し、同時に野生種スイカの乾燥時の根の急速な発達に関わる *CLRANGTPase1* 遺伝子をサツマイモ及びジャガイモに導入することによって、個々の遺伝子の生産機能強化能力を評価するとともに、ソースとシンク間の代謝連携を解析する。その中で、サツマイモの根の発達や塊根の肥大化、ジャガイモのストロンの形態形成や塊茎肥大化に機能する遺伝子を明らかにし、既存の環境耐性遺伝子も、これら生産機能強化遺伝子とともにイモ植物に導入することにより、植物生産機能を生産力、環境耐性能力両面から強化する。また、イモ類の葉緑体形質転換法を確立して、その技術を生産機能強化へ応用する。これらの形質転換植物を隔離ほ場レベルで評価し、実用化に向けた植物生産性強化の技術基盤を整備する。

サツマイモから単離した緑色光合成器官で明期特異的に機能する *pIbrbcS1* プロモーター¹⁾制御下で FBP/SBPase を導入した“改良型 *FBP/SBPase* 導入サツマイモ”を作出した。形質転換体は非形質転換株と比較して高い光合成活性を示しており、バイオマス生産性が向上する傾向が見られた。また、RNA-seq 解析により、サツマイモの塊根形成に関わる遺伝子の探索を行い、不定根原基において約 6000 遺伝子が茎と比較して 2 倍以上高発現していることを明らかにした。また、発現量の高い遺伝子群を網羅的にシロイヌナズナへ導入し、根の伸長を指標にスクリーニングを行ったところ、顕著な根の伸長促進が見られる遺伝子が存在した。

一方、シンク機能強化遺伝子として野生種スイカの根発達関連遺伝子 *CLRAN1* とソース機能強化を実現する *FBP/SBPase* 遺伝子をジャガイモで発現させた場合、シンク組織である塊茎の高収穫量をもたらすことを見出している(図 1)²⁾。これらの遺伝子の生産性に対するシナジー効果を分子レベルで解明することにより、植物生産機能を強化できる基盤技術の開発を図る。ならびに、サツマイモとジャガイモの光合成機能強化を目的に葉緑体形質転換法を開発する。スペクチノマイシン耐性遺伝子 *aadA* と *FBP/SBPase* 遺伝子を葉緑体ゲノムへ導入し、組織培養技術を駆使して葉緑体形質転換株を作出する。



図1. 野生種スイカ由来のCLRAN1遺伝子をCaMV S35プロモーター制御下で導入したメークインの塊茎数増加

特定網室において、それぞれのグループが作出した形質転換イモの栽培試験を行った。マングリン導入ジャガイモに関して、耐性と成長性等を勘案した2系統に対して、生産力検定試験を実施し、塊茎の生産量の比較を行った。非ストレス条件では非組換え体、組換え体ともに同等の生産を示したが、塩水灌水条件では1個体当たりの塊茎生産に差異が生じ、有為に組換え体2系統で総生産が高かった。*HsfA2* 導入株では、気孔コンダクタンスが低下し、光合成量が抑制されているにもかかわらず、茎葉を含めた総バイオマスには顕著な差異は認められなかった。これは、呼吸等による消耗が抑制され、光合成生産物が植物体に維持されている事が考えられた。本系統はストレス環境下で巧く生産性を維持し

ていると考えられるため、*FBP/SBPase* 導入によって光合成能の向上をはかれば生産性の強化を行う事ができるものと期待される。さらに、当該組換え体に対しては、生物多様性影響評価試験を実施しており、非組換え体との間に有意差は認められていない。また、作出に成功した *FBP/SBPase* を導入したジャガイモ葉緑体形質転換体を、今後隔離ほ場で評価するにあたり、先行して得られている *FBP/SBPase* を導入したタバコ葉緑体形質転換体について、特定網室において栽培を実施し、生物多様性評価試験を2回実施した。共に、組換え体と非組換え体間に有意差は認められず、生物多様性影響が引き起こされるとはないと考えられた。当該試験は、宿主が異なるので、本結果をそのまま当てはめる事はできないが、葉緑体形質転換ジャガイモでも生物多様性影響を引き起こすような性質が当該遺伝子導入により引き起こされる可能性が低いことが考えられた。