

「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

H26 年度
実績報告書

重岡 成

近畿大学 農学部 バイオサイエンス研究科
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* 遺伝子及び *CLZFB1* 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。

ラン藻 FBP/SBPase をサツマイモ緑色光合成器官で明期特異的に発現させるためのプロモーターとして、前年度単離したサツマイモルビスコスモールサブユニットプロモーター (*pIbrbcS1*) に加えて、*IbrbcS2* 遺伝子を同定した。これら2つの *rbcS* 遺伝子の組織特異的な発現を解析したところ、*IbrbcS1* の発現は緑葉組織特異的であったのに対し、*IbrbcS2* は根、及び塊根に発現していた。さらに、GUS レポーターアッセイにより、*pIbrbcS1* プロモーターは緑葉組織で光誘導的に機能することを明らかにした(Tanabe et al., Gene, in press)。そこで、*pIbrbcS1* 下流に *FBP/SBPase* 遺伝子を連結させたコンストラクトをサツマイモ胚性カルスに導入し、抗生物質耐性を示す植物体を数株得ている。一方、シロイヌナズナから単離した抗ストレス遺伝子 (*HsfA2*) を恒常的に発現させた2株の形質転換体を作出した。活性酸素種生成剤であるパラコート処理による酸化ストレス感受性試験を行ったところ、形質転換株は野生株と比較して感受性の低下を示し、クロロフィルの減少も顕著に抑制された(Tanabe et al., In preparation)。

ソース機能とシンク機能を個別に強化するための核染色体への遺伝子導入株を新規に作成した。これまでの組換えジャガイモとともにこれらのラインの栽培特性を解析するために、植付け用の種芋を得るための栽培を行っている(図1)。植物体あたりの塊茎数を増加させるジャガイモ内生遺伝子を見出したので、この遺伝子を組織及び時期特異的に強力に発現させるためのプロモーターの取得を目指している。一方で、イモ類の光合成機能を最大限まで強化する目的で、ジャガイモに加えてサツマイモの葉緑体 DNA への FBP/SBPase 遺伝子の導入を試みている。葉緑体形質転換体を再生後に、FBP/SBPase 遺伝子の高発現効果とイモ生産機能への影響を解析する。

環境ストレス耐性遺伝子をジャガイモに導入し、環境ストレス耐性遺伝子組換えジャガイモの作



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

出と優良系統の選抜である。マンダリン遺伝子のジャガイモへの導入については、培養レベルでの耐性系統の選抜に着手した。これまでに得られた遺伝子導入系統に対して、塩耐性選抜試験を実施し、非組換え体に比べ塩条件下での生育が良い9系統を選抜することが出来た。今後、栽培室での耐性評価を実施し、優良系統の絞り込みを行った後に、特定網室における生産力検定を目指す。

第一種使用に向けた栽培試験であるが、光合成能力の強化を目的として *FBP/SPBase* 遺伝子を恒常的に発現する遺伝子組換えサツマイモ 2 系統の栽培試験を実施した。栽培中の光合成能と塊根の生産性の評価を行ったところ、両指標とも非組換え体に比べ若干増加する傾向が認められている。一方、環境ストレス耐性付与を目的とした *HsfA2* を恒常的に発現する遺伝子組換えサツマイモ 2 系統について、耐暑性の評価を実施した。*HsfA2* 導入系統では蒸散が抑制されており、葉の表面温度が高い傾向にあるが、光により葉に生じる可視傷害が軽減される傾向が認められている。また、バイオマス(茎葉と塊根の総量)の高い組換え系統が1つ認められており、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。