

「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 23 年度採択研究代表者

H26 年度 実績報告書

田中 歩

北海道大学 低温科学研究所 生物環境部門
教授

葉緑体機能改変によるステイグリーン植物の創出

§ 1. 研究実施体制

(1) 田中グループ

- ① 研究代表者: 田中 歩 (北海道大学低温科学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・ステイグリーン株の選抜
 - ・光化学系色素系の改変

(2) 草場グループ

- ① 主たる共同研究者: 草場 信 (広島大学大学院理学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・安定で強力なステイグリーン植物作製の基盤技術の開発
 - ・バイオマスの向上に向けた技術開発とステイグリーン技術の有用植物への応用

(3) 坂本グループ

- ① 主たる共同研究者: 坂本 亘 (岡山大学資源植物科学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・安定で強力なステイグリーン植物作製の基盤技術の開発
 - ・バイオマスの向上に向けた技術開発とステイグリーン技術の有用植物への応用

§ 2. 研究実施の概要

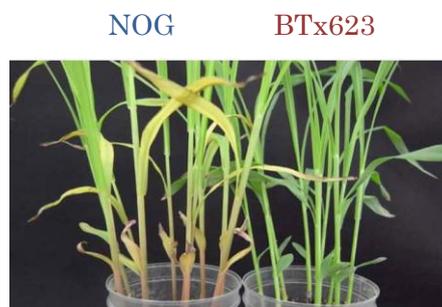
植物のバイオマスは最終的には光合成に依存しています。そのため、植物の光合成能力を増強することはバイオマス増加の有力な手段と考えられます。光合成能力を増強するには、光合成の効率を高める方法と光合成する期間を長く持続させる方法があります。ステイグリーン植物は、緑を長く保つため、光合成活性が長く保たれます。実際、トウモロコシ等のステイグリーン株はバイオマスが増加していることが知られています。本研究はステイグリーン作製の技術を開発し、バイオマスの増強された植物の作製を目指しています。

ステイグリーン形質の強化:ステイグリーン株は光合成の制御や仕組みの改変を伴うことがあります。そのため、活性酸素種の生成や未解明な理由で、細胞死が引き起こされることがあります。そのため、光合成の改変に伴う細胞死を防ぐことは安定なステイグリーン植物を作製するために必要です。私たちが開発したステイグリーン植物を調べたところ、クロロフィル分解産物のフェオフォルビドが細胞死の原因であることが解りました。そこで、このフェオフォルビドを蓄積しないようにクロロフィル分解経路を改変したところ、細胞死が抑制されました。また、クロロフィル還元酵素 NYC1 の変異を導入したところ、ほぼ完全に細胞死を防ぐことが出来ました。そこで、NYC1 の調節機構を調べたところ、基質によるフィードフォワードな調節を受けていることが解りました。

葉緑体の品質保持機構の解明:光合成を効率よく進めるためには、葉緑体の機能維持機構を解明し、それを応用することが求められています。葉緑体機能因子の中で、葉緑体とミトコンドリアに局在する Mg 依存性エキソヌクレアーゼ DPD1 を見出しました。dpd1 変異株を調べることで、DPD1 による葉緑体 DNA の分解は葉の寿命 (point of no return) を規定する1つの作用であることが明らかになりました。また、従来の研究では、光化学系 I と光化学系 II は独立して存在するとされていましたが、私たちは光化学系 I と光化学系 II からなる超複合体の存在を見出しました。これは、色々なストレス下で葉緑体の品質保持の役割を担っていると考えています。

バイオマスの増加する植物の作製:バイオマス利用が期待されるソルガムにおいてステイグリーン形質を明らかにするため、ステイグリーンの品種間差とその評価法を確立しました。ステイグリーン系統 (BTx623) と非ステイグリーン系統 (NOG) の組換え同質系統 252 個体を育成し、F7 世代まで育成しています。これらの成果をもとに、ソルガムのステイグリーン形質に関する遺伝子の解明とその利用によるバイオマス生産性向上を目指しています。

私たちが単離したイネステイグリーン突然変異体 fsg1 のバイオマス関連形質を調査したところ、野生型に比べてやや穂重が重い一方、稲わら重が軽いこと、ハーベストインデックスが高くなっていることが分かりました。その原因遺伝子について調べているところです。



ソルガムステイグリーン評価法の開発
(左)非ステイグリーンソルガム (NOG)
(右)ステイグリーンソルガム (BTx623)

代表的な原著論文

●1

Yokono M, Takabayashi A, Akimoto S and Tanaka A, "A megacomplex composed of both photosystem reaction centres in higher plants." *Nat. commun.* Vol. 6, No. 6675, 2015 (DOI: 10.1038/ncomms7675)

●2

Jia T, Ito H, Hu X and Tanaka A, "Accumulation of NON-YELLOW COLORING 1 protein of the chlorophyll cycle requires chlorophyll *b* in *Arabidopsis thaliana*" *Plant J.* vol. 81, No.4, pp.586-596, 2015 (DOI: 10.1111/tpj.12753)

●3

Nakano M, Yamada T, Masuda Y, Sato Y, Kobayashi H, Ueda H, Morita R, Nishimura M, Kitamura K, and Kusaba M, "A green-cotyledon/stay-green mutant exemplifies the ancient whole-genome duplications in soybean", *Plant Cell Physiol.* vol. 55, No.10, pp1763-1771, 2014 (DOI: 10.1093/pcp/pcu107)