

「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

鹿内 利治

京都大学 大学院理学研究科  
教授

構造と進化の理解に基づく光合成の環境適応能力の強化

## § 1. 研究実施体制

### (1) 鹿内グループ

- ① 研究代表者：鹿内 利治 （京都大学大学院理学研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・ 光化学系 I の強化
  - ・ サイクリック電子伝達の最適化
  - ・ 炭酸固定の強化と光合成系全体の最適化

### (2) 池内グループ

- ① 研究代表者：池内 昌彦 （東京大学大学院総合文化研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・ 光化学系 II 水分解系の強化
  - ・ 光化学系 I の強化

### (3) 高橋グループ

- ① 主たる共同研究者：高橋 裕一郎 （岡山大学大学院自然科学研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・ 光化学系 II 水分解系の強化
  - ・ 光化学系 I の強化

### (4) 牧野グループ

- ① 主たる共同研究者：牧野 周 （東北大学大学院農学研究科、教授）

②研究項目

- ・サイクリック電子伝達系の最適化
- ・炭酸固定の強化と光合成系全体の最適化
- ・革新的光合成測定技術の開発

## § 2. 研究実施の概要

現在の光合成研究の技術の粋を生かし、光合成の基本反応の強化と光合成の環境適応能力の最適化を行う。最終的にイネを材料に優れた光合成システムをモデル化し、その評価を行う。光合成の基本反応の改変や有用遺伝子の探索は、シロイヌナズナに加えて、シアノバクテリアやクラミドモナスなどの藻類を活用する。光合成改変の効果は、シロイヌナズナ(葉緑体形質転換を必要とする場合はタバコ)を用いて、比較的短時間で被子植物において評価する。シロイヌナズナでの研究成果をイネに適応し、光合成強化の詳細な評価を行う。現在望める最高水準の光合成評価系を運用し、実際に育種に使える遺伝子資源の評価を行う。

具体的には、① 結晶構造の情報をもとに、光化学系Ⅱの水分解によって生じた  $H^+$  を効率よくチラコイドルーメンに放出する変異を導入する。すでにクラミドモナスで強光に耐性を付与する変異を特定している。光化学系Ⅱの強化は、下流の電子伝達や二酸化炭素固定能を同時に補強してやらないと、深刻な光化学系Ⅰの光阻害を引き起こす。そこで、二つの戦略でこの問題の解決を目指している。一つは、② 光化学系Ⅰのアセンブリ能力の改変による修復系の強化であり、すでにシアノバクテリアで成果をあげており、シロイヌナズナで効果を評価する。もう一つの戦略は、③ 光化学系Ⅰで生じた過剰な電子を酸素還元を用いて安全に消費する系の確立である。シロイヌナズナにおいて、大きな効果を確認しており、イネでの評価を行う。二酸化炭素の固定を行う **Rubisco** は、電子伝達系からの制御を受ける。シロイヌナズナで解明されたサイクリック電子伝達に関わる遺伝子をイネでノックダウンし、 $H^+$  駆動力と **Rubisco** の活性化の関連を調べる。④ サイクリック電子伝達を最適化することで、光合成と光阻害回避のトレードオフを環境に最適化させる。また、⑤  $H^+$  駆動力の成分制御 ( $\Delta pH$  と膜電位) の調節により(チラコイド膜に局在する  $H^+/K^+$  アンチポーターに注目)、イネで **Rubisco** の活性化率を上昇させることを目指す。作成したイネの組換え体は、両光化学系における電子伝達と二酸化炭素固定を解析し、光合成能力の強化を窒素ベースで評価する。

