

関西学院大学 研究成果報告

2019年3月15日

関西学院大学 学長殿

所属：理工学研究科
職名：博士研究員
氏名：小川敬子

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	<input type="checkbox"/> 特別研究期間 <input type="checkbox"/> 自由研究期間 <input type="checkbox"/> 大学共同研究 <input type="checkbox"/> 個人特別研究費 <input checked="" type="checkbox"/> 博士研究員 ※国際共同研究交通費補助については別様式にて作成してください。
研究課題	C ₄ 光合成を可能にしたプロトン駆動力制御の進化の解明
研究実施場所	神戸三田キャンパス
研究期間	2018年4月1日 ～ 2019年3月31日（12ヶ月）

◆ 研究成果概要 （2,500字程度）

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

C₄植物が行うC₄型光合成は、光合成機能を分業する二種類の細胞、すなわち葉肉細胞と維管束鞘細胞との間でC₄代謝産物を輸送する「C₄回路」を使い、ルビスコが局在する維管束鞘細胞に二酸化炭素を濃縮することで、高いCO₂固定効率を実現している。その一方で、C₄型光合成ではC₄回路の駆動のためにC₃型光合成よりも多くのエネルギーが必要となる。このようなC₄型光合成におけるエネルギー需給バランスの調節には、光化学系Iサイクリック電子伝達が寄与していると考えられる。本研究では、同属内にC₃種およびC₄種の植物が現存するキク科フラベリア属植物を用い、C₄化に伴い獲得された二酸化炭素濃縮機構を支える細胞特異的なエネルギー獲得制御システムに重要なサイクリック電子伝達に着目して解析を行っている。

光化学系Iサイクリック電子伝達の経路として、陸上植物ではNDH複合体依存の経路とPGR5/PGRL1タンパク質依存の経路の二つが同定されている。各経路のC₄型光合成への寄与を調べるため、当研究室ではNADP-MEタイプのC₄型光合成を行う*Flaveria bidentis*のPGR5、PGRL1または*NdhO*遺伝子のノックダウン株を作出しており、昨年度までに、250 μmol m⁻² s⁻¹の光強度下で生育した時、PGR5、PGRL1遺伝子ノックダウン株は野生株と差がない生育速度を示す一方、*NdhO*遺伝子ノックダウン株の生育は顕著に遅いことを明らかにしている。この結果は、NDH複合体依存のサイクリック電子伝達経路がC₄種*Flaveria bidentis*の生育

にとり重要であることを示唆している。その一方で、 $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ という光強度は C_4 植物の生育光としては弱いため、 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の強光下においても各サイクリック電子伝達経路抑制株の生育速度を調べた。その結果、 $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で生育した時と同じく、*PGR5*、*PGRL1*遺伝子ノックダウン株では野生株、ベクターコントロールとの差は見られず、*NdhO*遺伝子ノックダウン株だけが遅い生育を示した。また、*NdhO*遺伝子ノックダウン株に*PGRL1*遺伝子ノックダウン株を交配させて得た二重抑制株は、*NdhO*遺伝子単独ノックダウン株より更に遅い生育を示した。

光化学系 I サイクリック電子伝達の各経路の抑制が光化学系 I、ひいては光合成電子伝達鎖に与える影響を明らかにするため、サイクリック抑制株について光化学系 I 反応中心クロロフィルP700の吸収変化を測定し、光化学系 I の酸化還元状態を調べた。その結果、*PGR5*、*PGRL1*遺伝子ノックダウン株は生育光照射下では野生株との差が見られなかったのに対し、強光照射下では野生株よりも光化学系 I が還元状態にあることが明らかとなった。これは、光化学系 I の電子受容側の制限が増大することに起因していると考えられる。その一方で、*NdhO*遺伝子ノックダウン株は、光環境によらず、電子供与側の制限の増大により光化学系 I が野生株よりも酸化されていることが分かった。このような各サイクリック電子伝達経路の抑制が光化学系 I 酸化還元状態に与える影響の違いから、*PGR5*、*PGRL1*遺伝子ノックダウン株と*NdhO*遺伝子ノックダウン株とで、光化学系 I の強光感受性に差が見られることが予想された。そこで、 $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の強光照射処理による光化学系 I 最大酸化レベルの変化を測定し、サイクリック電子伝達のNDH複合体依存経路または*PGR5*/*PGRL1*タンパク質依存経路のそれぞれが光化学系 I の光保護に寄与するかについて調べた。その結果、強光処理による光化学系 I 最大酸化レベルの変化において、*PGR5*遺伝子ノックダウン株と*NdhO*遺伝子ノックダウン株との間に差が見られた。しかし、以上の結果は葉における光化学系 I 反応中心クロロフィルP700の吸収変化をそのまま測定して得たものであるため、葉肉細胞と維管束鞘細胞のどちらの光化学系 I の状態を見ているか判断できない。今後、葉肉細胞と維管束鞘細胞を分画したうえで、サイクリック電子伝達の各経路の抑制が葉肉細胞、維管束鞘細胞それぞれの光化学系 I に与える影響について調べる必要がある。

在職期間中の学会発表等

1. ○Takako Ogawa, Kana Kobayashi, Yukimi Taniguchi and Yuri Munekage “Contribution of cyclic electron flow around photosystem I to C_4 photosynthesis in *Flaveria bidentis*” (Japan-Finland Seminar 2018 ,Kobe, Japan, 09/2018)
2. ○Takako Ogawa, Kana Kobayashi, Yukimi Taniguchi and Yuri Munekage “NDH-dependent cyclic electron flow around photosystem I has a greater role in C_4 photosynthesis than *PGR5*/*PGRL1*-dependent one in *Flaveria bidentis*” (International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis 2018, Kurashiki, Japan, 11/2018)
3. ○小川敬子、小林加奈、谷口幸美、宗景ゆり「 C_4 光合成における循環的電子伝達の役割」(第60回日本植物生理学会年会、名古屋大学、2019年3月)

以上

提出期限：研究期間終了後2ヶ月以内

※個人特別研究費：研究費支給年度終了後2ヶ月以内 博士研究員：期間終了まで

提出先：研究推進社会連携機構（NUC）

※特別研究期間、自由研究期間の報告は所属長、博士研究員は研究科委員長を経て提出してください。

◆研究成果概要は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は研究推進社会連携機構までご連絡ください。