

二国間交流事業 共同研究報告書

平成23年3月24日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 北海道大学・低温科学研究所

職・氏名 (ふりがな) 教授・田中 歩 (たなか あゆみ)

1. 事業名 相手国 (インド) との共同研究 振興会対応機関 (DST)

2. 研究課題名 低照度下における効率的な光エネルギーを捕集する形質転換植物の作成

3. 全採用期間

平成21年6月1日 ~ 平成23年3月31日 (1年10ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 2,000,000円

初年度経費1,000,000円、 2年度経費1,000,000円、 3年度経費0円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 0円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
たなか りょういち 田中 亮一	北海道大学・准教授	形質転換株のクロロフィル分解
たかばやし あつし 高林 厚史	北海道大学・助教	形質転換株の光合成測定
さくらば やすひと 櫻庭 康仁	北海道大学・大学院生	形質転換株の遺伝子発現解析
ながね ともひろ 長根 智洋	北海道大学・大学院生	形質転換株のクロロフィル分解
なかじま さおり 中島 沙織	北海道大学・大学院生	クロロフィル b 合成調節機構
くりはら かつのり 栗原 克宜	北海道大学・大学院生	クロロフィル b 欠損株 ch1-1 の光化学系
めぐろ みき 目黒 美生	北海道大学・大学院生	クロロフィル b 分解

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Jawaharlal Nehru 大学・教授・Baishnab C. Tripathy

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
Mr. Vivek Ambasth	Jawaharlal Nehru 大学・大学院生（インド）	CA0 の過剰発現体の解析

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

【研究目的】

光合成は、光エネルギーを捕捉し、これを利用して糖を生成する反応である。そのため、光合成はあらゆる生物活動の最も基本的なプロセスであるばかりでなく、地球環境にも重要な役割を担っている。この光合成で最も基本的な過程は、光エネルギーの捕捉である。光エネルギーの捕捉は、中心集光装置と周辺集光装置で行われている。中心集光装置は、酸素発生型生物に高度に保存されているばかりでなく、環境変化に対してもほとんど変化しない。それに対して、周辺集光装置は光環境に応じてその大きさを変化させることができる。緑色植物において周辺集光装置は、集光性クロロフィル *a/b*-タンパク質複合体 (LHC) で形成されている。そのため、集光装置の大きさは LHC の量で決定される。

我々はこれまでの研究で、LHC の量はクロロフィル *b* の合成量で決定され、クロロフィル *b* は Chlorophyllide *a* oxygenase (CAO) の活性で調節されることを見出した。そこで、我々のグループとインドの Baishnab Tripathy 教授のグループは、CAO の過剰発現株を作成し、その形質を調べることにした。我々は、シロイヌナズナを、インドのグループはタバコを用い、それぞれの結果を比較検討することにした。

【研究内容】

CAO は A, B, C の 3 つのドメインから構成されている。A-ドメインは負の調節、C-ドメインは触媒、B-ドメインはリンカーとして働いている。そこで、我々は、A-ドメインを削った CAO をシロイヌナズナに導入した (BC 株)。また、クロロフィル *b* を持つシアノバクテリアの一種の *Prochlorothrix* の CAO (PhCAO) は、AB ドメインに相当する配列がなく、C ドメインにだけ対応する構造をしている。以前、PhCAO を導入した株を作成していたので、この株も実験に利用した。

BC 株、PhCAO 株ともクロロフィル *b* を多量に合成した。さらに両株とも、クロロフィル *b* が光化学系 I、II の中心集光装置である CP1 と CP43/47 に取り込まれていた。これは、自然界に存在しない光化学系である。

これらの株を用い老化実験を行った。まず、連続光下で育てたシロイヌナズナを暗所に置き、老化を誘導させた。その場合、クロロフィル分解が抑制され、常緑 (Stay green) の形質を示した。次に、これらの植物の自然老化を調べた。野生型では播種後 5 週目から老化が始まり、7 週目ではクロロフィルや光合成に関連するタンパク質がほとんど消失していた。しかし、BC 株と PhCAO 株では、7 週目もクロロフィルや光合成関連のタンパク質が保持されていた。さらに、二酸化炭素の固定活性も維持されていた。このように、BC 株と PhCAO 株では老化の遅延が見られた。

次に、遺伝子発現を調べた。BC 株、PhCAO 株ともに、光合成関連遺伝子 (Lhc, RuBPC, HemA) の遺伝子が誘導され、老化関連遺伝子 (NYC1 や SAG12) が抑制されていた。

【成果】

集光装置を改変すると、老化遅延という新しい性質を誘導することに成功した。さらに、同じような老化の遅延が CAO の全長を導入したタバコでも見られた。このことは、CAO を導入することによる老化遅延は、一般的な現象と思われる、多くの材料に応用が可能だと思われる。