

「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 25 年度採択研究代表者

H26 年度
実績報告書

関 原明

(独)理化学研究所 環境資源科学研究センター
チームリーダー

エピゲノム制御ネットワークの理解に基づく
環境ストレス適応力強化および有用バイオマス産生

§ 1. 研究実施体制

(1) 関グループ

- ① 研究代表者: 関 原明 ((独)環境資源科学研究センター、チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・環境ストレス耐性に関与するシロイヌナズナのエピゲノム制御因子の同定および機能解析
 - ・エピゲノム操作や酢酸などの化合物の活用などによるストレス耐性植物作出法の開発

(2) 土生グループ

- ① 主たる共同研究者: 土生 芳樹 ((独)農業生物資源研究所農業生物先端ゲノム研究センター、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・ストレス耐性関連エピゲノム因子のイネホモログの機能解析
 - ・シロイヌナズナで見出されたストレス耐性植物作出法のイネでの検証

(3) 松永グループ

- ① 主たる共同研究者: 松永 幸大 (東京理科大学理工学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・エピゲノム制御のイメージング定量解析
 - ・環境ストレス耐性植物の定量評価解析

§2. 研究実施の概要

環境ストレス適応におけるエピジェネティックな制御機構の解明を通して環境ストレス適応力や物質生産力に関与する新規な制御ネットワークを発見する事、さらにそのネットワークを活用することにより環境変化に強く有用バイオマスを産生する植物の創出法を開発する事を目的として以下の項目を実施した。

- (1) 環境ストレス耐性に関与するシロイヌナズナのエピゲノム制御因子の同定および機能解析
 - ・塩ストレス耐性付与に有効なヒストン脱アセチル化阻害剤を新たに 5 個同定した。
 - ・ストレス耐性に関与する新規なエピゲノム制御因子の同定を目指して、シロイヌナズナのエピゲノム制御因子(ヒストン脱メチル化酵素など)のホモ破壊株(合計 152 遺伝子分)を作出し、ホモ破壊株を用いた塩ストレス耐性試験を進めた。

- (2) エピゲノム操作や酢酸などの化合物などの活用による環境ストレス耐性植物作出法の開発
 - ・酢酸による乾燥ストレス耐性付与がシロイヌナズナ、イネ以外にコムギ、ナタネにおいても有効であることを実証した。興味深いことに乾燥ストレス耐性付与に有効な酢酸濃度は異なる植物種間で保存されており、酢酸による乾燥ストレス耐性付与に共通した分子機構の存在が強く示唆された。
 - ・シロイヌナズナのヒストン脱アセチル化酵素 HDA6 の直接の標的遺伝子である Pyruvate Decarboxylase 1(PDC1)および Acetaldehyde Dehydrogenase 2B7 (ALDH2B7)遺伝子を乾燥ストレス誘導性遺伝子プロモーターの下流につないだトランスジェニックシロイヌナズナ植物を作出した。

- (3) イネにおけるストレス耐性関連エピゲノム制御因子の機能解析およびストレス耐性植物作出法の検証
 - ・酢酸による乾燥ストレス耐性付与がジャポニカイネのみならず、インディカイネおよびアフリカ陸稲においても有効であることを実証した。また、トウモロコシにおいても酢酸処理により乾燥耐性を誘導できることを示した。
 - ・酢酸に加えて酢酸カリウムでも乾燥耐性が誘導されることを示した。
 - ・野生型イネを酢酸処理することで(1)蒸散量・根圧(導管液流量)の低下が見られること、(2)乾燥応答として知られている導管液 pH の上昇が見られることなどを見出し、酢酸処理が部分的な乾燥応答反応を誘導している可能性を示した。
 - ・乾燥処理により発現上昇するイネ酢酸生合成系遺伝子を同定した。
 - ・イネ *HDA6* 遺伝子ホモログのホモ変異体を確立した。

- (4) エピゲノム操作等によるストレス耐性植物のイメージング解析およびバイオマス定量評価解析
 - ・シロイヌナズナ *hda6* の native promoter に蛍光タンパク質を連結させたベクターを作成し形質転換して、HDA6 の時空間特異的発現パターンを明らかにした。

- ・ヒストン修飾の変動と細胞内 pH の関係を知るために、細胞内 pH をイメージングするラインとヒストン修飾の変動をイメージングするラインを確立した。
- ・シロイヌナズナのモニタリング解析の準備が完了し、イネの乾燥ストレス耐性の定量評価方法を開発した。

代表的な原著論文:

1. Akihiro Matsui, Kayoko Mizunashi, Maho Tanaka, Eli Kaminuma, Anh Hai Nguyem, Maiko Nakajima, Jong-Myong Kim, Dong Van Nguyen, Tetsuro Toyoda and Motoaki Seki, “tasiRNA-ARF pathway moderates floral architecture in Arabidopsis plants subjected to drought stress”, *BioMed Research International. Special Issue "Plants Coping Abiotic and Biotic Stresses: A Tale of Diligent Management"* 2014:303451. (DOI: 10.1155/2014/303451)
2. Junko Hasegawa, Takumi Higaki, Yuki Hamamura, Daisuke Kurihara, Natsumaro Kutsuna, Tetsuya Higashiyama, Seiichiro Hasezawa and Sachihiko Matsunaga, “Increase in invaginated vacuolar membrane structure caused by plant cell expansion by genotoxic stress induced by DNA double-strand breaks”, *Cytologia*, vol. 79, No. 4, pp.467-474, 2014. (DOI: 0.1508/cytologia.79.467)
3. Yoshiki Habu, Tsuyu Ando, Sachie Ito, Kiyotaka Nagaki, Naoki Kishimoto, Fumio Taguchi-Shiobara, Hisataka Numa, Katsushi Yamaguchi, Shuji Shigenobu, Minoru Murata, Tetsuo Meshi, Masahiro Yano (2015) Epigenomic modification in rice controls meiotic recombination and segregation distortion. *Molecular Breeding*, in press (DOI: 10.1007/s11032-015-0299-0)