

「環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた  
基盤技術の創出」

平成 27 年度採択研究代表者

H29 年度  
実績報告書

工藤 洋

京都大学生態学研究センター  
教授

フィールド・エピジェネティクス:環境変動下での頑健性の基盤

## § 1. 研究実施体制

### (1)「工藤」グループ

- ① 研究代表者:工藤 洋 (京都大学生態学研究センター、教授)
- ② 研究項目
  - ・ 6種類のヒストン修飾について、野外長期エピゲノムデータの取得を開始。
  - ・ トランスクリプトーム解析に BrAD-Seq を導入したので、ヒストン修飾の時系列データと並行してトランスクリプトームデータを取得。
  - ・ 野外環境データの取得。
  - ・ 日長と温度条件を組み合わせた6つの代表的季節環境(基本季節環境)が、植物が示すストレス応答にどのような変化を及ぼすかを評価。
  - ・ ライブラリー調整や qPCR の多検体・自動化をさらに強化する。
  - ・ DNA メチル化季節変化データの解析。

### (2)「角谷」グループ

- ① 主たる共同研究者:角谷 徹仁 (東京大学大学院理学系研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・ シロイヌナズナの DNA 修飾と DNA トポロジーとの相互作用を知るための研究。
  - ・ 環境応答頑健性の長期記憶の研究。

### (3)「角谷」グループ

- ① 主たる共同研究者:角谷 徹仁 (国立遺伝学研究所総合遺伝研究系、教授)
- ② 研究項目

- 遺伝子内修飾による環境応答制御機構の解明。
- 抗抑制タンパク質 VANC による頑健な遺伝子発現保証機構とその進化の解明。
- 野外ハクサンハタザオのゲノムワイド DNA メチル化解析。

## § 2. 研究実施の概要

植物の遺伝子発現の季節調節を対象としてフィールド・エピジェネティクス研究を進める。それにより、植物が、複雑な環境からどのような機構で季節シグナルを取り出し、頑健な応答を達成しているかを明らかにする。エピゲノムによる遺伝子発現制御は頑健性の基盤として重要であることが予想され、一般に DNA メチル化はヒストンの変化と比べ、より長期の記憶として働く。

工藤グループ(京都大)では、アブラナ科の野生植物ハクサンハタザオを対象に、フィールドにおける長期エピゲノムデータを取得し、エピジェネティック制御を含んだ遺伝子発現の応答モデルを完成させ、頑健性の基盤を理解することを目指している。角谷グループ(東京大・遺伝研)は、主に DNA メチル化と DNA トポロジーとの関わりを遺伝学的に調べることで、ヒストン修飾を介した環境応答制御機構の解明を目指している。モデル植物であるシロイヌナズナで研究を進めている。

平成 29年度は以下のことを実施した。

- ・ハクサンハタザオのヒストン修飾 (H3K4me3, H3K27me3, H3K36me3, H3K9me3, H3K4me1, H3) の季節変化を解析するためのサンプルを2週間に1度、継続的に取得して解析をしている。この調査は2年間にわたり実施する予定である。
- ・代表的季節環境を再現したグロースチャンバーを導入し、日長・温度を組み合わせた代表的季節環境(基本季節環境)を設定して植物を育成し、環境の前歴と植物のストレス体制との関係を比較するための体制が整った。
- ・RNA-seq についても低コストでハイスループットな手法の導入を行い、トランスクリプトームの長期データを取得し、季節変化を見せたクチクラワックスに着目して、凍結環境への局所適応にかかわる遺伝子を同定した (Aryal et al 2018 Ann Bot)
- ・シロイヌナズナの変異体を用いることで、遺伝子内修飾である H3K4me1 がクロマチンの抑制/活性状態の分化を仲介することを示した (Inagaki et al 2017 EMBO J)。
- ・抗抑制タンパク質 VANC による頑健な遺伝子発現保証機構とその進化の解明。シロイヌナズナのトランスポゾンがコードするタンパク質である VANC が配列特異的な抗抑制機構によって抑制修飾の除去と頑健な遺伝子発現を引き起こすことを示した (Hosaka et al 2018 Nat Commun)。

代表的な原著論文

1. Aryal B, Shinohara W, Honjo MN, Kudoh H (2018) Genetic differentiation in cauline-leaf-specific wettability of a rosette-forming perennial *Arabidopsis* from two contrasting montane habitats. *Annals of Botany*, mcy033.
2. Inagaki S, Takahashi M, Hosaka A, Ito T, Toyoda A, Fujiyama A, Tarutani Y, Kakutani T. Gene-body chromatin modification dynamics mediate epigenome differentiation in *Arabidopsis*. *EMBO J.* 36:970-980. 2017
3. Hosaka A, Saito R, Takashima K, Sasaki T, Fu Y, Kawabe A, Ito T, Toyoda A, Fujiyama A, Tarutani Y, Kakutani T. Evolution of sequence-specific anti-silencing systems in *Arabidopsis*. *Nat Commun.* 8:2161. 2017