



RNAからひも解く植物の環境適応戦略

研究者所属・職名 :
大学院理学研究院・准教授

ふりがな ちば ゆかこ

氏名 : 千葉 由佳子

主な採択課題 :

- [新学術領域研究\(研究領域提案型\)「低温ストレス応答におけるmRNA合成と分解の協調的制御システム」\(2011-2013\)\(2013-2014\)](#)
- [基盤研究\(C\)「統合的網羅解析によるポリA分解酵素の機能解明」\(2016-2018\)](#)
- [新学術領域研究\(研究領域提案型\)「環境ストレスからのリカバリーと記憶に関わるmRNA分解制御」\(2018-2019\)](#)

分野 : 植物分子生物学・植物生理学

キーワード : 環境ストレス、低温馴化、mRNA分解制御、ポリA鎖分解酵素、シロイヌナズナ

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

移動という回避手段を持たない植物は、様々な環境変化に適応しながら生存している。その適応機構の根底は遺伝子発現制御であり、これまでに多くの研究が行われ主にmRNA合成の段階である転写制御に関する知見が蓄積している。しかし、遺伝子の適切な発現を実現するためにはmRNAの分解制御という負の発現制御も重要である。私はこのmRNA分解制御が植物の持つ環境適応システムにどう関わるのかを明らかにすることを目指している(図1)。植物がもつ環境適応機構の全体像を理解することは、環境変化が繰り返される自然界で効率よく生育する作物を作り出すことにもつながる。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

植物がもつmRNA分解制御を介した環境適応機構の理解を目指して、ふたつのアプローチで研究を進めている。①ひとつは制御を受ける遺伝子側からのアプローチであり、低温ストレスに応答してmRNAの分解制御を受ける遺伝子をmRNA decay arrayという新規の方法で検出した。②もうひとつは制御を担う機能分子からのアプローチであり、mRNA分解の最初で律速と考えられる段階に働くポリA鎖分解酵素の逆遺伝学的解析を行った。

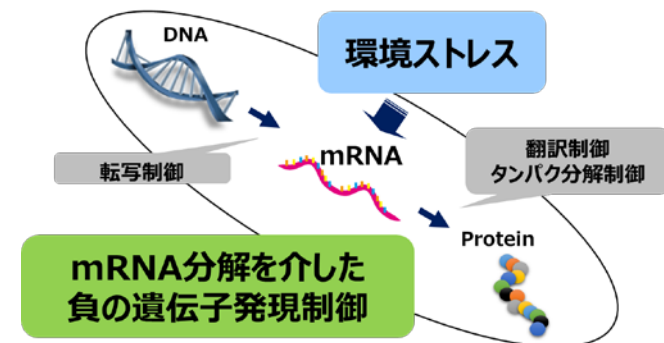


図1 研究構想のイメージ図

RNAからひも解く植物の環境適応戦略

研究成果

● どんな成果がでたか？ どんな発見があったか？

① 植物は死なない程度の低温ストレスをうけると、その後の低温耐性を増すという低温馴化の機構をもつ。低温馴化の際には多くの遺伝子の発現が転写レベルで誘導される。本研究で低温馴化時のmRNA分解速度を網羅的に測定するmRNA decay arrayを行ったところ、予想に反して主要なCBF/DREB転写制御系とその下流遺伝子群は、転写制御によってそのmRNAレベルを増加させている一方で、mRNAの分解速度を速めていることがわかった。mRNA合成と分解のキネティクスを考えると、転写レベルの制御がmRNA蓄積量の増減にしか貢献しないのに対して、分解レベルの制御はmRNA蓄積量の増減に加え、環境変化への応答時間にも関わる重要な制御段階であることがわかる (図2)。一見矛盾するかのように見えるこの制御は、迅速な低温への適応を実現するために、mRNA量の変化を早急に行いたい場合に最適の方法であることがわかった。

② ポリA鎖分解酵素AtCCR4は、多くのmRNA分解酵素群が局在する細胞質内のProcessing bodyとよばれる特殊な凝集体に存在する。また、AtCCR4は単独で存在するわけではなく、AtNOT1と呼ばれる足場タンパク質に結合した複合体として存在することを明らかにした。この複合体にはAtCCR4が特異的な標的遺伝子を認識するときに必要なと考えられるRNA結合タンパク質も含まれていた (図3)。これらの情報は、AtCCR4によるmRNAのポリA鎖分解制御の生理学上の役割を理解するうえで、重要な情報となり得る。植物にとって栄養状態の変化も大きな環境変化のひとつであり、*atccr4*変異株は高濃度のショ糖に耐性を示すこと、およびその背景にポリA鎖長を介した発現制御が関わっていることを見出した。

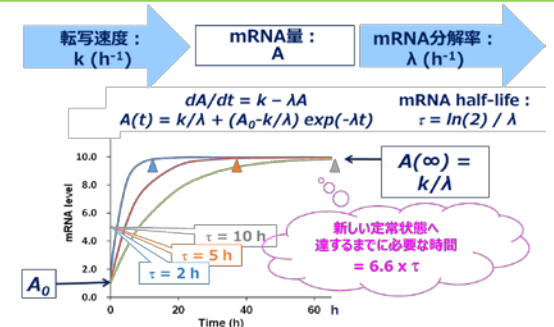


図2. mRNA分解速度の制御はmRNA量だけでなく、変化に要する時間の調節にとっても重要である。

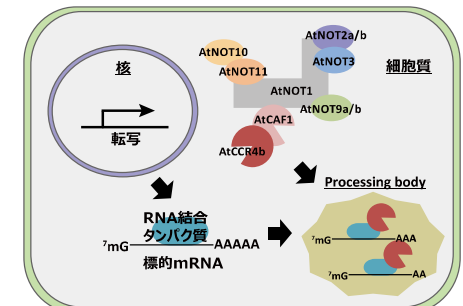


図3. AtCCR4-NOT複合体

今後の展望

● 今後の展望・期待される効果

植物の環境適応機構の分子レベル理解が深まるほど、その巧みなしくみに驚かされる。mRNA分解制御は転写後の制御の一部であり、他にも多様な制御が協調して働いていると考えられる。このような基礎研究のデータを積み重ねることが、自然界の植物が持つしくみの全貌を理解することにつながり、最終的には環境変化に強い作物の作成へとつながることが期待できる。