

「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 24 年度採択研究代表者

H28 年度
実績報告書

梅田 正明

奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科
教授

DNA倍加誘導系の確立による高バイオマス植物の創出

§ 1. 研究実施体制

(1) 梅田グループ

- ① 研究代表者: 梅田 正明 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ポプラにおける細胞周期関連遺伝子の過剰発現または発現抑制によるDNA倍加誘導
 - 分解型*CDKB2*の導入によるイネのDNA倍加誘導
 - エピジェネティック制御によるDNA倍加誘導
 - ポプラで利用できる組織特異的プロモーターの単離

(2) 伊藤グループ

- ① 主たる共同研究者: 伊藤 正樹 (名古屋大学大学院生命農学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - イネにおける細胞周期関連遺伝子の過剰発現または発現抑制によるDNA倍加誘導
 - APC標的タンパク質の同定とDNA倍加への利用
 - 新規なDNA倍加促進因子の同定とDNA倍加への利用
 - イネのDNA倍加変異体の単離と利用

§ 2. 研究実施の概要

DNA 倍加は細胞の肥大化をもたらし、器官を巨大化させる。また、倍加した植物は代謝産物を高蓄積する傾向も見られている。植物には、シロイヌナズナのように高度に DNA 倍加を起こす植物がある一方、ポプラのような木本植物やイネのように、ほとんど DNA 倍加を起こさない植物も存在する。しかし、DNA 倍加能の有無を左右する決定的な要因については明らかにされていない。そこで、本研究では DNA 倍加誘導に関わる制御系を見出し、それをポプラやイネにおける DNA 倍加誘導に利用することにより、植物バイオマスを効率的に増産する技術開発を目指している。

DNA 倍加は細胞周期の G2/M 期をスキップし、DNA 複製のみが繰り返される現象である。そのため、DNA 倍加植物では G2/M 期の進行を阻害する遺伝子の過剰発現体や、逆にそれを促進する遺伝子の変異体において DNA 倍加の亢進が観察されている。そこで、これまでポプラやイネで様々な細胞周期関連遺伝子の形質転換体を作成し、DNA 倍加について解析してきたが、平成 28 年度は *CDC20* を過剰発現するイネでエンドマイトーシス型の DNA 倍加が起きていることが明らかになった(図1)。*CDC20* は G2/M 期の制御因子を分解に導く APC/C の活性化因子なので、その過剰発現により G2/M 期の進行が阻害され、DNA 倍加が誘発されたと考えられる。*CDC20* の過剰発現の利点は、①高度な DNA 倍数性を実現できること、②細胞分裂に負の影響を与えないこと、③倍加後に細胞分裂可能なエンドマイトーシス型の DNA 倍加を誘導すること、の3点である。今後は分裂組織特異的に *CDC20* を過剰発現させることにより、イネにおいて効率的に倍数体細胞を誘導できると期待している。

一方、これまでの解析から、DNA 倍加能が低い細胞ではクロマチンが凝縮していること、また DNA 倍加能が低い細胞でも薬剤処理によりクロマチンを緩めると倍加を始めることが明らかになった。そこで、DNA 倍加能をもつシロイヌナズナにおいて、細胞分裂から DNA 倍加へ移行する際にどのようなエピジェネティック修飾が変化しているかを調べたところ、ある種のヒストン修飾が DNA 倍加へ移行する直前で一過的に変化していることが明らかになった。この結果から、今後は上記のような細胞周期遺伝子とともに、エピジェネティック制御遺伝子も同時に発現操作することにより、ポプラでも DNA 倍加を誘発できると期待している。ところで、本年度は、DNA 損傷により根におけるサイトカニン合成が活性化され細胞分裂が阻害されること (Davis *et al. Genes Cells*, 21, 1195-1208, 2016)、またサイトカニンにより阻害されるオーキシシンシグナルがクロマチンを凝縮させる役割をもつことを明らかにした。これらの結果は、クロマチンの緩和が細胞分裂から DNA 倍加への移行を促進するという我々の仮説を支持するものである。

図1 野生型および *CDC20* 過剰発現イネの葉をプロイディ解析した結果

