

【施設利用者の研究紹介】

DELLA-GAF1 複合体によるジベレリンフィードバック制御機構の解析

理学研究科 生物科学専攻 深澤 壽太郎

植物ホルモンの1つジベレリンは、植物の発芽、伸長成長、葉の展開、開花に対し促進的にはたらくホルモンである。ジベレリンが合成できない変異体は、発芽、成長が抑制され写真のように矮化する (Fig.1)。対照的に、ジベレリンを外から過剰に投与すると、植物は、伸長成長をつづけ徒長した形態を示す。ジベレリンは、前駆体となる GGDP (ゲラニルゲラニル2リン酸) から、活性型のジベレリンに至るまでに6つの酵素による反応を経て合成される。植物体内のジベレリン量は、厳密に制御されており GA 生合成の最終の2段階の反応を制御する GA20酸化酵素(GA20ox)、GA3酸化酵素(GA3ox)の遺伝子発現は、フィードバック制御を受けることが報告されている。GA量が多い時は、GA20ox、GA3oxの発現量が低下しGA生合成が抑制される。GA内生量が低下した時にはGA20ox、GA3oxの発現量が増加しGA生合成が促進される (Fig.2)。植物には、GA内生量の恒常性を維持するため、体内のGA量を感じ、GA生合成遺伝子の発現量を調節することで内生量を調節する機構が存在する。このフィードバック制御では、GA量を感じGA量を調節するため、GA信号伝達とGA生合成は密接に関連する。これまでに、GA信号伝達経路において主要な抑制因子としてDELLAタンパク質が報告されている。DELLAは、植物固有のGRASファミリーに属する核内タンパク質であり、GA内生量が低いときには核内に蓄積し、活性型GAが合成されるとDELLAは、ユビキチン化され分解される。抑制因子のDELLAが分解されると下流の信号伝達の抑制が解除されジベレリン応答がおこり、植物は成長が促進されることが知られていた。しかし、「DELLAがいかんして、下流の信号伝達を制御するのか?」の分子機構は不明であった。

筆者らは、独自の手法によりDELLAと相互作用する転写因子GAF1を単離した。さらに、GAF1は、DELLAのほかにもTOPLESSファミリーに属するTPRとも相互作用することを明らかにした。DNA結合能を持たないDELLA、TPRは、DNA結合能を有する転写因子GAF1と複合体を形成し標的遺伝子の発現を制御する。DELLAは転写活性化能を有するコアクチベーターとして、TPRは転写抑制能を有するコリプレッサーとして機能することが明らかとなった。

GA非存在下ではGAF1は、DELLAと結合し、転写活性化複合体として標的遺伝子の発現を促進する。GA存在下ではDELLAが分解され、GAF1はTPRと結合し、転写抑制複合体となり標的遺伝子の発現を抑制する。GAは、DELLAの分解を介して、GAF1複合体の構成を変化させることによって、標的遺伝子の発現のON/OFFを制御することが明らかとなった (Fig.3)。この制御モデルは、GAフィードバック制御に合致し、GAフィードバック制御を受けるGA生合成遺伝子GA20ox、GA3oxがGAF1の標的遺伝子であることをゲルシフト解析等の分子生物学的な解析より明らかにした (Fig.4)。さらに、形質転換体を用いた解析より、DELLA-GAF1複合体が、GAフィードバック制御の主要な制御因子として機能していることを明らかとした。

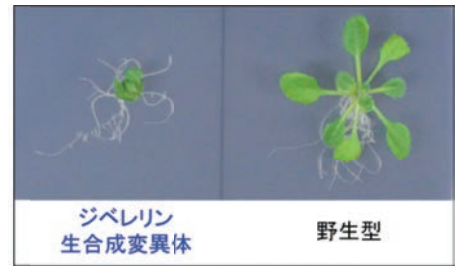


Fig.1 GA生合成変異体の表現型

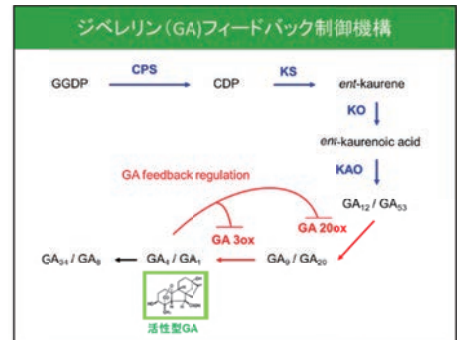


Fig.2 GA生合成経路とフィードバック制御

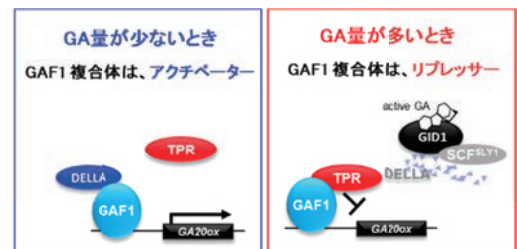


Fig.3 GAF1複合体による転写制御モデル

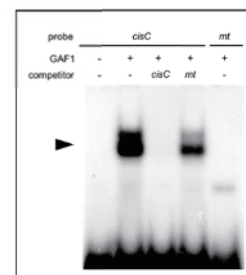


Fig.4 ゲルシフト解析

GAF1タンパク質が、GA20oxプロモーター上に存在する配列に特異的に結合することを示した (RIを利用した解析)

関連論文

- *Fukazawa, J., Teramura, H., Murakoshi, S., Nasuno, K., Nishida, N., Ito, T., Yoshida, M., Kamiya, Y., Yamaguchi, S., and Takahashi, Y. DELLAs function as coactivators of GAI ASSOCIATED FACTOR1 in regulation of GA homeostasis and signaling in Arabidopsis. **Plant Cell**. 26, 2920-2938. (2014)
- *Fukazawa, J., Ito, T., Kamiya, Y., Yamaguchi, S. and Takahashi, Y. Binding of GID1 to DELLAs promotes dissociation of GAF1 from DELLA in GA dependent manner. **Plant Signal Behav.** 10, e1052923. (2015)
- *Fukazawa, J., Mori, M., Watanabe, S., Miyamoto, C., Ito, T. and Takahashi, Y. DELLA-GAF1 complex is a main component in gibberellin feedback regulation of GA 20-oxidase 2. **Plant Physiol.** 175, 1395-1406. (2017)