

研究種目：基盤研究(S)  
研究期間：2006～2010  
課題番号：18107001  
研究課題名(和文) ジベレリン受容に関する分子生物学的研究

研究課題名(英文) Study on gibberellin perception

#### 研究代表者

松岡 信 (MATSUOKA Makoto)  
名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・教授  
研究者番号：00270992

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・植物生理・分子

キーワード：遺伝子、シグナル伝達、発現制御

#### 1. 研究計画の概要

本研究はイネおよびシロイヌナズナにおけるジベレリン(GA)のシグナル受容の分子機構を解明することを目的とする。我々が本研究期間中で具体的に明らかにしたい事柄は以下の6点である。

- (1) GA受容体GID1におけるGA結合サイトはどこか。
- (2) GID1とDELLAタンパク質との結合サイトはどこか。
- (3) GID1と結合したDELLAタンパク質はどのような変化を受けるか。
- (4) DELLAタンパク質はどのような機構によりGAシグナルを抑制するのか。
- (5) DELLAタンパク質とGID2との結合サイトはどこか。
- (6) GAシグナル受容複合体の再構成。

以上の研究項目について、研究代表者はイネを材料に、分担者はシロイヌナズナを材料として研究を行う。

#### 2. 研究の進捗状況

##### (1) GID1受容体の構造の特徴

一次構造から予想されたように、GID1受容体の全体構造は、リパーゼと同じ骨格の構造( $\alpha/\beta$ 水解酵素型構造)をしていた。リパーゼの活性ポケットの部分がGA結合ポケットに対応し、リパーゼの触媒サイトのうち2つのアミノ酸残基(セリン(Ser198)、アスパラギン酸(Asp296))やオキシアニオン結合部位などがGID1にも保存されている。さらに、両方のタンパク質ともにN-末端側に「ふた」と名付けられた自由に動ける構造領域が存在した。これら立体構造から、結合ポケットにGAが入り込むとこの

「ふた」が被さりGAをポケット内に保つ、さらに、閉じた「ふた」の外側の構造の特徴を認識して、植物の別のタンパク質がGID1受容体と結合して植物細胞が生長するきっかけを作り出す、という一連の仕組みが解明された。

##### (2) GID1タンパク質の進化

以上結果は、GID1は酵素の役割を持つタンパク質(リパーゼ)から出発して、まったく働きが異なるGA受容体に進化したことを示唆している。GID1受容体は、下等なシダから進化の進んだ被子植物(例えばイネ)まで広く存在するが、コケには存在しない。そこで下等植物のシダと高等植物のイネのGID1の違いについて検討した。イネのGID1受容体は、GA結合ポケットの構造の凸凹に結合したGAの構造は良くフィットする一方、シダGID1では、GA結合ポケットの凸凹を構成するアミノ酸のいくつかに変異がありGAに対する結合能力やGAと似て非なる化合物との識別能力において劣ることが分かった。つまり、植物は進化の過程で、成長ホルモンであるGAに対してその類似物質ときちんと区別を行い、鋭敏に反応する能力を獲得してきた、と結論できる。

#### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

当初、設定した6つの目標のうち、最大の山場と考えられていたGID1の構造解析に成功した。さらには、その構造解析の結果を受けて、GA受容体GID1タンパク質のHSL酵素からの確立と、植物進化過程における適応

化の分子機構を明らかにすることができた。

#### 4. 今後の研究の推進方策

- (1)GID1 と DELLA タンパク質との相互作用サイトはどこか。
- (2)GID1 と結合した DELLA タンパク質はどのような変化を受けるか。
- (3)DELLA タンパク質はどのような機構により GA シグナルを抑制するのか。  
を重点的に研究を進める。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

- ① Shimada, A., Ueguchi-Tanaka, M., Nakatsu T, Nakajima M, Naoe Y, Ohmiya H, Kato H, Matsuoka M. (2008) Structural basis for gibberellin recognition by its receptor GID1. Nature 456, (7221) 520-523. (査読有)
- ② Ueguchi-Tanaka, M., Nakajima, M, Ashikari, M. and Matsuoka, M. (2007) Gibberellin receptor and its role in gibberellin signaling in plants. Annu. Rev. Plant Biol., 58, 183-198. (査読有)
- ③ Hirano, K., Nakajima, M, Asano, K., Nishiyama, T., Sakakibara, H., Kojima, M., Katoh, E., Xiang, H., Tanahashi, T., Hasebe, M., Banks, JA., Ashikari, M., Kitano, H., Ueguchi-Tanaka, M. and Matsuoka, M. (2007) The GID1-Mediated Gibberellin Perception Mechanism Is Conserved in the Lycophyte *Selaginella moellendorffii* but Not in the Bryophyte *Physcomitrella patens*. Plant Cell 19, (10) 3058-3079. (査読有)
- ④ Ueguchi-Tanaka, M., Nakajima, M, Katoh, E., Ohmiya, H., Asano, K., Saji, S., Hongyu, X., Ashikari, M., Kitano, H., Yamaguchi, I. and Matsuoka, M. (2007) Molecular interactions of a soluble gibberellin receptor, GID1, with a rice DELLA protein, SLR1, and gibberellin. Plant Cell 19, (7) 2140-2155. (査読有)
- ⑤ Iuchi, S., Suzuki, H., Kim, Y.-C., Iuchi, A., Kuromori, T., Ueguchi-Tanaka, M., Asami, T., Yamaguchi, I., Matsuoka, M, Kobayashi, M. and Nakajima, M. (2007) Multiple loss-function of Arabidopsis gibberellin receptor AtGID1s completely shuts down a gibberellin signal. Plant J. 50, (6) 958-966. (査読有)

[学会発表] (計 19 件)

- ① Matsuoka, M, Hirano, K. and Ueguchi-Tanaka, M. "A soluble gibberellin receptor, GID1, and early gibberellin signal transduction." 第 30 回日本分子生物学会年会 2007.12. (Kanagawa, JAPAN)
- ② 平野恒、上口(田中)美弥子、中嶋正敏、浅野賢治、榊原 均、小嶋美紀子、西山智明、棚橋貴子、長谷部光泰、芦荻基行、北野英己、松岡信 :「ジベレリンシグナル伝達はいつ誕生したか?—陸上生物における進化—」 第 48 回日本植物生理学会年会 2007.3. (松山)
- ③ 上口(田中)美弥子、中嶋正敏、加藤悦子、大宮博子、相宏宇、北野英己、芦荻基行、松岡信 :「ジベレリン(GA)細胞内受容体 GID1 の機能解析(Ⅱ)」 第 48 回日本植物生理学会年会 2007.3. (松山)
- ④ 上口(田中)美弥子、中嶋正敏、加藤悦子、大宮博子、浅野賢治、北野英己、芦荻基行、松岡信 :「ジベレリン核内受容体 GID1 の機能解析」 日本分子生物学会 2006 フォーラム 2006.12. (名古屋)
- ⑤ Matsuoka, M. "Rice GID1 gene encodes a soluble receptor for gibberellin." Crop Functional Genomics 2006. 2006.6.21-23. (Seoul, KOREA)