

平成22年 5月14日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2005～2009

課題番号：17078006

研究課題名（和文） アブシジン酸誘導気孔閉口機構の解析

研究課題名（英文） Abscisic acid-induced stomatal closure

研究代表者

村田 芳行 (MURATA YOSHIYUKI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・教授

研究者番号：70263621

研究成果の概要（和文）：植物の気孔の開閉は、乾燥ストレス耐性や養分吸収に深く関与する。本研究では、乾燥ストレス耐性に深く関与する植物ホルモンの一つであるアブシジン酸が誘導する気孔閉口機構の解明を行なった。そして、新規の信号伝達因子として働くタンパク質や低分子化合物を発見した。

研究成果の概要（英文）：Stomatal movement is closely involved in drought tolerance and absorption of nutrients. In this study, we analyzed mechanism of stomatal closure induced by abscisic acid to find new signaling components including proteins and low molecule compounds.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	16,300,000	0	16,300,000
2006年度	16,300,000	0	16,300,000
2007年度	16,300,000	0	16,300,000
2008年度	15,300,000	0	15,300,000
2009年度	15,300,000	0	15,300,000
総計	79,500,000	0	79,500,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：アブシジン酸、シグナル伝達、気孔、孔辺細胞、リン酸化

## 1. 研究開始当初の背景

植物の気孔の開閉は、乾燥ストレス耐性や養分吸収に深く関与する。乾燥ストレス耐性に深く関与する植物ホルモンの一つであるアブシジン酸が誘導する気孔閉口機構は、その受容体も含め、十分に解明されていなかった。

## 2. 研究の目的

本研究では、アブシジン酸が誘導する気孔閉口機構を解明し、また、他の植物ホルモンとのクロストークを明らかにすることによって、植物のストレス耐性の向上を目指した。

### 3. 研究の方法

アブシジン酸誘導気孔閉口における新規シグナル因子を遺伝学的、生化学的、薬理的、電気生理学的な手法を用いて、解明を行なった。

### 4. 研究成果

本研究では、アブシジン酸シグナリングにおいて信号伝達因子として働くタンパク質や低分子化合物として

(1) カルシウム依存性タンパク質キナーゼ

(2) ミロシナーゼ

(3) グルタチオン

を発見した。また、気孔閉口において

(4) アブシジン酸

(5) カルシウム

によるプライミングが重要であることを明らかにした。

また、他の新規信号伝達因子やクロストークについては、現在投稿中である。

### 5. 主な発表論文等

(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 43 件) すべて査読有  
主なもの

1. Mori, I. C., Murata, Y., Yang, Y., Munemasa, S., Wang, Y., Andreoli, S., Tiriac, H., Alonso, J. M., Harper, J. F., Ecker, J. R., Kwak, J. M. and Schroeder, J. I. (2006) Calcium-Dependent Protein Kinases CPK6 and CPK3 Function in Abscisic Acid Regulation of Guard Cell S-Type Anion- and  $Ca^{2+}$  Permeable-Channels and Stomatal Closure. *PLoS Biol.*, **4**, e327 (1749-1762).
2. Kasukabe, N., Watanabe-Sugimoto, M., Matsuoka, K., Okuma, E., Obi, I., Nakamura, Y., Shimoishi, Y., Murata, Y. and Kakutani, T. (2006) Expression and  $Ca^{2+}$  Dependency of Plasma Membrane  $K^+$  Channels of Tobacco Suspension Cells Adapted to Salt Stress. *Plant Cell Physiol.*, **47**, 1674-1677.
3. Munemasa, S., Oda, K., Watanabe-Sugimoto, M., Nakamura, Y., Shimoishi, Y. and Murata, Y. (2007) The *coil* Mutation Reveals the Hormonal Signaling Interaction Between ABA and MeJA in Arabidopsis Guard Cells: Specific Impairment of Ion Channel Activation and Second Messenger Production. *Plant Physiol.*, **143**, 1398-1407.
4. Hamamoto, S., Marui, J., Matsuoka, K., Higashi, K., Igarashi, K., Nakagawa, T., Kuroda, T., Mori, Y., Murata, Y., Nakanishi, Y., Maeshima, M., Yabe, I. and Uozumi, N. (2008) Characterization of a tobacco TPK-type  $K^+$  channel as a novel tonoplast  $K^+$  channel using yeast tonoplasts. *J. Biol. Chem.*, **283**, 1911-1920.
5. Hibi, T., Aoki, S., Oda, K., Munemasa, S., Ozaki, S., Shirai, O., Murata, Y. and Uozumi, N. (2008) Purification of the functional plant membrane channel KAT1. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **374**, 465-469.
6. Jahan, M. S., Ogawa, K., Nakamura, Y., Shimoishi, Y., Mori, I. C. and Murata, Y. (2008) The deficient glutathione in guard cells facilitates abscisic acid-induced stomatal closure but does not affect light-induced stomatal opening. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **72**, 2795-2798.

7. Saito, N., Munemasa, S., Nakamura, Y., Shimoishi, Y., **Mori, I. C.** and **Murata, Y.** (2008) Roles of RCN1, regulatory A subunit of protein phosphatase 2A, in methyl jasmonate signaling and signal crosstalk between methyl jasmonate and abscisic acid. *Plant Cell Physiol.*, **49**, 1396-1401.
8. Cho, D., Kim, S., **Murata, Y.**, Lee, S., Jae, S.-K., Nam, H.G., Kwak, J.M. (2009) De-regulated expression of the plant glutamate receptor homolog AtGLR3.1 impairs long-term  $Ca^{2+}$ -programmed stomatal closure. *Plant J.*, **58**, 437-449
9. Islam, M. M., Tani, C., Watanabe-Sugimoto, M., Uraji, M., Jahan, M. S., Masuda, C., Nakamura, Y., **Mori, I. C.**, and **Murata, Y.** (2009) Myrosinases, TGG1 and TGG2 redundantly function in ABA and MeJA signaling in Arabidopsis guard cells. *Plant Cell Physiol.*, **50**, 1171-1175.
10. Siegel, R. S., Xue, S., **Murata, Y.**, Yang, Y., Nishimura, N., Wang, A., Schroeder, J. I. (2009) Calcium elevation-dependent and attenuated resting calcium-dependent abscisic acid induction of stomatal closure and abscisic acid-induced enhancement of calcium sensitivities of S-type anion and inward-rectifying  $K^+$  channels in Arabidopsis guard cells. *Plant J.*, **59**, 207-220.
11. Sobahan, M. A., Arias, C. R., Okuma, E., Shimoishi, Y., Nakamura, Y., Hirai, Y., **Mori, I. C.**, and **Murata, Y.** (2009) Exogenous Proline and Glycinebetaine Suppress Apoplastic Flow to Reduce  $Na^+$  Uptake in Rice Seedlings. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **73**, 2037-2042
12. Jammes, F., Song, C., Shin, D., Munemasa, S., Takeda, K., Gu, D., Cho, D., Lee, S., Giordo, R., Sritubtim, S., Leonhardt, N., Ellis, B. E., **Murata, Y.**, and Kwak, J. M. (2009) Two MAP kinases, *MPK9* and *MPK12*, are preferentially expressed in guard cells and positively regulate ROS-mediated ABA signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **106**, 20520-20525.
13. Islam, M. M., Munemasa, S., Hossain, M. A., Nakamura, Y., **Mori, I. C.**, and **Murata, Y.** (2010) Roles of AtTPC1, Vacuolar Two Pore Channel 1, in *Arabidopsis* Stomatal Closure. *Plant Cell Physiol.* **51**, 302-311.
14. Sasaki, T., **Mori, I.C.**, Furuichi, T., Munemasa, S., Toyooka, K., Matsuoka, K., **Murata, Y.**, and Yamamoto, Y. (2010) Closing plant stomata requires a homolog of an aluminum-activated malate transporter. *Plant Cell Physiol.* **51**, 354-365

〔学会発表〕 (86 件)

主なもの

1. ○**村田芳行**、**森泉** : アブシジン酸誘導気孔閉口機構 : 日本植物学会第72回大会 (高知, 2008.9.25-27)
2. ○**Izumi C. Mori**, Yusuke Sugiyama, Shintaro Munemasa, Misugi Uraji, Meumi Watanabe-Sugimoto, Yoshimasa Nakamura, Sumio Iwai, **Yoshiyuki Murata** : Analysis of guard cell signaling events of *fia*, the ABA-insensitive mutant of *Vicia faba*.

- Plant Biology 2009 (Honolulu, Hawaii, July 18-22, 2009)
3. Mohammad Mahbub Islam, Shintaro Munemasa, Mohammad Anowar Hossain, Yoshimasa Nakamura, Izumi C. Mori, ○Yoshiyuki Murata : Functions of vacuolar two pore channels 1 (TPC1), in Arabidopsis stomatal closure. Plant Biology 2009 (Honolulu, Hawaii, July 18-22, 2009)
  4. ○**Yoshiyuki Murata, Izumi C. Mori**: Abscisic acid signaling and methyl jasmonate signaling in guard cells : International Symposium on Plant Membrane Transport (東京, 2010.3.12 ~13)
  5. ○**Izumi C. Mori**, Shintaro Munemasa, Naoki Saito, Megumi Watanabe-Sugimoto, Misugi Uraji, Kenji Oda, Yoshimasa Nakamura, Yasuaki Shimoishi **Yoshiyuki Murata**: Plant hormone signal integration in guard cells : 第 51 回日本植物生理学会年会 (熊本, 2010.3.18~21)
  6. ○**Yoshiyuki Murata, Izumi C. Mori** : Abscisic acid signaling and methyl jasmonate signaling in guard cells : Crop Functional Genomics 2010 (Jeju, Korea, 2010.4.14~16)

[図書] (計 3 件)

- 1) **Mori, I. C., Murata, Y.**, and Uraji, M. (2009) Integration of ROS and Hormone Signalling. Springer-Verlag, Berlin

Heidelberg, pp. 25-42

- 2) **森泉, 村田芳行** (2008) アブシジン酸シグナル伝達に關与する細胞内カルシウム受容の分子機構—明らかになった2つのCa<sup>2+</sup>受容体プロテインキナーゼの役割—, 化学と生物, 46, 440-442
- 3) **村田芳行, 森泉** (2008) イオンチャンネルを標的とした植物生長調節剤の開発, バイオインダストリー, 66, 610-614

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[その他]

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村田 芳行 (MURATA YOSHIYUKI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・教授

研究者番号：70263621

(2) 研究分担者

森 泉 (MORI IZUMI)

岡山大学・資源生物科学研究所・助教

研究者番号：40379805