

アブラナ科植物の自家不和合性における 自己・非自己識別機構の分子基盤

Molecular basis of self/non-self recognition in
Self-incompatibility on cruciferous plants

渡辺 正夫 (WATANABE MASAO)

東北大学・大学院生命科学研究科・教授



研究の概要

アブラナ科植物の自家不和合性は、1 遺伝子座 *S* 複対立遺伝子系によって説明されており、花粉因子 *SP11* と雌ずい因子 *SRK* の自己特異的相互作用によって自家不和合性が誘起される。本研究では、アブラナ科自家不和合性研究で欠落している *S* 遺伝子下流因子の解明に向けて、*B. rapa* とシロイヌナズナを融合的に利用して、*S* 遺伝子下流因子を解明する。

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・育種学

キーワード：植物育種・遺伝、植物分子育種、植物ゲノム情報、発育生理・発生遺伝

1. 研究開始当初の背景

アブラナ科植物の自家不和合性は、高等植物における細胞間情報伝達のモデル系であるとともに、 F_1 ハイブリッド種子生産の現場で利用されている重要形質でもある。自家不和合性を制御している *S* 遺伝子の実体は解明してきたが、その下流の情報伝達系は未解明であったことから、その実体解明と産業面への応用・波及効果も考慮する。

2. 研究の目的

アブラナ科植物における自家不和合性の自他識別反応を制御する *S* 遺伝子下流因子を解明する。そのために、自家和合性変異体やシロイヌナズナの多数のエコタイプ等を組合せて多角的解析を行い、その実体を明らかにする。

3. 研究の方法

B. rapa 自家和合性系統の遺伝的な解析を行い、QTL 解析等から *S* 遺伝子の下流に位置する遺伝子の実態を明らかにする。さらに、アブラナ科植物のモデルとも言えるシロイヌナズナの特定エコタイプでは、雌ずい側、雄ずい側のみが機能しているものもあり、それらに機能する *SRK*, *SP11* を導入して SI シロイヌナズナを作出し、遺伝解析等で、関連遺伝子を同定する。

4. これまでの成果

(1) 自家不和合性(SI)シロイヌナズナの作出

とその解析

シロイヌナズナ Col-0 は突然変異により SI 機構を失っているが、世界各地のエコタイプ解析から、その原因は雄ずい側因子 *SP11/SCR* における逆位に起因し、その変異は~41 万年前にヨーロッパ中央部で起きたことを突き止めた。また、変異を修復した正常型 *SP11/SCR* を特定エコタイプに遺伝子導入し、自家不和合性を復活させることに成功した(Tsuchimatsu et al. 2010, Nature)。

(2) 自家和合性(SC) *B. rapa* の遺伝学的解析

SC 系統、TSC4, 28 の SC 原因遺伝子を解析するために、SSR マーカーを元にマッピングしたところ、既知の SI 下流因子とは異なる染色体上にマッピングできたことから、新規な変異体であることを解明した(Isokawa et al. 2010, Genes Genet. Syst.)

(3) 自家不和合性関連の他成果

アブラナ科植物の自家不和合性に見られる *S* 対立遺伝子間の優劣性には、低分子 RNA が関連していることを明らかにした(Tarurani et al. 2010, Nature)。また、自家不和合性に関連した研究内容を抄録した(Suwabe et al. 2010, Genes Genet. Syst., Watanabe et al. 2008, Plant Cell Physiol.)。

5. 今後の計画

SI シロイヌナズナの系統については、SC シロイヌナズナとの遺伝学的解析から、自家不和合性下流因子の単離が可能な状況にある。また、*B. rapa* 自家和合性系統について

は、QTL解析から、変異が生じている領域の同定も行われており、マップベースクローニングで下流因子の同定が可能な状況にある。この2つの点を融合することにより、目的とした自家不和合性下流因子の全体像が明らかになると考える。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)
<雑誌論文・図書等>

1. Suwabe, K., Suzuki, G., and Watanabe, M. (2010) Achievement of genetics in plant reproduction research: past decade for coming decade. **Genes Genet. Syst.** 85: 297-310.
2. Tarutani, Y., Shiba, H., Iwano, M., Kakizaki, T., Suzuki, G., Watanabe, M., Isogai, A., and Takayama, S. (2010) *Trans*-acting small RNA determines dominance relationships in *Brassica* self-incompatibility. **Nature** 466: 983-986.
3. Tsuchimatsu, T., Suwabe, K., Shimizu-Inatsugi, R., Isokawa, S., Pavlidis, P., Stadler, T., Suzuki, G., Takayama, S., Watanabe, M., and Shimizu, K. K. (2010) Evolution of self-compatibility in *Arabidopsis* by a mutation in the male specificity gene. **Nature** 464: 1342-1346.
4. Isokawa, S., Osaka, M., Shirasawa, A., Kikuta, R., Komatsu, S., Horisaki, A., Niikura, S., Takada, Y., Shiba, H., Isogai, A., Takayama, S., Suzuki, G., Suwabe, K., and Watanabe, M. (2010) Novel self-compatible lines of *Brassica rapa* L. isolated from the Japanese bulk-populations. **Genes Genet. Syst.** 85: 87-96.
5. 渡辺正夫, 高山誠司, 磯貝彰 (2010) "自家不和合性関連用語 11 項目", *In* "生物学辞典", 東京化学同人, pp1615.
6. Sakata, T., Oshino, T., Miura, S., Tomabeche, M., Tsunaga, Y., Miyazawa, Y., Takahashi, H., Watanabe, M., and Higashitani, A. (2010) Auxins reverse plant male sterility caused by high temperatures. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 107: 8569-8574.
7. Park, J-I., Ishimizu, T., Suwabe, K., Sudo, K., Masuko, H., Hakozaiki, H., Nou, I.-S., Suzuki, G., and Watanabe, M. (2010) UDP-glucose pyrophosphorylase is rate limiting in vegetative and reproductive phases in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Cell Physiol.** 51: 981-996.
8. Ishimizu, T., Kodama, H., Ando, T., and Watanabe, M. (2010) Molecular evidence that most RNAs required for germination and pollen tube growth are stored in the mature pollen grain in petunia. **Genes Genet. Syst.** 85: 259-263.

9. 渡辺正夫 (2009) "あとかぎー生命システムの温度応答反応の先にあるものー", *In* "温度と生命システムの相関学", 東海大学出版, pp 299-300.

10. 渡辺正夫, 高山誠司 (2009) "自家不和合性関連用語 10 項目", *In* "植物ゲノム科学辞典", 朝倉書店, p56, 57, 150.

11. Watanabe, M. (2008) Towards a comprehensive understanding of molecular mechanisms of sexual reproduction in higher plants. **Plant Cell Physiol.** 49: 1404-1406.

12. Watanabe, M., Suzuki, G., and Takayama, S. (2008) Chapter 7 "Milestones identifying self-incompatibility genes in *Brassica* species: From old stories to new findings", *In* "Self-incompatibility in Flowering Plants - Evolution, Diversity, and Mechanisms" (Ed.: V. E. Franklin-Tong), Springer, pp151-172.

13. Suwabe, K., Suzuki, G., Takahashi, H., Shiono, K., Endo, M., Yano, Y., Fujita, M., Masuko, M., Saito, H., Fujioka, T., Kaneko, F., Kazama, T., Mizuta, Y., Kawagishi-Kobayashi, Tsutsumi, N., Kurata, N., Nakazono, M., and Watanabe, M. (2008) Separated transcriptomes of male gametophyte and tapetum in rice: validity of a laser microdissection (LM) microarray. **Plant Cell Physiol.** 49: 1407-1416.

14. Fujioka, T., Kaneko, F., Kazama, T., Suwabe, K., Suzuki, G., Makino, A., Endo, M., Kawagishi-Kobayashi, M., and Watanabe, M. (2008) Identification of small RNA products in the late developmental stage of rice anthers. **Genes Genet. Syst.** 83: 281-284.

15. 渡辺正夫, 鈴木剛, 高山誠司 (2008) "自家不和合性", *In* "分子細胞生物学辞典", 東京化学同人, pp399-400.

(他、12編)

<受賞歴>

1. 日本学術振興会賞, 2011年
 2. 日本遺伝学会第82回大会 BP賞, 2010年
- <アウトリーチ活動>

1. 今治自然科学教室
2. 沖縄県立開邦高等学校
3. 仙台市立木町通小学校
4. 愛媛県立今治西高等学校
5. 宮城県宮城第一高等学校

受講生(小中高生)から受け取った4,983通の感想、手紙文に対して各受講生個別にコメントし、受取った手紙と同数の4,983通の手紙文を返信した。(他、164件)

<ホームページ等>

<http://www.ige.tohoku.ac.jp/prg/watanabe/>