



平成 29 年 11 月 2 日

報道機関 各位

東北大学大学院生命科学研究科

## アスパラガスの全ゲノム構造を解明

### アスパラガスの性決定遺伝子が明らかに

#### 【発表のポイント】

- 重要な農作物の 1 つであるアスパラガスの全ゲノム構造を明らかにした。
- アスパラガスは個体によって雌雄が分かれている雌雄異株植物で、性染色体によって性が決まっている(雄 XY 型、雌 XX 型)。本研究により、おしべ形成の促進に関わる遺伝子とめしべ形成の抑制に関わる遺伝子がアスパラガスの性決定遺伝子であることが明らかとなった。
- 本研究成果は植物の雌雄性がどのように進化してきたかを解明するための大きな一歩となるだけでなく、アスパラガス品種の育成に大きく貢献することが期待される。

#### 【概要】

東北大学大学院生命科学研究科の菅野明准教授は、米国・ジョージア大学 (A. ハーケス博士、J. レーベンスマック教授)、オランダ・リムグループ (R. ファンデアフルスト博士、P. ラブリーセン博士)、中国・南昌野菜花き研究所 (C. ガンギョ博士) をはじめとする 23 の大学・研究機関で構成される国際共同研究に日本で唯一の機関として参加し、アスパラガスの全ゲノム構造を解明しました。

アスパラガスは 1 対の性染色体によって性が決まっており(雄:XY 型、雌:XX 型)、個体によって雌雄が分かれている雌雄異株植物です。遺伝学的な解析からアスパラガスの雌雄性は Y 染色体上の 1 遺伝子座<sup>\*1</sup>によって決まっていたことが分かりました。本研究により、アスパラガスの性決定遺伝子座の構造が明らかとなり、おしべ形成の促進に関わる遺伝子(TDF1<sup>注</sup>)とめしべ形成の抑制に関わる遺伝子(SOFF)がアスパラガスの性決定遺伝子であることが解明されました(図 1)。

本研究は、植物の雌雄性がどのように進化してきたかを解明する上で非常に重要な研究であるだけでなく、アスパラガスは重要な農作物の 1 つであることから、アスパラガス品種の育成に大きく貢献することが期待されます。

本研究成果は、2017 年 11 月 2 日付で国際科学雑誌 Nature Communications 電子版に掲載されます。

### 【詳細な説明】

アスパラガスは個体によって雌雄が分かれている雌雄異株植物です。1 対の性染色体によって性が決まっており(雄:XY 型、雌:XX 型)、アスパラガスの雌雄性は Y 染色体上の 1 遺伝子座によって決まっていたことが分かっていました。本研究では、アスパラガスの全ゲノム構造を解明し、Y 染色体特異的な領域を特定しました。その領域にある複数の遺伝子のうちの 1 つ TDF1 遺伝子は、おしべの形成に必須であることがシロイヌナズナを用いた研究で明らかになっており、またこの遺伝子はアスパラガスの様々な品種や雌雄異株の近縁種で雄特異的に見られたことが報告されていたことから、おしべ発達促進遺伝子であることが示唆されました。

一方、アスパラガス雄株にガンマ線を照射し、めしべの発達が抑制されずに両性株になる変異体を選抜し、その個体の性決定遺伝子座近傍のゲノム配列を解析しました。その結果、Y 染色体特異的な領域にある SOFF 遺伝子に変異があることが分かりました(図 2)。さらに雄株から雌株に変異した個体では SOFF 遺伝子と TDF1 遺伝子の両方の遺伝子が欠失していました。これらの結果より、おしべ形成の促進に関わる遺伝子(TDF1)とめしべ形成の抑制に関わる遺伝子(SOFF)がアスパラガスの性決定遺伝子であることが解明されました。

性染色体が常染色体からどのようにして進化したのかについては、これまでさまざまな仮説が立てられており、アスパラガスのように Y 染色体があると雄になる性決定機構(active Y system)の場合、雌機能を優性に抑制する遺伝子が存在することと雄機能に必要な遺伝子が X 染色体上で欠失するという two-gene model が提唱されていました。本研究によりアスパラガスでおしべとめしべの形成に関わる2つの遺伝子が性決定遺伝子だったことは、この two-gene model を支持する結果となり、植物の性染色体が常染色体から進化する初期過程でどのような変異が起きたのかを明らかにした重要な研究成果となりました。

本研究は、植物の雌雄性がどのように進化してきたかを解明する上で非常に重要な研究であるだけでなく、アスパラガスは重要な農作物の 1 つであることから、アスパラガス品種の育成に大きく貢献することが期待されます。

注)本研究で発見された TDF1 遺伝子は、本学プレスリリース「アスパラガスの雌雄を分ける性決定遺伝子を世界で初めて発見 植物の性の進化、ダーウィンの予測を裏付け～有用な作物の育種に期待～」(2017.01.16.)発表の MSE1 遺伝子と同一の遺伝子である。

### 【用語説明】

\*1 遺伝子座:遺伝子が染色体上で占める位置のこと。遺伝学的方法で決定されるため、アスパラガスの性決定遺伝子座のように、1遺伝子座に複数の遺伝子が座乗している場合もある。

【図】

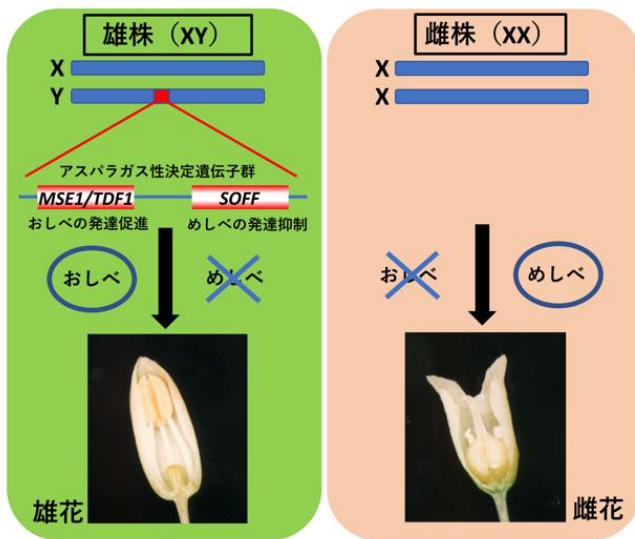


図1 アスパラガスにおける性決定の分子機構。

雄株は Y 染色体上におしべ発達促進に関わる MSE1/TDF1 遺伝子とめしべ発達抑制に関わる SOFF 遺伝子がある。アスパラガスの花芽発達初期の段階では両性花と同じくおしべとめしべを持っているが、雄株では 2 つの性決定遺伝子が働くことでおしべが大きくなりめしべは発達が抑制されて「雄花」が形成される。雌株では 2 つの性決定遺伝子がないため、めしべの発達が抑制されずに大きくなる一方、おしべ形成が途中で止まるために「雌花」が形成される。

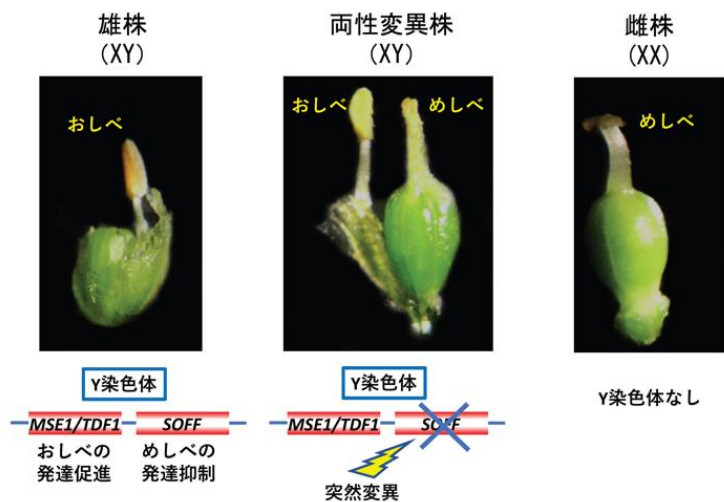


図2 アスパラガス雄株のガンマ線照射で得られた両性突然変異株（左：雄株、中央：突然変異株、右：雌株）。

アスパラガスの雄株にガンマ線を照射し、結実する個体を選抜した。その個体の性決定遺伝子座近傍のゲノム配列を解析したところ、SOFF 遺伝子に変異があることが分かった。変異個体はめしべの発達が見られることから、この遺伝子がめしべの発達抑制に関わる性決定遺伝子であることが明らかとなった。

【論文題目】

題目：The asparagus genome sheds light on the origin and evolution of a young Y chromosome..

著者：Alex Harkess, Jinsong Zhou, Chunyan Xu, John E. Bowers, Ron Van der Hulst, Saravanaraj Ayyampalayam, Francesco Mercati, Paolo Riccardi, Michael R. McKain, Atul Kakrana, Haibao Tang, Jeremy Ray, John Groenendijk, Siwaret Arikrit, Sandra M. Mathioni, Mayumi Nakano, Hongyan Shan, Alexa Telgmann-Rauber, Akira Kanno, Zhen Yue, Haixin Chen, Wenqi Li, Yanling Chen, Xiangyang Xu, Yueping Zhang, Shaochun Luo, Helong Chen, Jianming Gao, Zichao Mao, J. Chris Pires, Meizhong Luo, Dave Kudrna, Rod A. Wing, Blake C. Meyers, Kexian Yi, Hongzhi Kong, Pierre Lavrijsen, Francesco Sunseri, Agostino Falavigna, Yin Ye, James H. Leebens-Mack, Guangyu Chen

雑誌：Nature Communications

DOI：10.1038/s41467-017-01064-8

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科

担当 菅野 明 (かんの あきら)

電話番号：022-217-5725

Eメール：kanno@ige.tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科広報室

担当 高橋 さやか (たかはし さやか)

電話番号：022-217-6193

Eメール：lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp