

2022年5月20日

報道機関 各位

東北大学大学院生命科学研究科

アスパラガスの全雄品種育成に貢献する  
DNA マーカーの開発  
-雌雄性遺伝子型の識別-

【発表のポイント】

- アスパラガスには雌株と雄株が存在し、雄株が雌株と比べて生産性に優れるため、雄株のみで構成された「全雄品種」と呼ばれる品種が近年は好まれる傾向にある。
- しかしアスパラガスは開花までに1~2年を要するため、個体の雌雄性遺伝子型を識別するには長い時間がかかっていた。
- 多様なアスパラガス品種と一部の近縁野生種において雌株・雄株・超雄株を安定して識別できる新規DNAマーカー(SSM01)を開発した。
- 本成果は、アスパラガス全雄品種育成過程での育種年限短縮に大きく貢献することが期待される。

【概要】

個体によって雌雄が分かれているアスパラガスは、ヒトと同じくXY型の性決定様式で、雌株はXX、雄株はXYです。生産性に優れる「全雄品種\*<sup>1</sup>XY」の育成には、間性株(結実する雄株)の自殖後代で得られる超雄株(YY)と雌株(XX)を交配する必要がありますが、超雄株YYと雄株XYを外見から識別することは難しく、個体の雌雄性遺伝子型\*<sup>2</sup>を識別するには長い時間を要していました。東北大学大学院生命科学研究科の菅野明准教授の研究グループは、さまざまなアスパラガス品種や近縁野生種において、雌雄性遺伝子型を識別できる新たなDNAマーカー(SSM01)を開発しました。本研究成果はアスパラガス全雄品種育成に用いられる超雄株選抜等に利用されることが期待され、アスパラガスの育種年限短縮に大きく貢献できます。本成果は、5月20日付で科学雑誌Euphytica 電子版に掲載されました。

## 【詳細な説明】

### 1. 背景

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、雌雄の遺伝子型はそれぞれ XY 型・XX 型です。露地栽培では、雌株と比較して雄株の方がより生産性が高いとされており、全雄品種が好まれる傾向にあります。この全雄品種は、間性株（結実する雄株）の自殖後代で得られる超雄株 (YY) と雌株 (XX) を交配することで育成されています。

アスパラガスは雌雄で草姿に違いがなく、花の形態によって雌雄を識別できますが（図1）、アスパラガスは播種してから開花するまで 1~2 年かかるため、雌雄を見分けるには長い時間を要します。さらに超雄株と雄株はどちらも雄花をつけますが、これらの花に形態的な差異がないため、通常、超雄株と雄株を識別する際には、雌株と交配させて得られる後代が全て雄の個体であることを確認する遺伝解析によって見分けているため、超雄株選抜にはさらに長い時間を要します。

アスパラガスの育種年限を短縮するため、これまで雌雄を識別する DNA マーカーの開発が進められてきました。私たちの研究グループでも PCR を用いて雄特異的な増幅産物が得られる優性マーカー (Nakayama et al. 2006、Kanno et al. 2014、Mitoma et al. 2018) の開発を行いました。近年、超雄株・雄株・雌株を通常の PCR 法により判別することが可能な共優性マーカー (RM17) が報告されました (Stone et al. 2018)。しかし、このマーカーの適用範囲は一部のアスパラガス品種にとどまり、紫アスパラガス品種や近縁野生種などでは利用できませんでした。近年、紫アスパラガスの全雄品種の販売が進みつつあること、またハマタマボウキなどの近縁野生種を用いた品種育成が進んでいることから、これらの植物でも利用可能な超雄株選抜マーカーの開発が求められていました。



図1. アスパラガスの雄花(左)と雌花(右)

### 2. 成果

本研究ではグリーンアスパラガス 2 品種および紫アスパラガス 2 品種を用いて、雌雄性を決定する遺伝子座近傍の塩基配列を比較解析しました。その結果、X と Y の遺伝子型で配列の異なる SNP (一塩基多型) \*<sup>3</sup> を発見しました。この SNP は制限酵素 \*<sup>4</sup> 切断部位上にあり、Y 遺伝子型の場合は制限酵素で切断されますが、X 遺伝子型の場合は切断されないため、異なる遺伝子型を持つ雌株 (XX) ・雄株 (XY) ・超雄株 (YY) を識別することができ (図2)、このマーカーを SSM01 マーカーと名付けました。

このマーカーを用いてさまざまなアスパラガス品種で解析したところ、グリーンアスパラガス、紫アスパラガスだけでなく、ハマタマボウキなどの近縁野生種3種でも雌雄性遺伝子型(X および Y)の識別をすることができました。

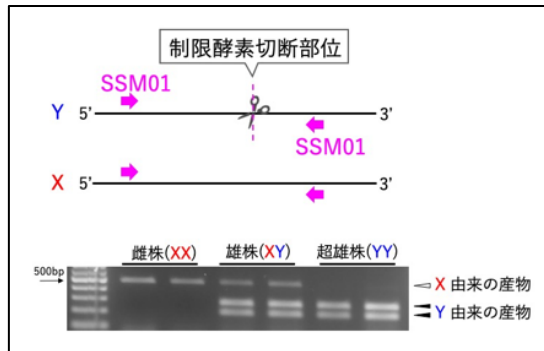


図2. SSM01 マーカーによる超雄株判別結果

解析個体はアスパラガス間性株の自殖後代。SSM01 による増幅産物のうち、X 由来の産物は制限酵素で切断されないが、Y 由来の産物は切断されるため、雌株 (XX)・雄株 (XY)・超雄株 (YY) で異なる

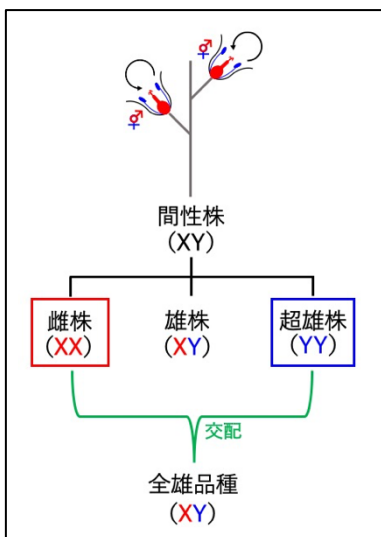
バンドパターンとなり、識別が可能となる。

### 3. 今後の展望

本研究により、アスパラガスの全雄品種育成に必要な超雄株 (YY) を苗の段階で選抜することが可能となり、花の形態を見て選抜するこれまでの方法に比べて3~4年早く選抜できます。またこのマーカーは茎枯病\*5 抵抗性を有する近縁野生種ハマタマボウキにも適用できることから、茎枯病抵抗性を有する全雄品種育成に貢献できます。

#### 【用語説明】

##### \*1 全雄品種



アスパラガスの露地栽培では、落下した種子による雑草化がないことや食用とする若茎の形状が斉一で収量が高いことなどの理由から雄株の利用価値が高く、現在は雄個体のみを生ずる種子集団(全雄品種)が育成されています。この全雄品種育成にはアスパラガスの間性株を自殖することによって得られる超雄株 (YY) が利用されています。間性株の遺伝子型は XY ですが、この自殖後代では XX:XY:YY が 1:2:1 に分離するので、この中から YY 型の超雄株が選抜され、この超雄株 (YY) と雌株 (XX) を交配することで全雄品種が育成されています。

図3. 間性株を用いたアスパラガス全雄品種の育成

## \*2 遺伝子型

生物の個体が持っている遺伝物質の構成のことを指し、生物が持っている特性(葉の形や花の色など)を遺伝的に決定するものです。

## \*3 SNP(一塩基多型)

生物の遺伝情報を担っている DNA の塩基配列における1塩基の違い。

## \*4 制限酵素

DNA 中の特定の塩基配列を認識して DNA を切断する酵素。

## \*5 茎枯病

アスパラガス茎枯病は糸状菌 *Phomopsis asparagi* (ホモプシス アスパラギ) により引き起こされ、日本におけるアスパラガスの栽培では最も被害が大きい病害。しかし、アスパラガス種内には抵抗性がないため茎枯病抵抗性品種は存在せず、薬剤防除を中心とした総合的な防除対策を講じるしかありませんが、完全に発病を防ぐのは非常に困難です。

### 【参考文献】

Hokuto Nakayama, Takuro Ito, Yuko Hayashi, Takahiro Sonoda, Tatsuya Fukuda, Toshinori Ochiai, Toshiaki Kameya and Akira Kanno  
Development of male-specific primers in garden asparagus (*Asparagus officinalis* L.).  
Breeding Science 56:327-330 (2006)

Akira Kanno, Shosei Kubota, Katsuya Ishino  
Conversion of a male-specific RAPD marker into an STS marker in  
*Asparagus officinalis* L.  
Euphytica 197:39-46 (2014)

Mai Mitoma, Lei Zhang, Itaru Konno, Shunpei Imai, Satoru Motoki and Akira Kanno  
A new DNA marker for sex identification in purple asparagus.  
Euphytica 214:154 (2018)

### 【研究支援】

本研究は一部、生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)、日本学術振興会(JSPS)科学研究費補助金(18H02192, 18K19197)の支援を受けて行われました。

### 【論文題目】

題目: Development of a new codominant CAPS marker for sex genotype

identification in asparagus.

著者: Mako Akahori and Akira Kanno

雑誌: Euphytica

DOI: 10.1007/s10681-022-03029-5

**【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](mailto: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](mailto:lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp)