

アスパラガスの近縁野生種ハマタマボウキのゲノムを解読 ～アスパラガスの種間交雑による品種育成に貢献～

令和4年2月7日

公益財団法人 かずさDNA研究所
香川県農業試験場
国立大学法人 東北大学大学院生命科学研究科

- ✧ かずさDNA研究所、香川県農業試験場、東北大学大学院生命科学研究科は共同で、アスパラガスに近縁の野生種であるハマタマボウキのゲノム^{*1}を解読しました。
- ✧ ハマタマボウキは山口県から九州北部の砂浜海岸に自生する日本固有種で、アスパラガスと交雑できること、また、アスパラガスの主要病害のひとつである茎枯（くきがれ）病^{*2}に抵抗性をもつことから有用な遺伝資源として注目されています。
- ✧ 今回ハマタマボウキの全ゲノム構造が明らかになったことにより、ハマタマボウキの茎枯病抵抗性やストレス耐性を導入したアスパラガス種間交雑品種の育成に向けたDNAマーカー^{*3}の開発が進みます。また、種間交雑が成立する仕組みなど、種分化の進化学的な研究にも貢献できます。
- ✧ 研究成果は国際学術雑誌 DNA Research において、1月18日（火）にオンライン公開されました。

（問い合わせ先）

＜報道に関すること＞

かずさDNA研究所 広報・研究推進グループ

香川県農業試験場 企画・営農部門

東北大学大学院生命科学研究科 広報室

＜研究に関すること＞

かずさDNA研究所 植物ゲノム・遺伝学研究室

主任研究員 白澤 健太（しらさわ けんた）

香川県農業試験場

主席研究員 村上 恭子（むらかみ きょうこ）

東北大学 大学院生命科学研究科

准教授 菅野 明（かんの あきら）

1. 背景

食用アスパラガス (*Asparagus officinalis*) は、地中海地方原産の多年生の単子葉植物で、欧州では春を告げる食べものとして好まれています。食するのは萌芽 (ほうが) した若芽の部分で、一度植えつけると 10 年以上の長期にわたって収穫することができます。市場価値も高く、狭い耕作地で栽培でき、気候の影響を受けにくいハウス栽培に適していることから、新規就農者にも取り組みやすい作物です。

食用アスパラガスには多くの品種がありますが、これまで育成された品種はごく少数の在来系統から育成されたため、遺伝的な多様性に乏しいことが知られており、近年はアスパラガスと交雑可能な近縁野生種 (キジカクシ科クサスギカズラ属に属する植物種) を用いた品種育成の研究が複数の国で進められています。日本にはアスパラガス近縁種が 4 種知られており、その中で最も注目されているのがハマタマボウキ (*Asparagus kiusianus*) です。この種は山口県から九州北部の砂浜海岸に自生しており、絶滅に瀕している (環境省レッドリスト絶滅危惧 I B 類) 植物です。ハマタマボウキは砂浜に生息することから、耐塩性や耐乾性などのストレス耐性を有していることが予想されますが、最も注目すべき形質として茎枯 (くきがれ) 病抵抗性があります。

アスパラガス茎枯病^{*2}はカビの一種 (*Phomopsis asparagi*) によって引き起こされる病気で、一度発病するとその後の防除が難しくなるため、茎枯病抵抗性品種の開発が強く望まれていました。しかし食用アスパラガスには茎枯病抵抗性を有する品種がなく、茎枯病抵抗性を有し、かつ食用アスパラガスと交雑可能なハマタマボウキはアスパラガス育種において重要な遺伝資源と位置付けられています。ハマタマボウキを用いた茎枯病抵抗性品種の育成については、香川県農業試験場と東北大学が参画する農食事業およびイノベーション創出強化研究推進事業で進められており、育成されれば茎枯病抵抗性品種としてだけでなく、近縁野生種を用いた品種として世界初となります。今後、ハマタマボウキの茎枯病抵抗性やストレス耐性などの有用形質をもち、かつ食用野菜として価値の高いアスパラガス品種開発を加速化させるためには、ハマタマボウキのゲノムを明らかにしてマーカー育種^{*4}を進める必要があります (食用アスパラガスのゲノムは東北大学が参画した国際共同研究により 2017 年に解読)。その基盤情報を整えるために、今回ハマタマボウキのゲノム解読を進めました。

また、ハマタマボウキのゲノムを明らかにすることは遺伝資源の利用だけでなく、絶滅危惧種の保護の面からも重要です。両種の交雑が可能ということは砂浜海岸に自生するハマタマボウキに、食用アスパラガスのゲノムが侵入する遺伝子汚染が進行する恐れがあるからです。ハマタマボウキのゲノム情報は、自生地付近での食用アスパラガスや種間交雑種の栽培の規制の根拠となるゲノムチェックの有効なツールとなります。

さらに、アスパラガスとハマタマボウキのゲノム解析には、生物学上の興味も含まれています。アスパラガスの仲間は、進化の過程で真正双子葉類と単子葉類が分岐した直後に他の単子葉植物から（イネよりも古くに）分岐し、初期の単子葉類の状態を保持していると考えられています。そのため、単子葉類の初期進化をゲノムから探る上でも重要な位置を占めています。また、ハマタマボウキとアスパラガスは雌雄異株ですが、アスパラガス野生種には雌雄が分かれていない（雌雄同株）種もあり、今回のゲノム解析が雌雄性獲得の歴史や進化解明の一助となることが期待されます。

2. 研究成果の概要と意義

- ① アスパラガスとハマタマボウキの全ゲノム構造が明らかになったことで、その比較から、茎枯病抵抗性の分子機構の解明に近づきました。
- ② ハマタマボウキは雌雄異株であることから、雄株と雌株がもつ、それぞれ 16 億塩基対のゲノムを解読し、約 55,000 の遺伝子を同定しました。そして、雌雄株間でのゲノム構造の違いや異なる DNA 配列を明らかにしました。
- ③ アスパラガスの雄性特異的性決定遺伝子 *MSE1/AoMYB35/AspTDF1* をハマタマボウキの雄性系統のゲノム上に見つけました。今後も解析を進め、アスパラガスの性決定機構を解き明かしていきます。

3. 将来の波及効果

- ① アスパラガスとハマタマボウキの交雑種をスタートとする、アスパラガスの茎枯病抵抗性品種作出に向けたマーカー育種に利用できます。本研究成果の活用により、香川県農業試験場、東北大学大学院生命科学研究科も参画して進めているイノベーション創出強化研究推進事業「世界初のアスパラガス茎枯病抵抗性品種育成と世界標準品種化への育種技術開発」の研究を加速化することが期待されます。
- ② ハマタマボウキは、環境省のレッドリストで絶滅危惧 I B 類（近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの）にリストされています。有用な遺伝子がハマタマボウキから見つかったことは、生物多様性の保全が、遺伝資源の保護につながる例となりました。海外への有用遺伝資源の流出防止を含め、国による日本固有の有用遺伝資源の保護について議論の端緒となることが期待されます。
- ③ ハマタマボウキのゲノムが解読されたことにより、この種を遺伝子汚染から守って種の保全につなげるツールができました。
- ④ 単子葉植物の中で、アスパラガスの仲間はイネよりも古くに分岐し、真正双子葉類と単子葉類が分岐した直後の初期の単子葉類の状態を保持していると考えられていることから、単子葉類の初期進化を探る上でも重要な情報をもたらすと考えられます。

論文タイトル：Chromosome-scale haplotype-phased genome assemblies of the male and female lines of wild asparagus (*Asparagus kiusianus*), a dioecious plant species

著者：Kenta Shirasawa, Saki Ueta, Kyoko Murakami, Mostafa Abdelrahman, Akira Kanno, Sachiko Isobe

掲載誌：DNA Research

DOI：<https://doi.org/10.1093/dnares/dsac002>

用語解説

- *1 ゲノム：生物をその生物たらしめるのに必須な最小限の染色体のひとまとまり、またはDNA 全体のことをいう。
- *2 アスパラガス茎枯病：カビの一種 (*Phomopsis asparagi*) により引き起こされる病害で、茎が折れやすくなり、感染が広がると株全体が枯死することになる。
- *3 DNA マーカー：DNA 配列の品種間での違いを識別することで、ゲノム上の目印としたもの。DNA マーカーによって、特定の遺伝子を含む領域が親から子へ受け継がれたかどうかを幼苗の葉からでも検定することができる。
- *4 マーカー育種：特定の有用な形質に対応する DNA マーカーの有無を調べることにより、品種を選抜する育種法。ゲノム全体にわたる DNA マーカーを用いることにより、近縁野生種との交配子孫から、有用な形質の部分だけ野生種由来の DNA 配列をもつ流通品種を選抜することができる。

参考となる図や写真



写真：砂浜海岸に自生しているハマタマボウキ