

博士（農 学） 前 田 智 雄

学 位 論 文 題 名

アスパラガス一代雑種の効率的採種法及び
生理活性機能向上に関する基礎的研究

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

アスパラガス(*Asparagus officinalis* L.)はユリ科の多年生作物で、世界中で広く栽培されている。日本においては、生産者は価格が安い輸入品との競合によって厳しい状況にさらされており、輸入品に対抗するための高品質な品種の育成が望まれている。アスパラガスは雌雄異株で他殖性であるため、交配した場合に遺伝的な変異が多く、収量や品質の安定性が低いことが知られている。このため、品種の育成には、優良な親系統の選抜とクローン培養技術を組み合わせた一代雑種育種が用いられてきた。しかし、一代雑種の採種方法についての系統だった研究はほとんど行われておらず、効率的な採種法の確立が求められていた。一方、アスパラガスには、さまざまな生理活性を持つことが知られているフラボノイドの一種、ルチンをはじめ、多くのポリフェノール類が含まれており、「機能性野菜」として注目されている。しかし、アスパラガスの生理活性機能に関する研究はまだ始まったばかりで、ルチンの品種間差や季節変化、ルチン以外の成分の生理活性及び含量などの知見は充分に得られていない。これらの知見を得ることは、生理活性機能を向上させた一代雑種の効率的な採種を可能とし、国産アスパラガスの輸入品に対する競争力を高める上できわめて重要である。

本研究は、アスパラガスの生理活性機能の向上を目的とした育種を行う際に必要な、一代雑種の効率的な大量採種方法の確立を図り、さらに生理活性物質のルチン及び総ポリフェノール含量について、品種間差、季節変動及び栽培法による含量の変動について検討した。また、アスパラガスの生理活性を評価するため、若茎粗抽出物の抗酸化活性評価試験を行った。

I. アスパラガス一代雑種の効率的採種法に関する基礎的研究

1. 花粉の効率的な保存法及び交配適期

試験的に多数の交配組合せを作出する際に必要な技術として、アスパラガスの花粉の保存法について検討した。その結果、花粉は、花の状態で容器に入れ、5°C・低温条件下で保存することで、交配可能な期間(約3か月間)を通して保存可能であることがわかった。使用する際には金属メッシュ上ですりつぶすことで簡単に交配に供する事が可能であり、保存花粉は生花から採種した花粉と同等の交配能力を維持した。また、アスパラガスの交配能力は、北海道においては雄株、雌株とも6月中旬から7月下旬が高く、盛夏に一時的に低下した。これは、夏の高温下では花粉の授精能力が低下したり、雌蕊の活性が低下したりすることが原因であると思われた。また9月以降に交配した場合、着果はみられるものの、種子数や種子重が減少することがわかつた。

2. ミツバチを花粉媒介者(ポリネーター)として利用した効率的な大量採種法

圃場における訪花昆虫の調査の結果、北海道におけるアスパラガスの主要な訪花昆虫はセイヨウミツバチであった。セイヨウミツバチをポリネーターとして利用して交配を行った結果、得られた種子の品質に問題はなく、隔離ハウスで効率的な大量採種が可能であることがわかった。最適な雌雄比について3:1, 5:1及び7:1について検討を行ったところ、雌雄比が3:1及び5:1において採種量が高かった。雌株の生育と株当たり採種量の関係を雌雄比毎に比較した結果、7:1では雄株からの花粉の供給が少ないことが、採種量が低いことの要因と考えられたため、最適な雌雄比は3:1ないし5:1であると考えられた。

II. アスパラガスの生理活性機能に関する基礎的研究

1. 若茎中のルチン及び総ポリフェノール含量の品種間差、作型・規格による差及び季節変動

アスパラガス20品種について、若茎中のルチン及び総ポリフェノール含量の品種間差を検討した結果、ルチン含量及び総ポリフェノール含量には品種により有意差が認められた。また、ルチン及び総ポリフェノール含量の部位間差を検討した結果、含量は頭部>中央部>基部であった。作型間の比較では、ルチン含量は春先を除き、露地栽培の方がハウス栽培よりも多い傾向があった。また総ポリフェノール含量についても、春先以外は露地栽培の方が多い傾向であったが、ルチン含量ほどの大きな差はなかった。若茎の太さ規格別に同様の調査を行った結果、細いものほどルチン含量が多く、太くなるにしたがってルチン含量は少なくなった。総ポリフェノール含量については、規格や栽培方法による差はルチン含量ほど大きくなかった。ルチン及び総ポリフェノール含量の季節変動について調査した結果、どちらも春先がもっとも含量が多く、立茎後(7月以降)に低下する、という傾向であった。ルチンが夏場に大きく減少するのに対し、総ポリフェノール含量の減少はルチンほど急速ではなかった。これらのことからアスパラガスのルチン及びポリフェノール類の含量には品種間差があり、さらにその含量には遺伝的要因や栄養状態などの内生的要因の他に、栽培条件や光環境などの外的要因も深く関わっていることが明らかとなった。

2. アスパラガスの抗酸化活性

アスパラガスのヒトに対する生理活性について、抗酸化活性について着目し、粗抽出物のDPPHラジカル捕捉活性及び動脈硬化予防と関連があるとして注目されているLDL抗酸化活性について検討した。その結果、アスパラガスの粗抽出物にはDPPHラジカル捕捉活性が認められた。また、活性の変動は、ルチン及び総ポリフェノール含量の季節変動及び品種間差の傾向とよく一致したことから、この活性がルチンなどのポリフェノール類と密接な関係があることがわかった。さらに、アスパラガスの粗抽出物が、品種や茎の色にかかわらず、LDL抗酸化活性を示すことが示された。LDL抗酸化活性に関しては、ルチンを含まないホワイトアスパラガスの粗抽出物も有色の品種と同等の抗酸化活性を示すという興味深い結果が得られた。また、アスパラガスではこれまでLDLに対する抗酸化活性が報告された例はなく、本研究でこうした活性を有することが明らかになったことは意義があると思われる。

本研究の成果から、アスパラガスにおける機能性育種について、新たな手法を提唱できると考える。すなわち、ルチン含量及び総ポリフェノール含量の高い系統を選抜し、保存花粉を利用して効率的に一代雑種系統の作出を行う。さらにそれらから有望な一代雑種を選抜した後に、隔離ハウスにおいてポリネーターとしてミツバチを

利用した効率的な大量採種を行う、という手法である。この手法によって機能性成分含量が高い一代雑種品種を育成することで、輸入品との差別化につながり、国産アスパラガスの競争力の向上に貢献できるものと期待される。

学位論文審査の要旨

主　查　教　授　大　澤　勝　次
副　查　教　授　増　田　　清
副　查　教　授　荒　木　　肇
副　查　助教授　松　浦　英　幸

学　位　論　文　題　名

アスパラガス一代雑種の効率的採種法及び 生理活性機能向上に関する基礎的研究

本論文は4章からなり、図29、表6、引用文献89を含む、総ページ数98の和文論文であり、ほかに参考論文3篇が添えられている。

アスパラガス (*Asparagus officinalis* L.) はユリ科の多年生作物で、世界中で広く栽培されている洋菜である。日本の生産者は価格が安い輸入品との競合によって厳しい状況にさらされており、輸入品に対抗しうる高品質な品種の育成が望まれている。しかし、わが国ではアスパラガスの一代雑種採種法についての系統的な研究が少なく、効率的な採種法が確立していない。したがって、わが国のアスパラガス品種のほとんどはアメリカやヨーロッパで育成された一代雑種品種が用いられている。

一方、アスパラガスにはフラボノイドの一一種、ルチンをはじめ、多くのポリフェノール類が含まれることが知られるようになり、機能性野菜として注目され始めているが、アスパラガスの生理活性機能の研究は始まったばかりで、ルチンの品種間差や季節変化、ルチン以外の成分の生理活性機能等の知見はほとんどない。

そこで本研究は、アスパラガスの生理活性機能の向上を目的とした育種の際に必要な、一代雑種の効率的な大量採種法の確立を図り、さらに生理活性物質のルチン及び総ポリフェノール含量について、品種間差、季節変動及び栽培法による含量の変動を検討し、同時に若茎粗抽出物による抗酸化活性評価法を明らかにした。

I. アスパラガス一代雑種の効率的採種法に関する基礎的研究

1.花粉の効率的な保存法及び交配適期

多数の交配組合せ系統を作出する際に必要なアスパラガス花粉の簡便な保存法を検討した。花の状態で容器に入れ、5℃・低湿条件下で保存することで、交配可能な期間（約3か月間）を通して保存可能であること、金属メッシュ上で薬をすりつぶすことで、保存花粉は生花から採種した花粉と同等の交配能力を維持すること等を明らかにした。アスパラガスの交配能力は、北海道においては雄株、雌株とも6月

中旬から7月下旬が高く、盛夏以降の交配では種子数や種子重が減少した。

2.ミツバチを花粉媒介者（ポリネーター）として利用する効率的な大量採種法

北海道におけるアスパラガスの主要な訪花昆虫であるセイヨウミツバチをポリネーターとして利用した場合、得られる種子の品質に問題はなく、隔離ハウスで効率的な大量採種が可能であることを明らかにした。ミツバチの最適な雌雄比を検討し、雌雄比が3:1及び5:1において採種量が高まることを明らかにした。

II. アスパラガスの生理活性機能に関する基礎的研究

1.若茎中のルチン及び総ポリフェノール含量の品種間差及び季節変動

アスパラガス20品種について、若茎中のルチン及び総ポリフェノール含量の品種間差を検討し、その含量には品種により有意差が認められた。若茎の部位別にルチン等の含量を検討した結果、いずれの品種も頭部>中央部>基部の順であった。作型間の比較では、ルチン含量は春先を除き、露地栽培がハウス栽培よりも多い傾向にあり、総ポリフェノール含量についても、春先以外は露地栽培の方が多い傾向であったが、ルチン含量ほどの大きな差はなかった。若茎の太さ規格別に同様の調査を行った結果、細いものほどルチン含量が多く、太くなるにしたがってルチン含量は少なくなった。総ポリフェノール含量については、規格や栽培方法による差はルチン含量ほど大きくなかった。季節別の調査では、どちらも春先がもっとも含量が多く、立莖後（7月以降）に低下した。ルチンが夏場に大きく減少するのに対し、総ポリフェノール含量の減少は緩やかであった。

2.アスパラガスの抗酸化活性

アスパラガスのヒトに対する生理活性機能について、抗酸化活性に着目し粗抽出物のDPPHラジカル捕捉活性及び動脈硬化予防と関連があるとして注目されているLDL抗酸化活性について検討した。アスパラガスの粗抽出物には高いDPPHラジカル捕捉活性が認められた。また、活性の変動は、ルチン及び総ポリフェノール含量の季節変動及び品種間差の傾向とよく一致したことから、この活性がルチンなどのポリフェノール類と密接に関係していることを明らかにした。さらに、アスパラガスの粗抽出物が、品種や茎の色にかかわらず、LDL抗酸化活性を示すことが示された。LDL抗酸化活性に関しては、ルチンを含まないホワイトアスパラガスの粗抽出物も有色の品種と同等の抗酸化活性を示した。アスパラガスではこれまでLDLに対する抗酸化活性の報告例はなく、本研究が初報告である。

本研究の成果はアスパラガスにおける機能性育種についての新たな手法を提唱すると考える。すなわち、ルチン含量及び総ポリフェノール含量の高い系統を選抜し、保存花粉を利用して効率的に一代雑種系統を作出し、隔離ハウスにおいてミツバチを利用した大量採種を行う、という手法である。これによって国産アスパラガスの競争力の向上に貢献しうると期待される。

よって審査員一同は、前田智雄が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。