

## 山形県朝日町のミツバアケビ栽培系統間における交雑（不）和合性

松本大生・田口 将・渡邊勇紀・平 智

山形大学農学部食料生命環境学科安全農産物生産学コース  
(令和元年9月11日受付・令和元年11月8日受理)

### Cross-(In)compatibility Among Three-leaf Akebia (*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.) Lines Cultivated in Asahi-machi, Yamagata Prefecture

Daiki MATSUMOTO, Masaru TAGUCHI, Yuhki WATANABE and Satoshi TAIRA

Course of Safe and Reliable Agricultural Production,  
Department of Food, Life, and Environmental Sciences,  
Faculty of Agriculture, Yamagata University, Wakaba-machi, Tsuruoka, Yamagata 997-8555  
(Received September 11, 2019 · Accepted November 8, 2019)

#### Summary

Three-leaf akebia (*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.) is a local fruit tree, mainly cultivated in Yamagata Prefecture. *Akebia* species is known to exhibit late-acting self-incompatibility. Pollination with cross-compatible lines is recommended to facilitate stable fruit production. The genetic mechanism of self-incompatibility in *Akebia* has not been uncovered. Furthermore, cross-(in)compatibility among the cultivated akebia local lines has not been reported. In the present study, we investigated the cross-(in)compatibility relationship among 6 three-leaf akebia local lines in the Asahi-machi Region of Yamagata Prefecture, namely Shuuka, Pack, Yoshi-2, Kouoku, Fujimurasaki, and Hatsuhime. Almost all self-pollinated pistils of these lines abscised during 2–4 weeks after pollination, and the pollinated pistils in several crosses also completely abscised at the same time as selfed pistils. Based on the fruit set at six weeks after pollination and the pattern of pistil/fruit-abscission, the cross-(in)compatibility among six lines was estimated. Most crosses were found to be compatible, whereas, some crosses, especially with Kouoku, were incompatible. The reciprocal cross between Kouoku and Hatsuhime yielded inconsistent results, and the cross between Yoshi-2 and Fujimurasaki, both of which were incompatible with Kouoku, was compatible. These results indicate the possibility that self-incompatibility in three-leaf akebia might be not under simple gametophytic control.

**Key words** : artificial pollination, fruit set, late-acting self-incompatibility

#### 緒 言

アケビ (*Akebia* spp.) は東アジアを原産とするアケビ科のつる性植物であり、国内では特産果樹の1つに位置づけられている。日本にはミツバアケビ種 (*A. trifoliata* (Thunb.) Koidz.), アケビ種 (*A. quinata* Decne.) およびそれらの種間雑種であるゴヨウアケビ種 (*A. lobata* Decne. var. *pentaphylla* Makino) が自生している (足立, 1951; Li *et al.*, 2010). アケビの商業栽培が始まったの

は比較的近年であり、昭和50年代に山形県の生産者が外観の良好な果実を少量関東方面に出荷したことがきっかけであったとされている (阿部, 1998). 2016年での全国のアケビ生産量は59.8tと小規模であるものの、朝日町、白鷹町および天童市などの主産地を有する山形県は全国生産量の9割を占めている (農林水産省, 2016). 産地では比較的果実の大きいミツバアケビ種が主に栽培されており、成熟期の早晩、果形、着色の良否ならびに裂果の程度といった基準に基づいて優良系統の選抜が各産

地で独自に進められている（堀込，2010）。

アケビ属は雌雄異花同株であり，さらに自家不和合性を示す他殖性の強い植物である（足立，1951）．アケビ属植物の花序は総状であり，典型的な花穂では基部に2花程度の雌花が着生し，先端部には多くの雄花が着生する（第1図）．また，雄花のみの花穂や1～2花の雌花のみからなる花穂も着生する．アケビは離生心皮であり，雌花あたりの雌ずい数は2～10とばらつきがある．雌花および雄花には花弁がなく，発達したがくは訪花昆虫の誘因に機能していると考えられている（Kawagoe and Suzuki, 2003）．ミツバアケビ栽培ではこの強い他殖性，特に自家不和合性に起因すると思われる不安定な結実が問題となっている．自家不和合性とは，雌ずいが自己や近縁個体の花粉を認識して拒絶する遺伝的機構である（de Nettancourt, 2001）．自家不和合性は1つないしは少数の遺伝子座に座する複対立遺伝子（S遺伝子）によって支配されており，S遺伝子によって決定される雌ずいおよび花粉の特異性が一致した際には受精が成立しない．他の自家不和合性を有する果樹と同様に，ミツバアケビ栽培においても互いに交雑和合な系統を複数混植することが勧められている（堀込，1999）．ただし，ミツバアケビ栽培系統間の交雑（不）和合性についてはこれまでまとまった報告がなされていない．

S遺伝子による花粉の特異性の決定様式には配偶体型と孢子体型の2つが存在する．S遺伝子の遺伝的支配様式は品種または系統間の交雑和合性に大きな影響を与えるものの，ミツバアケビではその遺伝的支配様式も明らかにされていない．配偶体型では花粉の特異性は花粉

(n) 自身が有するS遺伝子によって特異性が決定される．すなわち，2倍体植物種における1遺伝子座支配の配偶体型自家不和合性であれば特異性が異なる2種の花粉が産生される．これに対して，孢子体型では花粉の特異性は花粉親（2n）のS遺伝子型によって特異性が決定される．すなわち，2倍体植物種であっても産生される花粉の特異性は1種のみとなる．一般的に，配偶体型ではS遺伝子座に優劣性が認められないのに対して，孢子体型では優劣性がみられる事例が多く，さらにその優劣性は花粉と雌ずいで異なることも知られている（de Nettancourt, 2001）．よって，孢子体型自家不和合性を示す植物種では，同じ2品種間の交配であっても交配の方向性によって和合と不和合が異なる可能性があり，また，戻し交雑が不和合となる事例が生じうるため，結実管理に一層の配慮が必要となる．

さらに，ミツバアケビの近縁種であるアケビ種の自家不和合性では，自己花粉の拒絶が花粉管の胚珠到達直前ないしは花粉管の胚珠到達後に起こることが報告されている（Kawagoe and Suzuki, 2005）．自家不和合性機構は自己花粉の拒絶タイミングに基づいた場合，柱頭阻害型，花柱阻害型および遅延作用型の3つに大別されるが，アケビ種にみられる自家不和合性は遅延作用型にあたる（de Nettancourt, 2001；Seavey and Bawa, 1986）．アケビ種とミツバアケビ種はともに自家不和合性を示し，かつ種間交雑が可能であることから（足立，1951），ミツバアケビ種の自家不和合性もまた遅延作用型である可能性が推察される．遅延作用型自家不和合性を示す植物種の中には，受粉した不和合花粉が和合花粉による受精を



第1図 ミツバアケビの花穂（左），雌ずい（中央）および1雌花から発達した果そう（右）  
図中の黒矢印は雌花を，白矢印は雄花を示す

部分的に阻害することが知られている (Gibbs *et al.*, 2004; Vaughton *et al.*, 2010). 仮にミツバアケビの自家不和合性が配偶体型であった場合, 半数の花粉が不和合となる交配組合せ (半和合) が起こりえることになり, そのような交配では種子数の半減しいては結実率の低下が起こりうる可能性も想定される. 一方, 胞子体型であれば半和合の交雑は起こりえず, 交雑の結果は和合か不和合かの二者択一になると予想される.

そこで本研究では, 山形県朝日町で選抜されたミツバアケビ6系統の交雑和合性を評価することを目的とし, 各交雑における結実率を調査するとともに, 収穫果実中の種子数を調査した.

### 材料および方法

#### 1. 植物材料

山形県西村山郡朝日町のミツバアケビ生産圃場に植栽されているミツバアケビ系統, ‘秋華’, ‘バック’, ‘ヨシ2’, ‘甲晩’, ‘ふじ紫’および‘初ひめ’を1樹ずつ試験に供試した. 摘果を除く栽培管理については, 朝日町あけび生産組合の慣行に従った. 摘果は結実率の追跡調査を終えた7月上旬に1果そうあたり2, 3果になるよう行った.

#### 2. 人工受粉および結実調査

3~10の雌ずいを有する雌花を無作為に選び, 受粉試験に供試した. 雄花を含んだ花穂については, 雄花を切除した.

2014年の試験では‘ふじ紫’を花粉親とする交配を除い

たほぼすべての組合せの交配を行った (第1表). 4月27日に, バルーン状花蕾の雌花に対してグラシン紙袋 (柴田屋加工紙株) をかけ, 花粉を遮断した. 5月4日にグラシン紙袋を開け, その時点で開花していた雌花を対象にして人工受粉を行った. 人工受粉は, 雌花からがくを切除した後, 全雌ずいの柱頭に雄花をこすりつけることによって行った. なお, 人工受粉には, 受粉当日に樹上で開花していた雄花を適宜採取して用いた. 人工受粉日から7月上旬まで, ほぼ1週間おきに雌花ごとの結実率を調査した. なお, 結実率は雌花あたりの結実数を開花当日の雌ずい数で除して算出した.

2015年の試験では‘ふじ紫’を花粉親とする交配および2014年の試験結果のみでは判断できなかった交配を行い, 2016年の試験では‘初ひめ’の自家受粉のみを行った. 花穂に対する袋かけおよび人工受粉はそれぞれ, 2015年は4月20日および4月27日に, 2016年は4月20日および4月24日に実施した. 両年ともに, 人工受粉ならびに結実率調査は2014年と同様に行った.

#### 3. 収穫果実の調査

2014年および2015年ともに, 各交配組合せにつき無作為に5果を収穫した. なお, 果実の収穫基準は全体がやや軟化しており, 縫合線が白くなったことを目視できることとした. 総種子重は電子天秤 (GF-2000, (株)エー・アンド・デイ) を用いて測定し, 平均種子重は総種子重を種子数で除して算出した. 得られたデータに対して, Tukey-Kramerの多重検定を行った.

第1表 2014年調査におけるミツバアケビ系統の受粉後39日の結実率 (%)

系統	花粉親						無受粉
	秋華	バック	ヨシ2	甲晩	ふじ紫	初ひめ	
秋華	0.0±0.0 <sup>z</sup> (n=2)	91.7±5.9 (n=2)	90.0±8.7 (n=4)	55.6±12.2 (n=6)	— <sup>y</sup>	63.3±10.5 (n=6)	0.0±0.0 (n=5)
バック	77.8±10.3 (n=6)	0.0±0.0 (n=6)	66.7±27.2 (n=3)	100.0±0.0 (n=3)	—	—	3.3±3.0 (n=6)
ヨシ2	0.0±0.0 (n=2)	100.0±0.0 (n=4)	0.0±0.0 (n=6)	50.0±25.0 (n=4)	—	78.3±9.0 (n=4)	0.0±0.0 (n=6)
甲晩	6.3±5.4 (n=4)	97.6±5.4 (n=6)	0.0±0.0 (n=4)	0.0±0.0 (n=4)	—	0.0±0.0 (n=4)	0.0±0.0 (n=2)
ふじ紫	100.0±0.0 (n=2)	83.3±8.3 (n=2)	70.6±8.3 (n=6)	16.7±11.3 (n=6)	—	47.5±13.5 (n=4)	0.0±0.0 (n=5)
初ひめ	97.9±1.9 (n=6)	94.4±4.5 (n=3)	100.0±0.0 (n=5)	89.3±5.9 (n=4)	—	15.0±7.4 (n=6)	0.0±0.0 (n=4)

<sup>z</sup> 数値は雌花あたりの平均結実率±標準誤差を示す

<sup>y</sup> データなし

## 結果および考察

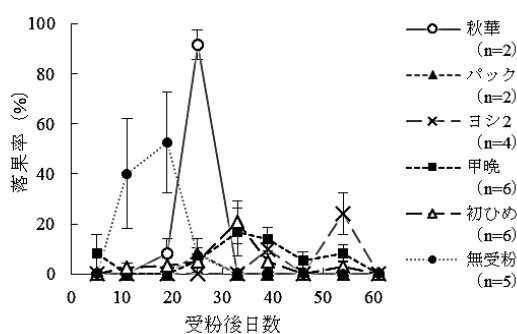
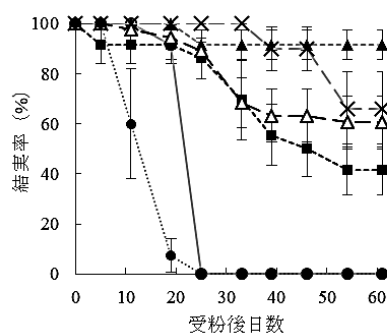
## 1. 自家受粉および他家受粉を行ったミツバアケビ栽培系統の落花（果）の特徴

2014年の調査では、‘秋華’、‘パック’、‘ヨシ2’および‘甲晩’において明らかな自家不和合性を確認できた（第2図、第3図）．‘秋華’、‘パック’および‘ヨシ2’においてはほとんどの交雑において結実が認められた一方、‘甲晩’では結実が認められた交雑は少なかった．‘初ひめ’については、2014年調査で自家和合性を示す可能性が推察されたが、2016年に実施した再試験では自家不和合性を

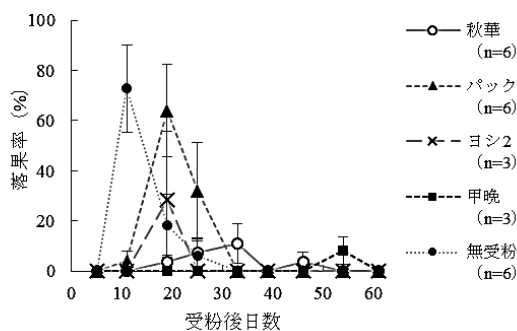
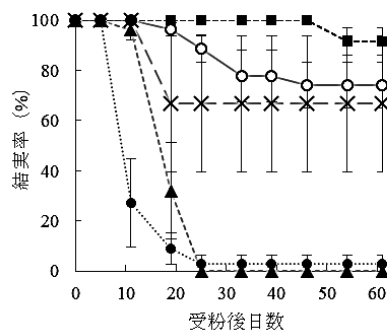
示すことが確認された（着果率 $0.0 \pm 0.0\%$ ,  $n=10$ ）．‘ふじ紫’については2015年に自家受粉試験を行い、自家不和合性を示すことが確認された（着果率 $0.0 \pm 0.0\%$ ,  $n=6$ ）．

以上の結果から、2014年に実施した調査のうち、‘秋華’、‘パック’、‘ヨシ2’および‘甲晩’の結果がミツバアケビに典型的な落花（果）パターンを反映しているものと判断した．すなわち、‘秋華’、‘パック’、‘ヨシ2’および‘甲晩’における結実率の推移をみると、無受粉区と自家受粉区とともに受粉後25日にほぼすべての雌花が落花していた（第2図および第3図）．ただし、落花のピーク

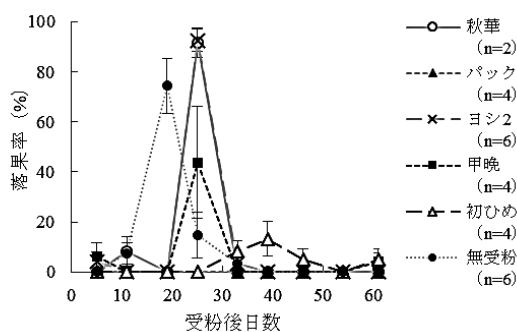
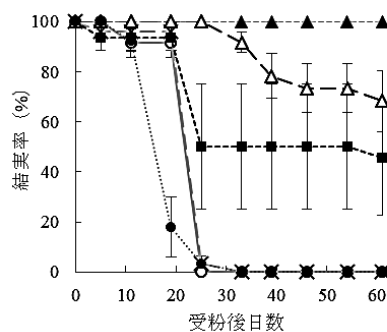
## 秋華



## パック



## ヨシ2



第2図 2014年におけるミツバアケビ系統‘秋華’、‘パック’および‘ヨシ2’の結実率の推移ならびに落果の波相  
縦棒は標準誤差を示す

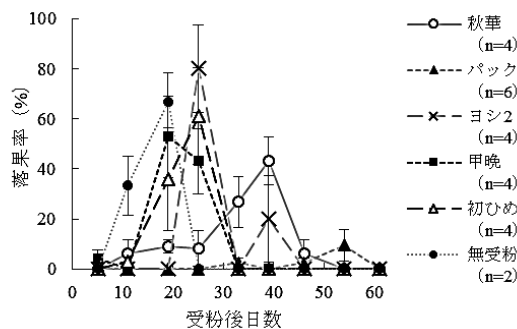
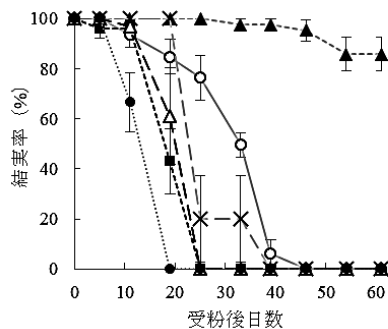


は、‘秋華’、‘ヨシ2’および‘甲晩’では無受粉区が受粉後11日～19日にかけて、自家受粉区が受粉後19日～25日にかけてであり、‘パック’では無受粉区が受粉後5日～11日にかけて、自家受粉区が受粉後11日～19日にかけてであった。よって、無受粉区と自家受粉区の間には落花のピークに約1週間の差が認められた。花柱阻害型自家不和合性を示すシュコンタバコ (*Nicotiana alata* Link et Otto) や遅延作用型自家不和合性を示すセイバ属植物種 (*Ceiba* spp.) においても不和合受粉が落花を遅らせることが報告されている (Gibbs *et al.*, 2004; O'Brien *et al.*, 2002)。興味深いことに、セイバ属植物種では、花粉管が

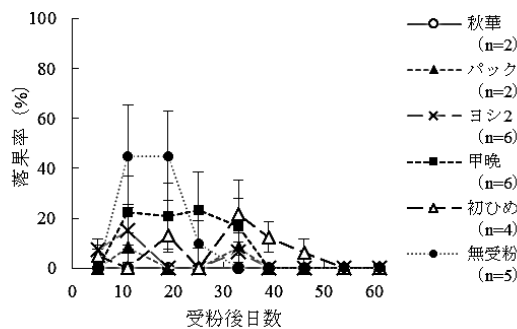
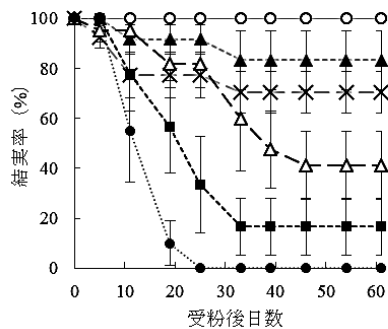
子房に到達する前に花柱を切除した場合においても自家受粉による落花の遅延作用が認められる。これらの知見に基づくと、ミツバアケビにおいて認められた自家受粉による落花の遅延には、花粉と柱頭または花柱との間で起こる何らかの細胞間コミュニケーションが関与している可能性がある」と推察された。

‘秋華’、‘パック’、‘ヨシ2’および‘甲晩’の他家受粉についてみると、ほぼ落果がみられない交雑だけではなく、‘甲晩’×‘ヨシ2’および‘甲晩’×‘初ひめ’のように自家受粉区と同時期にすべて落果するもの、‘パック’×‘ヨシ2’および‘ヨシ2’×‘甲晩’のように自家受粉区と同時期に

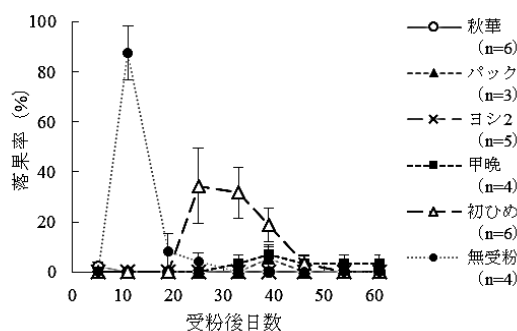
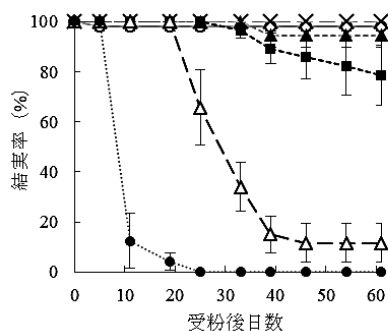
### 甲晩



### ふじ紫



### 初ひめ



第3図 2014年におけるミツバアケビ系統‘甲晩’、‘ふじ紫’および‘初ひめ’の結実率の推移ならびに落果の波相  
縦棒は標準誤差を示す

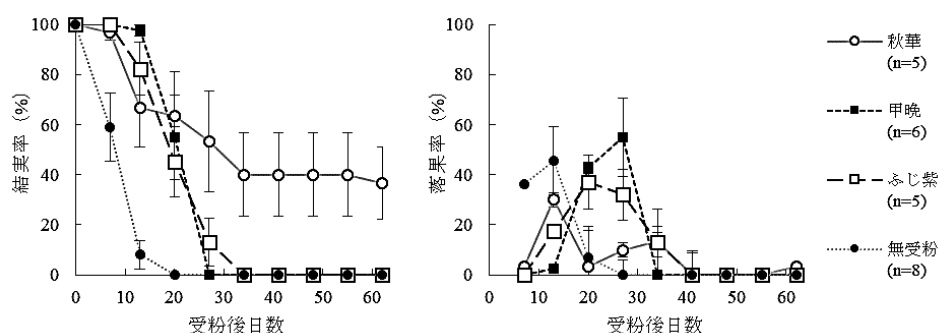
落果のピークを示すがあまり落果しないもの、そして、‘秋華’×‘甲晩’、‘秋華’×‘初ひめ’および‘パック’×‘秋華’のように受粉後25日～39日頃に落果のピークを示すがあまり落果しないものなどがみられた。このうち、自家受粉区と同時期にすべて落果するものについては、交雑不和合である可能性が高いと考えられた。一方で、自家受粉区と同時期に落果のピークを示すがあまり落果しないものについては、自家花粉のコンタミネーションないしは受粉量が不足していた可能性が考えられた。受粉後25日～39日頃に落果のピークを示すものについては生理落果が関与しているものと考えられた。

例外的な落果パターンは、‘甲晩’×‘秋華’においてみられた（第3図）。‘甲晩’×‘秋華’の2014年調査では受粉後33日～46日の間にすべてが落果したが、落果のピーク

は受粉後33日～39日にあった。2015年に実施した再調査においても、‘甲晩’×‘秋華’の落果のピークは自家受粉のものより後に認められ、かつ最終的な結実率も低かった（第4図）。これらの結果から、‘甲晩’×‘秋華’にみられる落果は自家不和合性と異なった近交弱勢などの遺伝的要因が関与しているものであり、早期落果の一種であるものと推察された（第4図）。

以上の結果をまとめると、ミツバアケビでは不受精による落果は受粉後5日～19日にかけて起き、続いて不和合受粉に由来する落果が受粉後11日～25日にかけて起こることが示唆された。ただし、落花（果）のピークのパターンに基づいて交雑不和合と判断した交雑のうち、最も落果し終えるのが遅かったのは‘甲晩’×‘ヨシ2’の受粉後39日であった。よって本研究では、交雑（不）和

甲晩（2015）



第4図 2015年におけるミツバアケビ系統‘甲晩’の結実率の推移ならびに落果の波相  
縦棒は標準誤差を示す

第2表 2015年調査におけるミツバアケビ系統の受粉後41日の結実率（%）

系統	花粉親						
	秋華	パック	ヨシ2	甲晩	ふじ紫	初ひめ	無受粉
秋華	0.0±0.0 <sup>z</sup> (n=5)	97.6±2.1 (n=6)	— <sup>y</sup>	—	68.9±6.7 (n=8)	—	—
パック	—	—	—	58.0±0.0 (n=5)	52.5±13.5 (n=6)	85.0±6.5 (n=6)	—
ヨシ2	92.7±4.0 (n=5)	—	—	0.0±0.0 (n=7)	47.0±11.9 (n=8)	—	—
甲晩	40.0±16.7 (n=5)	—	—	0.0±0.0 (n=6)	0.0±0.0 (n=5)	—	0.0±0.0 (n=8)
ふじ紫	67.4±10.4 (n=4)	80.8±12.3 (n=4)	—	—	0.0±0.0 (n=6)	—	—
初ひめ	—	81.3±6.2 (n=4)	—	—	49.5±14.4 (n=5)	—	—

<sup>z</sup> 数値は雌花あたりの平均結実率±標準誤差を示す

<sup>y</sup> データなし

合の判断は受粉後39日（受粉後6週）の結実率に基づいて行うことにした。

## 2. ミツバアケビ6栽培系統間の交雑（不）和合の推定

受粉後6週の結実率を第1表（2014年調査）および第2表（2015年調査）に示した。ほとんどの交雑はおおよそ47%以上の高い結実率を示しており、それらは和合であると判断できた。ただし、‘甲晩’×‘秋華’については、2014年調査では $6.4 \pm 5.4\%$ と低い結実率を示したが、上述のとおり、これは激しい生理落果を反映したものであると考えられた。加えて、2015年調査では $40.0 \pm 16.7\%$ と高い結実率を示したことから、‘甲晩’×‘秋華’は交雑和合と判断した。‘ヨシ2’×‘秋華’については、2014年調査では2雌花しか試験できず、それらには結実が認められなかった。ただし、2雌花ともに袋掛けや受粉などの操作で傷んでいたために結実しなかった可能性も考えられたため、2015年に再度、十分な調査花数を用いて調査を行った。2015年調査では、全ての雌花で結実が認められ、結実率は $92.7 \pm 4.0\%$ （ $n=5$ ）と高い値となったことから、‘ヨシ2’×‘秋華’は交雑和合であると判断した。2014年調査において $50.0 \pm 25.0\%$ と大きなばらつきをみせた‘ヨシ2’×‘甲晩’は、2015年の再調査においては全く結実せず（第2表）、本交雑における落果のピークは自家受粉のものと同じく受粉後13日～20日であった（データ略）。このことから、‘ヨシ2’×‘甲晩’は本来交雑不和合であり、2014年調査では‘甲晩’の雄花として受粉に用

いたもののなかに異系統の雄花が混入するといったコンタミネーションが起きていた可能性が疑われた。調査を行ったミツバアケビ圃場では、交雑を促すために、2～3本の異なる系統をまとめて同一箇所に植えていたことから、このような雄花の取り違いが起こりえる可能性があった。一方で、‘パック’×‘ヨシ2’および‘ふじ紫’×‘甲晩’については単年度のみの試験の実施となったうえ、和合・不和合の判断をするには調査数が不十分であった（第3図）。‘パック’×‘ヨシ2’については、調査した3雌花のうち2雌花において全ての雌ずいが結実したが、残りの1雌花においては全く結実が認められなかった。そのため、平均結実率は $66.7 \pm 27.2\%$ とばらつきが大きくなり、交雑和合であると判断するには至らなかった。‘ふじ紫’×‘甲晩’については、調査した6雌花中の2雌花においてそれぞれ25%と75%の雌ずいが結実したが、残りの4雌花においては全く結実が認められなかった。複数の雌花で結実が認められたものの、平均結実率は $16.7 \pm 11.3\%$ と他の和合交雑と比べて低い値となったため、交雑和合であると判断するには至らなかった。

一連の考察に基づいて推定したミツバアケビ栽培系統間の交雑（不）和合関係を第3表に示した。整理した交雑（不）和合関係には、ミツバアケビの自家不和合性機構を反映したと考えられるいくつかの特徴がみられた。

1つ目の特徴は、‘甲晩’と‘初ひめ’の間にみられる正逆交雑の結果の不一致である。一般的に、配偶体型自家不和合性においてはS遺伝子間の優劣性がないため、2系

第3表 2014～2016年の調査から推定したミツバアケビ系統の交雑（不）和合性

系統	花粉親					
	秋華	パック	ヨシ2	甲晩	ふじ紫	初ひめ
秋華	I <sup>2</sup> (n=7) <sup>y</sup>	C (n=8)	C (n=4)	C (n=6)	C (n=8)	C (n=6)
パック	C (n=6)	I (n=6)	C? (n=3)	C (n=8)	C (n=6)	C (n=6)
ヨシ2	C (n=7)	C (n=4)	I (n=6)	I (n=11)	C (n=8)	C (n=4)
甲晩	C (n=9)	C (n=6)	I (n=4)	I (n=10)	I (n=5)	I (n=4)
ふじ紫	C (n=6)	C (n=6)	C (n=6)	C? (n=6)	I (n=6)	C (n=4)
初ひめ	C (n=6)	C (n=7)	C (n=5)	C (n=4)	C (n=5)	I (n=16)

<sup>2</sup> IおよびCはそれぞれ不和合交雑および和合交雑を示し、C?は和合の疑いがある交雑を示す

<sup>y</sup> nは交配雌花数を表す

統間のS遺伝子型が完全に一致したときにのみ交雑不和合となる（de Nettancourt, 2001；Matsumoto, 2016）。すなわち，配偶体型自家不和合性では正逆交雑の結果は一致する。一方，胞子体型自家不和合性においてはS遺伝子間に優劣性が存在し，かつ対立遺伝子間の優劣性は花粉と雌ずいの間で一致しないことも多いため，正逆交雑の結果が一致しないことが起こりうる。

2つ目の特徴は，‘甲晩’と交雑不和合な系統である‘ヨシ2’および‘ふじ紫’が交雑和合であったことである。上述のように，配偶体型自家不和合性においては，2系統間のS遺伝子型が完全に一致したときにのみ交雑不和合となるため，特定の系統と交雑不和合な系統は互いに交雑不和合となる。一方，胞子体型自家不和合性においては，S遺伝子間に優劣性が存在し，またS対立遺伝子によっては共優性となることから，異なるS表現型間でも交

雑不和合となる場合がある。例えば，‘甲晩’のS遺伝子型を $S^1S^2$ ，‘ヨシ2’を $S^1S^x$ ，‘ふじ紫’を $S^2S^y$ とし，S対立遺伝子間の優劣性が $S^1=S^2>S^x=S^y$ であると仮定した場合，‘甲晩’，‘ヨシ2’および‘ふじ紫’の表現型はそれぞれ $S^1S^2$ ， $S^1$ および $S^2$ となるため，‘ヨシ2’および‘ふじ紫’はともに‘甲晩’と交雑不和合となる一方で互いには交雑和合となる。

これらの交雑（不）和合関係にみられた特徴は，ミツバアケビの自家不和合性が単純な配偶体型支配をうける可能性を否定するものであった。遅延作用型自家不和合性において遺伝的支配様式が明らかにされた事例は少なく，カカオ（*Theobroma cacao* L.）およびトウワタ属植物（*Axclepias exaltata* L.）においてのみである（Knight and Rogers, 1955；Lipow and Wyatt, 2000）。これらの植物種の遅延作用型自家不和合性は胞子体型支配をうけ

第4表 人工受粉によって得られたミツバアケビ果実に含まれる種子数ならびに種子重

系統	花粉親	2014年			2015年		
		種子数	総種子重(g)	平均種子重(g)	種子数	総種子重(g)	平均種子重(g)
秋華	バック	183.4 a <sup>2</sup>	6.7	0.037	194.6	7.7	0.040 ab
	ヨシ2	153.8 ab	6.1	0.040	—	—	—
	甲晩	124.2 b	5.1	0.041	—	—	—
	ふじ紫	—	—	—	193.8	6.9	0.036 b
	初ひめ	116.0 b	4.7	0.039	—	—	—
	自然受粉	127.4 b	5.8	0.045	172.8	7.7	0.044 a
バック	秋華	177.6 b	7.3 ab	0.041	—	—	—
	ヨシ2	233.4 a	9.3 a	0.040	—	—	—
	甲晩	211.4 ab	8.9 ab	0.042	194.8	6.0	0.031
	ふじ紫	—	—	—	166.2	5.2	0.031
	初ひめ	—	—	—	199.6	5.8	0.029
	自然受粉	184.4 b	7.1 b	0.039	188.4	6.6	0.035
ヨシ2	秋華	—	—	—	255.4 a	4.1	0.016 b
	バック	225.8	5.6	0.025 ab	—	—	—
	甲晩	202.4	4.4	0.022 b	—	—	—
	ふじ紫	—	—	—	214.0 ab	4.4	0.021 ab
	初ひめ	189.2	4.4	0.023 ab	—	—	—
	自然受粉	158.2	4.2	0.027 a	157.0 b	4.2	0.027 a
甲晩	秋華	—	—	—	198.6	9.5	0.048
	バック	230.2 a	11.5	0.050	—	—	—
	自然受粉	171.6 b	8.6	0.049	174.6	8.1	0.046
ふじ紫	秋華	222.4 ab	9 b	0.04 b	211.6	8.3 b	0.039 b
	バック	269.6 a	11 ab	0.041 b	270.4	12.9 a	0.048 a
	ヨシ2	234.8 a	11.4 ab	0.047 b	—	—	—
	甲晩	249.3 a	15.7 a	0.063 a	—	—	—
	初ひめ	271 a	12.5 ab	0.046 b	—	—	—
	自然受粉	163.2 b	9.6 b	0.057 a	228.6	10.6 ab	0.047 a
初ひめ	秋華	199.2 ab	5.1	0.025 b	—	—	—
	バック	224.0 a	5.1	0.023 b	185.6	7.9 a	0.042
	ヨシ2	216.8 a	5.7	0.026 b	—	—	—
	甲晩	187.6 ab	6.3	0.034 a	—	—	—
	ふじ紫	—	—	—	145.4	5.2 b	0.036
	自然受粉	173.2 b	6.4	0.037 a	141.4	6.0 ab	0.042

<sup>2</sup> 同一年次，同一系統内の異なる英文字間にはTukeyの検定により5%水準で有意差があることを示す（n=5）



ることが示唆されている。今後、ミツバアケビの遅延作用型自家不和合性もまた胞子体型の遺伝的支配をうけている可能性があるかを明らかにするためには、交雑後代と親系統との戻し交雑を行うなどして、一つ以上のS遺伝子を共有する交雑が不和合となるかを確かめる必要がある。

### 3. 推定和合交雑によって得られた果実中の種子数

和合と推定される交雑によって得られた収穫果実中の種子のデータを第4表に示した。‘秋華’と‘バック’では花粉親の違いによって収穫果実中の種子数に違いがみられた。種子数の差が最も大きかったのは2014年に収穫した‘秋華’であり、最も種子が多かったのは‘バック’を花粉親としたときの183.4個であり、種子が少なかったのは‘初ひめ’を花粉親としたときの116.0個（‘バック’を花粉親としたときの63.2%）、ならびに‘甲晩’を花粉親としたときの124.2個（67.7%）であった。しかしながら、花粉親の違いによって種子数が70%以下にまで低下したのはこれら2例のみであった。よって、ミツバアケビにおいて半和合交雑が存在しうるかは本研究では判然としなかった。

加えて、各推定和合交雑における種子数と受粉後6週の結実率との間に有意な相関はみられなかった（ $P=0.66$ ）。このことは、本研究においてみられた推定和合交雑間の結実率の違いは種子形成の程度、しいては交雑の和合、半和合の区別に依存していない可能性を示唆するものであった。

### 摘 要

ミツバアケビ (*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.) は山形県を主産地とする特産果樹の1つである。ミツバアケビは遅延作用型の自家不和合性を示すことが知られており、安定的な果実生産のためには交雑和合な系統間での人工受粉が推奨されている。しかしながら、アケビ属植物が示す自家不和合性は遺伝的メカニズムが解明されていないばかりか、ミツバアケビ栽培系統間における交雑（不）和合性についての情報もないのが現状である。そこで本研究では、山形県朝日町で育成されたミツバアケビの6栽培系統、‘秋華’、‘バック’、‘ヨシ2’、‘甲晩’、‘ふじ紫’および‘初ひめ’の間の交雑（不）和合性を調査した。これらの系統ではいずれも、自家受粉した雌ずいは受粉後2~4週のうちに落下した。そこで、受粉後6週

における結実率および落花（果）の波相に基づいて、6栽培系統間の交雑（不）和合関係について推定を行った。栽培系統間における交雑はほとんどが和合であった一方、いくつかの交雑は不和合であることが明らかとなった。不和合交雑の多くは‘甲晩’を花粉親とした交雑においてみられた。‘甲晩’と‘初ひめ’の交雑では交雑の方向によって和合・不和合の結果が異なっていた。また、‘甲晩’に対して交雑不和合である‘ヨシ2’および‘ふじ紫’の2系統間の交雑は和合であった。これらの結果は、ミツバアケビの自家不和合性は単純な配偶体型の遺伝的支配を受けていない可能性を示唆していた。

### 謝 辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただきました山形県朝日町あけび生産組合の白田勇記氏ならびに白田甲子郎氏に謹んで感謝申し上げます。

### 引用文献

- 足立昇三. 1951. アケビの研究. 園芸学研究集録. 5: 39-40.
- 阿部芳幸. 1998. 山形県のアケビ栽培の現状と課題. 果実日本. 53: 27-29.
- de Nettancourt, D. 2001. Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants. Springer, Berlin.
- Gibbs, P., M. B. Bianchi and N. Tarodarange. 2004. Effects of self-, chase and mixed self/cross-pollinations on pistil longevity and fruit set in *Ceiba* species (Bombacaceae) with late-acting self-incompatibility. Ann. Bot. 94: 305-310.
- 堀込 充. 1999. アケビ. 栽培技術の基礎. p.1-10. 農業技術大系. 果樹編7. 特産果樹. 農文協. 東京.
- 堀込 充. 2010. 知っていたい, こんな品種 (48) アケビ. 果実日本. 65: 12-14.
- Kawagoe, T. and N. Suzuki. 2003. Flower-size dimorphism avoids geitonogamous pollination in a nectarless monoecious plant *Akebia quinata*. Int. J. Plant Sci. 164: 893-897.
- Kawagoe, T. and N. Suzuki. 2005. Self-pollen on a stigma interferes with outcrossed seed production in a self-incompatible monoecious plant, *Akebia quinata* (Lardizabalaceae). Funct. Ecol. 19: 49-54.
- Knight, R. and H. H. Rogers. 1955. Incompatibility in

- Theobroma cacao* L. Heredity 9: 69-77.
- Li, L., X. Yao, C. Zhang and X. Chen. 2010. *Akebia*: a potential new fruit crop in China. HortScience 45: 4-10.
- Lipow, S. R. and R. Wyatt. 2000. Single gene control of postzygotic self-incompatibility in poke milkweed, *Asclepias exaltata* L. Genetics 154: 893-907.
- Matsumoto, D. 2016. Gametophytic self-incompatibility. p. 275-280. In: B. Thomas, D. J. Murphy and B. G. Murray (eds.): Encyclopedia of Applied Plant Sciences 2<sup>nd</sup> Edition. Elsevier, Amsterdam.
- 農林水産省. 2016. 平成28年産特産果樹等動向調査.  
<[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_kazyu/index.html/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html/)>.
- O'Brien, M., C. Kapfer, G. Major, M. Laurin, C. Bertrand, K. Kondo, Y. Kowiyama and D. P. Matton. 2002. Molecular analysis of the stylar-expressed *Solanum chacoense* small asparagine-rich protein family related to the HT modifier of gametophytic self-incompatibility in *Nicotiana*. Plant J. 32: 985-996.
- Seavey, S. R. and Bawa, K. S. 1986. Late-acting self-incompatibility in angiosperms. Bot. Rev. 52: 195-219.
- Vaughton, G., M. Ramsey and S. D. Johnson. 2010. Pollination and late-acting self-incompatibility in *Cyrtanthus breviflorus* (Amaryllidaceae) : implications for seed production. Ann. Bot. 106: 547-555.