

原著論文

ニホンナシ ‘あきづき’ および ‘秋麗’ における溶液受粉の適用性

阪本大輔\*・中村ゆり<sup>†1</sup>・草場新之助

農研機構果樹研究所栽培・流通利用研究領域  
305-8605 茨城県つくば市

Applicability of using spray pollination in two  
Japanese pear cultivars ‘Akizuki’ and ‘Shuurei’

Daisuke SAKAMOTO\*, Yuri NAKAMURA and Shinnosuke KUSABA

Plant Physiology and Fruit Chemistry Division,  
Institute of Fruit Tree Science,  
National Agriculture Research Organization  
Tsukuba, Ibaraki 305-8605

Abstract

We investigated the applicability of using spray pollination to pollinate two Japanese pear cultivars, ‘Akizuki’ and ‘Shuurei’. The level of fruit set in both cultivars after spray pollination using media containing 0.3% (w/v) pollen grains, 0.1% (w/v) agar and 10% (w/v) sucrose was almost the same as the level after hand pollination. Even if not pollinated, some fruits with intact seeds were set on ‘Akizuki’ and ‘Shuurei’, indicating that both cultivars are weakly self-incompatible. In addition, a small number of fruit without intact seeds was set on ‘Akizuki’, indicating that this cultivar is parthenocarpic or pseudo-parthenocarpic similar to ‘Kosui’, another Japanese pear cultivar. With regard to fruit size, shape and other fruit quality parameters, spray pollination and hand pollination gave comparable results. Thus, spray pollination is a labor-saving method for cultivating ‘Akizuki’ and ‘Shuurei’ Japanese pears.

Key words: artificial pollination, fruit set, Japanese pear, labor-saving, spray pollination

---

(2013年10月8日 受付. 2013年12月5日 受理)

<sup>†1</sup> 現 農研機構果樹研究所企画管理部 茨城県つくば市

\* Corresponding author. E-mail:sdaisuke@affrc.go.jp

## 緒 言

多くのニホンナシ品種は自家不和合性であることから、生産現場では結実を確保するために人工受粉が広く行われている。人工受粉作業は開花期という限られた期間内に実施する必要があることから、短期集中的な労働力の確保が必要である。しかし、近年我が国のナシ生産現場では担い手の高齢化が進んでおり、労働力の確保は年々難しくなっている。このことから、省力的な人工受粉技術の開発が強く求められている。このため、これまでに人工受粉の効率化、軽労化を目的に訪花昆虫の放飼や動力受粉機の開発が進められてきた。しかしながら、訪花昆虫は維持管理に手間がかかる等の理由により、ニホンナシでの導入は進んでいない。また、動力受粉機は、花粉が多量に必要であることと柱頭への花粉付着にムラが生じることによって果形の乱れや果実の肥大が劣る傾向が報告されている(斎藤ら, 1999)。

効率的な人工受粉法として、キウイフルーツでは溶液受粉が実用化されている(Hopping・Simpson, 1982)。溶液受粉は、溶液に懸濁した花粉を噴霧器などで散布して受粉する方法で、慣行の梵天による受粉に比べ、作業時間が半分程度になることが報告されている(矢野ら, 2002)。また、溶液に懸濁した花粉を用いるため、少量の降雨時にも作業が可能である。ニホンナシにおいても試験が行われており、‘幸水’については、溶液受粉によって慣行受粉とほぼ同等の結実率が得られている(松田ら, 2007; Sakamoto ら, 2009)。また、溶液受粉の作業時間は、慣行受粉に比べて電動噴霧器を用いた場合は半分程度、ハンドスプレーを用いた場合でも2割程度削減できることを報告している(松田ら, 2007; Sakamoto ら, 2009)。

一方、これまでに、‘豊水’および‘新高’においては、溶液受粉では十分な結実率が得られていない(日浦・田中, 2004)。また、その他のニホンナシ品種における溶液受粉の適用性についても明らかにされていない。

溶液受粉による‘幸水’の高い結実率は単為結果性または偽単為結果性が主因と推察されている(阪本ら, 2009)。ニホンナシの結実率には、これらの他、自家不和合性程度の品種間差異(Hiratsuka・Zhang, 2002)、柱頭へ付着する花粉量なども影響を及ぼすことが知られている。これらのことから、ニホンナシ品種における溶液受粉の適用性を明らかにするためには、品種ごとにその可否を検討する必要がある。

‘あきづき’および‘秋麗’は、独立行政法人農業・

食品産業技術総合研究機構果樹研究所が育成し、それぞれ2001年、2003年に品種登録されたニホンナシ品種である。‘あきづき’は、関東では9月下旬に成熟し、‘豊水’と‘新高’の間に収穫される中晩生の赤ナシである。果実重は500g前後となり、肉質はち密で軟らかく、食味は良好である(壽ら, 2002)。「秋麗」は、関東では9月上旬に成熟し、平均果重は350g程度で、香気があって食味は良好である(壽ら, 2004)。「あきづき」については、全国的に栽培面積が拡大しており、「秋麗」についても、熊本県等において産地化が進められ、市場でも高単価で取引されている(藤丸, 2012)。

以上のことから、本研究では、今後も栽培面積の拡大が期待される‘あきづき’および‘秋麗’における溶液受粉の適用性を明らかにすることを目的として、‘幸水’で用いられている花粉懸濁液を用いて溶液受粉を行い、結実率および果実品質に及ぼす影響を検討した。

## 材料および方法

試験は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所(茨城県つくば市)の圃場に栽植されている‘あきづき’成木3樹および‘秋麗’成木1樹を用い、2012年と2013年に行った。

### 1. 花粉懸濁液の組成

ショ糖10%溶液に、寒天を0.1%添加した溶液を供試した。この溶液に、-30℃で貯蔵した‘雪花梨’の精製花粉を湿度100%、15℃の条件で約2時間順化した後に0.3%(w/v)の濃度で懸濁して花粉懸濁液とし、溶液受粉に用いた。

### 2. 溶液受粉試験

虫媒による受粉を防止するため、開花前に果実袋で花そう全体を被覆し、開花の状況に合わせて、2012年は4月20日および21日、2013年は4月8日に受粉を行った。各花そうの果実袋を外し、開花後間もない花もしくは開花直前の花を選んで、1花そう当たり5花に調整し、開花直前の場合には花卉の一部を除去して柱頭を露出させた後に、後述する各受粉処理を行った。受粉後は、直ちに果実袋で被覆し、虫媒による受粉を遮断した。処理区は溶液受粉、慣行受粉および無受粉(‘秋麗’は2013年のみ無受粉を設定)の3区とした。溶液受粉では、前述した花粉懸濁液を用い、ハンドスプレーによって受粉を行った。慣行受粉では、石松子によ

り5倍に希釈した精製花粉を用い、梵天によって受粉を行った。また、無受粉では受粉区と同様、開花前に被覆し、開花時に袋を外し、花数を5花とした後、受粉を行わず再度被覆した。各処理区につき‘あきづき’では1樹当たり20花そう、計60花そうを、‘秋麗’では30花そうを供試した。

### 3. 結実および果実品質の調査

各処理区の結実率は、受粉後2週間程度経過した時点で果実に軽くさわっても落果せず肥大しているものを結実しているものとして調査した。その後、供試した花そうについては、1花そうに1果のみを残し、枝全体で通常の摘果強度になるように調整しながら摘果を行った。その他の栽培管理については、全て慣行とした。

収穫は、ニホンナシ地色用カラーチャート（富士工業）を用いて、ていあ部付近の地色がカラーチャートの3に達した果実を順次収穫した。収穫した果実について、果実重、果形の歪み（最大横径/最小横径）、果汁糖度（Brix）、pHおよび含有種子数を調査した。種子については、外見的に正常に発育しているものを完全種子とし、厚さが薄くて形も小さいものを不完全

種子として区分した。BrixおよびpHは、果実赤道面の相対する2箇所から切り出した果肉を搾汁した果汁について、糖度計（PR-101 a, ATAGO）およびpHメータ（twinpH B-212, HORIBA）により各々測定を行った。

## 結果および考察

### 1. 溶液受粉が結実率および種子数に及ぼす影響

‘あきづき’において、2012年の結実率は、慣行受粉区が88%、溶液受粉区が82%、2013年は各々95%、96%となり、慣行受粉区と溶液受粉区との間に有意な差は認められず、ほぼ同等の結実率が得られた（Table 1）。また、無受粉区においては、2012年は52%、2013年は59%と高い結実率となった（Table 1）。‘秋麗’においては、2012年の結実率は、慣行受粉区が92%であったのに対し、溶液受粉区が72%と低くなった。2013年においては、慣行受粉区は84%、溶液受粉区では78%となり、ほぼ同等の結実率が得られた。2013年の無受粉区においては、14%の結実率となった（Table 2）。2012年の‘秋麗’において、溶液受粉区の結実率が慣行受粉区より2割低下したが、7割程度の結実率でも最

Table 1. Fruit set and number of intact seeds after spray pollination of ‘Akizuki’ (2012-2013)

Pollination method	Fruit set <sup>z</sup>		Number of intact seeds per fruit	
	2012	2013	2012	2013
Spray <sup>y</sup>	82 a <sup>x</sup>	96 a	5.2 a (34) <sup>w</sup>	3.8 a (35)
Hand	88 a	95 a	5.6 a (41)	4.1 a (40)
No pollination <sup>v</sup>	52 b	59 b	4.5 a (15)	1.8 b (15)
			0 (10)	0 (10)

<sup>z</sup> Average percentage of fruit set in each cluster of five flowers; number of flower clusters counted = 60.

<sup>y</sup> Pollen grains were suspended in media containing 10% (w/v) sucrose and 0.1% (w/v) agar at a final concentration of 0.3% (w/v).

<sup>x</sup> Different letters within a column indicate significant differences by the Tukey-Kramer Test.

<sup>w</sup> Fruit number used for analysis is shown in parenthesis.

<sup>v</sup> The upper row refers to seeded fruits, and the lower row refers to seedless fruits.

Table 2. Fruit set and number of intact seeds after spray pollination of ‘Shuurei’ (2012-2013)

Pollination method	Fruit set <sup>z</sup>		Number of intact seeds per fruit	
	2012	2013	2012	2013
Spray <sup>y</sup>	72 b <sup>x</sup>	78 a	5.8 b (21) <sup>w</sup>	4.8 a (16)
Hand	92 a	84 a	7.3 a (16)	5.6 a (19)
No pollination	— <sup>v</sup>	14 b	—	1.5 b (4)

<sup>z</sup> Average percentage of fruit set in each cluster of five flowers; number of flower clusters counted = 30.

<sup>y</sup> Pollen grains were suspended in media containing 10% (w/v) sucrose and 0.1% (w/v) agar at a final concentration of 0.3% (w/v).

<sup>x</sup> Different letters within a column indicate significant differences by the Tukey-Kramer Test.

<sup>w</sup> Fruit number used for analysis is shown in parenthesis.

<sup>v</sup> Not determined.

終的な結実量の確保には十分であった。‘幸水’における溶液受粉の試験においても、溶液受粉の結実率が年により6~7割まで低下する場合があるが、実用上最終的な結実量に影響を及ぼすほどの結実率の低下ではないことが報告されている(Sakamotoら, 2009)。これらのことから、今回供試した両品種においては、溶液受粉によって実用的なレベルの結実率を得ることが可能であった。

果樹生産においては果実の生産量に直結する結実率が重要であるが、受粉そのものの成否は結実率ではなく含有種子数によって示される。溶液受粉では、慣行受粉よりも柱頭に付着する花粉数が少ないことから、含有種子数が少ない傾向にある(日浦・田中, 2004; 阪本, 2009)。しかしながら、‘幸水’の溶液受粉試験の場合は、種子数が減少するものの慣行受粉区と遜色ない結実率が得られることが報告されている(田中ら, 2006)。猪俣ら(1993)は、‘幸水’は若干ながら単為結果性を有していることを報告している。阪本ら(2009)も、無受粉条件下の‘幸水’において6~44%の結実率が得られ、かつ得られた果実には完全種子が全く含まれなかったという結果から、単為結果性の可能性を示唆している。‘幸水’の単為結果性については、果実に不完全種子が確認されることから、偽単為結果性の可能性も考えられるが、‘幸水’の単為結果性もしくは偽単為結果性が、種子数の多少に関わらず溶液受粉において高い結実率が得られる要因ではないかと考えられる。一方、‘あきづき’においては、溶液受粉区と慣行受粉区の収穫果に含まれる種子数には2年間ともに有意な差は認められなかった(Table 1)。また、無受粉区の結実率は2012年および2013年ともに50%を超え、まったく受粉していないにもかかわらず高い結実率を示した。両年ともに無受粉区において25果の果実が収穫された。そのうち両年とも15果において完全種子が確認され、1果あたりの完全種子の数は、2012年は平均4.5個、2013年では1.8個であった(Table 1)。また、両年とも完全種子が認められなかった10果については、全て不完全種子が確認された。‘秋麗’においては、溶液受粉区での種子数は、慣行受粉区に比べて2012年は有意に少なく、2013年も有意差はないもの少ない傾向にあった。また、2013年の無受粉区において14%の結実率が得られ、かついずれの収穫果実からも完全種子が確認された(Table 2)。壽ら(2002, 2004)によれば、‘あきづき’および‘秋麗’は自家不和合性を示し、そのS遺伝子型はともにS3S4である。一方、‘あきづき’および‘秋麗’については調査していないものの、ニホ

ンナシの自家不和合性の程度には品種間差があることが報告されている(Hiratsuka・Zhang, 2002)。本研究において、‘幸水’と異なり無受粉区においても完全種子が認められたことから、‘あきづき’および‘秋麗’は、自家不和合性の程度が弱いことが明らかになった。加えて、‘あきづき’については、無受粉区で一部の果実に不完全種子が認められたことから、単為結果性または偽単為結果性を有していると推定された。

今回の試験では、自家受粉由来の種子が含まれる種子中にどの程度含まれているかについては調査を行っていない。しかし、他品種の花粉に比べて自己花粉の柱頭への付着量は圧倒的に多いことから、自家不和合性の程度が弱い場合、ある程度は自家受粉が成立するものと推定される。一方、全くの無受粉では、どちらの品種も結実率は低下することから、自家受粉だけでは十分な結実を確保することができない。今回、両品種ともに慣行受粉と溶液受粉では結実率には差がみられず、2012年の‘秋麗’以外は含有種子数の低下も認められなかった。よって、これらの品種では、一定の頻度で自家受粉が成立するため、慣行受粉に比べて、柱頭への花粉付着量の少ない溶液受粉でも受粉には分量であり、結果として慣行受粉区と同程度の結実率が得られたものと推定された。また、‘秋麗’に比べて‘あきづき’ではより安定した結実が得られたが、この要因として‘あきづき’の持つ単為結果性または偽単為結果性が関与しているものと考えられた。

今回は‘あきづき’および‘秋麗’のみの試験であったが、その他のニホンナシ品種においても、自家不和合性程度の弱い品種や単為結果性または偽単為結果性を持つ品種では、溶液受粉を適用できる可能性が示唆された。

## 2. 溶液受粉が果実品質に及ぼす影響

複数年の圃場試験で、‘あきづき’および‘秋麗’において受粉方法の違いは収穫期に影響しなかった(データ省略)。また、収穫した果実の果重、果形指数について、慣行受粉区と溶液受粉区との間には差は認められなかった。一方、無受粉区の果実は有意に小さかった(Table 3, 4)。一般的に、種子の存在が果実の成長に大きな影響を及ぼすことが知られており、果実の大きさはしばしば種子数と関連し、種子数の多い果実ほど果実肥大が優れるとされている(板井, 2007)。‘あきづき’においては、慣行受粉区と溶液受粉区では種子数に有意な差は認められなかったため、果重や果形指数に差が認められなかったものと考えられた。‘秋麗’では、溶液

受粉区の種子数が慣行受粉区に比べ少ない傾向であったが、果実重や果形指数には差が認められなかった (Tables 2, 4). ナシに近縁のリンゴにおいて、種子数の多少が果実の初期生育に影響するが、その後の摘果および新梢管理作業により、果実成長の優劣が決まるとされている (工藤, 2005). 溶液受粉区の ‘秋麗’ においては種子数が少なかった 2013 年でも平均 4.8 個の種子が入っていたことから、この程度の種子数の減少では、その後の結実管理を適切に行うことにより、果実重や果形には影響しないものと考えられた. その他、糖度および pH には受粉方法の違いによる差は認められなかった (Tables 3, 4)

以上のことから、溶液受粉区と慣行受粉区で、結実率に大きな差異が認められなかったこと、また、得られた果実の大きさや果形にも差が認められなかったことから、溶液受粉は両品種において、‘幸水’ と同様に作業時間を削減できる人工受粉技術として利用することが可能と考えられた.

摘 要

‘あきづき’ および ‘秋麗’ における溶液受粉技術の

適用性を明らかにすることを目的として、‘幸水’ で用いられている花粉懸濁液を用いて溶液受粉を行い、結実率および果実品質に及ぼす影響を検討した. その結果、‘あきづき’ では慣行受粉と同等の結実率が安定して得られた. ‘秋麗’ では、年によって溶液受粉区での結実率の低下が認められたが、慣行受粉の 8 割程度の結実率は得られており、最終的な結実量を確保するには十分であった. 無受粉区における結実率と得られた果実に含まれる完全種子数の結果から、‘あきづき’ および ‘秋麗’ は、自家不和合性の程度が弱いことが明らかになった. 加えて ‘あきづき’ では、単為結果性または偽単為結果性を有していることも判明した. これらの品種では、人工受粉の有無に係わらず自家受粉が一定量は成立するものと推定され、このことが、柱頭に花粉付着量が少ない溶液受粉においても、慣行受粉並の結実率が得られる要因と考えられた. また、溶液受粉は、果実重やその他の果実品質に影響を及ぼさなかった. 以上のことから、‘あきづき’ および ‘秋麗’ においても、溶液受粉は省力的人工受粉技術として利用することが可能である.

Table 3. Effects of pollination methods on ‘Akizuki’ fruit quality (2012-2013)<sup>z</sup>

Pollination method	Fruit weight (g)		Index of distortion of fruit shape <sup>y</sup>		°Brix		pH	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Spray <sup>x</sup>	578.6 a <sup>w</sup>	540.6 a	1.03 a	1.03 a	12.1 a	11.9 a	5.0 a	5.0 a
Hand	547.7 a	537.6 a	1.04 a	1.03 a	12.2 a	11.9 a	5.1 a	5.0 a
No pollination <sup>v</sup>	498.5 a	448.2 b	1.04 a	1.04 a	12.0 a	11.8 a	5.1 a	5.0 a
	313.1 b	350.2 c	1.03 a	1.04 a	12.1 a	11.8 a	5.0 a	5.0 a

<sup>z</sup> Number of fruit analyzed for each treatment (n=10-41) is indicated in Table 1.

<sup>y</sup> The ratio of the maximum and minimum diameters of the equatorial plane of each fruit.

<sup>x</sup> Pollen grains were suspended in media containing 10% (w/v) sucrose and 0.1% (w/v) agar at a final concentration of 0.3% (w/v).

<sup>w</sup> Different letters within a column indicate significant differences by the Tukey-Kramer Test.

<sup>v</sup> The upper row refers to seeded fruits, and the lower row refers to seedless fruits.

Table 4. Effects of pollination methods on ‘Shuurei’ fruit quality (2012-2013)<sup>z</sup>

Pollination method	Fruit weight (g)		Index of distortion of fruit shape <sup>y</sup>		°Brix		pH	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Spray <sup>x</sup>	403.1 a <sup>w</sup>	360.7 a	1.04 a	1.04 a	13.0 a	12.9 a	5.2 a	5.2 a
Hand	413.3 a	369.7 a	1.03 a	1.03 a	12.8 a	12.8 a	5.2 a	5.2 a
No pollination	— <sup>v</sup>	217.8 b	—	1.02 a	—	12.1 b	—	5.2 a

<sup>z</sup> Number of fruit analyzed for each treatment (n=4-21) is indicated in Table 2.

<sup>y</sup> The ratio of the maximum and minimum diameters of the equatorial plane of each fruit.

<sup>x</sup> Pollen grains were suspended in media containing 10% (w/v) sucrose and 0.1% (w/v) agar at a final concentration of 0.3% (w/v).

<sup>w</sup> Different letters within a column indicate significant differences by the Tukey-Kramer Test.

<sup>v</sup> Not determined.

## 引用文献

- 藤丸 治. 2012. ナシ「秋麗」の特性と熊本県での取り組み. 果実日本. 67(8):17-20.
- 壽 和夫・齋藤寿広・町田 裕・佐藤義彦・阿部和幸・栗原昭夫・緒方達志・寺井理治・西端豊英・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征. 2002. ニホンナシ新品種「あきづき」. 果樹研報. 1:11-21.
- 壽 和夫・齋藤寿広・町田 裕・梶浦一郎・佐藤義彦・増田亮一・阿部和幸・栗原昭夫・緒方達志・寺井理治・西端豊英・正田守幸・樫村芳記・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征. 2004. ニホンナシ新品種「秋麗」. 果樹研報. 3:31-40.
- 工藤仁郎. 2005. リンゴ. 摘果の方法. 追録20号. p.35-37. 農業技術体系. 果樹編1. 農文協. 東京.
- Hiratsuka, S. and S.-L. Zhang. 2002. Relationships between fruit set, pollen-tube growth, and S-RNase concentration in the self-incompatible Japanese pear. *Sci. Hort.*95:309-318
- 日浦直之・田中誠介. 2004. 液体受粉による特産果樹の省力受粉技術の確立. 平成16年度高知県農業技術センター果樹試験場試験研究実績報告書. 73-76.
- Hopping, M. E. and L. M. Simpson. 1982. Supplementary pollination of tree fruits. 3. Suspension media for kiwifruit pollen. *N. Z. J. Agri. Res.* 25: 245-250.
- 猪俣雄司・八重垣英明・鈴木邦彦. 1993. ジベレリン散布によるニホンナシの晩霜害軽減対策. 農業気象. 49:105-109.
- 板井章浩. 2007. 果実成長と植物ホルモンの関係. p.114-116. 園芸生理学. 文永堂. 東京.
- 松田和也・藤島宏之・矢羽田二郎. 2007. 日本ナシ「幸水」のショ糖溶液を用いた人工受粉技術. 平成19年度九州沖縄農業研究成果情報. 195-196.
- 斎藤義雄・高野靖洋・瀧田誠一郎. 1999. ナシにおける人口交配機の効率的使用法. 東北農業研究. 52:177-178.
- Sakamoto, D., H. Hayama, A. Ito, Y. Kashimura, T. Moriguchi and Y. Nakamura. 2009. Spray pollination as a labor-saving pollination system in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai): development of the suspension medium. *Sci. Hort.*119:280-285.
- 阪本大輔. 2009. ナシ. 溶液受粉技術. 追録24号30. p.6-10. 農業技術体系. 果樹編3. 農文協. 東京.
- 田中誠介・日浦直之・阪本大輔・矢野 隆・白川美帆・荻野雅人. 2006. 「幸水」における新規液体増量剤を用いた溶液受粉技術. 平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報. 245-246.
- 矢野 隆・清水康雄・新開志帆. 2002. 果樹における液体増量剤を用いた人工受粉(第1報)キウイフルーツでの結果性, 果実品質, 作業効率. 園学雑. 71(別1): 242.