

ニホンナシにおける摘花・摘果剤研究の現状と課題

千葉大学大学院園芸学研究科 大川克哉

はじめに

果樹栽培において摘果（花）は高品質果実を連年安定して生産するための重要な栽培管理の一つである。わが国の果樹栽培では、摘果（花）作業は多くの場合人手によって行われており、その労力は多大である。また、限られた期間内で短時間のうちに終わらせないとその十分な効果は期待されない。そのため、作業時期が集中し、生産者にとって大きな労力負担になるとともに、経営規模拡大を抑制する大きな要因となっている。近年、果樹生産者の高齢化や減少が進む一方で、生産コストの低減や経営規模拡大による企業の経営の実現が求められている。これらの問題や課題を解決するうえで、年間労働時間に占める割合の高い摘果（花）作業の省力化は、果樹栽培における重要な課題の一つである。

摘果（花）作業の軽減を図る方法の一つとして薬剤摘果（花）があげられる。これは、植物生長調節物質等の処理により落果（花）を誘起するものであり、わが国では、リンゴで石灰硫黄合剤（摘花）、ギ酸カルシウム剤（摘花）およびカルバリル剤（摘果）が、ウンシュウミカンおよびキンカンでエチクロゼート剤（摘果）が摘果および摘花剤として実用化され、摘果作業の軽減に寄与している。また、セイヨウナシでは、エチレン発生剤であるエセフォンが摘花・摘果剤として最近実用化された。一方、他の果樹につ

いては、これまで様々な植物生長調節物質を用いた試験が行われてきたが、現在摘果（花）剤として実用化されているものは一つもない。

1. ニホンナシ栽培における薬剤摘果（花）技術の必要性

ニホンナシ栽培において摘果（花）作業に要する労力は年間労働時間の約20%を占め（大川ら、1997）、多大である。近年、受粉作業労力の軽減を目的に自家和合性の性質を示す‘おさ二十世紀’を親にした自家和合性品種の育成が進められており（佐藤、1992）、そのいくつかについてはすでに品種登録がなされた（田辺、2001）。自家和合性品種は、受粉労力が不要になるものの、自家不和合性品種に比べて結実数が多く、‘おさ二十世紀’の摘果には‘二十世紀’の約1.3倍の労力を要する（古田・今井、1987）。そのため、自家和合性品種が普及すれば、摘果は現在以上に労力がかかる作業になるものと考えられる。

摘果（花）労力を軽減する方法として、多比良ら（1999）および川嶋ら（1994）は省力的摘らい・摘果法について、また石下ら（1998）は多目的防災網の被覆により、訪花昆虫を物理的に遮断する方法について検討している。しかし、前者では効率的に作業を行える時期が限られており、経営規模によっては労力的に限界があるものと考えられる。また、後者では多目的防災網

の設置が必要となる。

上記以外の方法として、リンゴやウンシュウミカンで行われている植物生長調節物質の処理による摘果(花)、すなわち摘果(花)剤の利用が考えられるが、この技術はまだニホンナシでは確立していない。最近のニホンナシ経営の現状を見ると、生産コストが上昇する一方で、果実の市場価格は低迷しており、経営状況は悪化している。このような経営状況を好転させるには、販売チャネルの多角化など販売単価の向上に対する努力も必要であるが、現状以上の生産コストの低減が、特に市場出荷中心の経営スタイルでは必要であろう。生産コストの低減を図るうえで、年間労働時間に占める割合の高い摘果(花)労力の軽減はその鍵となる部分である。もし、ニホンナシにおいても摘果(花)剤の利用技術が確立されれば、その貢献は大きいものになると期待される。

2. ニホンナシに対して摘果(花)効果を示す植物生長調節物質

ニホンナシにおける薬剤摘果(花)に関する研究はこれまでいくつか行われてきた。三木ら(1981)はナフトキノン誘導体であるベンドロキノンの摘花効果について報告している。ベンドロキノンの摘花効果は、花の発育段階と密接に関係し、開花前後の花で最も高い。‘二十世紀’に処理した場合、花そう中の2番花から5番花の開花時期に5~10 ppmを散布処理すると十分な摘花効果が得られている。また、鉄村ら(1998)は自家和合性の性質を持つ‘おさ二十世紀’に対しても摘花効果を示すことを確認している。一方、ベンドロキノンの摘花効果は、品種間で差のあることも示されており、‘二十世紀’、‘八幸’および‘菊水’では高く、‘新水’、‘新

雪’、‘祇園’および‘秀水’ではほとんど認められない(三木ら, 1981)。ベンドロキノンの摘花機構について三木ら(1982)は、ベンドロキノン処理すると花中のジベレリンレベルが低下すること、ベンドロキノン処理花にGA₃を処理すると摘花効果が消去されることから、花中のジベレリンレベルの低下が摘花効果と関連していると推察している。

山崎ら(1987)は、レシチンの生理活性を検討する中でニホンナシの受精を阻害する作用を見出し、摘花剤としての利用を検討している。これらの結果によると、レシチンの摘花効果は、‘長十郎’および‘幸水’の場合、受粉後6時間以内の花に処理すると顕著であるが、開花前および受粉後24時間以上経過した花には処理しても効果がないとしている。また、安定した摘花効果を得る処理濃度は0.4%以上であるとしている。レシチンの摘花作用は、摘果効果の発現には柱頭に薬液が付着する必要のあること、受粉後一定期間経過した花に処理しても効果を示さないことから、受精阻害によるものと考えられている。しかし、その詳細な機構については明らかではない。

平塚ら(2002)は、1%ギ酸カルシウム溶液を受精前の‘幸水’の雌ずいに散布すると、柱頭への花粉付着と花柱内の花粉管伸長を抑制し、30~40%の果実が落下することを報告している。また、この剤の摘花に有効な成分について、1%の酢酸カルシウムおよび乳酸カルシウム処理は摘花効果を示さないこと、種々の有機酸カルシウムおよび有機酸が花粉発芽に及ぼす影響を*in vitro*で比較するとギ酸カルシウムおよびギ酸が強い抑制力を示すことから、ギ酸カルシウムによるニホンナシの摘花機構はギ酸による受精阻害であると推察している。

Ohkawaら (2006) は、ジャスモン酸活性を示す *n*-propyl dihydrojasmonate (PDJ) の‘豊水’に対する摘花効果について報告している。PDJの摘花効果は、処理時期による影響が大きく、花芽の発芽期に相当する満開17~18日前処理で最も高く、その時期に500~750 ppmを処理すると適度な摘花効果が得られている(図-1)。PDJ処理花では、花柱内の花粉管伸長には無処理花と差異は認められないが、満開時における胚珠の発育状態をみると胚のうが萎縮した異常な胚珠が多く観察される(図-2)。このことから、PDJの摘花効果は、胚珠の正常な発育を阻害することによる受精阻害に起因するものと推察している。

エチレン発生剤であるエセフォンの摘果(花)

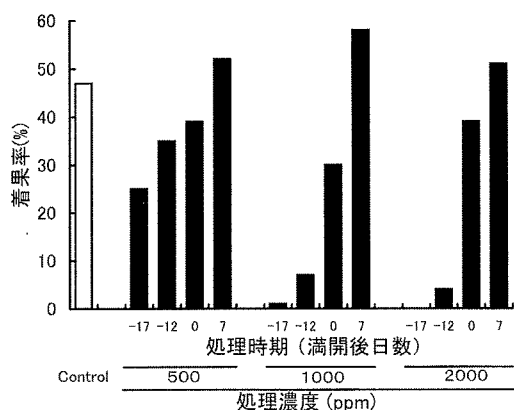
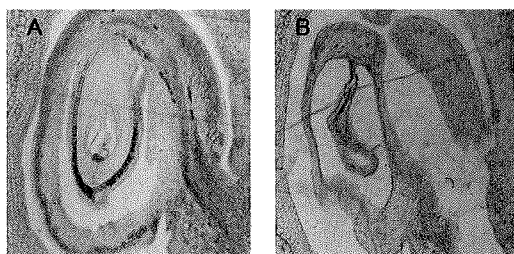


図-1 PDJの処理時期と処理濃度の違いがニホンナシ‘豊水’の着果に及ぼす影響



正常胚珠(無処理花) 異常胚珠(PDJ処理花)

図-2 PDJの処理がニホンナシ‘豊水’胚珠の発育に及ぼす影響(写真は満開時の胚珠)

効果についてはいくつかの報告がある。金子・坂本(1977)は‘長十郎’に対して満開2日後から50日後に50~200 ppmを、Kimら(1988)は‘新高’および‘長十郎’に対して満開15日後に400~1200 ppmを、Mcartney・Wells(1995)は‘二十世紀’および‘豊水’に対して満開15日後に400 ppmを処理すると摘果(花)効果を示すと報告している。しかし、いずれの試験の結果においても、これらの時期にエセフォンを果(花)そうに処理すると果実肥大が抑制される傾向がみられている。一方、大川ら(2006a)は、エセフォンの摘果(花)効果と果実肥大に対する影響は処理時期により異なり、満開前約1週間前後(展葉開始期)に‘豊水’では250 ppmを、‘幸水’では500 ppmを処理すると、果実肥大への悪影響を及ぼさずに摘花効果が得られると報告している。また、エセフォンの摘花効果には品種間で差があり、‘豊水’では‘幸水’、‘若光’、‘新星’および‘新高’よりも摘花効果が強く発現しやすいとしている。

エセフォンを処理した花そうでは、エチレン発生量が急激に増加し(図-3)、処理6日後に

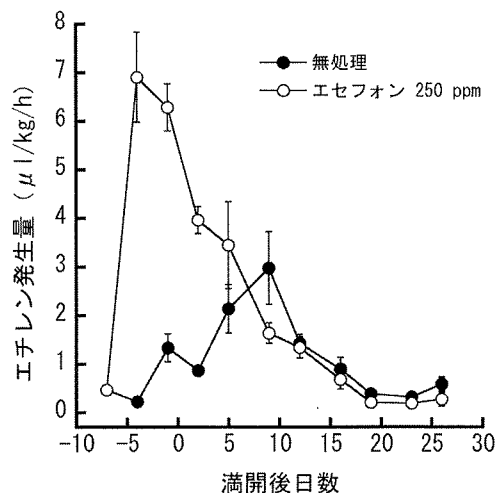


図-3 ニホンナシ‘豊水’へのエセフォン処理が花(果)そうのエチレン発生量に及ぼす影響

は花こうと花序軸分岐部に離層が認められ、その後離層が形成された花の割合が急激に増加する(図-4, 図-5)。これらのことから、エセフォンは花そうのエチレン発生量を増加させ、離層形成を促進することにより摘花効果を示すものと推察されている(大川ら, 2006b)。

以上のような植物生長調節物質がニホンナシに対して摘果(花)効果を有することが示されている。これらの植物生長調節物質のニホンナシに対する摘果(花)機構は、結実や初期の果実

肥大に関連が深いと考えられる内生ジベレリンレベルを低下させるもの(ベンドロキノン)、受粉・受精阻害によるもの(ギ酸カルシウム, レシチン, PDJ), 離層形成を促進するもの(エセフォン)に大別される。これらは摘果(花)剤として実用化こそされていないものの、これらの研究で得られた知見は、今後のニホンナシ摘果(花)剤の探索に大きな示唆を与えるものであると考えられる。

3. ニホンナシ摘花剤として実用化が期待される MAE-30 剤

ニホンナシの摘果(花)剤に関する研究は、これまでいくつか行われてきたものの、摘果(花)剤として実用化されたものは一つもない。しかし、現在MAE-30剤(以下、MAE-30)がニホンナシの摘花剤として農薬登録申請中であり、実用化が期待されている。

MAE-30は丸尾カルシウム株式会社が開発したレシチン(23%)とリン酸カルシウム(77%)の混合剤である。MAE-30の摘花効果は花そうの開花ステージによって大きく異なり、1% MAE-30を‘豊水’花そうの開花率0, 25, 50, 80および100%時に処理すると80%開花時処理

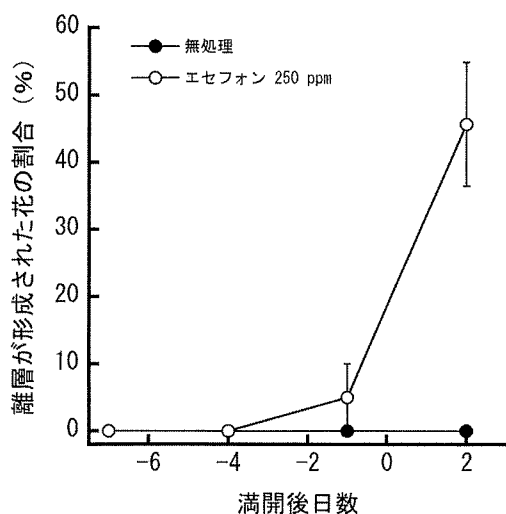


図-4 ニホンナシ‘豊水’へのエセフォン処理が花こうと花序軸分岐部の離層形成に及ぼす影響

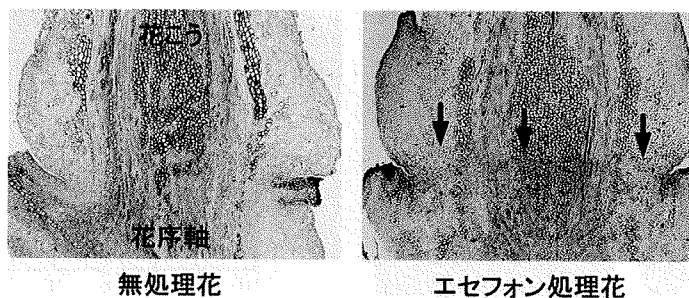


図-5 エセフォン処理したニホンナシ‘豊水’花における離層の発達状態(写真は満開2日後, ↓は離層形成部位を示す)

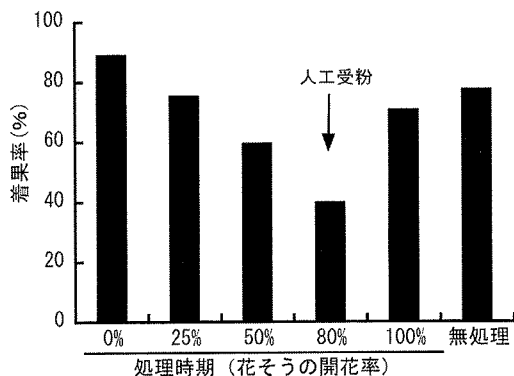


図-6 開花率の異なる花そうへのMAE-30処理がニホンナシ‘豊水’の着果に及ぼす影響

で最も高く、0%および100%開花時では摘花効果は認められなかった(図-6)。果そう当たりの着果数は摘果の作業時間に大きく影響する。花そうの開花率80%時にMAE-30を処理すると、2~4果着果している果そうの割合が高く、無処理果そうよりも明らかに少なかった(図-7)。

MAE-30の摘花効果は品種間でやや差異がみられ、‘豊水’では強く現われるものの、それと比べて‘おさ二十世紀’、‘幸水’および‘新高’では弱い傾向にあった(表-1)。

摘花剤をより効果的に用いるためには、処理適期の幅を明確にしておくことが不可欠である。MAE-30を開花2日前~2日後の花に処理すると、受粉を開花日に行った場合、摘花効果は開花日に処理したもののみ認められた(図-8)。このことは、MAE-30が開花前の花や受粉

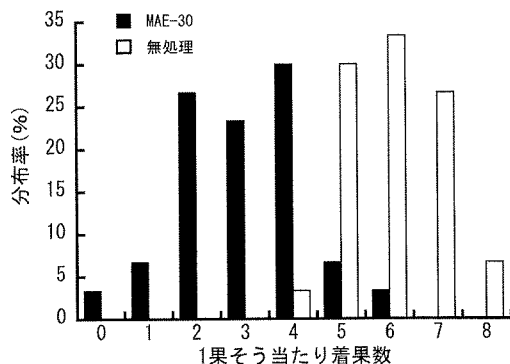


図-7 80%開花時のMAE-30処理が‘豊水’の1果そう当たりの着果数に及ぼす影響

後一定時間経過した花に対しては摘花効果を示さないことを示唆している。さらに、受粉の3~1時間前、3~24時間後にMAE-30を処理すると、摘花効果は受粉9時間後までは高いものの、12時間後ではやや低くなり、24時間後ではまっ

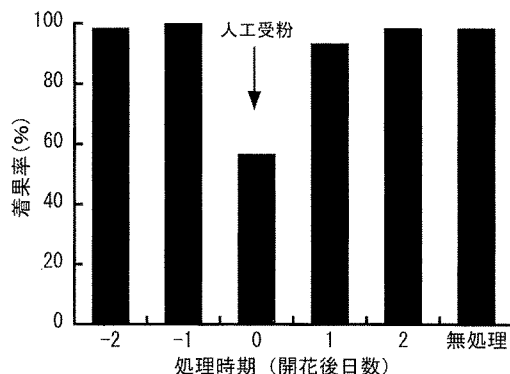


図-8 異なる発育ステージの花に対するMAE-30処理がニホンナシ‘豊水’の着果に及ぼす影響

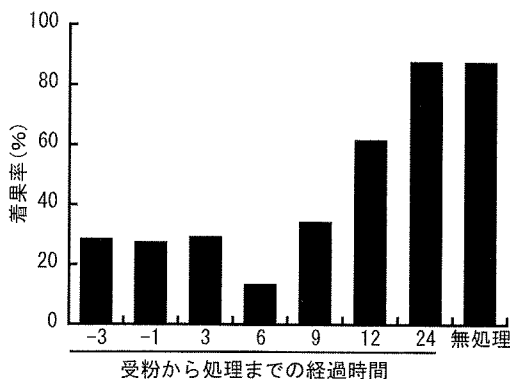
表-1 80%開花時のMAE-30処理が数品種のニホンナシの着果に及ぼす影響

処理濃度	着果率 (%)			
	品 種			
	おさ二十世紀	幸水	豊水	新高
無処理	79.2	86.8	80.8	68.4
1%	65.8	66.8	37.0	44.8
2%	58.7	65.9	30.8	36.6

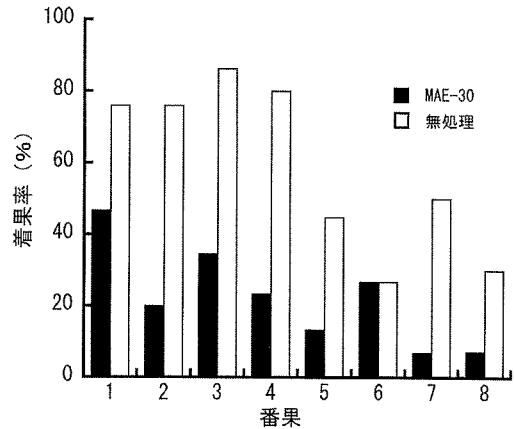
たく認められなかった（図－9）。これらのことから、MAE-30が摘花効果を発現する処理時期の条件として、開花後かつ受粉後9時間以内であることが明らかとなり、処理適期の幅は極めて短いものと考えられた。

ニホンナシの手による予備摘果では、残す果実の果序軸上の位置が重要視され、通常果形や果実品質が比較的良好となる3～5番果を残す。そこで、花そうの開花率80%時にMAE-30を処理した場合における果序軸上の位置別（番果別）の着果率について図－10に示した。いずれの番果でも無処理よりは低いものの、1番果でやや高く、7および8番果で低い傾向にあった。また、3～5番果の着果率が特に低くなる傾向はみられず、結実後に手による補正的な摘果を行うことが前提であれば、問題はないものと考えられた。

MAE-30は上記のような摘花特性を示し、果実品質への悪影響を示さないことから、ニホンナシの摘花剤として十分期待される。摘花効果を示す処理適期の幅が受粉後9時間以内と極めて短い、実用化の際はこの特性を活用した散布方法が考えられる。すなわち、1～2番果開花



図－9 受粉からMAE－30処理までの経過時間の違いがニホンナシ‘豊水’の着果に及ぼす影響



図－10 MAE－30がニホンナシ‘豊水’の番果別の着果率に及ぼす影響

時に1回目の散布を行い、人工受粉を行った後、6～8番果開花時に2回目の散布を行う。このような処理体系を構築できれば、良果になりやすい3～5番果の残る確立が高くなり、その後の手による摘果の省力化および効率化が可能になると考えられる。

MAE-30の作用機構については、現在調査中であるが、摘花に効果的な処理時期、落花時期および前述の山崎ら（1987）のレシチン単用処理の報告を考えると受粉・受精阻害に起因している可能性が高い。山崎ら（1987）のレシチン単用処理の結果では、摘花効果は0.4%以上の濃度で認められ、0.1～0.23%では安定した効果は得られないとしている。レシチンとリン酸カルシウムの混合剤であるMAE-30では、1%の濃度で摘花効果を示すが、この場合のレシチンの有効成分は0.23%と山崎らの（1987）の結果よりも低い。この要因として、添加されているリン酸カルシウムの作用が関連しているのかも知れない。この点については、MAE-30の摘花機構を解明する上で明らかにしていくべき点と考えられる。

4. ニホンナシ摘果（花）剤研究・開発の課題

リングではすでに薬剤摘果（花）技術が実用化され、摘果労力の軽減に寄与している。ニホンナシとリングとでは着果特性が極めて類似しているにもかかわらず、ニホンナシでは薬剤摘果（花）技術が実用化されてこなかった。この要因の一つとして、ニホンナシ独特の摘果方法があると考えられる。ニホンナシの開花は花そう基部の1番花から始まり、徐々に先端に向かっていく。また、結実後の予備摘果では果そうの中間に位置する3～5番果の中から1果を残し、それ以外の果実は摘果する。したがって、ニホンナシの摘果（花）剤には3～5番果（花）以外の果実（花）を選択的に摘果（花）する効果が要求される。しかし、この極めて理想的な要求を完全に満たすのは、現状では非常に困難であり、現在までニホンナシで薬剤摘果（花）技術が確立されなかった大きな要因の一つである。これらの要求を満たす摘果（花）剤の探索や処理方法の開発は大きな課題である。しかし現状では、MAE-30のような処理適期の幅が短い摘花剤を複数回散布するとともに、開花ステージが揃うような新たな栽培技術を組み合わせ、摘花効果をより高めていくことが現実的であろう。

ニホンナシの摘花剤については、MAE-30が農薬登録申請までこぎつけたが、摘果剤の開発についてはまったく目処がたっていない。これまでの研究の中で摘果効果が示された植物生長調節物質はエセフォンのみである。しかし、エセフォンは摘果剤として処理すると、果実肥大を抑制するため実用化は無理であろう。摘花剤は、着果状況を確認する前に処理するため、気象条件等により受粉・受精に不具合が生じた場合、過剰に落花を誘起することも起こりうる。しかし、摘果剤であれば、着果状況を見て、処理の

必要性を判断することが可能である。ニホンナシに効果的な摘果剤の探索は大きな課題の一つであり、今後の研究・開発に期待したい。

5. 引用文献

- 古田 収・今井敏彦. 1987. 日本ナシの自家結実性品種「おさ二十世紀」の特性とその摘果法. 鳥取県果試研報. 10: 1-19.
- 平塚 伸・渡辺 学・河合義隆・前島 勤・川村 啓太郎・加藤尉行. 2002. ニホンナシに対するギ酸カルシウムの摘花作用. 園学雑. 71: 62-67.
- 石下康仁・高橋建夫・半田睦夫・金子友昭. 1998. 多目的防災網を利用したニホンナシ「幸水」の摘果の省力化. 栃木農試研報. 47: 13-16.
- 金子友昭・坂本秀之. 1977. ナシの薬剤摘果に関する研究. 第1報 長十郎の薬剤摘果. 栃木農試研報. 23: 71-84.
- 川嶋 徹・新山敏昭・松田 亨・平野門司. 1994. ニホンナシ「幸水」の摘果方法に関する研究. 富山県農技セ研報. 14: 37-48.
- Kim, K. Y., M. D. Cho, J. K. Kim, S. B. Kim and B. W. Moon. 1988. Effects of ethephon application on the fruit thinning in pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29: 13-19.
- Mcartney, S. J. and G. H. Wells. 1995. Chemical thinning of Asian and European pear with ethephon and NAA. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 23: 73-84.
- 三木信夫・行永寿二郎・林 真二・田辺賢二. 1981. ナフトキノン誘導体, 2-benzimidoyl-3-hydroxy-1, naphthoquinoneが二十世紀ナシの摘花に及ぼす影響. 園学雑. 50: 21-30.

- 三木信夫・行永寿二郎・林 真二・田辺賢二. 1982. Bendroquinoneが‘二十世紀’ナシの花の発育及び内生生長調節物質に及ぼす影響. 園学雑. 51: 35-43.
- 大川広子・鈴木信男・中嶋直美・川崎昇三. 1997. ナシ施設栽培の経営技術的性格と作型の最適組み合わせ. 関東東海農業経営研究. 88: 31-40.
- Ohkawa, K., H. Ohara, Y. Kurita, T. Fukuda, Z. U. Khan and H. Matsui. 2006. Thinning effect of jasmonic acid derivative, *n*-propyl dihydrojasmonate on Japanese pear ‘Hosui’. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75: 129-134.
- 大川克哉・白石奈穂・小原 均・松井弘之. 2006a. 数品種のニホンナシに対するエセフォンの摘花効果. 園学研. 5: 69-73.
- 大川克哉・白石奈穂・小原 均・松井弘之. 2006b. ニホンナシに対するエセフォンの摘花作用. 園学研. 5: 171-177.
- 佐藤義彦. 1992. ニホンナシの自家和合性品種の育成. 園芸学会平成4年度秋季大会シンポジウム講演要旨: 12-22.
- 多比良和生・田中仁士・片桐澄雄・檜山博也. 1999. ナシ摘らいが摘果時間と果実肥大に及ぼす影響. 茨城県農総セ園研報. 7: 11-15.
- 田辺賢二. 鳥取で生まれたナシ新品種 秋栄・瑞秋・真寿. 2001. 農耕と園芸. 56(8): 198-200.
- 鉄村琢哉・安藤香織・楠見浩二・首藤治基・田中浩次・野中勝利・小西 剛・直田進一・行永寿二郎. 1998. ベンドロキノンがニホンナシ‘おさ二十世紀’の摘花に及ぼす影響. 京大農 場報告. 8: 1-7.
- 山崎利彦・鈴木勝征・加藤作美. 1987. 落葉果樹の摘花剤の開発に関する研究(第1報). レシチンの摘花効果. 果樹試報. A 14: 57-68.

新刊

草地学 用語辞典

日本草地学会/編
(社)畜産技術協会/企画
A5判 120頁 定価4,200円(税込)

- バイオ燃料の急速拡大、輸入飼料価格の高騰によって、わが国における土地利用型畜産の推進が重要になってきた。
- このような状況の中、牧草、飼料作物の生産・利用にかかわる幅広い分野を網羅した草地学用語の決定版として本書が誕生した。
- 対象利用者として研究者のみならず、学生、実務家など幅広い層を想定し、わかりやすく記述されている。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11
TEL 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172
<http://www.zennokyo.co.jp>