

2-Chloroethylphosphonic Acid による桑葉の落葉促進, 季節と枝の齡, 葉齡との関係

岩 堀 修 一

(果樹園芸学研究室)

昭和56年 8月10日 受理

Promotion of Mulberry Leaf Abscission by 2-Chloroethylphosphonic Acid with Special Reference to Application-Time, Shoot-Age and Leaf-Age

Shuichi IWAHORI

(Laboratory of Fruit Science)

緒 言

養蚕業においては桑葉の収穫にかかる労働時間はかなり多い。現在は葉を枝につけたまま刈り取る条桑収穫法をもとにした技術体系が確立され、全国に普及している。しかし今後収穫を機械化していくためには条桑収穫法では十分でない。また桑園から飼育場所までの運搬作業の効率を考えれば、直接蚕の対象となる桑葉のみを効率的に収穫する合理的な技術の開発が望まれる。この1つの方法として、植物生長調節物質を用いて、桑葉の落葉を促進し、機械収穫を容易にすることが考えられる。この方法が確立されれば、桑葉を直ちに蚕に与えるほか、人工飼料作製のための桑葉収穫においても十分な能率を発揮するものと思われる。

現在離層形成、落果、落葉などを促進する生長調節剤としてはエチレンや 2-chloroethylphosphonic acid (エセホン, エスレル, 以下エスレルとする)が知られている¹⁾。エスレルは化学的に分解してエチレンを発生する物質で、水溶液として散布でき、果樹苗木の落葉剤としても効果的であることが示されている²⁾。クワにおいても他の植物同様エスレルにより落葉が促進されることが認められ^{3, 4, 5, 7, 8)}、葉の齡によってエスレルによる落葉の程度が異なることや^{5, 7)}、展葉数が少ない若い枝の方が展葉数の多い枝に比べて落葉しにくいこと⁹⁾が報じられている。

しかしエスレル処理時の気温と落葉の関係、あるいは葉齡や枝の齡と落葉との関係など未だ十分明らかではない。そこで2年間にわたり、季節をかえて、春刈

桑、夏刈桑にエスレルを散布し、温度や葉齡、枝の齡と落葉との関係を調べた。

材料および方法

1978年 鹿児島大学農学部附属農場に栽植された4年生の品種「収穫一」を用いた。

実験1では、前年夏刈を行い、前年枝の長さ約1.5mで、新梢が20葉ほど展葉したクワに、5月15日3000ppm エスレル (pH 1.8) を肩掛式小型散布機で全面散布した。無散布樹を対照とし、1樹1区、2処理10反復の乱塊法として試験を行った。散布後5日間の最高平均気温は 23.8°C、最低平均気温は 18.4°Cであった。

実験2では、実験1と同じ材料に、5月30日にエスレルを散布した。処理は樹別処理乱塊法で、無散布区、エスレル 3000ppm (pH 3.9) 散布区、エスレル 3000ppm (pH 6.7) 散布区の3処理、10反復とした。調査は1樹2枝ずつについて行った。散布後5日間の最高平均気温は 25.9°C、最低平均気温は 17.7°Cであった。

実験3では、3月に春刈して、ほぼ30葉展葉したクワに、6月14日エスレルを散布した。処理は樹別処理乱塊法で、無散布区、エスレル 3000ppm (pH 4.1)区、エスレル 3000ppm (pH 6.8) 区の3処理、10反復とした。調査は1樹3枝ずつについて行った。散布後5日間の最高平均気温は 31.8°C、最低平均気温は 23.6°Cであった。

実験4、実験5では、それぞれ、6月末に夏刈を行

い、約1か月半後新梢が約20葉展葉したクワと、3月に春刈して、約50葉展葉したクワを用いて、同一試験設計のもとで処理を行った。処理は樹別処理乱塊法で、無散布区、エスレル 3000ppm (pH 3.9) 区、エスレル 3000ppm (pH 7.2) 区の3処理10反復とした。調査は1樹2枝ずつについて行った。実験4では処理は8月14日に行い、その後5日間の最高平均気温は 31.6°C、最低平均気温は 26.1°Cであった。実験5では処理は8月15日で、その後5日間の最高平均気温、最低平均気温は、それぞれ 31.4°C、26.4°Cであった。

1979年 前年実験に用いた品種‘収穫一’の5年生樹を用いた。処理は樹別処理乱塊法で、無散布区、エスレル 3000ppm (pH 3.5) 散布区、エスレル 3000ppm (pH 6.5) 散布区の3処理10反復とした。調査は1樹より2枝ずつについて行った。

実験6では、前年夏刈を行い、前年枝の長さが約1.5mで、新梢が40~50節発芽し、それぞれ5~13葉展葉したクワに、6月7日にエスレルを散布した。処理後7日間の最高平均気温は 25.9°C、最低平均気温は 16.7°Cであった。

実験7と実験8では、3月末に春刈したクワを用い、約30葉が展葉した7月5日と、35~45葉が展葉した7月29日にそれぞれ処理を行った。処理後7日間の最高平均気温はそれぞれ 28.3°C、34.2°C、最低平均気温はそれぞれ 21.2°C、21.0°Cであった。

実験9では、7月10日に夏刈を行い、25~30葉展葉したクワに、9月10日処理を行った。散布後7日間の平均最高気温は 29.9°C、平均最低気温は 18.0°Cであった。

実験10では、3月に春刈したクワに、50~55葉展葉した9月18日に処理を行った。散布後7日間の平均最高気温は 32.8°C、最低平均気温は 21.7°Cであった。

結 果

1978年

実験1において、エスレル散布による落葉は進まず、散布11日後の落葉率は僅かに44%であった。その後エスレル散布された樹では枝の先端が枯れあがった。実験2においても、エスレル散布の4日後までは落葉はほとんど認められず、散布6日後にいたっても pH3.9 区で44%、pH 6.7 区で45%の落葉を示したのみであった。

しかし実験3においては、処理5日後の落葉率が無散布区0%であるのに対し、pH 4.1 区は77%、pH6.8 区72%で、ともにかかなりの落葉を示した。エスレル散

布の両 pH 区の間には落葉率に有意差は認められなかった。

頂芽より10葉ずつ区切って落葉率を整理すると、

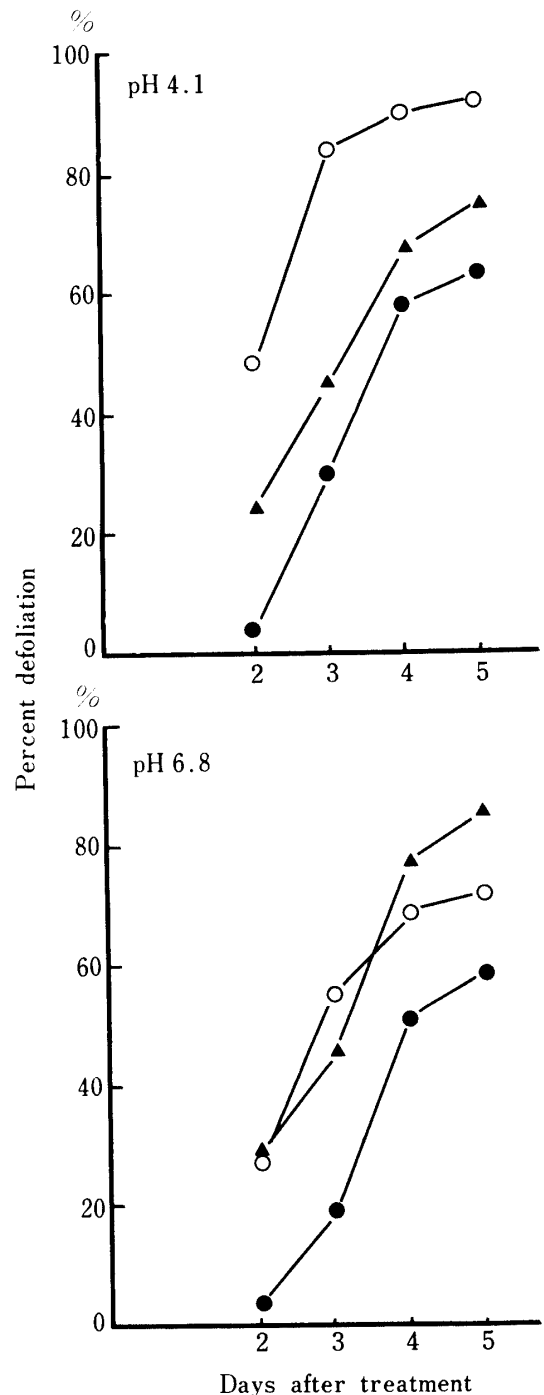


Fig. 1. Effect of ethephon on leaf-abscission in spring-pruned mulberry (Exp. 3, 1978). Ethephon was sprayed on June 14.
○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st and the lower.

pH 4.1 の区では上位の1~10節の葉が90%の落葉率を示し、ついで下位の21~30節の葉の落葉が多く、中位の11~20節の葉の落葉が63%で最も少なかった(第1図)。pH 6.8 の区でも上位と下位の葉は同じように落葉したが、やはり中位の11~20節の葉の落葉は少なかった。

実験4でのエスレル散布6日後の落葉率は pH 3.9 区54%, pH 7.2区51%で、落葉はそれほど多くはなかった。エスレル散布の両 pH 区間には有意差は認められなかった。

頂芽より10葉ずつ区切って落葉率を整理すると、pH 3.9 の区では下位葉の落葉率は61%で上位葉の46%に比べて高かった。しかし pH 7.2 区では上位葉、下位

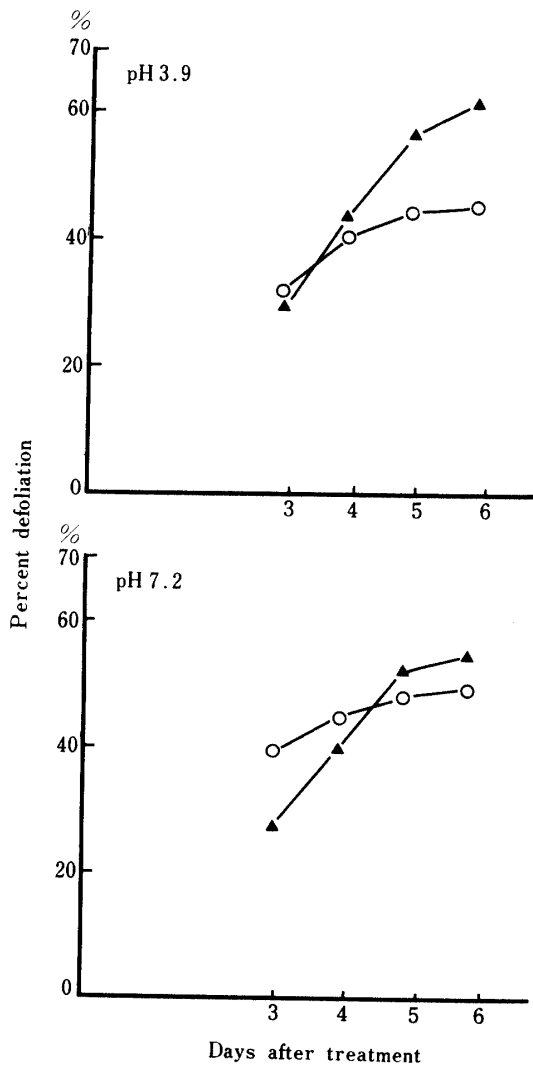


Fig. 2. Effect of ethephon on leaf-abscission in summer-pruned mulberry (Exp. 4, 1978). Ethephon was sprayed on August 14.
○: Leaves on 1st to 10th from the top, ▲: Those on 11th to 20th.

葉ともに50%程度で差はなかった(第2図)。ただし展葉中のごく若い葉では落葉しにくかった。

実験5においては、エスレル散布5日後の落葉率は無散布区の0%に対して、pH 4.2 区で96%, pH 7.2 区で88%で、事実上ほとんどの葉が落葉した。pH 4.2

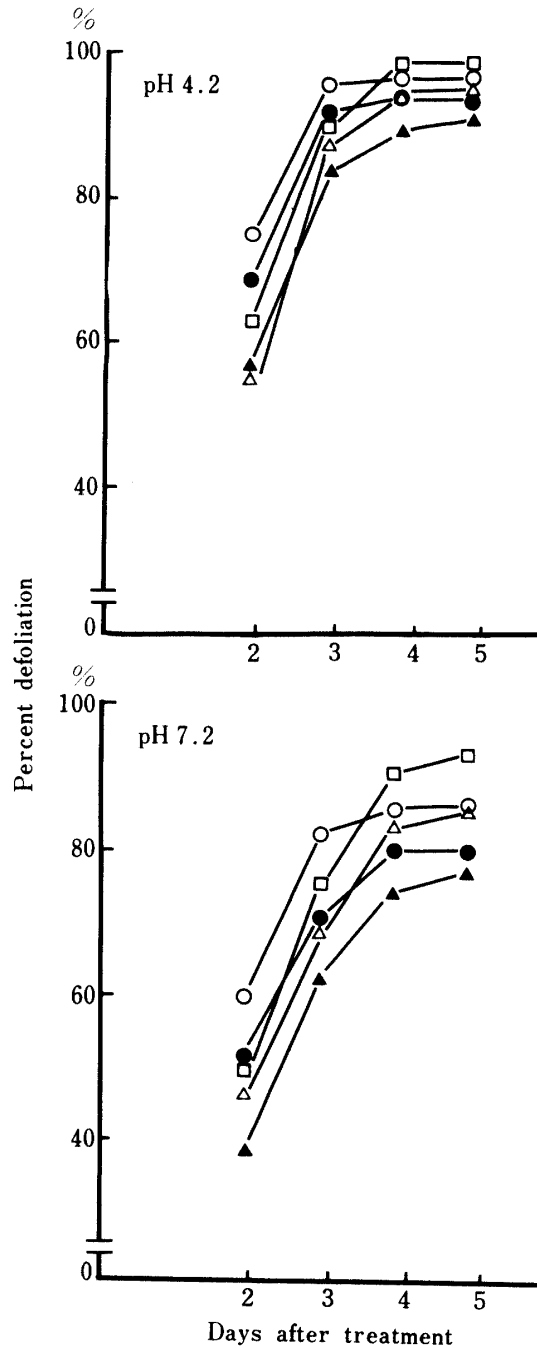


Fig. 3. Effect of ethephon on leaf abscission in spring-pruned mulberry (Exp. 5, 1978). Ethephon was sprayed on August 15.
○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st to 30th, △: Those on 31st to 40th, □: Those on 41st and the lower.

区の方がいく分落葉は多かった。

頂芽より10葉ずつ区切って落葉率を整理すると、どちらの pH の区でも41節以下の下位葉が最も落葉が多く、ついで1~10節の上位葉であった。一方21~30節の落葉は少なく、次に11~20節の落葉が少なかった(第3図)。pH 7.2 区での11~20節、21~30節の落葉率は75~80%であった。

1979年

実験6では、エスレル散布による落葉は著しく促進され、散布5日後にはほぼ100%に達した。頂部より10節ずつ区切って落葉率を整理すると、上位節より出

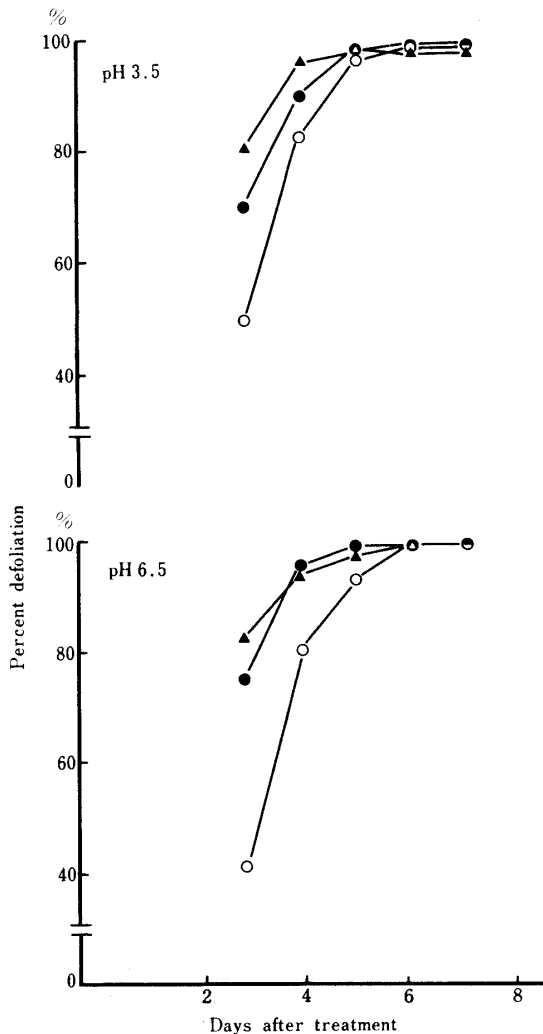


Fig. 4. Effect of ethephon on leaf-abscission in mulberry pruned in the previous summer (Exp. 6, 1979). Ethephon was sprayed on June 7.

○: Leaves on the shoots emerged from 1st to 10th positions of the branch, ●: Those from 11th to 20th positions, ▲: Those from 21st to 30th positions.

た新梢の葉の落葉が他の節より出た新梢の葉より遅れたが、散布5日後にはほとんど落葉し、差は認められなくなった(第4図)。

実験7, 実験8ではエスレル処理による落葉の開始は遅く、散布3日後の落葉率はともに5%程度であった。しかしその後落葉は直線的に進み、散布7日後にはほぼ90%に達した。実験7では中位葉の落葉が上位葉や下位葉に比べていく分少なかった(第5図)。一方実験8では中位葉, 下位葉では96%程度の落葉が認められたが、上位葉の落葉は少なく、70~75%であった。ともに pH による落葉の差はほとんど認められなかった(第6図)。

実験9において、下位葉の落葉はエスレルにより著しく促進され、散布3日後に60~70%に達し、5日後にはほぼ100%になった。これに反し、上位葉, 中位葉はともに落葉の開始がおくれた。しかしこれも7日後にはほぼ100%の落葉をみた。pH による差はほとんど認められなかった(第7図)。

実験10において、エスレルにより落葉は著しく促進され、特に pH 3.5 区の下位葉は散布3日後にすでに100%の落葉を示した。pH 3.5 区に比べて、pH 6.5 区では落葉は遅れたが、中位葉でいく分落葉が遅かったのを除き、散布4日後には落葉率90~95%に達した(第8図)。

考 察

本実験において、エスレルは桑葉の落葉を著しく促進し、桑葉の収穫剤として用いることができると考えられた。

1978年の実験で最も落葉率の高かったのは実験5のほぼ90%以上であり、ついで実験3の72~77%であった。一方実験4では約50%、実験1,2では45%程度の落葉を示したのみであった。エスレルの効果には環境要因、とくに気温が影響すると考えられるが、同じ時期に行った実験4と実験5で落葉率が著しく異なったことから、エスレルによる落葉には環境のみならず、樹体の要因、とくに枝の齢や葉齢が重要であると考えられる。ほぼ同じ葉齢と思われる、春の実験1,2と、夏の実験4での落葉率がほとんど等しかったことから、実験1,2での落葉率が低いのは、最高平均気温23°C、最低平均気温18°Cという温度条件のためというよりは、むしろ葉齢や枝の齢が若かったためと考えられる。

エスレルによる落葉には個々の葉の齢より枝の齢が大きく影響することが明らかになった。展葉50葉程度の実験5では90%以上、展葉30葉程度の実験3では70

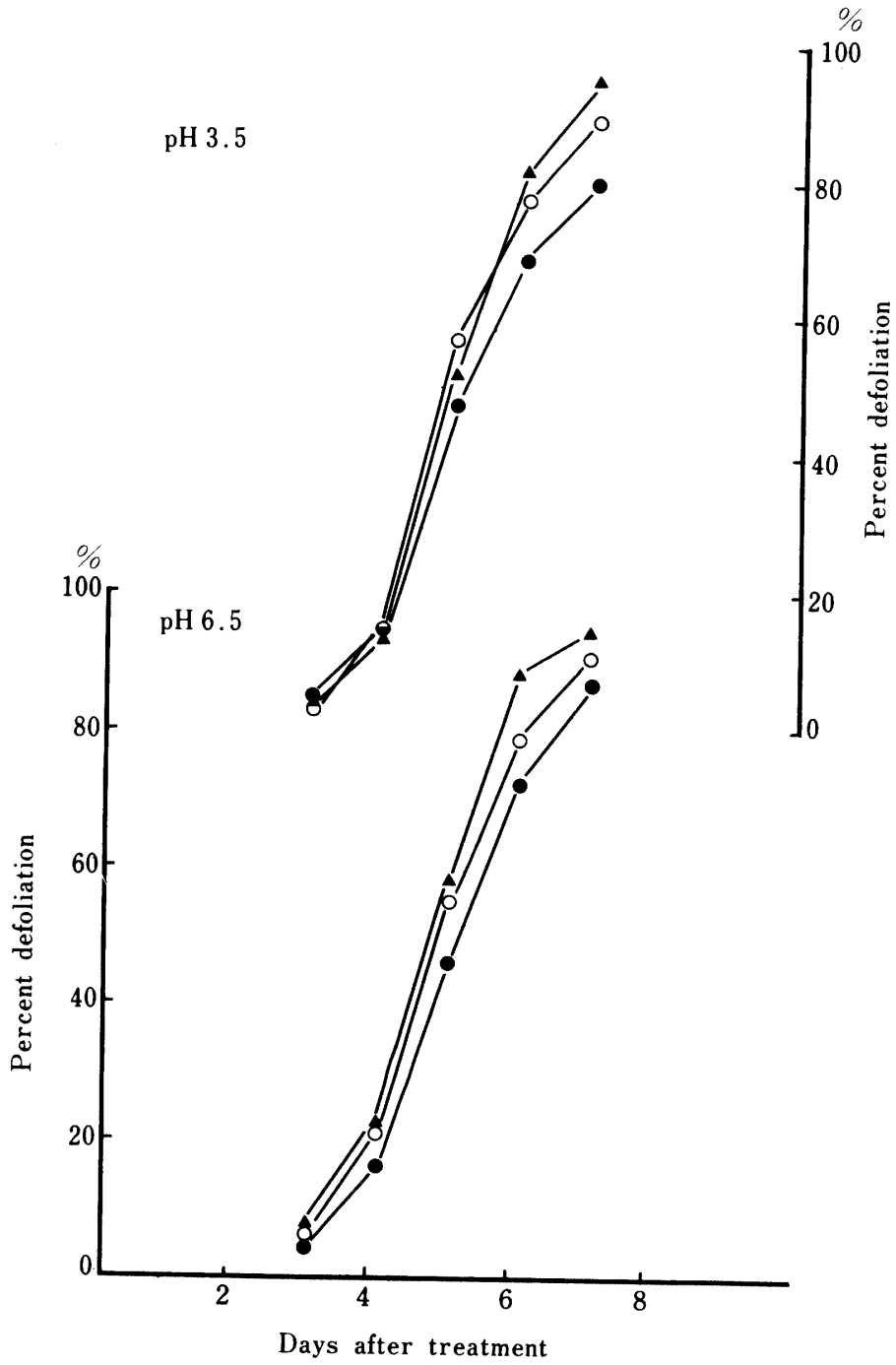


Fig. 5. Effect of ethephon on leaf-abscission in spring-pruned mulberry (Exp. 7, 1979). Ethephon was sprayed on July 5.
 ○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st and the lower.

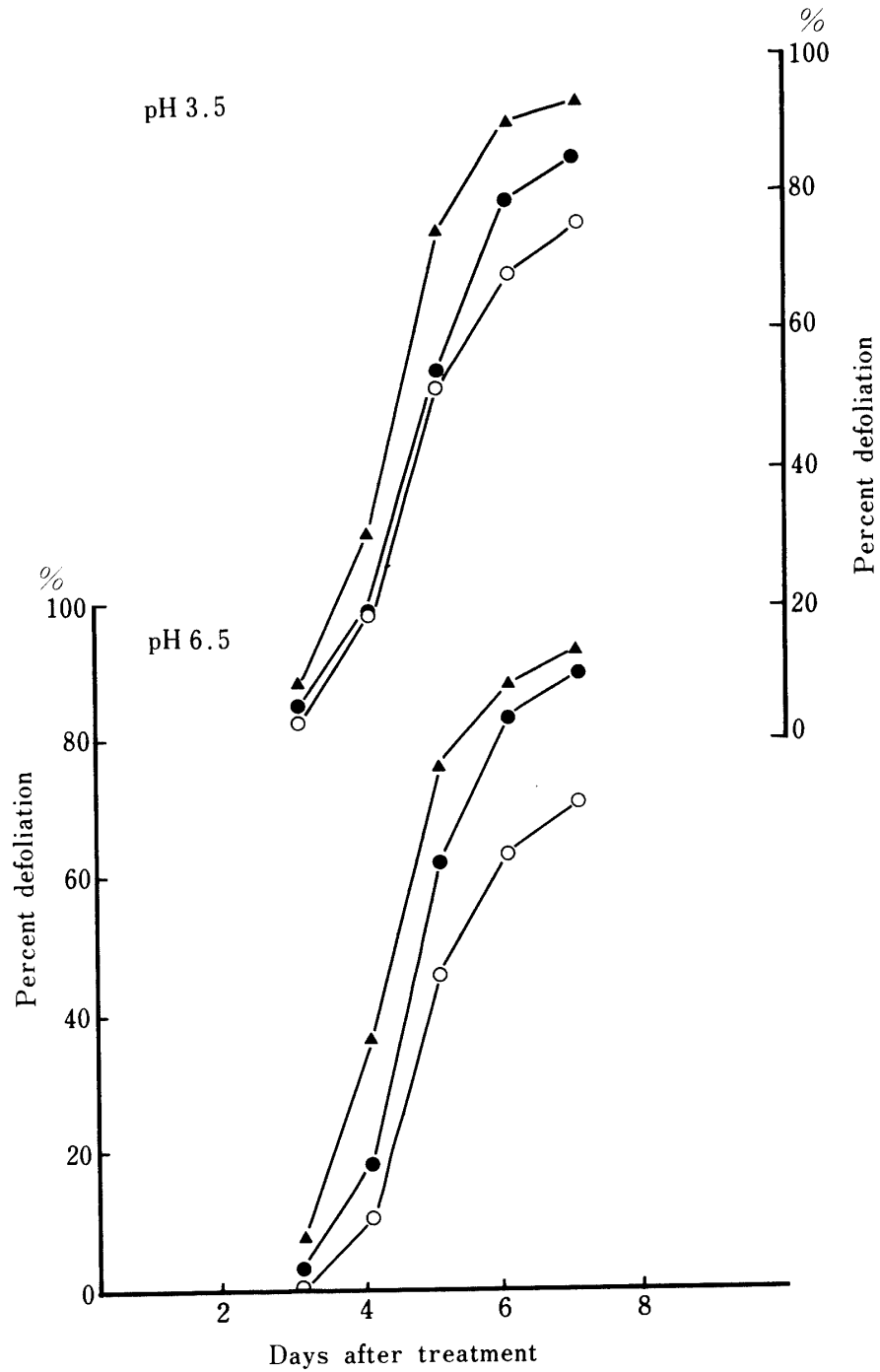


Fig. 6. Effect of ethephon on leaf-abscission in spring-pruned mulberry (Exp. 8, 1979). Ethephon was sprayed on July 29.
 ○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st and the lower.

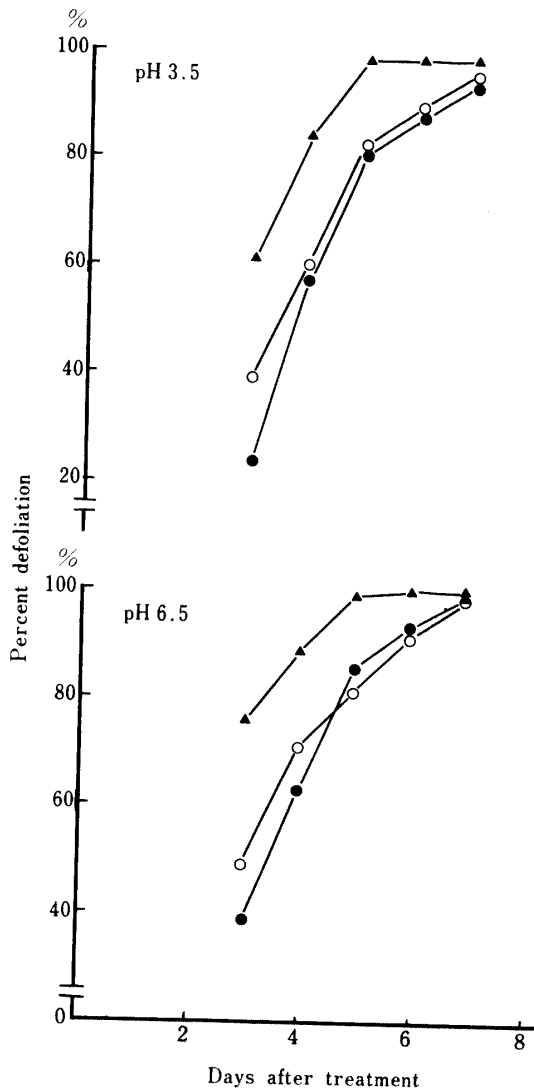


Fig. 7. Effect of ethephon on leaf-abscission in summer-pruned mulberry (Exp. 9, 1979). Ethephon was sprayed on September 10.
○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st and the lower.

%以上の落葉率であるのに対し、展葉20葉程度の実験1, 2, 4では45~50%の落葉率であった。このようにエスレルに反応するためには枝の齢が十分進んでいることが必要であると思われ、この点は著者の以前の研究結果²⁾と一致した。

一方葉齢からみると大山と返田⁷⁾の若い葉ほど落葉しにくいという結果とはいく分異なり、むしろ葉位11~20, あるいは実験5における21~30葉の葉が落葉しにくかった。この点は南沢と池田⁵⁾の下部葉の脱葉率が最も高く、ついで上部葉であり、中部葉の落葉率が最も低かったという結果と一致した。その上同じ葉位の葉でも枝の齢が異なる場合には落葉の程度は著しく

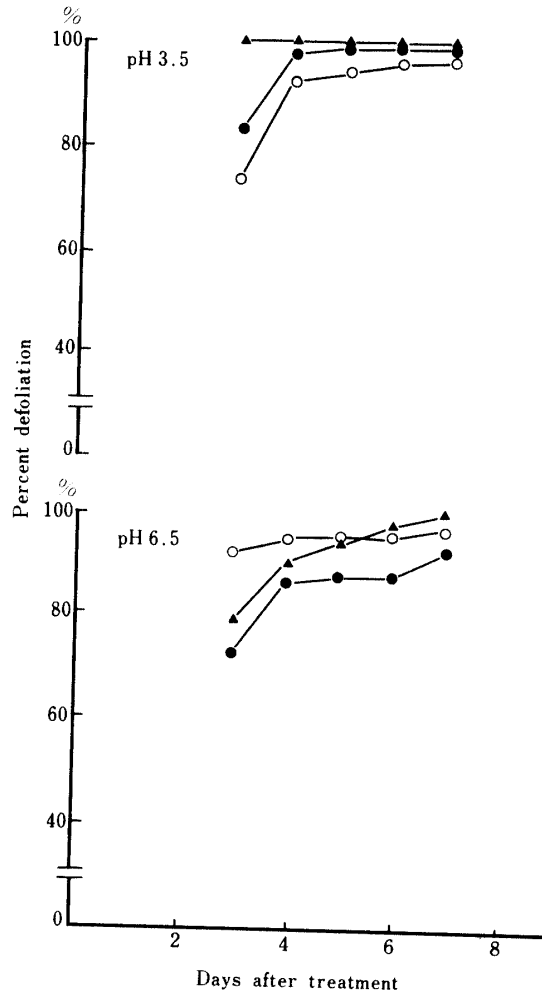


Fig. 8. Effect of ethephon on leaf-abscission in spring-pruned mulberry (Exp. 10, 1979). Ethephon was sprayed on September 18.
○: Leaves on 1st to 10th from the top, ●: Those on 11th to 20th, ▲: Those on 21st and the lower.

異なり、葉位1~10でみると、実験3では70~90%, 実験4では45~50%, 実験5では85~95%であった。このような枝の齢と葉齢による落葉の違いは、おそらく内生の植物ホルモン量、特に組織の老化に関係するオーキシシンやアブサイシン酸などの量の違いによるものと思われ、今後追求しなければならない。

1979年の実験においても、枝の齢が進んでいた実験10ではエスレルによる落葉促進効果は高く、処理3日後で90~100%の落葉率を得た。一方枝の齢の比較的若い春刈桑を用いた実験7, 8においては、落葉の開始はかなり遅れた。しかし前年の実験とは異なり、実験7, 8での落葉はその後直線的に増加し、散布7日後にはほぼ90%に達した。また実験6, 9においても、それぞれ処理の5日後、7日後にはほぼ100%の落葉率が得られた。このように1979年においては全体として

1978年よりエスレルによる落葉は著しく促進された。また葉位による落葉の違いも、一部で上位葉の落葉が遅れたものの、それほど著しい差はなかった。1979年の実験に用いたクワの枝の齢や葉齢、あるいは実験中の気温その他の環境条件は1978年と大差なく、1978年と1979年の結果の違いを説明するには不十分である。

1979年の実験では、1978年に用いたクワを再び用いたので、前年のエスレル散布の後作用が残り、このために桑の落葉が促進されたことは十分考えられる。事実1978年のエスレル散布により、一部の枝において先枯れ現象が認められた。このような個体は1979年の実験には用いられなかった。しかし1979年において、新梢の葉色が全体として淡いことも観察され、エスレル処理による翌年への生理的な影響は無視することはできないと思われる。

ここで用いたエスレル濃度はかなり高いものではあるが、エスレル処理の翌年への影響については今後2つの点から十分検討する必要がある。1つは春の枝の齢が若くて落葉しにくいクワに、前年度エスレルを散布しておき、当年に低濃度のエスレルを散布することによって落葉を促進できるかという点である。他の1つは、エスレルの影響が翌年まで及ぶことから、株全体の寿命や翌年の枝の伸長、あるいは桑葉の収量に及ぼす影響についてである。

葉害をおこすことなくエスレルを収穫剤として利用するためには、エスレル濃度をこれより下げて、十分な落葉をおこさせる方法を追求する必要がある。エスレル濃度について、大山と返田⁷⁾は1000ppmで4日後にはほぼ全部の葉が離脱したと報じたが、岩田と中川⁸⁾は1300ppm以上で脱葉が促進され、3000ppmでは全条の上半分の葉が脱葉したと報じ、南沢と池田⁵⁾も1000ppmでは50~60%の脱葉のみであると報じた。上述のように脱葉率は枝の齢や葉齢により著しく異なるが、ほとんどすべての葉を落葉させるには、本報の3000ppmより低いとしても、かなりの高濃度が必要であろう。しかしエスレルを散布すると、落葉に至らなくとも折れ抵抗値は低くなる⁸⁾ので、機械収穫しやすくなり、このためにはエスレル濃度を1000ppm程度にすることは可能であろう。さらに大山と服部⁶⁾はエスレルにジベレリンを併用することにより脱葉率を著しく高めることに成功し、エスレル500ppmとジベレリン100ppmの併用散布で80%の脱葉率を得た。

pHの違いからみると、pH 6.5~7.0の高pHより、pH 3.5~4.0の低pHの方が僅かに落葉が多い傾向が認められた。南沢と池田⁵⁾はpH 2.4とpH 5.0を比

べると、高pHの方が約10%ほど脱葉率が高いことを報じている。pHが極端に低い場合を除き、pH 3.5~4.0以上なら實際上問題にする必要はないと思われる。

摘 要

エスレル散布の落葉に及ぼす影響をクワの葉齢、枝の齢との関係から検討するため、1978、1979年の2年間にわたり、1978年当時4年生のクワ品種「収穫一」を用いて、春から夏にかけて実験を行った。エスレル濃度は3000ppmとし、高pH(6.5~7.0)と低pH(3.5~4.0)の区と無処理の対照区、計3処理区、10反復で試験を行った。

1978年の実験において、エスレルによる落葉には枝の齢が大きく影響し、展葉50葉の枝で90%以上、30葉の枝で70%以上、20葉の枝で45~50%の落葉率を得た。1本の枝のなかでは葉位11~20葉の葉が、それより若い葉や古い葉より落葉しにくい傾向が認められた。

1979年の、前年エスレル散布をしたクワを用いての実験においては、エスレル処理により枝の齢や葉齢にあまり関係なく、著しく高い落葉を得た。

エスレルのpHが低い方が落葉が多い傾向にあったが、その差はごく僅かであった。

謝 辞

本研究は昭和52年~54年度農林水産省特別試験研究費による「植物生長調節物質による桑葉の離層形成制御に関する基礎的研究」の課題で行われた研究の一部である。種々御援助いただいた蚕糸試験場長福田紀文博士、同場企画連絡室長間和夫博士、栽桑部長北浦澄博士、桑生理研究室長大山勝夫博士に深謝する。

また桑を提供下さった本学熱帯作物学研究室八尋正樹助教授、栽培上の助言をいただいた同林満講師、実験の協力を得た藤本しほぢ、横尾賢哉氏に深謝する。

引用文献

- 1) 岩堀修一：園芸作物に対するエスレルの利用。農園，45，604-607，767-771(1970)
- 2) 岩堀修一・返田助光・大山勝夫：エスレル処理によるクワの落葉と離層におけるセルラーゼ活性の変化。日蚕雑，43，206-210(1974)
- 3) 岩田益・中川泉：生育中の桑に対する2-chloroethane-phosphonic acid 散布の影響について。蚕糸研究，No. 78，24-42(1971)
- 4) Larsen, F.E.: Promotion of leaf abscission of deciduous nursery stock with 2-chloroethylphosphonic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 95, 662-663(1970)
- 5) 南沢吉三郎・池田信輔：エスレル処理によるクワの脱葉と葉の蒸散について。日蚕雑，43，6-12(1974)
- 6) 大山勝夫・服部金次郎：桑葉の離層形成に対するエスレルとGA₃の併用効果。植物化学調節研究会昭55年発

- 表記録, 44 (1980)
- 7) 大山勝夫・返田助光：エスレルによる桑葉の離落促進.
植物の化学調節, 7, 39-44(1972)
- 8) 須藤充：摘葉機に関する基礎的研究.(10) エスレル散布桑の脱葉特性について. 九州蚕糸, No. 5, 3 (1974)

Summary

In facilitating the mechanical harvesting of mulberry leaves, it is important to induce uniform defoliation of mulberry. The experiments were conducted for two years to evaluate the effects of both shoot-age and leaf-age on the mulberry, *Morus alba* L. cv. Shūkakuichi, leaf abscission caused by 2-chloroethylphosphonic acid (ethephon). An application of 3000 ppm ethephon either at the lower pH (3.5-4.0) or the higher pH (6.5-7.0) was made on spring- and summer-pruned mulberry trees in various seasons.

In 1978, the rate of abscission by ethephon treatment was greatly affected by the shoot-age. About 90% of leaves abscised from shoots with 50 leaves, 70% from those with 30 leaves, and 45 to 50% from young shoots with 20 leaves, regardless of the application-season. As for leaf age, leaves at 11th to 20th from the top in a shoot were less prone to abscise than the younger or older leaves.

In 1979, ethephon was sprayed on the mulberry trees which had been sprayed in the previous year. In this case, ethephon caused markedly higher rate of leaf abscission, regardless of leaf-age and shoot-age. Ethephon of the lower pH tended to cause slightly higher amount of defoliation.

The effects of ethephon in relation to shoot-age and leaf-age, together with possible commercial application of the methods are discussed.