

西洋ナシの葉やけに関する研究 (第7報) 葉内水分通導と葉やけの発生

飯塚 一郎*・伊藤 正・山本隆儀・渡部俊三
(宮崎大学農学部*, 山形大学農学部)

Studies on Leaf Burn of Pear Trees

VII. Water Movement through Leaves and Development of Leaf Burn

Ichiro IIZUKA*, Masashi ITO, Takanori YAMAMOTO and Shunzo WATANABE

(*Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Miyazaki University,
Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Yamagata University)

これまでの研究結果から、西洋ナシの葉やけは、障害発生樹の一部の葉の気孔の開閉機能に異常が起り、葉面からの急激な脱水が行なわれることによりもたらされるものであることが判明した⁷⁾⁹⁾。

本報告は、西洋ナシの葉脈内の水分通導の状況を観察し、それと葉やけ症状(黒変)の発生との関係を明らかにしようとしたものである。

材料および方法

供試材料は、本学附属農場で普通に栽培されている26年生の‘パートレット’の成葉である。

1. 切り取った葉の葉脈内における水分通導

葉脈中の水分通導を調べるために、日中西洋ナシの葉を葉柄基部より水切りし、急速な通導を防ぐために葉柄を水に浸して暗所に1時間位放置した。これを磨りガラスの上に葉の上面がくるように葉柄の先端部と出来得る限り小部分の葉身の先端部とをセロテープではり付けた。その時葉柄の先がガラスの外にあるようにし、これを窓際に立て掛けた。赤インクを水で3倍に希釈し、これを小ビンに入れて葉柄の先端を赤インク液に浸した。葉中の赤インク液の上昇する状態を窓よりの透過光線によって経時的にカラー写真で撮影記録した。

更に網脈内の通導状態を観察するために、前述の方法でセットした磨りガラスを横に置き葉柄を湾曲させて赤インクに浸した。インクの網脈内通導状態をニコン・マルチフォト装置を用いて透過光線によりカラー写真で撮影記録した。

2. 葉やけの小斑点症状の観察

樹上で、葉の一部に1mm径以下の小斑点状の葉やけ症状(黒変)が発生したものを採り出し、切り取った後、直ちに2枚のガラス板ではさみ、顕微鏡のステージに置き、発生部分を写真撮影した。この場合撮影

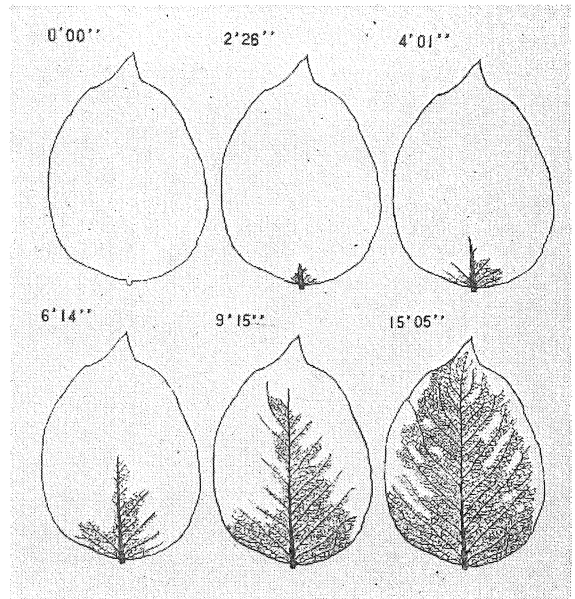
のための光源は Substage からの反射光を用いた。またこの方法により撮影記録した写真から、黒変部分と葉脈(枝脈)との関係をしらべた。

3. 枝脈によって囲まれている部分の気孔数

‘パートレット’の成葉のビオデンフィルムにより得られた印痕像から、第3次枝脈によって囲まれているブロック内の単位面積当りの気孔数を測定し、第2次枝脈に接する部分、およびそれから1~2ブロック離れた部分の気孔数を測定し比較した。

実験結果

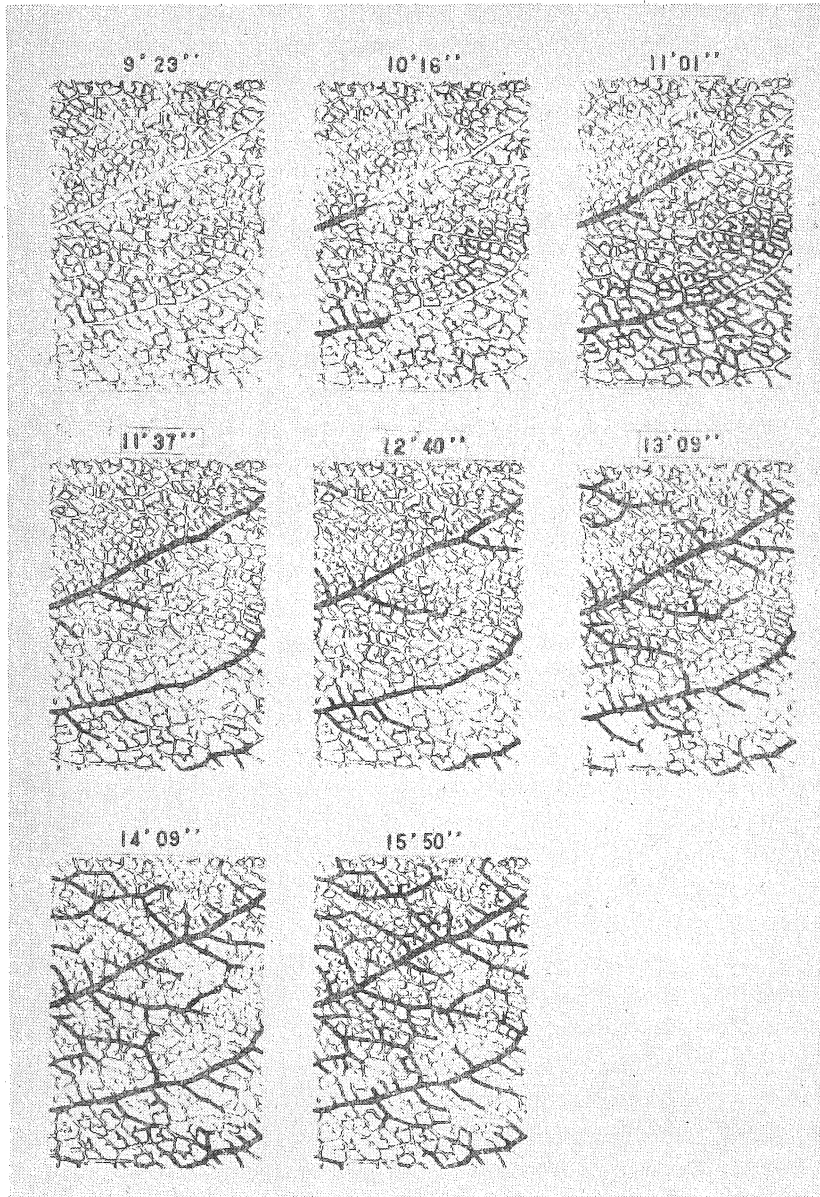
切り取った‘パートレット’成葉の葉脈内の水分通導過程を赤インクの希釈水溶液の移動を撮影して赤インク



第1図 ‘パートレット’成葉の葉脈内の赤インクの進行状態(時間は処理時からの経過時間を示す)。

液で赤く染まった脈を追跡調査した結果を、経時的に示したのが第1図である。この図に見られるように、吸水開始後約2分30秒程経過してはじめて赤色部分が主脈の基部に現われ、その周辺の第1次枝脈および第2次枝脈も次第に赤色を呈し、主脈の染まった部分の頂端を頂点とした三角形に染色が進んだ。その後時間の経過と共に染色部分は拡がり、処理後約6分を経過して主脈の全長のほぼ半分位まで染色された。しかし全体として枝脈

に対する赤インクの通導は主脈よりも遅く、しかも染色範囲は主脈を中心に左右対称に拡がらず、どちらか一方の拡がりが先行する傾向が見られた。また、処理後約15分で殆んど葉脈に赤インクが拡がったが、第1次枝脈に近接した第2次枝脈は染色されても、第1次枝脈間にはさまれた中間部の第2次枝脈では染色されずに残されているものが認められた。さらに葉縁部は15分経過したものでも染色されずに緑色のままの部分が多かった。し



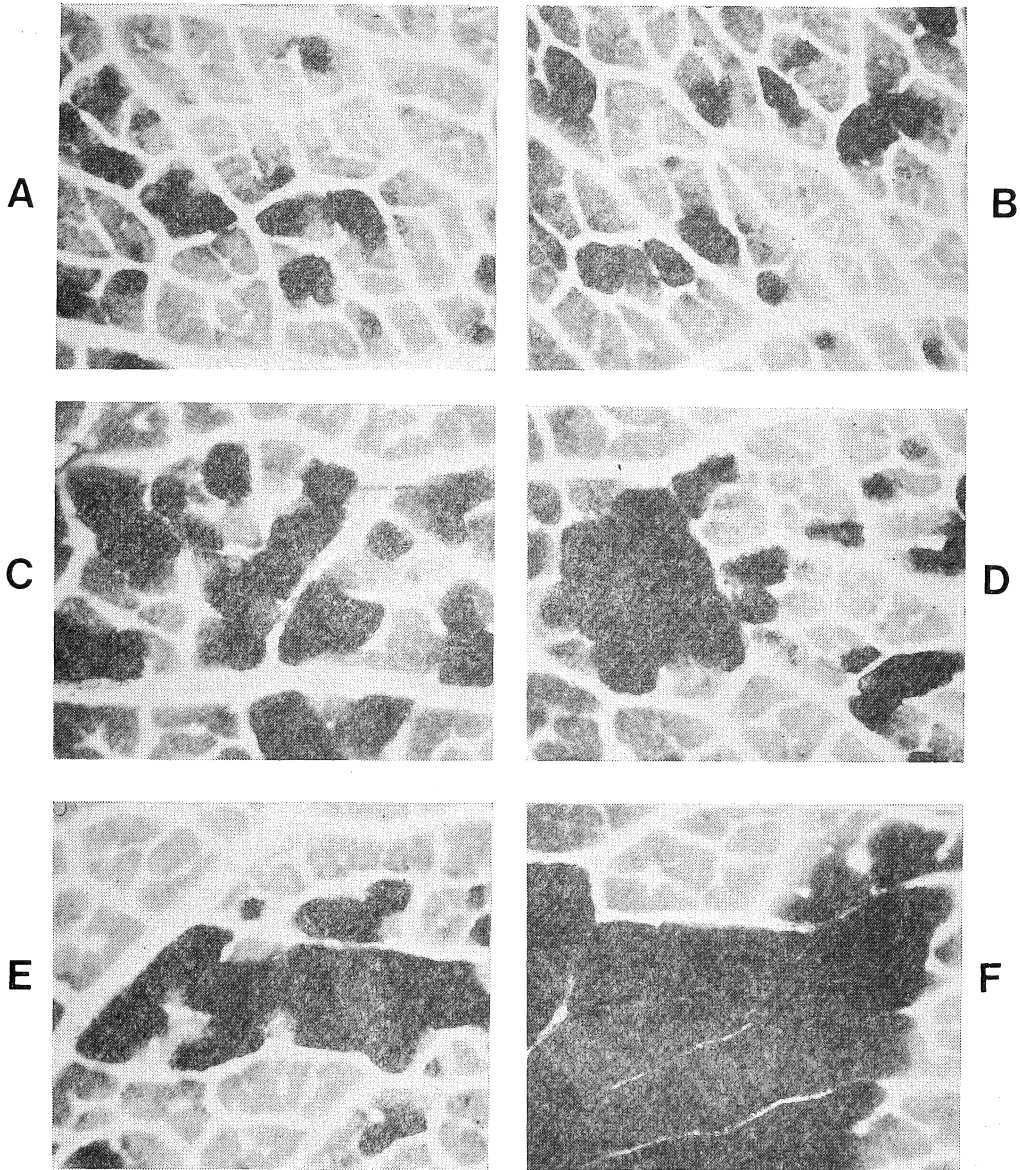
第2図 'バートレット' 成葉の網脈内の赤インクの進行状態 (時間は処理時からの経過時間を示す)。

かし30分後では葉内の全部の脈が赤く染まっているのが肉眼で観察された。

葉内を錯綜する葉脈の水分通導(赤インクの進行)をさらに細かく観察した結果を示したのが第2図である。すなわち葉身上にプロットした同一点を経時的に観察すると、第1次枝脈の染色に続いて第2次枝脈も染色され始めたが、時間の経過に伴って枝脈間の染色速度は幾分違いがみられた。第2図中段に示すように、隣接する2本の第1次枝脈のうち葉の先端部(図では上位)に位

置するものから派生した第2次枝脈は葉の基部側(図では下位)に位置するものから派生した第2次枝脈よりも、染色範囲がわずかながら広く、赤インク液の通導が進んでいた。このことはさらに時間の経過につれて明確になり、上位第1次枝脈から導かれる第2次および第3次枝脈の染色は下位のそれに比較して早い傾向が見られた。第2図に示した観察ではこのような枝脈間の水分通導(染色)の差は約2分から3分半位であった。

西洋ナシの葉やけ症状を細かく観察すると、最初葉脈



第3図 'パートルレット' 葉における葉やけ進行過程

(第3次枝脈)に囲まれたある小ブロックがまず退色しながら黒変し、それが次第に拡大されてゆくように考えられる。このことはブロック間の蒸散速度の差異ばかりでなく、主脈または枝脈からの水の通導異常が原因ではないかという推察をよいにさせる。そこで‘パートレット’の成葉に、樹上で葉やけの初期症状が発生したものを材料として選び、葉脈と黒変発生部分とを詳細に調べた結果が第3図である。

第3図はA, Bに示すように、葉やけの初期症状(黒変部分)は第2次枝脈に沿った第3次枝脈に囲まれている部分に現われ、その後第3図C~Fのように拡大されるものようである。これらの観察結果から第2次枝脈に近接する第3次枝脈によって囲まれた部分ほど葉やけ症状(黒変)を起こしやすく、逆に第2次枝脈より遠ざかった所の部分ほど発生が遅れるか、あるいは発生しにくいことがわかった。

これまで葉やけの発生は葉の気孔の開閉機能の異常によるものであることを指摘してきたが、上述のように葉脈における水の通導、ならびに葉脈によって囲まれた部分の黒変状態を観察してゆく過程で、区画部分あたりの気孔の分布に差がないかどうか調べた結果を示したのが第1表である。すなわち第2次枝脈に近接する区画部分

第1表 第2次枝脈から第3次枝脈で囲まれた部分までの距離と気孔数との関係

	近 接 部	遠 隔 部
平 均	154.9	142.9
標 準 偏 差	36.7	41.4

に認められる気孔数は1mm²あたり平均154.9個で、それより離れた部分の平均気孔数は142.9個であった。

考 察

‘パートレット’成葉の葉脈内を通導する赤インクの流れは第1, 2図に示したように、普通中肋から第1次枝脈へと進行するが、葉の基部から先端部に向かって、基部から順序正しく先端へと流れるとは限らず、基部方向よりは先端方向にある枝脈が早く染色される場合も見られた。このことは1枚の葉の中の水分通導は、葉柄を通り葉身内に入ってのち葉の基部から外側へ向って必ずしも一様に進行するのではなく、葉脈各部および各区画部分への通導速度に差がみられることを示している。この差は恐らく各脈からの分脈密度やその構造ならびに各区画部分の水ポテンシャルなどに差があることから生ずる

ものと考えられる。葉内における水分通導速度は、葉内2点間の水ポテンシャル勾配に比例し、2点間の通導抵抗に反比例するといわれ³⁾、この場合、通導抵抗の葉内部位による差を無視できるものとすれば、ある部分に向かっての水分通導速度が速いことは、その部分の水ポテンシャルが低い状態にあることを意味する。すなわち、葉のある部分に対する水分供給が、他より早く行なわれるということは、それだけその部分が多く水分を必要としていることを示すものと理解される。

また、根からの水分供給量よりも、葉からの蒸散量が急激でしかも著しい時は、導管内が高い負圧状態となり、この負圧は本実験で示されたように主脈、第1次および第2次枝脈内における赤インクの進行と同じに伝達されるものと考えられる。すなわち、このような状態のもとでは、第2次枝脈に最も近接する第3次枝脈周辺の部分からの水分損失の方が著しく、それが遠くなるほど少ないということが予想される。

一方葉やけの症状である黒変は、第1次枝脈から分岐した第2次枝脈および第3次枝脈によって網目状に囲まれた部分に斑点状に発生し、それが次第に第2次枝脈間へ拡大されてゆくものであることが観察された。しかも黒変は第2次枝脈に近接する区画部分ほど早く発現する傾向がみられた。そこで第2次枝脈からの距離別に気孔の分布数をしらべたが、距離による水分欠乏状態、あるいは黒変発現の違いを裏づけるほど著しい数の差は認められなかった。しかし、第2次枝脈に近い部分と遠い部分とでは、葉脈からの水分供給に微妙な違いがあり、それに対し気孔の数よりも枝脈内の水ポテンシャルが大きく影響をおよぼしているのかも知れない。

葉の中の水分通導抵抗について既往の報告を見ると、一般植物においてはそれは比較的低いものとする見方⁶⁾と、逆にかなり高いものであるという報告⁴⁾とがある。いずれにせよ実際には大小葉脈の構造と水ポテンシャルによって、それぞれ異なった結果が導き出されるのであろう。

この観察においても確かめられたように、葉やけ症状の特徴である黒変現象が葉身の一部のみとどまり他は健全である場合、黒変部と健全部の境界が比較的明りょうな状態を経過するのは、第3次枝脈によって区画された部分間には、たとえ両者に急激な水ポテンシャル勾配があったとしても、葉脈(維管束しょう)の存在によって、伝達がよいに行なわれないことによるものと考えられる。

本実験は切り取った葉の葉柄から赤インクの希釈水溶

液を吸収させ、その進行状況によって葉内の水分通導を確めたものであり、樹上に着生する葉とは水分関係⁵⁾、気孔の開閉におよぼす影響²⁾も若干異なる結果を示したかも知れない。また、赤インクを使用している所から厳密に言えば色素粒子の流れと水分子の流れとは同じでないことになるが、葉内水分通導について、これに勝る簡易な測定方法が見当たらないのが現状である。

摘 要

西洋ナシ‘バートレット’の葉内の水分通導と、葉やけ発生との関係をみるために実験を行ない次のような結果をえた。

1. 葉柄切り口より赤インクを吸収させた場合、インクは主脈、第1次枝脈、第2次枝脈と順次に流れたが、葉縁部や、第1次枝脈の間にはさまれた部分は染色されるのが遅いか、あるいはほとんど染色されなかった。第3次枝脈が染色される速さには葉内の部位により差が認められた。これらの違いは、葉内における水分不足の程度の違いから生ずるものと考えられた。

2. 葉やけの初期症状である斑点状の黒変は第2次枝脈に近接した第3次枝脈に囲まれた部分に発生し、それが次第に第2次枝脈から離れた部位での発生に進み、黒変部分も拡大されるものと思われた。

引用文献

- 1) KRAMER, P. J. (1969): Plant & Soil Water Relationships: A modern synthesis. McGraw-Hill.
- 2) MEIDENER, H. and T. A. MANSFIELD. (1968): Physiology of Stomata. McGraw-Hill.
- 3) PHILLIP, J. R. (1966): Plant water relation: some physical aspects. Ann. Rev. Plant Physiol. **17**, 245-268
- 4) RAWLINS, S. L. (1963): Resistance to water flow in the transpiration stream. Corn. Agr. Exp. Sta. Bull. **664**, 69-89
- 5) SCHOLANDER, P. E., H. T. HAMMEL., E. D. BRADSTREET, and E. A. HEMMINGSEN. (1965): Sap pressure in vascular plant. Science **148**, 339-346
- 6) WHYLLIE, R. B. (1938): Concerning the conductive capacity of the minor veins of foliage leaves. Amer. J. Bot. **25**, 567-572
- 7) YAMAMOTO, T. and I. IIZUKA. (1973): Studies on leaf burn of pear trees. III Bull. Yamagata Univ., Agr. Sci., **6**(4), 299-308
- 8) ———, ———. (1974): Studies on leaf burn of pear trees. V Bull. Yamagata Univ., Agr. Sci. **7**(1), 217-227
- 9) ——— and S. WATANABE. (1977): Studies on leaf burn of pear trees. VI Bull. Yamagata Univ., Agr. Sci., **7**(4), 29-40

Summary

This study was conducted to find the relationship between leaf burn and leaf water conductivity in ‘Bartlett’ pear. Results are summarized as follows:

1. When the petiole bases of detached pear leaves were dipped in a red ink solution, it was observed that in several minutes the ink solution permeated from the base of the blade toward the outside through a midrib, primary and secondary branch veins. But it did not always advance through each secondary branch vein uniformly. Some of secondary branch veins were not stained in spite of veins just to the outside being already stained. Such a phenomenon was observed also in the tertiary branch veins. The veins in the top and margin of

the leaves were finally stained in about 30 minutes.

2. In the observation actual leaf burn, it occurred in the portion surrounded by the secondary and tertiary branch veins in many case, and in the other case, it occurred in the inside portions surrounded by tertiary branch veins, which were adjacent to the burn portion and in the entire portion between the secondary branch veins.

3. From above results, it seems that the portion facing secondary branch veins which were permeated earlier with red ink was inversely exposed to stronger water tension, and that the tension extended toward the inside of the portions among secondary branch veins.