

セイヨウナシ，ニホンナシ，リンゴ，モモ及び ブドウの葉の気孔機能の相違

佐藤 幸雄・熊代 克巳*
信州大学農学部附属高冷地農業実験実習施設

夏季にセイヨウナシに多発する葉やけは，気孔の開閉機能が鈍化した葉が，高温乾燥条件下で，急激に脱水されるために起る乾燥害であることをすでに報告した^{3,4,5,6,7}。また，このような気孔の機能鈍化が，葉やけの発生しやすい「バートレット」では，すでに未成葉の段階から始まり，葉が最大面積に到達した直後から急速に進行することを認めた⁸。本研究においては，さらにこのような気孔の機能鈍化が，他の果樹においても認められるかどうかを調査した。

材料及び方法

1976年から1978年にかけて，信州大学農学部附属農場に栽植されているナシの「バートレット」，「新水」及び「幸水」，リンゴの「ふじ」，モモの「缶桃5号」及びブドウの「コンコード」の結実樹から，時期別に短枝葉を採取し，直ちに温室に入れたのち，室内に搬入して供試した。

気孔開閉機能の鋭敏さを知る方法としては，切断葉の比較蒸散量の経時変化から間接的に推定する田崎らの方法¹¹，及び乾燥処理を行った場合の蒸散抵抗の変化を測定する方法を用いた。

比較蒸散量は，次のようにして求めた。すなわち，葉柄を約1cm残した切断葉を室内につり下げて自然乾燥させ，10分間隔で60分間にわたってその減量を測定し，これを蒸散量とした。一方，葉形に切取ったろ紙の片面にビニールテープをはりつけ，これに充分吸水させたのち，葉と同一条件の下で同様にして減量を求め，これを蒸発量とした。そして，この蒸発量に対する上記蒸散量の比率を求め，これを比較蒸散量とした。この比較蒸散量の経時的低下が緩慢な葉ほど気孔の運動機能が鈍化（鈍葉化）していることを示す。

蒸散抵抗の測定は，比較蒸散量の測定の場合と同様に採葉し，室内につり下げた後，ポロメーター（ライカー社製 LI-60型）を用いて，10分間隔で70分間にわたって行った。

また，高温乾燥条件下における着生葉の蒸散抵抗を調査するため，1976年7月及び8月の2回，上記ポロメーターを用いて測定を行った。7月の測定は，「バートレット」の長枝葉を葉位別に，また8月の測定は，各種果樹の長枝葉を基部葉（基部から5節まで）と先端部

* 果樹園芸学研究室
1985年9月30日受理

葉（先端から5節まで）に分けて行った。測定時の気象条件は、両測定日とも快晴で、7月は気温32~33°C、相対湿度42~50%、8月は気温31~33°C、相対湿度52~58%で、いずれも無風状態に近かった。

なお、葉やけ発生率は、葉身の1/4以上褐変したものを葉やけ葉とし、長さ30 cm以上の長枝の葉を除いた総葉数に対する百分率で示した。

実験結果

比較蒸散量の経時的变化を時期別に調査した結果は、第1図に示すとおりであった。すなわち、葉やけの発生しやすい「パートレット」は、6月30日にすでに比較蒸散量の経時的低下が緩慢になり、気孔の閉鎖機能が低下したことを示した。しかし、その他の果樹においては、比較蒸散量の経時的低下が比較的速く、乾燥処理開始40分後には10%以下に低下し、気孔がほぼ完全に閉鎖したことを示した。また、7月16日以降の調査においては、「パートレット」の低下速度がさらに緩慢になり、気孔の閉鎖機能が著しく低下したことを示した。これに対して「缶桃5号」は、各調査日とも経時的低下が急速に起り、乾燥処理60分後には、気孔がほぼ完全に閉鎖した。「ふじ」は、8月3日以降に経時的低下が若干緩慢になったが、「缶桃5号」との間に大差を認めなかった。「コンコード」は、8月3日以降に経時的低下

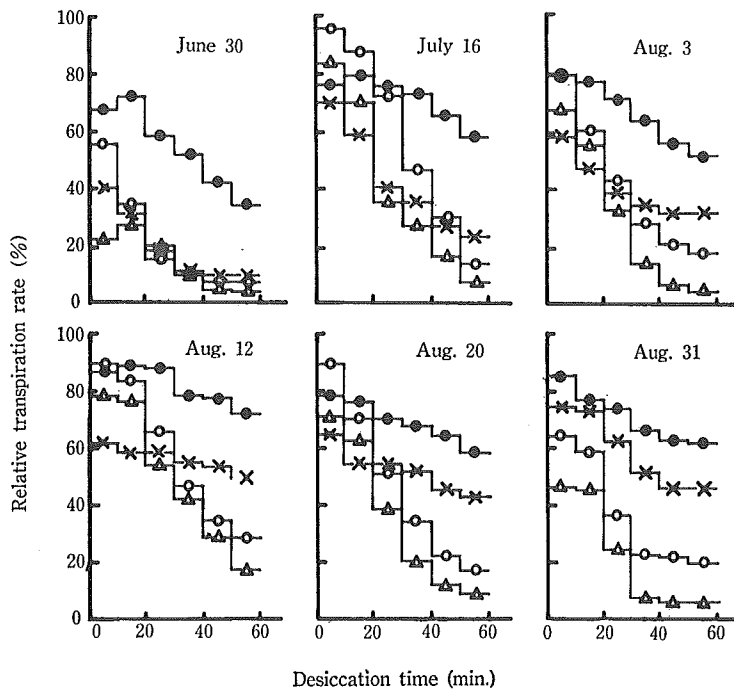


Fig.1 Changes in the relative transpiration rate of detached leaves during desiccation (● Bartlett pear, ○ Fuji apple, △ Kanto No.5 peach and × Concord grape).

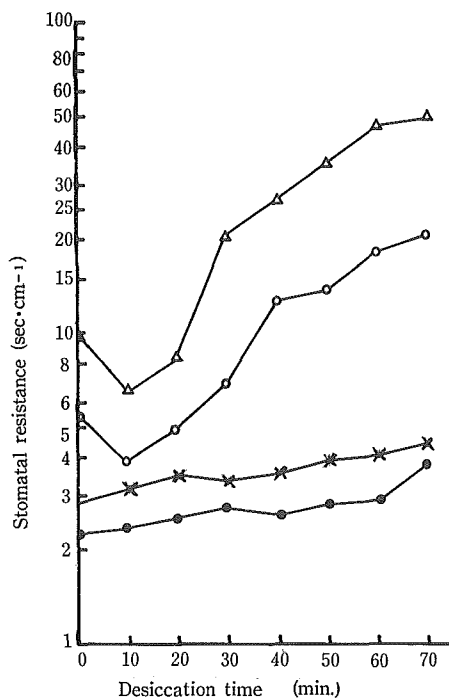


Fig.2 Changes in the stomatal resistance of detached leaves during desiccation on August 31 (● Bartlett pear, ○ Fuji apple, △ Kanto No.5 peach and × Concord grape).

が急に緩慢になったが、「パートレット」ほど顕著ではなかった。

第2図は、4種の果樹の8月末における切断葉の蒸散抵抗の経時的变化を示したものである。すなわち、蒸散抵抗が最も低かったのは「パートレット」で、乾燥処理開始時と70分後の抵抗値の差はわずか1.6 sec·cm⁻¹であった。これに対して「缶桃5号」は、最初若干低下したが、その後急激な上昇を示し、処理開始時と70分後の差は40.3 sec·cm⁻¹に達した。「ふじ」は「缶桃5号」に比べて抵抗値は低かったが、「缶桃5号」とほぼ同じ様相で変化し、処理開始時と70分後の差は15.2 sec·cm⁻¹であった。「コンコード」の場合は、「パートレット」より抵抗値が高かったが、経時的变化の様相はほぼ同様で、処理期間中の差もわずか1.7 sec·cm⁻¹であった。

第3図は、ナシ3品種の比較蒸散量の経時的变化を時期別に示したものである。「パートレット」は、7月18日から経時的变化が著しく緩慢になり、各調査日も比較蒸散量が最も高かった。「新水」は7月18日に「パートレット」に近い変化を示したが、その後は「パートレット」に比べて経時的低下が速かった。一方「幸水」は、8月1日までは急速に低下したが、その後は急に緩慢になり、8月18日以降は「新水」とほぼ同様の变化を示した。

第4図は、ナシ3品種の8月24日における切断葉の蒸散抵抗の経時的变化を示したものである。「パートレット」は、乾燥処理開始20分間は抵抗値が低下し、その後徐々に上昇した

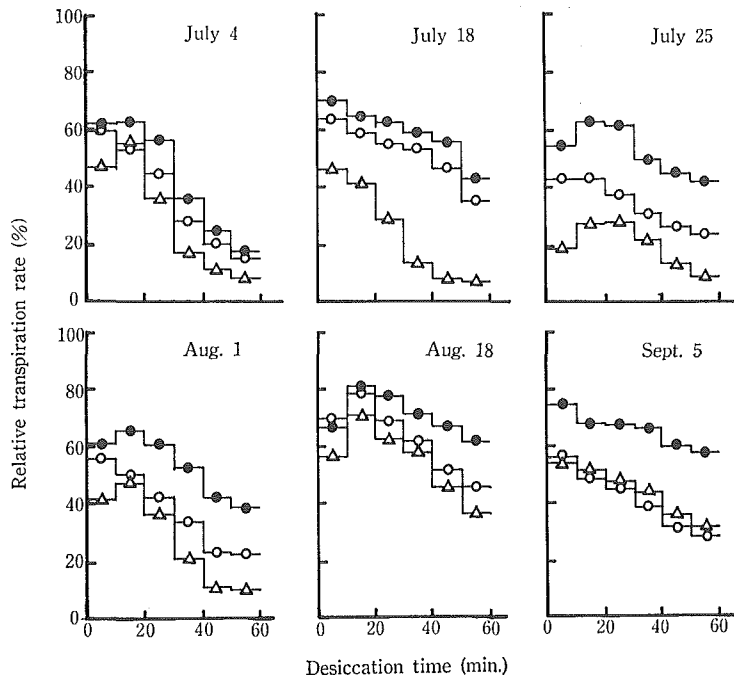


Fig. 3 Changes in the relative transpiration rate of detached pear leaves during desiccation (● Bartlett, ○ Shinsui and △ Kosui).

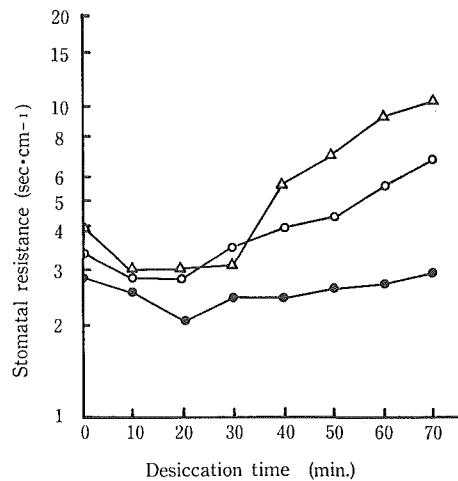


Fig. 4 Changes in the stomatal resistance of detached pear leaves during desiccation on August 24 (● Bartlett, ○ Shinsui and △ Kosui).

が，70分後においても開始時とほぼ同程度で，乾燥処理による気孔の閉鎖はほとんど認められなかった。これに対して「幸水」及び「新水」は，処理開始30分後まではほぼ同様にわずかに低下したが，その後は「新水」がわずかに上昇したのに対し，「幸水」は抵抗値が急に上昇し，気孔の閉鎖機能が「新水」に比べて高いことを示した。

高温乾燥条件下における「バートレット」着生葉の蒸散抵抗を，葉位別に測定した結果は，第5図に示すとおりで，基部葉が低く，先端へ向って上昇する傾向が認められた。また同様の条件下で，各種果樹の長枝基部及び先端部葉の蒸散抵抗を測定した結果は，第6図のとおり

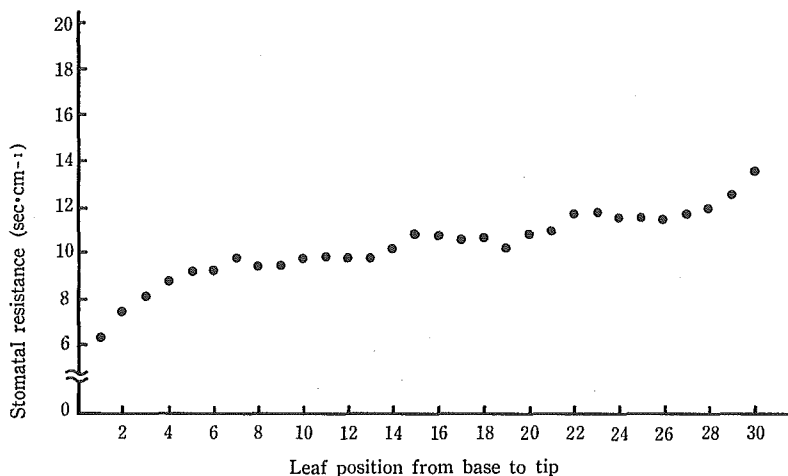


Fig.5 Stomatal resistance in attached leaves of Bartlett pear under arid conditions (July 21).

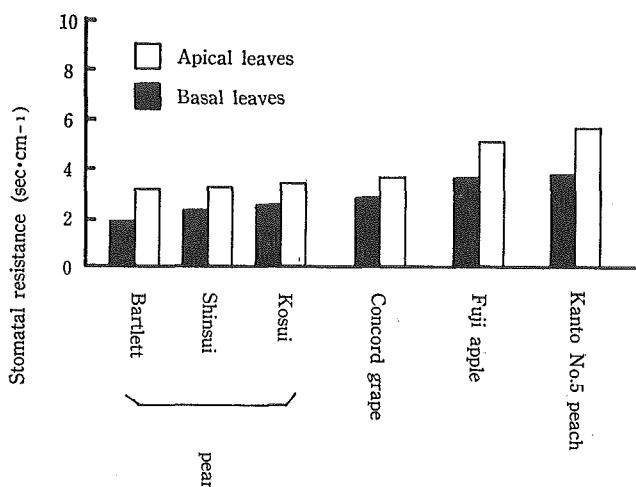


Fig.6 Stomatal resistance in attached basal and apical leaves of fruit trees under arid conditions (August 21).

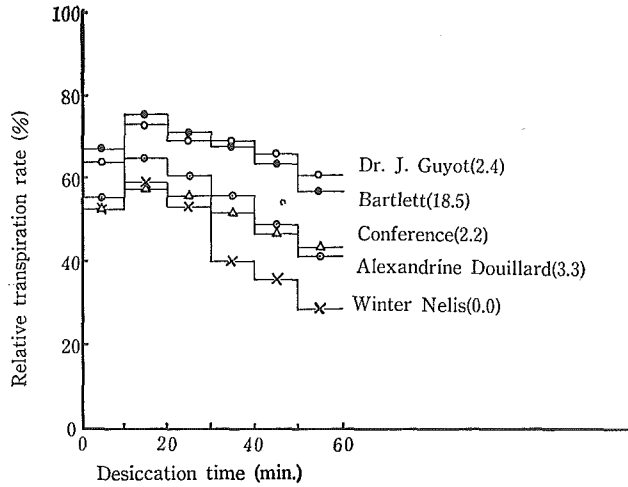


Fig.7 Changes in the relative transpiration rate of detached pear leaves during desiccation on July 28. (Figures in parentheses indicate percentage of leaf burn).

りで、いずれの果樹も基部葉は先端部葉に比べて蒸散抵抗が低かった。さらに種類間の比較では、「缶桃5号」が最も高く、次いで「ふじ」、「コンコード」、「幸水」、「新水」、「パートレット」の順に低下した。

葉やけ発生率の異なるセイヨウナシ5品種の比較蒸散量の経時的低下を調査した結果は、第7図のとおりで、「プレコース」を除いて葉やけ発生率の高い品種ほど低下が緩慢な傾向がみられた。「プレコース」は、葉やけ発生率は「コンフェレンス」及び「好本号」と同程度であるが、比較蒸散量の経時的低下は葉やけ発生率の最も高い「パートレット」とほぼ同様であった。

考 察

本研究では、気孔の運動機能の鋭敏さを知る方法として、従来から用いてきた切断葉の比較蒸散量の測定以外に、切断葉の蒸散抵抗を測定する方法を用いた。その結果、いずれの方法においても、乾燥処理による気孔の閉鎖反応を明確にとらえることができた。すなわち、比較蒸散量の経時的低下が緩慢な種類または品種ほど蒸散抵抗が低く、気孔の運動機能が鈍化していることを示した。ただし、両測定法とも、一部の葉で、乾燥処理開始10~20分後に、一時的に比較蒸散量の上昇または蒸散抵抗の低下がみられ、とくに蒸散抵抗においては、抵抗値の高いものほど一時的低下の程度が大きい傾向がみられた。この理由はまだ明らかでないが、葉の切断などによる突然の脱水が、気孔を一時的に開孔させることは、すでに古くから多数の植物で認められている¹⁾。また、その機作については、表皮細胞と孔辺細胞における膨圧変化の時間的なずれによるとされている¹³⁾。

各種果樹の気孔運動機能の季節的变化を調べた結果、葉やけの発生しやすい「パートレッ

ト」は、6月下旬にすでに機能鈍化が認められ、7月中旬にはほぼ完全に鈍葉化した。これは前報⁹⁾の短枝葉及び新梢基部葉を用いた実験結果と一致した。しかしながら、葉やけの発生が認められない「缶桃5号」は、気孔の運動機能が終始鋭敏で、8月下旬においてもなお乾燥処理による閉鎖反応が著しく鋭敏であった。熊代らもモモの「大久保」及び「高陽白桃」の葉が、ナシ、リンゴ及びブドウの葉に比べて、乾燥抵抗性がきわめて高いことを報告している⁵⁾。田崎は、葉の老化にともなって気孔の閉鎖機能が鈍化する葉を鈍葉(Dull leaf)と呼び^{9,10)}、このような現象は少なくとも落葉広葉樹においては共通の現象であろうと述べている¹²⁾が、モモは例外ではないかと思われる。モモは、果樹の中では最も耐乾性の強い種類であるが、これは気孔運動の鋭敏さに関係しているのかも知れない。またブドウは、比較的耐乾性が強いにもかかわらず、盛夏期に晴天が続くと、新梢の基部葉が落葉することが少なくない²⁾。このような早期落葉は、一般的には土壌湿度の低下に起因するとされている。しかし本実験の結果、「コンコード」は8月に入って急激に鈍葉化することが認められた。また、データは示さなかったが、ブドウは節位による気孔の機能鈍化の相違が著しい傾向がある。このことは、基部の早期落葉の原因として、気孔の機能鈍化が関係していることを示すように思われるが、これについてはさらに検討する必要がある。

摘 要

セイヨウナシの葉やけ発生要因と考えられる気孔運動機能の鈍化が、他の果樹にも認められるかどうかを知るため、ナシ、リンゴ、モモ及びブドウを用いて、葉の比較蒸散量及び蒸散抵抗を調べた。得られた結果の概要は次のとおりである。

1. 葉齢の進行にともなう気孔運動機能の鈍化は、葉やけの発生しやすいナシ「パートレット」が最も著しく、6月下旬にすでにその徴候が認められ、7月中旬から急速に進行した。しかし葉やけの発生が認められないモモ「缶桃5号」は、8月下旬においてもなお気孔の運動機能が鋭敏であった。ブドウ「コンコード」は、8月上旬以降に機能鈍化が認められたが、「パートレット」ほど顕著ではなかった。またリンゴ「ふじ」も8月上旬以降に機能鈍化の徴候を示したが、その程度は比較的軽かった。

2. ナシの品種別比較では、「パートレット」の機能鈍化が最も著しかった。「新水」は7月中旬に「パートレット」と同程度の機能鈍化を示したが、それ以降はさほど進行しなかった。また「幸水」は、8月中旬以降に急速に機能鈍化が進行し、9月上旬には「新水」とほぼ同程度となった。

3. 夏季の高温乾燥条件下における着生葉の蒸散抵抗は、「缶桃5号」が最も高く、次いで「ふじ」、「コンコード」、「幸水」、「新水」、「パートレット」の順に低下し、「パートレット」が最低であった。またいずれの果樹も新梢の基部葉は先端部葉に比べて低かった。

4. 葉やけ発生率と気孔の運動機能との関係をセイヨウナシについて調べた結果、発生率の高い品種ほど機能鈍化が著しい傾向がみられた。しかし「プレコース」のみは機能鈍化が著しかったが、葉やけ発生率は低かった。

引用文献

- 1) Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24 : 519-570.
- 2) 小林 章. 1970. ブドウ園芸. pp.175. 養賢堂.
- 3) 熊代克己・佐藤幸雄・建石繁明. 1971. ナンの葉やけに関する研究 (第1報) 症状および気象条件と葉やけ発生との関係. *園学雑* 40 : 343-346.
- 4) 熊代克己・佐藤幸雄・建石繁明. 1974. 同上 (第2報) パートレットの葉やけ発生時における葉内水分の変動. *園学雑* 42 : 305-309.
- 5) 熊代克己・佐藤幸雄・建石繁明. 1975. 同上 (第3報) 葉やけ抵抗性と切断葉の乾燥抵抗性との関係. *園学雑* 43 : 377-382.
- 6) 佐藤幸雄・建石繁明・熊代克己. 1980. 同上 (第4報) 葉やけ抵抗性と気孔の運動機能との関係. *信大農紀要*. 17 : 1-9.
- 7) 佐藤幸雄・建石繁明・熊代克己. 1983. 土壌湿度がナンの葉やけ発生に及ぼす影響. *信大農紀要*. 20 : 1-8.
- 8) 佐藤幸雄・建石繁明・熊代克己. 1984. セイヨウナンの葉における気孔運動機能の純化開始期について. *信大農紀要*. 21 : 1-11.
- 9) Tazaki, T. 1960. Studies on the dehydration resistance of higher plants. 1. Determination of the measures related to the dehydration resistance of mulberry plants. *Bot. Mag. Tokyo.* 73 : 148-155.
- 10) Tazaki, T. 1963. 同上, IV, Dehydration resistance of the leaves in young poplar plants with special reference to the water economy of other plant parts. *Bot. Mag. Tokyo.* 76 : 237-245.
- 11) 田崎忠良・田口亮平. 1968. 植物生理生態学実習. pp.38-41. 養賢堂.
- 12) 田崎忠良. 1978. 水ストレスと光合成, (田崎忠良編) 環境植物学, pp. 154-160. 朝倉書店.
- 13) Rashke, K. 1970. Stomatal responses to pressure changes and interruption in the water supply of detached leaves of *Zea mays* L. *Plant Physiol.* 45:415-423.

Difference in Stomatal Function of Leaves of Pear, Japanese Pear, Apple, Peach and Grape

By Yukio SATO and Katsumi KUMASHIRO*

Institute for Highland and Cool Zone Agriculture, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

The stomatal function of leaves of pear, Japanese pear, apple, peach and grape was estimated using the relative transpiration rate and the stomatal resistance.

The results obtained were as follows:

1. The dullness of stomatal function proceeded with leaf age in pears, apples and grapes. Especially, that of Bartlett pear was observed very early in the late of June, and proceeded extremely after the middle of July. That of Fuji apple and Concord grape was observed after the early of August, however, the dullness was more slight as compared with Bartlett pear. On the other hand, The stomatal function of Kantō No.5 peach still kept the sharpness to the late of August.

2. The closing function of stomata of intact leaves under arid conditions was the highest in Kantō No.5 peach and declined in the order of Fuji apple, Concord grape, Kōsui pear, Shinsui pear and Bartlett pear. That of the apical leaves of a shoot was higher than that of basals in the all cultivars.

3. Among the stomatal function of the cultivars of pear and Japanese pear, the dullness of Bartlett was prominent throughout the season. And it was recognized that the duller the stomatal function, the higher the sensitivity to the leaf burn was.

* Laboratory of Pomology