

エチレンと果実生理 (第1報)

——カキ果実について——

Ethylene and fruit physiology I

Japanese persimmon fruit

高 田 峰 雄

Mineo Takata

緒 言

エチレンに果実の成熟を促進させる作用があること、また、成熟期の climacteric 果実が収穫後急速に成熟し、その際に著しい呼吸量の増大と、大量のエチレン生成を伴うことはよく知られている。^(1, 6, 7, 8, 19, 28, 40, 42, 46)

これらの点からみると、わが国特産のカキ果実は climacteric 果実とはいえないが、既報のように、未だ成熟期に達していない若い果実で、採取後急速に成熟様変化が起こり、呼吸量の著しい増大もみられる。⁽⁵⁴⁾ またこの時、 KMnO_4 溶液を還元する作用を持った気体が大量に生成されることが確められ、かつ、それがエチレンであろうと推測された(未発表)。また、果実にエチレンを作用させると著しい呼吸量の増大が起こるが、この場合、その果実が climacteric^(19, 20, 55) 果実であるか、それとも non-climacteric 果実であるかによってその後の反応を異にする。

カキ果実は、その生育の前半期のものは climacteric 果実のような、また後半期のものは non-climacteric 果実のような変化を示すが、⁽⁵⁴⁾ もしこれらの果実にエチレンを作用させた場合にはどのような反応を示すか興味をもたれた。

このようなことから、本実験においては、先ず、生育段階を追って採取したカキ果実について、その後の呼吸量の変化とあわせてエチレン生成量の変化をみ、同時に、これらの果実に対してエチレンを作用させて、呼吸量、エチレン生成量およびその他の変化がどのように起こるかを調べた。

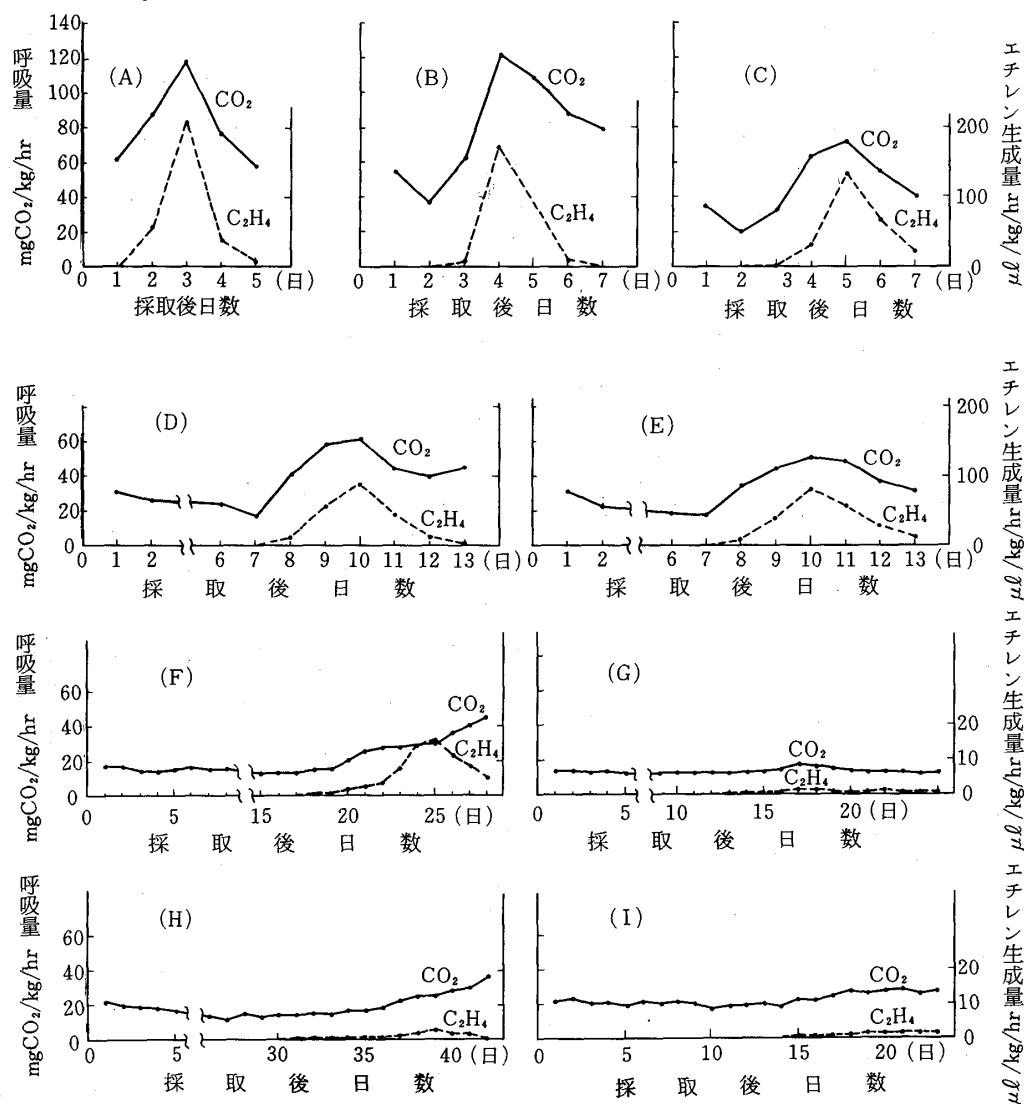
材料および方法

供試材料は、千葉大学教育学部附属農場産のカキ「富有」果実を適時採取して使用した。供試果実は全て開花時に人工授粉を行ない、採取時にはできる限り大きさなどのそろったものを選んで使用した。採取後はただちに25℃の呼吸室に入れ、呼吸量およびエチレン生成量は翌日から測定した。なお、呼吸量は通気式比色法⁽⁵²⁾により CO_2 の排出量を測定し、エチレン生成量は呼吸量測定直後に約1.5ℓ容のガラス製呼吸室に果実を1時間密閉し、そのヘッドスペースから約20mℓの空気を採取し、さらにその中から1mℓを取って日本機器K.K.製ガスクロマトグラフィーにより測定した。使用カラムは径3mm長さ2mのステンレススチール製、充てん剤はPorapak Qメッシュ80~100、カラム温100℃、キャリアーガスは N_2 、FID検出器であった。エチレン処理は全ての場合10ppmで行ない、処理方法はPrattらの装置⁽⁴⁴⁾を応用した。その他は手による触感および肉眼による観察によった。

結 果

1. 採取後の呼吸量とエチレン生成

6月23日から11月22日にかけて果実を適時採取し、その呼吸量およびエチレン生成を測定した結果は、第1図(A)―(I)に示すとおりであった。なお、開花期は5月25日頃であった。



第1図 生育段階の異なるカキ果実における採取後の呼吸量およびエチレン生成量の変化 採取日:(A)=6月23日,(B)=6月30日,(C)=7月7日,(D)=7月18日,(E)=7月27日,(F)=8月17日,(G)=9月26日,(H)=10月31日,(I)=11月22日

6月23日採取の果実(1果平均重6.5g)の呼吸量の変化は、図(A)にみるようにただちに増大を始めて採取3日後にピークに達し、その後は急速に減少した。エチレン生成は採取1日後は全く認められなかったが、採取2日後には大量の生成がみられ、採取3日後にはさらに増大してピークとなり、その後は急速に減少した。果実の変化としては採取3日後にヘタの脱落がみられ、その2日後には果実のほぼ全体がカッ色に変色した。果肉は呼吸量の増大開始頃から軟化を始め、ピーク時にはかなり軟化した。

6月30日採取の果実(1果平均重19g)での結果は図(B)の通りで、呼吸量は採取3日後に増大に転じ、採取4日後にピークに達した後減少した。エチレン生成は採取2日後まで認められなかったが採取3日後に初めてみられ、翌日には大量に生成された。この変化の傾向は呼吸量の変化と一致していた。ヘタの脱落は採取4日後(ピーク時)にみられ、採取5日後には果肉は完全に軟化し、また果色のカッ変が始まった。

7月7日採取の果実(1果平均重32g)での結果は図(C)の通りで、6月30日採取のものとはほとんど同じ傾向を示したが、呼吸量およびエチレン生成量のピークが1日遅れ、またピーク時の呼吸量もエチレン生成量とともに減少した。果実は3果中(1区3果)1果が呼吸量のピーク前日にヘタが脱落し、2果はピーク時に脱落した。ヘタの脱落時に果肉はかなり軟化していた。

7月18日採取の果実(1果平均重60g)での結果は図(D)の通りで、これ以前に採取したものとはかなり異なり、呼吸量は採取7日後まで減少し、その3日後にピークに達してから減少した。エチレン生成は呼吸量が減少を続けた7日間は全く検出されず、呼吸量の増大とともに生成が始まり、呼吸量のピーク時にピークに達してから減少した。ヘタの脱落はピーク時にみられたが、この時果肉はかなり軟化していた。

7月27日採取の果実(1果平均重71g)での結果は図(E)の通りであったが、呼吸、エチレン生成、その他ともに7月18日採取のものとはよく似た傾向を示した。

8月17日採取の果実(1果平均重120g)での結果は図(F)に示すが、これまでのものにくらべてかなり差異があった。呼吸量は採取17日後まで漸減を続けその翌日から増大に転じたが、この増大は実験うち切りまで続いた。エチレン生成は採取17日後まで全くなかったが、呼吸量の増大とともに始まり採取25日後をピークに減少した。このように呼吸量にはピークがみられなかったがエチレン生成にはピークがあった。果実は採取20日後頃から果色の黄化が目立ち始め、採取22日後には完全に黄化し、果肉も完全に軟化した。実験終了時には果実は完全に軟化していたが腐敗はしていなかった。またヘタは脱落しなかったが、引っぱってみたところ5mm程の長さの維管束をつけてヘタが脱落した。

9月26日採取の果実(1果平均重187g)での結果は図(G)に示す通りで、呼吸量は採取14日後まで横ばいを続けた後増大に転じ、その3日後にピークに達してから漸減した。エチレン生成も似たような傾向を示したが、生成量は非常に少なかった。果実はピークを過ぎる頃にはかなり軟化していたが、ヘタの脱落はなかった。

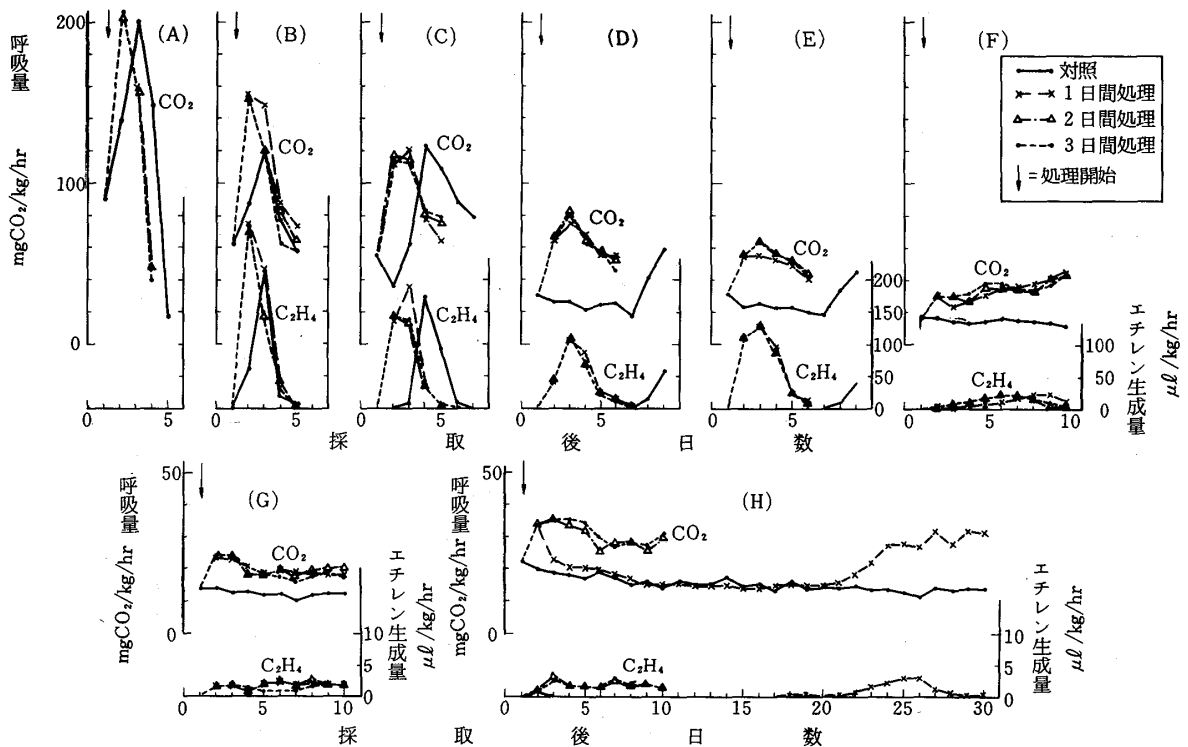
10月31日採取の果実(1果平均重200g)は果色も良く収穫適期のものであった。実験結果は図(H)の通りで、呼吸量は採取33日後まで漸減または横ばいを続けた後増大に転じ、この増大は実験終了時まで続いた。エチレン生成は呼吸量が増大に転じる数日前からわずかに検出され、呼吸量の増大につれて増大したが、採取39日後にピークに達してから減少した。果肉の軟化はエチレン生成のピーク時にはかなり進行していた。ヘタの脱落はなかった。

11月22日採取の果実(1果平均重217g)はやや過熟のものであったが、実験結果は図(I)の通りで、呼吸量は採取14日後まで横ばいを続けた後増大に転じ実験終了時まで増大を続けた。エチレン生成は呼吸量の増大とともに始まったがピークは明確でなかった。果肉の軟化は採取20日後頃にはかなり進行していた。ヘタの脱落はなかった。

2. エチレン処理の影響

(i) 処理日数を異にした場合

6月16日から10月31にかけて適時採取した果実に、10ppmのエチレンを1日・2日および3日間作用させ、それが果実の呼吸、エチレン生成、成熟などに与える影響について調べた結果



第2図 エチレン処理が種々の生育段階にあるカキ果実の呼吸量、エチレン生成量および成熟に与える影響
果実の採取日：(A)=6月16日、(B)=6月23日、(C)=6月30日、(D)=7月18日、(E)=7月27日、(F)=8月17日、(G)=9月26日、(H)=10月31日

は第2図A-Hの通りであった。

Stage I (6, 7月)で採取した果実は、全ての場合エチレン処理により呼吸およびエチレン生成のピークが早まった。処理日数の長短による差異はあまりなかったが、6月23日と6月30日に採取した果実の場合にのみ差異を生じた(図BとC)。すなわち、6月23日採取の果実では、1日処理区は2日・3日処理区に比して呼吸もエチレン生成もともにピーク後の減少が少し遅れ、6月30日採取の果実では、1日処理区は他の2処理区に比して呼吸もエチレン生成もともにピークの出現が1日遅れた。なおこの場合、1日処理区では処理停止後も呼吸およびエチレン生成の増大が続き、ピークは処理停止の翌日にみられた。また全ての場合に呼吸とエチレン生成のピークは一致しており、このピークの頃にヘタの脱落、果色の黄化、果肉の軟化がみられた。

Stage II (8月)で採取した果実の場合(図F)はStage Iのものよりかなり傾向が異なっていた。すなわち、1日処理区は処理停止の翌日に呼吸量が減少し、エチレン生成も停止した。呼吸量はその翌日から増大に転じ、エチレン生成も始まり、増大を続けてピークに達してから減少した。なお呼吸量においてはピークはなかった。2日処理区は処理停止の翌日に呼吸量の減少がみられたが、エチレン生成は何ら影響を受けることなく増大を続けピークの後減少した。この場合には呼吸量でもピークとみられるものが現われ、エチレン生成のピークと一致した。3日処理区は処理を停止しても呼吸量もエチレン生成もともに減少せず、両者ともピークに達してから減少した。2日処理区と3日処理区との間にはあまり差異がなかったが、1日処理区と両者との間には差異がみられ、エチレン生成のピークも1日処理区は両処理区に比して2日

遅れた。なお、Stage IIの果実ではヘタの脱落がみられなかった。果肉はエチレン生成のピーク頃にはかなり軟化した。またStage IIの果実はStage Iの果実に比してエチレン生成量が非常に少なかった。なお無処理区はこの間呼吸量は横ばいを続け、エチレン生成は全くなく、果実も硬いままであった。

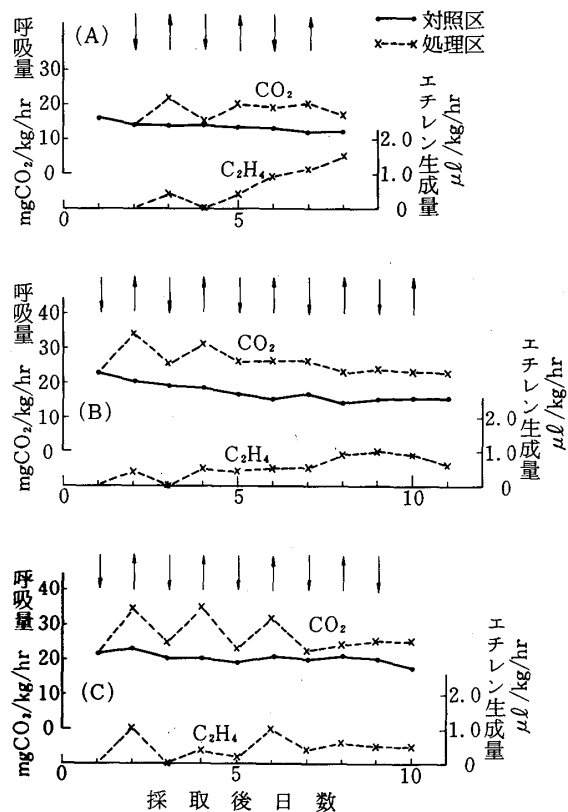
Stage III (9, 10, 11月)で採取した果実の場合(図, GとH)は前2者とは異なっていた。また同じStage IIIのものでも、その前期のものと後期のものとで差異があった。前期に採取した果実(図G)は全処理区とも処理開始1日後頃に呼吸量のピークがみられ、エチレン生成も始まった。この場合エチレン生成のピークははっきりしなかったが、処理開始2日後には果実にかなりの軟化がみられ、その翌日には完全に軟化した。ヘタの脱落はなかった。後期に採取した果実(図H)は収穫適期頃のものであるが、1日処理区は処理停止後呼吸量が急減し、その後20日間位にわたって横ばいを続けた(この間果実は硬かった)後増大に転じてピークに達した。エチレン生成は処理によって誘起されたかにみえたが、処理停止とともにエチレン生成も止まり、その2週間後頃から再び生成が始まってピークに達した。果実の軟化はエチレン生成のピーク頃にはかなり進んでいたが、ヘタの脱落はなかった。2日処理区と3日処理区との間にはほとんど差異はなく、処理開始2日後頃に呼吸量もエチレン生成もともにピークに達した。この頃果実はかなり軟化した。ヘタの脱落は

なかった。エチレン生成量はStage IIの果実よりも一層少なかった。なお、この間無処理区の呼吸量は横ばいを続け、エチレン生成は全く認められず、果実は硬いままであった。

(ii) 1日処理のくり返しの場合

収穫適期前後の果実(Stage III)について、エチレン処理を1日行ない、次の1日は処理を停止、その翌日は再び処理を行ない、次の1日はまた休む、といった具合に1日おきに処理をくり返した場合の結果は第3図(A)―(C)に示す通りであった。

10月15日採取の果実は収穫適期には少し早いものであったが、実験結果は図(A)に見る通りで、第1回目の処理で呼吸量は増大したが、処理を停止すると減少した。続く第2回目の処理は再び呼吸量の増大を起こさせたが、今回は処理を停止しても減少しなかった。第3回目の処理は何の効果も示さなかった。エチレン生成は第1回目の処理で誘起されたが、処理を停止すると生成も止まった。第2回目の処理は再びエチレン生成を誘起したが、今回は処理停止後もエチレン生成は続き、かつ生成量が次第に増加していった。果実は第3回目の処理を行なった時にはかなり軟化していた。この間無処理区の呼吸量は横ばいを続け、エチレン生成は全くなく、果実は硬いま



第3図 1日おきのエチレン処理が、カキ果実の呼吸量、エチレン生成量および成熟に与える影響 採取日:(A)=10月15日,(B)=11月11日,(C)=11月22日 図中、↓又は↑はエチレン処理の開始又は停止時を示す。

までであった。

11月11日採取の果実は収穫適期のものであった。実験結果は図(B)に示す通りで、第2回目の処理までは呼吸量の増大をひき起こしたが、第3回目以後の処理は効果がなかった。エチレン生成は第1回目の処理で始まったように見えたが、処理を停止するとエチレン生成も止まり、第2回目の処理によって初めて内生エチレン生成が完全に誘起された。果実は第3回目の処理日頃にはかなり軟化していた。無処理区の果実は実験期間中硬いままで、エチレン生成は全くなかった。

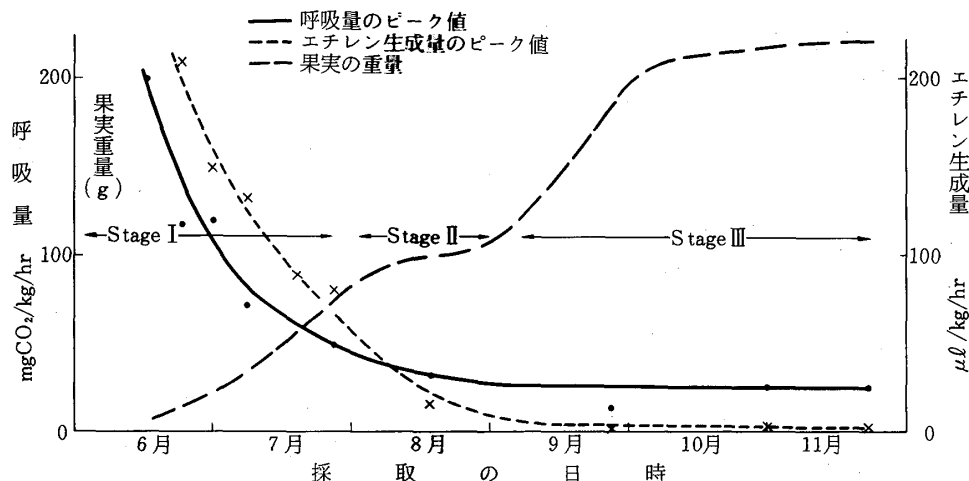
11月22日採取の果実はやや過熟のものであった。実験結果は図(C)の通りで、呼吸に対しては第3回目の処理まで効果が認められ、それ以降は効果がなかった。エチレン生成は第1回目の処理では誘導されず、第2回目の処理によっても十分でなく、第3回目で完成されたようであった。果実は第3回目の処理の停止時にはかなり軟化していた。この間無処理区の果実は硬いままであり、エチレン生成は認められなかった。

考 察

本実験では生育段階の異なるカキ果実について、採取後の呼吸とエチレン生成の変化とを同時に調べたが、全ての生育段階の果実で果肉の軟化(成熟)の進行とともに、呼吸量およびエチレン生成量の増大が認められた。この場合、7月末以前に採取した果実(Stage I)では、呼吸量の変化がはっきりと、増大、ピーク、減少、というパターンを示したが、これ以後に採取した果実では、腐敗の直前まで増大を続けるものが多かった。これに対してエチレン生成量の変化は、全ての生育段階の果実で、増大、ピーク、減少、のパターンを示し、特にStage Iの果実では呼吸量の変化とエチレン生成量の変化のパターンが完全に一致した。一方、8月に採取した果実(Stage II)では、呼吸量の増大とともにエチレン生成も始まったが、その後の変化では呼吸量は減少することなく増大を続けたのに対し、エチレン生成量の方はピークに達した後減少し、Stage Iの果実とははっきりした差異を示した。また9月以後に採取した果実(Stage III)はStage IIのものと同じ傾向を示し、呼吸量とエチレン生成量の変化は一致しなかった。このことから、Stage Iの果実では呼吸と内生エチレンとが終始密接な関連をもっているが、Stage IIおよびStage IIIの果実にあってはこれに変化を生じることが推測される。

次に、カキ果実の生育段階とエチレン生成能との関係をみると、生育段階の低い若い果実ほどエチレン生成能が高い傾向がみられる。この傾向をエチレン生成量のピーク値で代表させてみると第4図のようになり、Stage Iの果実では高いが、Stage IIでは急速に低下し、Stage IIIでは一層低下したうえその状態が維持されることがわかる。なお、呼吸量のピーク値(ピークのない場合はエチレン生成量のピーク時の値を代用する)の変化と対応させてみると、第4図にみるように、エチレン生成と呼吸との間には強い対応関係がみられ、両者間には密接な関係が存在するという指摘^(11, 49, 50)が首肯される。

ところで、一般に成熟期の果実は成熟の進行につれて種々の変化を起こすが、中でもクライマクテリック果実はその変化が大きくかつ急速である。また、これらの変化の中では呼吸量の変化が著しく、さらにこれと期を同じくしてエチレン生成が盛んになるが、両者の生成量のピークはおおむね一致している果実が多い。^(16, 20, 26, 27, 36, 37, 48, 58) 本実験で使用したカキ果実は、成熟期(Stage III)の果実の場合、呼吸においてもclimacteric riseといい切れるものは出現せず、エチレン生成も皆無ではないにしても極めてわずかであり、いわゆる成熟期のクライマクテリック果実としての特徴はない。しかしStage Iの果実では、エチレン生成、呼吸およびそ



第4図 生育段階を追って採取したカキ(富有)果実の呼吸量とエチレン生成量のピーク値および果実の重量の変化

の他の変化において、成熟期のクライマクテリック果実と極めてよく似た変化を示した。Prattら⁽⁴³⁾はクライマクテリック果実であるマスクメロン果実について、果実を開花21日後から数日間かくに採取し、その後の呼吸量、エチレン生成量および成熟の変化を調べ、開花28日後までの果実では呼吸量の増大およびエチレン生成はほとんどなく、それ以後に採取された果実で明瞭な呼吸量の増大 (climacteric rise) とエチレン生成をみている。なおこの場合、採取期が遅い果実ほど呼吸量とエチレン生成量の増大が早く始まり、またピーク時の値も高まる傾向があった。この結果は本実験のカキ果実の場合とは全く逆であり、もしマスクメロンがクライマクテリック果実の典型であるとするならば、これと正反対の性質を有するカキ果実はクライマクテリック果実ではないということになる。しかし、成熟期のノンクライマクテリック果実はエチレン処理によっても内生エチレンの生成が誘起されないことが特徴であるが、⁽²⁰⁾ 本実験のカキ果実では全ての生育段階の果実でエチレン生成が誘起されたことからみると、カキ果実はクライマクテリック果実であるようにもみえる。また、ノンクライマクテリック果実である温州ミカンについての報告では、^(24, 25, 39) 幼果においてエチレン生成が認められ、生育が進むにつれて生成量が減少し、ついには生成が認められなくなっている。さらに呼吸のピークとエチレン生成のピークは必ずしも一致していず、本実験におけるカキ果実での結果と比較した場合、その傾向が似ている面もある反面そうでない点もあり、どちらとも断定し難いようである。

エチレン処理の効果についてみると、エチレン処理は全ての生育段階の果実に対して呼吸量の増大をひき起こし、また成熟を速め、さらに内生エチレンの生成をも促進させる効果があったが、特に Stage I の果実に対して効果が大きかった。

3日間のエチレン処理は、Stage I の果実に対しては、処理開始1～2日後に呼吸量およびエチレン生成量のピークを誘起した。ところが Stage II の果実の場合にはピークが処理開始5日後頃に現われた。さらに9月、10月と果実の令が進むとピークは早まり、Stage I の場合に近づくようであった。このように、エチレンの3日間継続処理に対する反応からみると、エチレンに対する果実の感受性は開花後日数の少ない若い果実ほど高く、令が進むにつれてだんだん低くなり、8月中旬頃 (Stage II) を最低にして再び高まるように思われる。なお、Stage II は第4図に見るように生長の中休みの時期に当たり、果実全体としての活性が最も低下している時期のように思われる。この後は成熟期に入り盛んな肥大生長が始まり活性が高まり、エチ

レンに対する感受性も高まるようである。このことは1日間のみのエチレン処理に対する果実の反応からもうかがえ、最も若い6月16日採取の果実では処理開始1日後に呼吸量はピークに達したが、果実の令が進むにつれてピークの出現が少しずつ遅れている。

次に、1日間のエチレン処理の場合についてみると、Stage Iの果実では処理停止後も呼吸量および内生エチレン生成量は増大を続けてピークに達した(第2図, C, D, E)。一般に成熟期のクライマクテリック果実は、エチレン処理によってひとたび呼吸のclimacteric riseおよび内生エチレン生成が誘起されてしまうと、エチレン処理を停止しても、何ら影響されずにclimacteric riseを続け、ピークに達した後に減少に移る特徴をもっている。^(55, 56, 57) 一方、ノンクライマクテリック果実の場合はこれと異なり、例えば柑橘類をエチレンで処理すると、呼吸量は処理開始1～2日後にピークとなり、その後はエチレン処理を継続しても呼吸量は減少し、また1～2日間で処理を停止した場合には処理停止後呼吸量はただちに減少する。^(45, 55) 従って、上述の本実験の結果はクライマクテリック果実の一般的特徴を示していることになる。また、10月31日採取の果実(適熟期)に1日間エチレン処理を行なった場合、処理を停止した翌日には呼吸量が大きく減少し、内生エチレン生成も誘起されなかった(第2図, H)。普通、適熟期のクライマクテリック果実であれば、climacteric riseおよび内生エチレン生成の誘起には1日間のエチレン処理で十分である。⁽⁵⁷⁾ 従って、このカキ果実の示した反応はノンクライマクテリック果実に特有のものであり、これらのことから、カキ果実は適熟期にはノンクライマクテリック果実のような性質を、若い段階ではクライマクテリック果実のような性質を示す特異な果実のようにも思われる。

成熟期の果実に1日おきにくり返しエチレン処理を行なった場合、果実がかなり軟化してしまうまでは処理のたびごとに呼吸量の増大がみられたが、果実の軟化後は反応を示さなくなった(第3図)。また、処理に対する反応を示さなくなった時には内生エチレンの生成がみられたが、これらと細胞膜の性質の変化との間に深い関係のあることが示唆されている。⁽³⁵⁾ なお、一般にノンクライマクテリック果実は、エチレン処理をくり返すとそのたびごとに何度でも反応を示す特徴があるが、^(20, 45) この点からいうとカキ果実はノンクライマクテリック果実とはいえないようである。

このほかの注目すべき変化にヘタの脱落という現象がある。ヘタの脱落がみられたのはStage Iの果実においてのみであり、それ以後のものではみられない。この現象は自然栽培においても起こるが、このいわゆる自然落果もStage Iでのみ起こり、それ以後では起こらなくなる。^(54, 62) また、本実験において、ヘタの脱落(離層形成)がみられたStage Iの果実ではいずれもエチレン生成量が多く、他方ヘタが脱落しなかったStage IIIの果実ではエチレン生成量が極めて少なかった。また、この中間のStage IIの果実ではヘタは自然には脱落しなかったが引っ張ると脱落し、不完全ながらも離層形成が認められた。エチレンの生成量はかなりの量に達したが、Stage Iの果実にくらべるとはるかに少なく、他の多くの場合と同様に、^(1, 3, 4, 9, 21, 23, 34, 38, 47, 53, 59) カキ果実においてもエチレンが離層形成に重要な役割を果していることがわかる。しかし、エチレン処理がStage Iの果実に対してはヘタの脱落を促進させる効果があったが、他のStageの果実に対しては効果がなく、そのためカキ果実のヘタの脱落(離層形成)をエチレンの作用のみで説明することはむずかしく、今後の方向としては、種々の報告で指摘されているように、^(10, 12, 14, 15, 17, 18, 22, 29, 30, 31, 32, 41, 42, 51, 60, 61) 他の植物ホルモンなどと関連させて検討していくことが望まれる。

摘 要

カキ「富有」果実を6月から11月にかけて適宜採取し、25℃で採取後の果実の呼吸量、エチレン生成および成熟の変化について調べた。

1. 7月末までに採取した若い果実 (Stage I) では呼吸において climacteric 様の変化がみられ、エチレン生成と果実の軟化がこれと同時に起こった。また、この両者のピーク時頃にヘタの脱落がみられた。

8月中旬採取の果実 (Stage II) では呼吸のピークは見られなかったが、エチレン生成においては明瞭なピークがみられた。ヘタの脱落は起こらなかった。

9月下旬以後に採取した果実 (Stage III) では呼吸量のピークはみられず、また、エチレン生成においてもピークは不明確となり、ヘタの脱落もなかった。

調査した全期間の果実において、果実が軟化を始めると同時にエチレン生成が始まった。この場合、果実のエチレン生成能は果実の生育が進むにつれて減退するようであった。

2. 10ppmのエチレン処理は果実の呼吸量を増大させ、エチレン生成と果実の軟化開始を早めた。なお、この時のエチレン効果は Stage I の果実に対しては強く、他の Stage の果実に対しては弱いようであった。

3. 成熟期の果実に1日間のエチレン処理をくり返したところ、第1回目の処理では内生エチレンの生成は誘起されず、つづく第2回目の処理によってようやく誘起された。なお、この場合のエチレン効果は、処理を受ける果実の熟度と関係があるように思われた。

文 献

1. Abeles, F.B. 1968. *Plant Physiol.* 43:1577—1586.
2. ———. 1972. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23:259—292.
3. ———, and R.E. Holm. 1966. *Plant Physiol.* 41:1337—1342.
4. ———, and G.R. Leather. 1971. *Planta* 97:87—91.
5. Adato, J., and S. Gazit. 1974. *Plant Physiol.* 53:899—902.
6. Biale, J.B. 1950. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1:183—206.
7. ———. 1960. *Handbuch der Pflanzen-physiol.* 12(2):536—592. Springer Verlag. Berlin.
8. ———. 1960. *Advances in Food Res.* 10:293—354.
9. Beyer, Jr., E.M. 1973. *Plant Physiol.* 52:1—5.
10. Brisker, H.E., E.E. Goldschmidt, and R. Goren. 1976. *Plant Physiol.* 58:377—379.
11. Burg, S.P. 1962. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13:265—302.
12. Dostal, H.C. and A.C. Leopold. 1967. *Science*. 158:1579—1580.
13. Eaks, J.L. 1978. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:576—578.
14. Franklin, D., and P.W. Morgan. 1978. *Plant Physiol.* 62:161—162.
15. Frenkel, C., and R. Dyck. 1973. *Plant Physiol.* 51:6—9.
16. ———, and N.F. Haard. 1973. *Plant Physiol.* 52:380—384.
17. 藤井利重, 川俣恵利. 1968. 昭和43年度園芸学会春季大会研究発表要旨:36—37.
18. Goldschmit, E.E., Y. Aharoni, S.K. Eilati, J.W. Riov, and S.P. Monselise. 1977. *Plant Physiol.* 59:193—195.
19. Hansen, E. 1966. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 17:459—480.
20. Herner, R.C., and K.C. Sink, Jr. 1973. *Plant Physiol.* 52:38—42.
21. Holm, R.E., and F.B. Abeles. 1967. *Plant Physiol.* 42:1094—1102.

22. Hopping, M. E., H. Young, and M. J. Bucovac. 1979. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:47—52.
23. Huberman, M., R. Goren, and Y. Birk. 1975. *Plant Physiol.* 55:941—945.
24. 兵藤宏, 邨田卓夫. 1972. *園学雑.* 41:405—410.
25. Hyodo, H. 1977. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 45:427—432.
26. 加藤公道, 佐藤良二. 1978. *園学雑.* 46:530—540.
27. ———, 阿部薫, 佐藤良二. 1977. *園学雑.* 46:380—388.
28. 倉石晋. 1978. *植物ホルモン* p. p. 97—108. 東大出版会.
29. Kuraoka, T., K. Iwasaki, and T. Ishii. 1979. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 47:437—442.
30. Lau, O., and F. Yang. 1975. *Plant Physiol.* 55:738—740.
31. ———, and ———. 1976. *Plant Physiol.* 57:88—92.
32. Lieberman, M., and E. Knecht. 1977. *Plant Physiol.* 60:475—477.
33. ———, J. E. Baker, and M. Sloger. 1977. *Plant Physiol.* 60:214—217.
34. Lipe, J. A., and P. W. Morgan. 1973. *Plant Physiol.* 51:949—953.
35. Mattoo, A. K., and M. Lieberman. 1977. *Plant Physiol.* 60:794—799.
36. Mizrahi, Y., H. C. Dostal, W. B. McGlasson, and J. H. Cherry. 1975. *Plant Physiol.* 56:544—546.
37. 水野進. 1971. *園学雑.* 40:292—299.
38. Morgan, P. W., and J. I. Durham. 1975. *Plant Physiol.* 55:308—311.
39. 邨田卓夫, 宮下幸郎. 1971. *園学雑.* 40:80.
40. 緒方邦安. 1963. *日食工誌.* 10:470—481.
41. Pesis, E., Y. Fuchs., and G. Zauberman. 1978. *Plant Physiol.* 61:416—419.
42. Pratt, H. K., and J. D. Goeschl. 1969. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 20:541—584.
43. ———, ———, and F. W. Martin. 1977. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:203—210.
44. ———, M. Workman, F. W. Martin, and J. M. Lyons. 1960. *Plant Physiol.* 35:609—611.
45. Reid, M. S., and H. K. Pratt. 1972. *Plant Physiol.* 49:252—255.
46. Sacher, J. A. 1973. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:197—224.
47. Sfakiotakis, E. M., and D. R. Dilley. 1973. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:501—503.
48. 下川敬之. 1978. *農および園.* 53:827—832.
49. ———. 1978. *農および園.* 53:940—944.
50. Solomos, T., and G. G. Laties. 1975. *Plant Physiol.* 55:73—78.
51. Stewart, R. N., M. Lieberman, and A. T. Kunishi. 1974. *Plant Physiol.* 54:1—5.
52. 杉山直儀, 高田峰雄. 1964. *農および園.* 39:385—387.
53. Swanson, B. T. Jr., H. F. Wilkins., C. F. Weiser, and I. Klein. 1975. *Plant Physiol.* 55:370—376.
54. 高田峰雄. 1967. *園学雑.* 36:357—362.
55. ———. 1975. *園学雑.* 44:82—88.
56. ———. 1975. *千葉大学教育学部研究紀要.* 24:43—50.
57. 寺井弘文, 上田悦範, 緒方邦安. 1973. *園学雑.* 42:75—80.
58. Tingwa, P. O., and R. E. Young. 1975. *Plant Physiol.* 55:937—940.
59. Wittenbach, V. A., and M. J. Bukovac. 1974. *Plant Physiol.* 54:494—498.
60. Yamamura, H., and R. Naito. 1973. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 42:1—6.
61. 山村宏, 内藤隆次. 1975. *園学雑.* 43:406—414.
62. ———, ———, 持田圭三. 1976. *園学雑.* 45:1—6.

Summary

Japanese persimmon fruits of the 'Fuyū' cultivar were harvested periodically, starting in June with very young fruit (6.5g), and ending in November with over-mature fruit (217g).

The time course of respiration rate (CO_2 production), ethylene evolution and ripening behaviour of fruits after harvest was observed at 25°C .

1. In stage I fruits, the rise of respiration (climacteric-like rise), ethylene evolution and flesh softening were initiated together, and the respiration rate and ethylene evolution rose to a maximum and fell off thereafter.

There was a close parallelism between respiration and ethylene evolution. The abscission of calyx from fruit was observed around the peak of respiration and ethylene evolution.

In stage II fruits, there was no peak in respiration, but a clear peak was observed in ethylene production.

There was no abscission of calyx in this stage.

In stage III fruits, there was no peak in respiration and ethylene evolution, and the abscission of calyx was not observed.

It appeared that the ability of endogenous ethylene synthesis in fruits decreased with their development.

2. The treatment with 10 ppm exogenous ethylene increased the rate of respiration and promoted the initiation of ethylene production and softening of fruits. The effectiveness of ethylene treated seemed to be larger on stage I fruits than stage II and stage III ones.

3. In the case of repeated 1 day treatment of stage III fruits with 10 ppm ethylene, the first treatment could not induce the autonomous ethylene synthesis in fruit, and the second could do.

It was thought that the effectiveness of ethylene on fruits had relations with their maturity at harvest.