

明確な影響は認められていない¹⁰⁹⁾。一方、BA散布果の肥大は無散布果に比べ僅かに促進されたものの、L/D比は無散布果と差がなかった。McLaughlinら¹⁰⁹⁾はリンゴ‘ゴールドen・デリシャス’において、満開4日後以降の枝全体への50ppm散布で果重や果実肥大及びL/D比が増加したとしており、品種によって発育に及ぼす影響が若干異なることも考えられた。福井ら⁵¹⁾は、果実肥大が劣り、落果するとあらかじめ判定できる果実のサイトカイニン活性が正常果に比べて低いことから、この活性の低下に起因する果実の発育低下を早期落果の一要因とした。このため、サイトカイ

ニンと落果との関わりについては、遮光処理のような果実発育に影響を与える条件下で、落果しにくい品種における種子内の消長を検討する必要がある。

以上のようにリンゴの早期落果の発生度は、種子中のジベレリン量の多少と密接な関係が認められ、低日照など早期落果を誘発する気象条件下でも、果実へのジベレリン散布によって落果を十分に抑制できることが明らかとなった。しかしながら、ジベレリンは花芽形成にも深く関わっており^{10、100、106、109、154)}、その散布に当たっては樹体に及ぼす影響を十分に考慮しなければならないであろう。

第6章 総合考察

1. 早期落果現象と養分分配

リンゴをはじめとしてモモ、オウトウ、カキ、カンキツなど果樹の早期落果現象は5月～6月に観察される^{90, 124}。一般的にこの時期は前年の貯蔵養分が枝、葉の発育や開花、結果のために消費され、新生養分、すなわち新しく生育した葉からの光合成産物に樹の生長が依存し始める養分転換期に当たるため、樹体にとっては栄養的に極めて不安定な時期であると言える。

本研究では早期落果現象の栄養面からの解析に当たっては、まず外的環境要因の一つである、施肥及びせん定といった栽培管理との関連について検討した。第2章で、7月初めの新しょう停止率がおよそ30%であった処理区、また逆にほぼ70%に達していた処理区のいずれにおいても早期落果率の高かった事実は、果実と新しょうとの養分競合に二つの考え方ができることを示唆する。すなわち、新しょう伸長が極端に劣ることは、そこで生成される養分が少ないために、果実発育への養分供給が十分に行われなかったことに原因して落果したことを意味する。逆に新しょう伸長量が大きいということは、例えば、本試験の葉内窒素含量との関連からみても樹体内に養分が豊富であることを示すように、この場合には本来果実に分配されるべき養分が、より盛んに生長している新しょうにより優先的に分配されてしまい、果実への分配量が減少したことに起因して落果に至ったと考えることができる。牧野ら¹⁰²は、同一樹内において、枝別に、新しょう生長の抑制剤であるSADH散布区と対照区とを設けて、落果に及ぼす影響を調査したところ、SADH散布区では新しょう伸長が抑制され、落果率も減少したとしている。そのため、長期的には施肥やせん定などの操作で適正な樹勢を維持していくことが、早期落果を減少させて生産量を安定させ、さらに高品質果実を生産する上で最良の方法であるとしても、早期落果現象だけに限ってみれば、栄養状態よりもむしろ養分の分配が落果を左右するという本研究の結果からして、摘心処理¹³⁴や新しょう伸長を抑制するような植物調節剤の散布によ

って、ある程度まで落果の軽減が図れると推察される。

次に気象要因と落果との関連を養分の分配という観点から眺めてみると、第2章で明らかにされたように、落果の増加以前は平年に比べて最低気温が高く、さらに日照時間の少ない状態が何日か続き、これらが樹体や果実発育に及ぼす影響としては、第3章で観察されたように夜温の上昇は新しょうの伸長を促し、また最初の数日間は果実肥大を促進した一方で、いくつかの果実の生育を停止させた。また遮光によって新しょうの伸長は影響されなかったが、果実の生育は明らかに抑制された。これらの事実から、果実と新しょうとの養分競合、そして果実間での養分競合が行われたことがここでも推察できる。

Byersら²⁴は、モモで枝単位の処理ではあるが、時期別に10日間ずつ90%遮光処理をしたところ、満開35～45日後処理で最も落果が誘発され、満開40～50日後処理そして満開30～40日後処理の順で続き、一方、これらより早い時期の満開15～25日後処理、満開20～30日後処理、満開25～35日後処理の各処理、逆に遅い時期の満開50～60日後処理では無処理と有意差のなかったことを報告している。早い時期での遮光処理が落果を誘発しなかった理由としては、満開15～25日後では果実発育が前年の貯蔵養分に十分に依存しえているためであろうとしている²⁵。リンゴで時期別に4日間ずつ同時間行った遮光処理に関する第3章の結果では、満開20日後からの処理が最も落果を誘発し、それ以降は処理時期が遅くなるとともに影響が小さくなり、満開40日後以降ではもはや落果を促進しなかった。したがってリンゴでは、満開20日後以降の時期においては、果実は発育のためにそのかなりの部分を新生養分に依存していると考えられる。落果の最も誘発される時期は、光の制御による光合成産物の減少に最も敏感な時期であると言うことができ、さらには、この時期の果実発育は種子に依存している^{50, 109}ことから、種子の発育が最も影響される時期、そして種子が発育のために多くの同化産物を必要とする時期であると言える。

第5章で観察されたように、種子中にはオーキシシン、ジベレリン、サイトカイニンなど生長調節物質が多量に集積されており、これらはそのもの自身が離層部に作用して落果を制御する⁹⁰⁾とともに、同化産物などの有機養分^{64、127、128、129、137)}あるいは無機養分⁶³⁾の転流を促進し誘引することが報告されている。したがってこれら生長調節物質は、果実発育に及ぼす種子のsinkとしての能力を高めていると言うことができ、そのため逆に光合成産物が減少すると種子の発育が抑制され、これら内生生長調節物質の集積も減少することによって果実への養分分配量が低下し、この周期が繰り返されることによって、種子の発育が阻害され離層部への生長物質の供給が停止し、ついには落果に至ると考えられる。

一方、Dennis³⁶⁾は単為結果しやすいリンゴ品種‘スペンサー・シードレス’を用いて、人工的に単為結果させた果実と、受粉、受精し種子を含む果実の両者に摘果剤NAAの散布を行ったところ、いずれにも効果のあったことを報告している。このような品種の単為結果果実では、種子に代わって果肉自身が、発育のためのsinkとしての役割を担っていると推察され、NAAの散布による葉から果実への光合成産物の転流減少^{142、144、146)}が、果肉のsink活性の低下を生じさせ落果への要因になったと考えられる。このようなことから、本研究で供試した‘スターキング・デリシャス’でも、種子の発育停止によって果実発育のためのsink活性の失われたことが落果を発生させたと推察される。

2. 早期落果現象と内生生長調節物質

内生生長調節物質と落葉や落果現象との関係については、エチレンとオーキシシンの相互作用の面から多くの報告がなされている^{11、15、16、17、41、111、135、160)}。すなわち、葉身から葉柄へのIAA転流がエチレンによって減少し¹⁷⁾、果実から果柄を通じて離層部へのオーキシシン転流がエチレン発生によって減少する^{41、160)}ことが確認されている。また逆に、外生的にオーキシシンを植物体に処理した後エチレングラス中に置いた場合には、このオーキシシンの転流減少が最小限に抑えられることも報告されている³⁾。このように一般的にオーキシシンはエチレンと正反対な影響を持ち、オーキシシンは

器官の脱離を抑制し、一方、エチレンは促進する。しかしながら、この両者の相互関係は複雑で、高濃度のオーキシシンを植物体に処理するとエチレン発生を刺激することも確かめられており⁷⁷⁾、この現象はオーキシシンがS-アデノシルメチオニンからACCへの転換を促進するために生じる¹⁷⁶⁾ことは明らかにされているものの、その生理的な意味については不明な点が多く、今後検討されるべき課題と考えられる。一方、エチレンによって影響される生長調節物質はオーキシシン以外にも報告されている。Ebertら^{40、41)}はリンゴ‘キング・オブ・ザ・ビピン’にエセフォンを散布後、果実中の拡散性ジベレリン様物質を定量したところ、無散布に比べてその含量が減少したことを報告している。エチレンとジベレリンとの関係については落果への影響以外にも、ダイズやレタスの生長やレタス種子の休眠の誘引などに関して拮抗的な影響が報告されている^{3、99)}。

エチレンが果実の落果現象と深く関わっていることは多くの報告によって示されているが^{34、96、114)}、落果に及ぼすその作用性について言及している報告は少ない。本試験ではエチレン発生剤エセフォンと、落果を促進した処理である夜間の高温条件下においてエチレン発生抑制剤のAVGとを果実に散布し、主に種子の発育や離層部の酵素活性に及ぼす影響について調査を行った。その結果、エチレンが落果に及ぼす作用には二つの場合のあることが確認された。すなわち、エセフォンを高濃度で散布した場合には、即座に果実内に多量のエチレン発生が観察されたとともに、離層部のセルラーゼ活性が散布3日後に急激に増加し落果に至ったように、直接的に離層部に作用する面を持つこと、また、低濃度散布では、セルラーゼ活性の増加は種子の発育停止が観察された頃から認められたように、直接的には作用せず落果を誘発することである。後者の場合には、エチレン発生が果実への同化産物の移動を阻害し^{85、144、161)}、種子の発育が停止したことによる内生生長調節物質の離層部への供給減少^{37、97、98、99)}、あるいはエチレン発生による果実から離層部への生長調節物質の移動阻害^{41、135、160)}が原因して落果したものと推察される。この現象は種子の発育が阻害された

程度や状況から夜間の高温条件下でも同様であったと考えられ、そのためエチレン発生を抑制するAVGの散布により種子の発育停止率が減少し、落果率が低下したと考えられる。本試験でのエチレン発生剤やエチレン発生抑制剤の種子発育に及ぼす影響の結果から、自然下で見られる生理的な早期落果ではエチレンが直接的に離層部に作用して落果を誘発する可能性はかなり低いと考えられ、この意味では間接的に作用するものと推察される。

早期落果の多い‘スターキング・デリシャス’について、満開15日後から51日後までの果実からのエチレン発生の推移を見てみると、単位果実重当たりでは発育とともに減少したが、これを1果実あたりに換算してみると、満開23日後から42日後までが他の時期に比べて高かった。一方、‘つがる’では満開28日後、42日後に高く、満開32日後に低いというように変動があり明らかでなかったが、早期落果の最も少ない‘ふじ’では満開15～51日後の1果実当たりのエチレン発生量はほぼ一定であり、また3品種の中ではその発生量は最も少なかった。‘スターキング・デリシャス’で1果当たりのエチレン発生量が多い満開23～42日後は、第3章で観察された夜間の高温処理で落果の誘発された時期と一致し、この事実からも夜間の高温下での落果にはエチレン発生が密接に関わったことが推察できる。しかしながら、一方遮光処理下ではAVGによりエチレン発生を抑制しても落果を抑制しなかった事実は、エチレンが落果のどのような性質の要因であるかを問題とすべきであることを示唆する。エチレンが落果への一次的な要因かどうかはよく議論されるところであるが、肥大の停止したリンゴ‘旭’果実は、その初期にはエチレン発生量の増加は見られず落果過程の進行に伴って増加するという報告⁴⁹から、この場合エチレンは果実のsenescenceの過程で生じてくるホルモン物質と考えられる。一方、夜間の高温条件下におけるエチレン発生抑制剤の散布によって落果が抑制された本試験の結果からは、夜間の高温により強制的に一定時間エチレン発生が増加させられ、このことが連続して何回か繰り返されることによって、果実発育についてのsink強度の低下、すなわちホルモン様物質の生

成減少や、これに起因する養分移動の障害が生じたことによって果実発育が停止したことが推察され、この意味ではエチレンは落果過程の進行に伴う二次的要因とは必ずしも結論できない。以上を総合すると、落果現象をエチレンの発生のみで説明することは困難であり、エチレン発生は落果現象の本質ではないがある場面では引き金的な役割を担う面があり、エチレンは落果に関与する多くの要因の中の一つであり、例えば他の要因との因果関係で作用性が異なると解釈するのが妥当と考えられる。

エチレン発生の抑制剤として、AVG以外にも AgNO_3 や CoCl_2 などが報告されている^{18, 19, 140, 180}。このうち銀イオン (Ag^+) がエチレンの生成を阻害する機構は明らかでないが¹⁷⁷、ランの花のsenescenceの抑制に AgNO_3 が効果的であった¹⁹、 AgNO_3 の処理はエチレンガスに曝したキュウリ、トマトのsenescenceを抑制した¹⁸など、その利用についていくつかの試みがなされている。一方、コバルトイオン (Co^{2+}) はACCからエチレンへの転換を阻害する^{176, 180}ことが確認されており、今後安全性を含めた実用的な利用法について検討されるべきであろう。

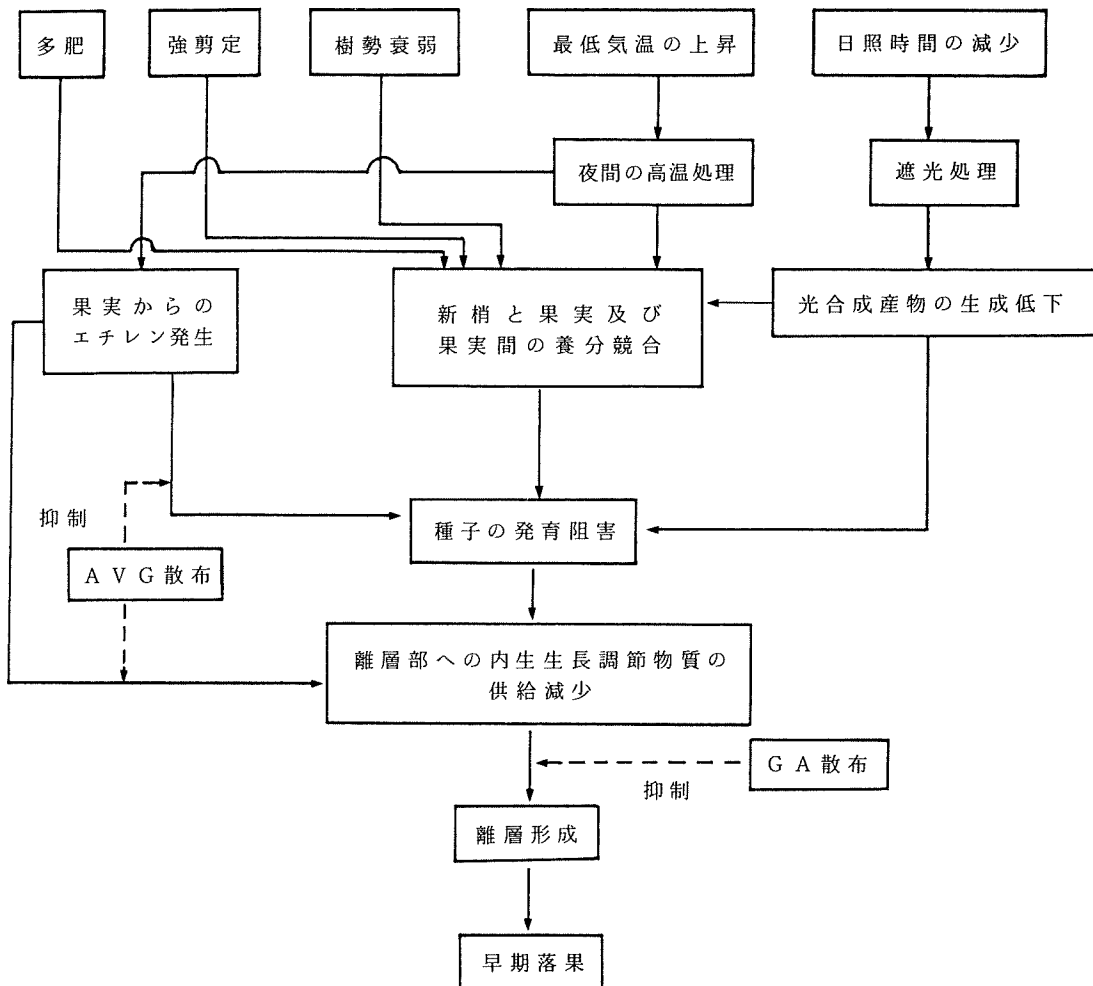
本試験で早期落果の程度の異なる‘スターキング・デリシャス’と‘ふじ’の種子中の内生生長調節物質、特にオーキシン、ジベレリン、サイトカイニンについてその活性を測定したところ、第5章で観察されたように両品種でその消長に最も相違の見られたホルモン様物質はジベレリンであった。すなわち、早期落果の少ない‘ふじ’では比較的早い時期から種子中でジベレリン様活性が見られたのに対し、早期落果の多い‘スターキング・デリシャス’では、ほぼ満開40日後まではその活性が低かった。第3章で観察されたように‘スターキング・デリシャス’に対する短期間の遮光処理は、この時期までは落果を促進し、一方、果実へのジベレリン処理は遮光処理下でも落果率を減少させた。落果現象を一つのホルモン様物質のみで説明するのは無理⁹⁹であるとしても、養分転流の促進や離層形成の抑制に関して、ジベレリンがsinkとしての主要な働きを担っていることが本試験の結果から推察できる。また‘スターキング・デリシャス’の種子中のジベレリ

ン様活性は、満開6週間後から7週間後にかけて急激に増加したのが特徴であった。Luckwill¹⁰⁰は、着果過多によって花芽の形成が抑制され翌年の結果過少、ひいては隔年結果現象が生じるが、この現象は種子中で生産される内生ジベレリンの樹体への転流によるとしている。一般的に‘ふじ’に比べて‘スターキング・デリシャス’では隔年結果性が若干強いとされているため、本試験で得られた結果は品種間の隔年結果性の相違と関連があるのかもしれない。

本研究で、早期落果の抑制に有効であった植物生長調節剤はAVG及びジベレリン酸であった。AVGについてはその安全性が未知であることや、満開20日前後の生育初期の散布では収穫時の果重が無散布果のそ

れに比べて80%程度であったことなどから、実用的に利用するには問題がある。AVG散布による果重の減少についてはGreene^{57, 58, 59}、Dennisら³⁰も同様な報告をしている。また、ジベレリンの散布は収穫時の果重を増加させ、やや成熟を進める傾向が見られたものの果実の品質も優れていたため、果実自体に及ぼす影響については問題がないと考えられるが、連年使用した場合の花芽形成や栄養生長など樹体に及ぼす影響をさらに検討する必要がある。

以上から、本研究で明らかになった早期落果の機構について簡単にまとめてみると、下に示した図式のようなになる。すなわち、栽培管理による多肥、強せん定



及び樹勢の衰弱は、新しょうと果実あるいは果実間の養分競合の原因となる。第2章の結果から、多肥に起因する樹体への窒素の過剰吸収は、新しょう伸長をはじめとした栄養生長を促進し、果実発育のために分配されるべき養分が減少する。また強せん定によっても新しょうの発育が促され、樹体内で同様に果実への養分分配に不均衡が生じる。一方、逆に極端に樹勢の劣る樹では、新しょう及び果実の両者に対して、養分供給が減少する。また気象要因の一つである最低気温の上昇は、第3章の夜間の高温処理下で観察されたように、新しょうの生長が促進されることによって、同様に新しょうと果実そして果実間に養分競合関係を生じさせ、さらに第3章での結果から、落果の増加する満開3週間後以降では、より高い温度は果実からのエチレン発生を増加させる。一方、遮光処理が果実の肥大量を低下させ、また果実中の還元糖含量を減少させた結果から、日照時間の減少は葉で生産される光合成産物量を減少させる。上記の各要因は果実中の種子の生長を阻害する。第5章での‘スターキング・デリシャス’と‘ふじ’の内生生長調節物質の調査結果から、種子中には果実発育を制御しているオーキシン、ジベレリン、サイトカイニンなどが多量に集積し、特に本研究からはジベレリンが早期落果に密接に関与していることが示唆されたが、エチレン発生や種子の発育阻害によって、離層部へのこれらの供給が減少あるいは停止する。この影響は、内生生長調節物質の絶対量の少ない品種ほど大きいと考えられる。以上の結果果梗部に離層が形成され、ついには落果に至る。一方、気温の上昇に起因するエチレン発生は、第3及び4章で明らかにされたように、果実に対してのAVGなどエチレン発生抑制剤の事前

の散布によって抑制でき、種子の発育阻害や内生生長調節物質の転流阻害を生じさせない。また第5章の結果から、離層形成以前に果実に対する外生的なジベレリン、特に本研究からはGA₃とGA₄の各々50ppm混合溶液の散布は、離層形成を抑制し果実の発育を促進する。

リンゴの早期落果現象は、程度の差こそあれ毎年発生する現象であるが、気象に大きく影響されるためその発生度が異なり、積極的な対策があまり講じられていなかった。これまでの指導でも、仕上げ摘果は早期落果が終了した後に行うなど消極的なものであった。しかしながら本研究の結果から、栽培管理によって大きく左右される個々の樹の状態によって、落果の程度に相違のみられることが明らかとなり、落果を軽減させるための具体的な施肥量やせん定量に対する考え方を明らかにすることができた。さらに、気象要因及び栽培管理の違いによってもたらされる環境要因が、落果に至らしめる過程をも明らかにすることができたと考えられる。すなわち、これらによって内生生長調節物質の転流が減少または阻害された場合に、離層が形成され落果に至ることが推察され、それを防止するための対策として、植物生長調節剤ジベレリン酸の散布により落果を抑制する方法の基礎資料を得た。ジベレリンによるブドウ‘デラウェア’に対しての果房浸漬処理は、無核果実を生産するために広く普及している技術であるが、本研究から、リンゴでもその散布が早期落果の防止のために今後利用できる技術であることが示唆された。

摘

要

リンゴの早期落果現象を解析するに当たって、外的な環境面では、気象要因及び栽培管理を中心として、一方、生理的な面では、内生生長調節物質であるエチレン、オーキシシン、ジベレリン及びサイトカイニンの消長やこれら物質の外生的処理による果実発育に及ぼす影響を調査することによって、早期落果との関わりを検討した。

1. ‘スターキング・デリシャス’を中心に‘陸奥’、‘レッドゴールド’などに異常に多く早期落果が発生した1978年は、満開36日後以降に落果が多発した。その年の気象状況は満開31日後以降、最高及び最低気温が平年より高く経過し、また満開27～38日後に日照時間が少なく降水量の多かったことが特徴としてあげられる。一方、1979年から1985年までの早期落果率は満開30日前後の気象条件と関係が深く、なかでも満開28～34日後の最低気温、日照時間及び降水量から早期落果率を回帰する重回帰式が得られた。これらより、特に最低気温が高く日照時間が少ないと落果を助長することが明らかとなった。

個々の樹に対する栽培管理と落果率との関係については、頂端新しょうの伸長量の定期的な測定と葉内無機成分の分析により樹の樹勢を知る手段とし、樹勢が強過ぎたり、また逆に弱過ぎても落果が助長され、新しょう伸長量と密接に関係していた。このことは強せん定を行った樹についても観察され、強せん定は新しょう伸長を旺盛にし落果を増加させた。

2. 時期別に4日間ずつ同時間行った夜間の高温処理は、果実肥大及び新しょう伸長を増加させた。しかしながら、満開27日後、34日後からの処理は落果を増加させ、特に満開27日後からの処理の影響が大きかった。一方、同様に時期別に4日間ずつ行った遮光処理は、満開20日後、27日後、及び34日後からの処理が落果を誘発し、処理開始とともに果実肥大を抑制した。果実当たりの糖含量は、遮光処理下の果実、肥大の停止した果実及び果梗の黄変した果実で低かった。

果重当たりのエチレン発生量及び呼吸量は、発育段

階が早いほど、また温度が高いほど多くなった。エチレン発生抑制剤であるAVGの散布は果実からのエチレン発生を抑制し、夜間の高温処理下では落果率を減少させた。しかしながら、遮光処理下ではその効果は低かった。

このようなことから、夜間の高温処理下における落果は栄養生長及び呼吸の増加により養分が消費されたことに加え、高温によるエチレン発生が落果に影響を及ぼしたものと推察される。また、遮光処理下では、果実への光合成産物の供給の減少が最も大きく影響したと考えられた。

3. ‘つがる’、‘スターキング・デリシャス’、及び‘ふじ’の3品種につき早期落果率とエチレン発生量とを調査したところ、早期落果率は‘スターキング・デリシャス’、‘つがる’、‘ふじ’の順に高く、果実からのエチレン発生量も同様となった。

エセフォン散布と夜間の高温条件下でのAVG散布が、種子の発育、離層部のセルラーゼ活性、落果率に及ぼす影響について調査した。エセフォン100ppm処理は散布後の日数とともに種子の発育を阻害し、徐々に落果させた。一方、AVG散布は内生エチレンの発生を低下させ、さらに種子の発育阻害、セルラーゼ活性及び落果率を減少させた。

これらより、夜間の高温のような温度が関与する条件下では、果実中の内生エチレンレベルの上昇が種子発育を阻害し落果を発生させたと思われる、エチレン発生量の多い品種で落果率の高かったことと関連すると思われた。

4. 満開16日後から60日後までの種子中のオーキシシン様活性については、両品種で大きな差はなかった。一方、MCPBの散布は落果を抑制したが、遮光による種子の発育停止が処理直後から生じたため、果径の小さな果実が多かった。

‘ふじ’でのジベレリン様物質の増加は満開23日後から始まったのに対して、‘スターキング・デリシャス’のそれは早期落果終了期の満開42日後から増加が

認められた。また、 GA_3+GA_4 の散布は遮光処理による種子の発育停止にもかかわらず落果を抑制し、さらに果実肥大を促進した。このようなことから、種子中のジベレリンは落果の程度や果実発育と密接に関係していると思われた。

‘ふじ’における満開25日後のサイトカイニン様物質のピークは‘スターキング・デリシャス’に比べて6日早かった。このため、‘スターキング・デリシャス’でその含量が増加する以前の満開19日後にBAを散布し、その後遮光処理を行ったが、落果が促進された。この現象はBA散布後に増加の認められた果実からのエチレン発生量との関連が考えられた。

5. 以上の実験から、リンゴの早期落果現象は極端に樹勢が強められたり、逆に弱められたりする不適切な栽培管理によって、新しょう生長と果実生長の平衡関係が乱された場合に発生することが確認され、一方、満開後ほぼ40日までの果実の発育初期においては、4

日程度のごく短期間でも最低気温の高い状態が続いたり、日照が制限されると早期落果の誘発されることが明らかとなり、またエチレン、ジベレリンといった内生生長調節物質が密接に関与していることが伺われた。

気象要因との関連では、最低気温（夜間温度）が上昇することによって、新しょうの生長が促され果実への養分供給が減少し、さらに高温によって発生するエチレンが種子の発育を阻害すること、また、日照が制限（遮光）されることによって葉で生産される同化産物が減少し、果実及び種子発育が阻害されること、これらが原因して、種子中でのジベレリンなど内生生長調節物質の生産が抑制されて落果が促進されると推察された。

このようなことから、早期落果の減少には多肥、強せん定を避け適正な樹勢を維持することが必要なこと、またジベレリンの果実への散布が早期落果の抑制に極めて有効であることが明らかとなった。

謝

本研究を行うに当たって終始ご懇切にご指導いただき、また本論文の取りまとめに際し御校閲いただきました、筑波大学農林学系、大垣智昭教授及び本論文を御校閲いただきました同、鈴木芳夫教授、今井勝助教授、並びに応用生物化学系の石塚皓造教授に厚く御礼申し上げます。

辞

また、本研究は秋田県果樹試験場鹿角分場で行い、鈴木宏前場長、熊谷征文元分場長、故工藤哲男元分場長、高橋佑治前分場長、水野昇分場長を始め、本研究を進めるに当たって、その調査、分析にご協力いただいた在場職員の方々に感謝いたします。

引用文献

1. Abeles, F. B. 1969. Abscission: Role of cellulase. *Plant Physiol.* 44: 447-452.
2. Abeles, F.B., G.R. Leather, L.E. Forrence and L. E. Craker. 1971. Abscission: Regulation of senescence, protein synthesis, and enzyme secretion by ethylene. *HortScience* 6: 371-376.
3. Abeles, F. B. 1973. Ethylene in plant biology. p.41-47. p.73-83. p.178-190. p.200-201. p.210-215. Academic Press, New York.
4. Abdalla, O.A., H. Khatamian and N.W. Miles. 1982. Effect of rootstocks and interstems on composition of 'Delicious' apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 730-733.
5. Addicott, F.T. 1982. Abscission. Univ. of California Press, Berkeley.
6. 青木二郎. 1975. 新編リンゴの研究. p.61-63. 津軽書房、弘前.
7. Apelbaum, A. and S. F. Yang. 1981. Biosynthesis of stress ethylene induced by water deficit. *Plant Physiol.* 68:594-596.
8. Atsumi, S., S. Kuraishi and T. Hayashi. 1976. An improvement of auxin extraction procedure and its application to cultured plant cells. *Planta* 129: 245-247.
9. Bangerth, F. 1978. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop of apple fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 401-404.
10. Bangerth, F., M. Freimuller and R. K. Elmahdy. 1986. Effects of growth regulators on endogenous hormones in apple shoot tips and possible relations to flower formation. *Acta Hort.* 179: 271-272.
11. Bangerth, F. 1986. Thinning of apple fruits and relations to endogenous hormones. *Acta Hort.* 179: 605-612.
12. Barden, J. A. 1974. Net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight, and growth of young apple trees as influenced by light regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 547-551.
13. Barden, J. A. 1977. Apple tree growth, net photosynthesis, dark respiration, and specific leaf weight as affected by continuous and intermittent shade. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 391-394.
14. Barden, J. A. 1978. Apple leaves, their morphology and photosynthetic potential. *HortScience* 13: 644-646.
15. Beyer, E. M., Jr. and P.W. Morgan. 1971. Abscission: The role of ethylene modification of auxin transport. *Plant Physiol.* 48: 208-212.
16. Beyer, E. M., Jr. 1973. Abscission: Support for a role of ethylene modification of auxin transport. *Plant Physiol.* 52: 1-5.
17. Beyer, E. M., Jr. 1975. Abscission: The initial effect of ethylene is in the leaf blade. *Plant Physiol.* 55: 322-327.
18. Beyer, E. M., Jr. 1976. Silver ion: A potent antiethylene agent in cucumber and tomato. *HortScience* 11: 195-196.
19. Beyer, E. M., Jr. 1976. A potent inhibitor of ethylene action in plants. *Plant Physiol.* 58: 268-271.
20. Boardman, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann.*

- Rev. Plant Physiol. 28 : 355 — 377.
21. Boller, T., R.C. Herner and H. Kende. 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1—aminocyclopropane—1—carboxylic acid. *Planta*. 145 : 293 — 303.
22. Bufler, G. 1986. Ethylene-promoted conversion of 1—aminocyclopropane—1—carboxylic acid to ethylene in peel of apple at various stages of fruit development. *Plant Physiol.* 80 : 539 — 543.
23. Byers, R.E. and C.G. Lyons, Jr. 1984. Peach fruit abscission by shading and photosynthetic inhibition. *HortScience* 19 : 649 — 651.
24. Byers, R.E., C.G. Lyons, Jr., K.S. Yoder, J.A. Barden and R.W. Young. 1985. Peach and apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *J. Hort. Sci.* 60 : 465 — 472.
25. Byers, R.E., C.G. Lyons, J.A. Barden and R.W. Young. 1986. Desiccating chemicals for bloom thinning of peach and photosynthetic inhibition for post-bloom thinning of apple and peach. *Acta Hort.* 179 : 673 — 680.
26. 千葉和彦・久保田貞三. 1979. リンゴの早期生理的落果とエチレン発生、およびそれに及ぼす摘果剤デナボンの影響. *果樹試報C*. 6 : 55 — 64.
27. 千葉和彦・久保田貞三・巢山太郎. 1980. リンゴの摘果剤としての 2-chloroethylphosphonic acid (エスレル). *果樹試報C*. 7 : 49 — 62.
28. Child, R.D. and R.R. Williams. 1983. The effects of the interaction of aminoethoxyvinylglycine (AVG) with mixtures of growth regulators on fruit set and shape in Cox's Orange Pippin apple. *J. Hort. Sci.* 58 : 365 — 369.
29. Child, R.D., H.A. Atkins and A. F. R. Rodriguez. 1986. Effects of suppression of ethylene biosynthesis with AVG on fruit set in Cox's Orange Pippin apple. *Acta Hort.* 179 : 375 — 376.
30. Cook, D., M. Rasche and W. Eisinger. 1985. Regulation of ethylene biosynthesis and action in cut carnation flower senescence by cytokinins. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 : 24 — 27.
31. Coombe, B.G. 1976. The development of fleshy fruits. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27 : 207 — 228.
32. Cripps, J.E.L. 1981. Biennial patterns in apple tree growth and cropping as related to irrigation and thinning. *J. Hort. Sci.* 56 : 161 — 168.
33. Curry, E.A. and M.W. Williams. 1986. Physiological changes associated with increased lateral branching of apple trees treated with aminoethoxyvinylglycine. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 237 — 240.
34. Daniell, J.W. and R.E. Wilkinson. 1972. Effect of ethephon-induced ethylene on abscission of leaves and fruits of peaches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97 : 682 — 685.
35. Decoteau, D.R. and L.E. Craker. 1984. Abscission : Characterization of light control. *Plant Physiol.* 75 : 87 — 89.
36. Dennis, F.G., Jr. 1970. Effects of gibberellins and naphthaleneacetic acid on fruit development in seedless apple clones. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 : 125 — 128.
37. Dennis, F.G., Jr. 1976. Gibberellin-like substances in apple seeds and fruit flesh. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101 : 629 — 633.
38. Dennis, F.G., Jr., D.D. Archbold and C.O. Vecino. 1983. Effects of inhibitors of ethylene synthesis or action, GA₄ + 7, and BA on fruit set of apple, sour cherry, and plum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*

- 108 : 570—573.
39. Doud, D.S. and D.C. Ferree. 1980. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 : 325—328.
 40. Ebert, A. and F. Bangerth. 1981. Relations between the concentration of diffusible and extractable gibberellin-like substances and the alternative-bearing behaviour in apple as affected by chemical fruit thinning. *Scientia Hort.* 15 : 45—52.
 41. Ebert, A. and F. Bangerth. 1982. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. *Scientia Hort.* 16 : 343—356.
 42. Ebert, A. and F. Bangerth. 1985. Changes in the levels of phytohormones and possible relations to apple fruit development. I. Extractable IAA, GAs, ABA and ethylene. *Gartenbauwissenschaft* 50 : 37—41.
 43. Ebert, A. and F. Bangerth. 1985. Changes in the levels of phytohormones and possible relations to apple fruit development. 2. Diffusible IAA, GAs and ABA. *Gartenbauwissenschaft* 50 : 110—113.
 44. Ebert, A. and R.J. Bender. 1986. Influence of an emulsifiable mineral oil on the thinning effect of NAA, NAAm, carbaryl and ethephon in the apple cultivar Gala grown under the conditions of southern Brazil. *Acta Hort.* 179 : 667—672.
 45. Elkner, T.E. and D.C. Coston. 1986. Effect of BA+GA₄₊₇, BA and daminozide on growth and lateral shoot development in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 520—524.
 46. Forshey, C.G. 1982. Branching responses of young apple trees to applications of 6-benzylamino purine and gibberellin A₄₊₇. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 : 538—541.
 47. Fuchs, Y. and M. Lieberman. 1968. Effects of kinetin, IAA, and gibberellin on ethylene production, and their interactions in growth of seedlings. *Plant Physiol.* 43 : 2029—2036.
 48. 福井博一・今河茂・田村勉. 1984. リンゴ果実の早期落果に関連する種子内インドール化合物の組織内分布と組織化学的定量. *園学雑.* 53 : 135—140.
 49. 福井博一・今河茂・田村勉. 1984. リンゴの早期落果とエチレン生成及び離層形成との関係. *園学雑.* 53 : 303—307.
 50. Fukui, H., S. Imakawa and T. Tamura. 1984. Relation between early fruit drop and embryo development in apple. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 61 : 399—407.
 51. 福井博一・今河茂・田村勉. 1985. リンゴの早期落果とサイトカイニン及びジベレリンとの関係. *園学雑.* 54 : 287—292.
 52. Gavinlertvatana, P., P.E. Read and H.F. Wilkins. 1980. Control of ethylene synthesis and action by silver nitrate and rhizobitoxine in petunia leaf sections cultured in vitro. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 : 304—307.
 53. Goldsmith, M.H.M. 1977. The polar transport of auxin. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28 : 439—478.
 54. Goode, J.E., K.H. Higgs and K.J. Hyrycz. 1979. Effects of water stress control in apple trees by misting. *J. Hort. Sci.* 54 : 1—11.
 55. Goren, R. and M. Huberman. 1976. Effects of ethylene and 2, 4-D on the activity of cellulase isoenzymes in abscission zones of the developing orange fruit. *Physiol. Plant.* 37 : 123—130.
 56. Greenberg, J., R. Goren and J. Rivov.

1975. The role of cellulase and polygalacturonase in abscission of young and mature 'Shamouti' orange fruits. *Physiol. Plant.* 34: 1-7.
57. Greene, D.W. 1980. Effect of silver nitrate, aminoethoxyvinylglycine, and gibberellins A₄+7 plus 6-benzylamino purine on fruit set and development of 'Delicious' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 717-720.
58. Greene, D.W. 1983. Some effects of AVG on fruit set, fruit characteristics, and vegetative growth of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 410-415.
59. Greene, D.W. 1983. Effect of chemical thinners on fruit set and fruit characteristics of AVG-treated apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 415-419.
60. Greene, D.W. 1984. Microdroplet application of GA₄+7 + BA: sites of absorption and effect on fruit set, size, and shape of 'Delicious' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 28-30.
61. Greene, D.W., L.E. Craker, C.K. Brooks, P. Kadkade and C. Bottecelli. 1986. Inhibition of fruit abscission in apple with night-break red light. *HortScience* 21: 247-248.
62. Guinn, G. and D.L. Brummett. 1987. Concentrations of abscisic acid and indoleacetic acid in cotton fruits and their abscission zones in relation to fruit retention. *Plant Physiol.* 83: 199-202.
63. Hatch, A.H. and L.E. Powell. 1971. Hormone-directed transport of ³²P in *Malus sylvestris* seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 230-234.
64. Hatch, A.H. and L.E. Powell. 1971. Hormone-directed transport of certain organic compounds in *Malus sylvestris* seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 399-400.
65. 羽生田忠敬. 1982. 品種生態と栽培. 農業技術大系、果樹編 I-Ⅱ リンゴ. p.77-94.
66. 平田尚美・林真二. 1972. カキの自然落果および薬剤摘果の機構に関する研究、第2報 Ethrelによる摘蕾、摘果および落果とエチレンとの関係. 園学要旨. 昭47秋: 80-81.
67. Huberman, M. and R. Goren. 1979. Exo- and endo- cellular cellulase and polygalacturonase in abscission zones of developing orange fruits. *Physiol. Plant.* 45: 189-196.
68. Imaseki, H., K. Kondo and A. Watanabe. 1975. Mechanism of cytokinin action on auxin-induced ethylene production. *Plant & Cell Physiol.* 16: 777-787.
69. Iwahori, S. and J.T. Oohata. 1976. Chemical thinning of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit by 1-naphthaleneacetic acid: Role of ethylene and cellulase. *Scientia Hort.* 4: 167-174.
70. Jackson, J.E. and J.W. Palmer. 1977. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. I. Experimental details and effects on vegetative growth. *J. Hort. Sci.* 52: 245-252.
71. Jackson, J.E. and J.W. Palmer. 1977. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. II. Effects on components of yield. *J. Hort. Sci.* 52: 253-266.
72. Jackson, J.E. and J.W. Palmer. 1977. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. III. Effects on fruit growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. *J. Hort. Sci.* 52: 267-282.
73. Jackson, J.E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. *Hort. Rev.* 2: 208-267.

74. Jones, K.M. and T.B. Koen. 1985. Temperature effects on ethephon thinning of apples. *J. Hort. Sci.* 60: 21—24.
75. Jones, K.M. and T.B. Koen. 1986. Manipulation of blossom density and the effects of ethephon thinning of Golden Delicious. *Acta Hort.* 179: 653—657.
76. 鎌倉二郎・山谷秀明・清藤盛正・一木茂. 1984. リンゴの早期落果と光合成産物の果実、新しょうへの配分. *園学東北要旨*. 昭59: 11—12.
77. Kang, B.G., W. Newcomb and S.P. Burg. 1971. Mechanism of auxin-induced ethylene production. *Plant Physiol.* 47: 504—509.
78. Kappel, F. and J.A. Flore. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 541—544.
79. 檜村芳記・工藤和典・福田博之・瀧下文孝. 1986. 生育中の光条件が個葉の光合成能に及ぼす影響. *果樹試盛岡支場研究年報*. p.32—34.
80. 菊地卓郎. 1979. 果樹の樹勢の測定をめぐる問題点. *農及園*. 54: 9—14.
81. Koen, T.B. and K.M. Jones. 1985. A model of ethephon thinning of Golden Delicious apples. *J. Hort. Sci.* 60: 13—19.
82. 今喜代治・川島東洋一. 1976. リンゴ無袋栽培技術. 小原信実・神戸和猛登・久米靖穂編著. *リンゴ無袋栽培の一般的技术*. p.65—74, p.90—99. 誠文堂新光社. 東京.
83. Kondo, K., A. Watanabe and H. Imaseki. 1975. Relationships in actions of indoleacetic acid, benzyladenine and abscisic acid in ethylene production. *Plant & Cell Physiol.* 16: 1001—1007.
84. Kotob, M.A. and W.W. Schwabe. 1971. Induction of parthenocarpic fruit in Cox's Orange Pippin apples. *J. Hort. Sci.* 46: 89—93.
85. Krewer, G.W., J.W. Daniell, D.C. Coston, G.A. Couvillon and S.J. Kays. 1983. Transport of (14 C) — photosynthate into young peach fruits in response to CGA-15281, an ethylene-releasing compound. *Hort-Science* 18: 476—478.
86. 熊谷徹郎. 1978. リンゴ（デリシャス系品種）の結実性に関する研究. *宮城園試研報*. 1: 1—72.
87. 久米靖穂・工藤哲男・鈴木宏. 1979. 種子数が異常落果に及ぼす影響. *秋田果樹試年報*. p.63—64.
88. 久米靖穂・今喜代治・田口辰雄・鈴木宏. 1980. 既成リンゴ園のヘッジロー化に関する研究. 第2報. ヘッジロー仕立て樹の樹相診断について. *秋田果樹試研報*. 12: 13—30.
89. 黒田喜左雄・岡本五郎・福田照. 1970. モモのジュンドロップに関する研究. (第2報) 核の硬化と胚の生長停止との関係. *園学要旨*. 昭47春: 20—21.
90. 黒田喜左雄. 1974. モモの生理的落果に関する研究. 第1報 落果波相について. *奈良農試研報*. 6: 16—19.
91. Layne, R.E.C., C.S. Tan and J.M. Fulton. 1981. Effect of irrigation and tree density on peach production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 151—156.
92. Leopold, A.C. 1971. Physiological processes involved in abscission. *HortScience*. 6: 376—378.
93. Leopold, A.C. and P.E. Kriedemann. 1975. *Plant growth and development*. p.316—326. McGraw-Hill Book Company, New York.
94. Letham, D.S. and M.W. Williams. 1969. Regulators of cell division in plant tissues. VIII. The cytokinins of the apple fruit. *Physiol. Plant.* 22: 925—936.
95. Lieberman, M. 1979. Biosynthesis and action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 30: 533—591.

96. Lipe, J.A. and P.W. Morgan. 1972. Ethylene: Role in fruit abscission and dehiscence processes. *Plant Physiol.* 50: 759—764.
97. Luckwill, L.C. 1948. The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. *J. Hort. Sci.* 24: 32—44.
98. Luckwill, L.C. 1953. Studies of fruit development in relation to plant hormones. 1. Hormone production by the developing apple seed in relation to fruit drop. *J. Hort. Sci.* 28: 14—24.
99. Luckwill, L.C., P. Weaver and J. MacMillan. 1969. Gibberellins and other growth hormones in apple seeds. *J. Hort. Sci.* 44: 413—424.
100. Luckwill, L.C. and J.M. Silva. 1979. The effects of daminozide and gibberellic acid on flower initiation, growth and fruiting of apple cv Golden Delicious. *J. Hort. Sci.* 54: 217—223.
101. Maggs, D.H. 1963. The reduction in growth of apple trees brought about by fruiting. *J. Hort. Sci.* 38: 119—128.
102. 牧野時夫・福井博一・今川茂・田村勉. 1986. リンゴの早期落果と新しょう生長との関係. *園学雑.* 55: 40—45.
103. Marini, R.P. and J.A. Barden. 1982. Net Photosynthesis, dark respiration, transpiration, and stomatal resistance of young and mature apple trees as influenced by summer or dormant pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 170—174.
104. Marousky, F.J. and B.K. Harbaugh. 1979. Interactions of ethylene, temperature, light and CO₂ on leaf and stipule abscission and chlorosis in *philodendron scandens* subsp. *oxycardium*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 876—880.
105. Martin, G.C. and R.C. Campbell. 1976. Hormonal bioassay of french prune (*Prunus domestica* L.) seed and pericarp. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 524—526.
106. McLaughlin, J.M. and D.W. Greene. 1984. Effects of BA, GA₄₊₇, and daminozide on fruit set, fruit quality, vegetative growth, flower initiation, and flower quality of 'Golden Delicious' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 34—39.
107. Miller, C.O. 1965. Evidence for the natural occurrence of zeatin and derivatives: Compounds from maize which promote cell division. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 50: 1052—1058.
108. Miura, A.G. and C.O. Miller. 1969. Cytokinins from a variant strain of cultured soybean cells. *Plant Physiol.* 44: 1035—1039.
109. Modlibowska, I. 1972. The effect of gibberellins and cytokinins on fruit development of Bramley's seedling apple. *J. Hort. Sci.* 47: 337—340.
110. Mor, Y., H. Spiegelstein and A.H. Halevy. 1983. Inhibition of ethylene biosynthesis in carnation petals by cytokinin. *Plant Physiol.* 71: 541—546.
111. Morgan, P.W. and J.I. Durham. 1972. Abscission: Potentiating action of auxin transport inhibitors. *Plant Physiol.* 50: 313—318.
112. Morgan, P. W., W.R. Jordan, T. L. Davenport and J.I. Durham. 1977. Abscission responses to moisture stress, auxin transport inhibitors, and ethephon. *Plant Physiol.* 59: 710—712.
113. 村上浩. 1985. バラ科植物におけるジベレリン A₃₂ および他のジベレリンの分布について. *生物研報.* 1: 1—51.

114. Nagao, M.A. and W.S. Sakai. 1985. Effects of growth regulators on abscission of young macadamia fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:654-657.
115. Nakagawa, S., I. Kiyokawa, H. Matsui and H. Kurooka. 1973. Fruit development of peach and Japanese pear as affected by destruction of the embryo and application of gibberellins. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 42:104-112.
116. 中川昌一. 1982. 果樹園芸原論. p.361-364. 養賢堂. 東京.
117. 中村三夫・若杉聡. 1978. エスレル散布によるカキの薬剤摘果(第1報)、離層の形成と発達に及ぼすエスレルの影響. 園学雑. 47:308-316.
118. 日本園芸農業協同組合連合会. 1980. 昭和55年版果樹統計. p.124. 日園連. 東京.
119. 日本園芸農業協同組合連合会. 1988. 昭和63年版果樹統計. p.129. 日園連. 東京.
120. 仁藤伸昌. 1985. ブドウの花振いにおける内生植物ホルモンの役割に関する研究(ブドウ‘巨峰’の花振いと内生オーキシンとの関連性について). 佐賀大農報. 58:1-44.
121. Nowacky, J. and H. Plich. 1984. Changes of free methionine and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid contents in ripening apple fruits in relation to the rate of ethylene production. Scientia Hort. 22:75-80.
122. 小原信実他. 1987. リンゴ異常落果の発生実態とその解析. 青森りんご試研報. 24:15-48.
123. 大川勝徳. 1974. 果樹における結実と植物ホルモン. 植物の化学調節. 9:87-94.
124. 小野祐幸・広瀬和栄・高原利雄. 1983. 中晩生カンキツの生理落果に関する研究、第5報 ネーブル、福岡オレンジ、清見、ヒュウガナツの生理落果の波相. 園学要旨. 昭58秋:28-29.
125. Owens, L.D., M. Lieberman and A. Kunishi. 1971. Inhibition of ethylene production by rhizobitoxine. Plant Physiol. 48:1-4.
126. Pallus, J.E., Jr. and S.J. Kays. 1982. Inhibition of photosynthesis by ethylene—A stomatal effect. Plant Physiol. 70:598-601.
127. Patrick, J.W. and P.F. Wareing. 1973. Auxin-promoted transport of metabolites in stems of *Phaseolus vulgaris* L. J. Exp. Bot. 24:1158-1171.
128. Patrick, J.W. and P.F. Wareing. 1976. Auxin-promoted transport of metabolites in stems of *Phaseolus vulgaris* L. J. Exp. Bot. 27:969-982.
129. Patrick, J.W. 1979. Auxin-promoted transport of metabolites in stems of *Phaseolus vulgaris* L. J. Exp. Bot. 30:1-13.
130. Poling, E.B. and G.H. Oberly. 1979. Effect of rootstock on mineral composition of apple leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:799-801.
131. Pollard, J.E. and R.H. Biggs. 1970. Role of cellulase in abscission of citrus fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95:667-673.
132. Porpiglia, P.J. and J.A. Barden. 1980. Seasonal trends in net photosynthetic potential, dark respiration, and specific leaf weight of apple leaves as affected by canopy position. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:920-923.
133. Quinlan, J.D. and A.P. Preston. 1968. Effects of thinning blossom and fruitlets on growth and cropping of sunset apple. J. Hort. Sci. 43:373-381.
134. Quinlan, J.D. and A.P. Preston. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. J. Hort. Sci. 46:525-534.
135. Ramina, A., A. Masia and G. Vizzotto.

1986. Ethylene and auxin transport and metabolism in peach fruit abscission. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:760-764.
136. Reid, M.S. 1985. Ethylene and abscission. *HortScience* 20:45-50.
137. Retamales, J.B. and M.J. Bukovac. 1986. Studies on abscission of phthalimide-induced parthenocarpic sour cherry fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:703-707.
138. Riov, J. and S.F. Yang. 1982. Effects of exogenous ethylene on ethylene production in citrus leaf tissue. *Plant Physiol.* 70:136-141.
139. 作物分析法委員会. 1976. 栽培植物分析測定法. p.286-287. 養賢堂. 東京.
140. Saltveit, M.E., Jr., K.J. Bradford and D.R. Dille. 1978. Silver ion inhibits ethylene synthesis and action in ripening fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:472-475.
141. Schneider, G.W. 1973. Translocation of ^{14}C -indoleacetic acid and ^{14}C -sucrose in excised apple pedicels. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:278-281.
142. Schneider, G.W. 1975. ^{14}C -sucrose translocation in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:22-24.
143. Schneider, G.W. 1975. Ethylene evolution and apple fruit thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:356-359.
144. Schneider, G.W. 1977. Studies on the mechanism of fruit abscission in apple and peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:179-181.
145. Schneider, G.W., C.E. Chaplin and D.C. Martin. 1978. Effects of apple rootstock, tree spacing, and cultivar on fruit and tree size, yield, and foliar mineral composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:230-232.
146. Schneider, G.W. 1978. Abscission mechanism studies with apple fruitlets. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:455-458.
147. Stembidge, G.E. and G. Morrell. 1972. Effect of gibberellins and 6-benzyladenine on the shape and fruit set of 'Delicious' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:464-467.
148. 鈴木富男・高橋英吉・平田尚美・平塚伸. 1987. カキ '平核無' の離脱とエチレン生成、並びにACC、MAACC含量. 園学要旨. 昭62春:122-123.
149. 高橋英吉・西元直行・永沢勝雄. 1972. カキの落果に関する生理学的研究、第4報 離脱とエチレン生成との関係. 園学要旨. 昭47秋:84-85.
150. 高橋英吉・宇田川雄二・西元直行・永沢勝雄. 1973. カキの落果に関する生理学的研究、第6報 生理落果期果実のエチレン生成および組織切片のエチレン生成. 園学要旨. 昭48春:86-87.
151. 田村勉・福井博一・今河茂・三野義雄. 1981. リンゴ果実及び種子の発育に及ぼす果実発育初期の温度の影響. 園学雑. 50:287-296.
152. Taylor, B.K. 1975. Reduction of apple skin russetting by gibberellin A₄+7. *J. Hort. Sci.* 50:169-172.
153. Taylor, B.K. 1978. Effects of gibberellin sprays on fruit russet and tree performance of Golden Delicious apple. *J. Hort. Sci.* 53:167-169.
154. Tromp, J. 1983. The influence of several types of gibberellins on flower bud formation in apples. *Hort. Abst.* 53:556.
155. Tukey, L.D. 1956. Some effects of night temperatures on the growth of 'McIntosh' apples, I. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68:32-43.
156. Tukey, L.D. 1959. Some effects of night temperature on the growth of 'McIntosh' apples, II. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75:39-46.
157. Unrath, C.R. 1974. The commercial im-

- plications of gibberellin A₄ A₇ plus benzyladenine for improving shape and yield of 'Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 381—384.
158. Walsh, C.S., H.J. Swartz and L.J. Edgerton. 1979. Ethylene evolution in apple following post-bloom thinning sprays. HortScience 14 : 704—706.
159. Weinbaum, S.A. and R.K. Simons. 1974. Histochemical appraisal of the relationship of seed abortion to chemical induction of apple fruit abscission following bloom. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 266—269.
160. Weinbaum, S.A., C. Giulivo and A. Ramina. 1977. Chemical thinning : Ethylene and pretreatment fruit size influence enlargement, auxin transport, and apparent sink strength of french prune and 'Andross' peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 781—785.
161. Weinbaum, S.A. and T.T. Muraoka. 1978. Chemical thinning of prune : Relation of assimilate deprivation to ethylene-mediated fruit abscission. HortScience : 13 : 159—160.
162. Wertheim, S.J. 1973. Fruit set and June drop in Cox's orange pippin apple as affected by pollination and treatment with a mixture of gibberellins A₄ and A₇. Scientia Hort. 1 : 85—105.
163. Wertheim, S.J. 1986. Chemical thinning of Golden Delicious apple with NAA and/or carbaryl in combination with a spreader and the anti-russeting agent GA₄₊₇. Acta Hort. 179 : 659—666.
164. Williams, M.W. and E.A. Stahly. 1969. Effect of cytokinins and gibberellins on shape of 'Delicious' apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 17—19.
165. Williams, M.W. and D.S. Letham. 1969. Effect of gibberellins and cytokinins on development of parthenocarpic apples. HortScience 4 : 215—216.
166. Williams, M.W. 1979. Chemical thinning of apples. Hort. Rev. 1 : 270—300.
167. Williams, M.W. 1980. Relation of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. HortScience 15 : 76—77.
168. Williams, M.W. 1981. Response of apple trees to aminoethoxyvinylglycine (AVG) with emphasis on apical dominance, fruit set, and mechanism of action of fruit thinning chemicals. Acta Hort. 120 : 137—141.
169. Wittenbach, V.A. and M.J. Bukovac. 1973. Cherry fruit abscission: Effect of growth substances, metabolic inhibitors and environmental factors. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 348—351.
170. Wittenbach, V.A. and M.J. Bukovac. 1975. Cherry fruit abscission : A role for ethylene in mechanically induced abscission of immature fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 302—306.
171. Wood, B.W. 1983. Fruit thinning of pecan with ethephon. HortScience 18 : 53—54.
172. 山村宏・内藤隆次. 1975. カキにおけるNAAの摘果機構について(第1報)、NAA処理による落果と果実内の内生生長調節物質との関係. 園学雑. 43 : 406—414.
173. 山村宏・内藤隆次・持田圭三. 1976. カキにおけるNAAの摘果機構について(第2報)、NAAの時期別処理が果実内の生長調整物質および諸酵素の活性に及ぼす影響. 園学雑. 45 : 1—6.
174. 山村宏・内藤隆次. 1980. カキにおけるNAAの摘果機構について(第3報)、NAAとエセホン

- による果実のエチレン生成及び落果に及ぼすジベレリンの影響. 園学雑. 49:171—179.
175. 山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄. 1970. リンゴの窒素施用基準の設定. 第1報. 国光、ゴールドン・デリシャスの葉内無機含量、生育、収量、果実品質に及ぼすN制限の影響. 秋田果樹試研報. 3:1—33.
176. Yang, S.F. 1980. Regulation of ethylene biosynthesis. HortScience 15:238—243.
177. Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. HortScience 20:41—45.
178. 横田清. 1976. リンゴ幼果の生理落果発生に及ぼす防除薬剤の影響. 長野園試報告. 13:1—24.
179. Yokota, T., N. Murofushi and N. Takahashi. 1980. Extraction, purification and identification. p.113—137. In: J. MacMillan (ed.) Encyclopedia of plant physiology. New series vol. 9. Hormonal regulation of development I. Springer—Verlag Berlin, Heiderberg.
180. Yu, Y.B. and S.F. Yang. 1979. Auxin-induced ethylene production and its inhibition by aminoethoxyvinylglycine and cobalt ion. Plant Physiol. 64:1074—1077.
181. Zur, A. and R. Goren. 1977. Reducing preharvest drop of 'Temple' orange fruits by 2,4-D—Role of cellulase in the calyx abscission zone. Scientia Hort. 7:237—248.