

キャンベル・アーリーの早期落葉に関する研究

(第6報) ホルモン剤葉面散布の効果

岡崎 光良・本多 昇

Studies of the Pre-seasonal Defoliation of Campbell Early Grape.

VI. Controlling Effect of the Hormons on Leaf Abscission.

Mitsuyoshi OKAZAKI, and Noboru HONDA.

1. The controlling effects of the hormones on pre-seasonal defoliation (abscission) of Campbell Early grape have been compared by studying characteristics of 2·4·5-TP (2·4·5-Trichlorophenoxy propionic acid), NAA (α -Naphthalen acetic acid) and GA (Gibberellic acid) to inhibit or promote abscission by spraying them on leaves in the same vine-yard as used in the last experiment. And we have observed and compared the processes of abscission layer differentiation in the petiol portion of the natural abscission and pre-seasonal abscission.

2. The Plots were prepared where 20 ppm and 50 ppm 2·4·5-TP water solutions were sprayed on leaves 4 times respectively, during from July 23th to Aug. 5th, 1960. Defoliation in the 20 ppm Plot was found to be inhibited in the early period, in August. But, the defoliation of the later period was not controlled, and in the 50 ppm Plot defoliation was promoted during August.

3. The 20 ppm NAA and 1 ppm GA water solutions were sprayed on leaves every 15 days, during from July 1st to Sept. 1st, 1964. The additional defoliation percent of the control Plot, NAA Plot and GA Plot on the Sept. 1st were 51.6 %, 41.8 % and 46.0 % respectively. NAA were found to be evidently inhibiting pre-seasonal defoliation in this test, but GA were found to be inferior, compared with the control Plot.

4. The process of the natural abscission layer formation in petioles of vine leaves and of the abnormal abscission (pre-seasonal defoliation) were found to be different.

緒 言

Campbell Early ブドウの早期落葉⁹⁾については栽培条件、とくに土壤水分管理の方法によって落葉を誘発または抑制されること⁴⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁷⁾を確認し、土壤水分管理が早期落葉誘発の一要因であることが判明した。Concord を親とする系統に属する Campbell Early などの品種群は高温、乾燥をきらい、²¹⁾²²⁾むしろ冷涼な風土に生育し、高温・乾燥などにあうと萎凋したり早

期に落葉をしやすい生理・生態的特性をもっている。この品種群は他の品種群（たとえば甲州種など）とくらべて障害にあらうと非常に落葉しやすいことが観察されている。岡山県南部地方の盛夏期間中においては直射日光を受ける葉の温度は午前10時頃から午後3時頃まで 40°C 前後にもなり²¹⁾ さらに Campbell Early は過高温時に光合成能率が極端に低下し⁸⁾¹¹⁾²¹⁾²³⁾ 43°C になると同化の補償点となることなどから同化経済・水分生理面などからも樹体に早期老化現象 (senescence) をおこし、落葉を誘発すると推定される⁸⁾²⁹⁾。老化現象および abscission については多くの研究がなされており、ADDICOTT ら⁸⁾、山田²⁹⁾、小島¹⁶⁾ および Hall⁷⁾ はオーキシンの消長・平衡・勾配などとの関係についてのべている。応用の面では BOWEN および VERNER らは 2・4・5-TP を用いてリンゴなどの生理的落果防止について研究している。

本報では ADDICOTT¹⁾²⁾³⁾ および OSBORNE²⁴⁾ らの例にならってモルモン物質を葉面散布し、Campbell Early の早期老化現象を防止し落葉の抑制効果をはかった。また異常落葉時（早期落葉）と自然落葉時における abscission の機構について abscission zone または abscission layer（離層）の発現過程を観察した。

本研究をおこなうにあたり果樹園芸学教室諸氏の御協力をえたことを謝する。

I 実験材料および方法

A. 2・4・5-TP 葉面散布実験一：2・4・5-TP (2・4・5-Trichlorophenoxy propionic acid) を用いて早期落葉抑制効果をはかるため、1959年7月および8月に鉢植え2年生および露地植え4年生 Campbell Early を用い、2・4-D, Hetero auxin および NAA の各種濃度のものについて葉面散布し、2・4・5-TP と落葉抑制の効果の比較と、葉害について予備実験を行なった。

1960年に岡山大学農学部附属農場のブドウ園内の12年生 Hybrid Franc 台 Campbell Early のうちからはほぼ同じ樹勢と思われるものを各区3樹ずつえらんだ。標準区に対し2・4・5-TP・20 ppm 区 (20 ppm 区) および 2・4・5-TP・50 ppm 区 (50 ppm 区) の3区を設け、2・4・5-TP の濃度は20 ppm 区では20 ppm および50 ppm 区では50 ppm とし、これに Tween 80 を加え、標準区は水に Tween 80 のみの溶液を葉面散布した。葉面散布は落葉の始まる7月23日、27日、8月1日および5日の4回おこなった。落葉調査は前報⁹⁾ にしたがって各樹から2本主枝の両側に等勢力と思われる結果枝を20枝ずつえらび、1区あたり120枝の本梢葉の落葉数を3日おきに調査をおこなった。

B. NAA および GA 葉面散布実験一：1961～1963年の間に予備実験として鉢植え2年生または露地植え3年生の Campbell Early を用い、GA (Gibberellic acid), Kinetin, NAA (α -Naphthalen acetic acid) および IAA (β -Indol acetic acid) を用い、各種の濃度のものについて薬剤の安全性および有効濃度を検定した。

1964年には前実験 (A 実験) に用いた園の Campbell Early を用いて実験に供し、標準区、GA 区および NAA 区の3区を設けた。標準区には水のみを、GA 区にはジベレリン1 ppm および NAA 区には NAA 20 ppm 水溶液にそれぞれに、Tween 80 を加えて葉面散布をおこなった。葉面散布は7月1日、15日、8月1日、15日および9月1日の5回おこなった。本実験では各区4樹制としたが GA および NAA 区のそれぞれの第1および第2番の樹には薬剤を主幹の東側の主枝に、第3および第4番の樹については主幹の西側の主枝上の結果枝に葉

面散布し、GA および NAA を 散布しなかった反対側の主枝上の結果枝を標準区とした。落葉調査は各主枝上から20結果枝（標準区は10結果枝）をえらんで7月初めから15日おきに調査をおこなった。

C. 落葉機構比較検定—： 各種な条件のもとで落葉する状態の機構について abscission zone および 離層の発達過程を検するため、いろいろな落葉状態および比較のため健全な葉を採取し、葉身—葉柄接合部、葉柄基部を FAA 固定液にて固定し、検鏡した。

II 実 験 結 果

2・4・5—TP を葉面散布して早期落葉の抑制をはかった実験成績を第1表に示す。前報した Campbell Early の落葉の波相のうちの8月1～15日（第2波相）の各区の落葉率は標準区 47.1% に対し 20 ppm 区および 50 ppm 区ではそれぞれ 41.1% および 58.8% であって、20 ppm 区では標準区よりも6%落葉が軽くなったが 50 ppm 区では 10.7%も標準区より落葉が促進された。ついで8月16～31日（第3波相）の期間の各区の落葉率は標準区 15.8%, 20 ppm 区 21.5% および 50 ppm 区 22.3% であって、各区とも標準区を上廻る落葉を示した。8月31日における累加落葉率は標準区 69.6% に対し 20 ppm 区の 71.1% とは差がみられなかったのに 50 ppm 区では 91.3% にも達している。2・4・5—TP では 50 ppm というやや高濃度の葉面投与では、かえってホルモンの平衡が破れたためかかえって落葉を促進させるようである。しかし 20 ppm 区では8月1～15日の期間においてはあきらかに落葉を軽減させる効果がみとめられた。

第1表 2・4・5-TP 葉面散布による落葉抑制効果 (1960)

区	月/日	7/15	7/31	8/15	8/31	9/15	9/30	10/15	10/29
標準区	期間	0%	6.8	47.1	15.8	13.8	9.7	0.0	6.9
	累加	0%	6.8	53.9	69.6	83.4	93.1	93.1	100
20 ppm 区	期間	0%	8.3	41.1	21.5	9.0	9.6	0.0	8.3
	累加	0%	8.3	49.4	71.1	82.1	91.7	91.7	100
50 ppm 区	期間	0%	10.2	58.8	22.3	7.2	1.0	0.0	0.5
	累加	0%	10.2	69.0	91.3	98.5	99.5	99.5	100

1961～1963年の間に GA, Kinetin (0.5～10 ppm), NAA および IAA などを用いて予備実験をおこなったところ、GA のやや高い濃度 (10 ppm 前後) では翌年の花成などにまで毒作用を残す危険をみとめたので安全度をみて極めて低い濃度の 1 ppm を葉面散布することとした。Kinetin では各種濃度で圃場において散布したところ全然期待に反し、標準区と落葉率・葉色・クロロフィル含量などにも差がみとめられなかった。鉢栽培のものについては、葉令の古い葉ではかえって葉縁に葉やけを生じたが、新葉については異常はみとめられず、翌年にまで毒作用は残さないようであった。

1964年には前実験 (A) および予備実験などの結果、老化現象をおこし始めるより以前にホルモン剤を散布したのが落葉抑制効果が高かったので7月1日から15日おきに葉面散布をおこなった。(第2表)

7月初めから7月31日までの落葉率は標準区 17.0%, NAA 区 17.8% および GA 区 17.4%

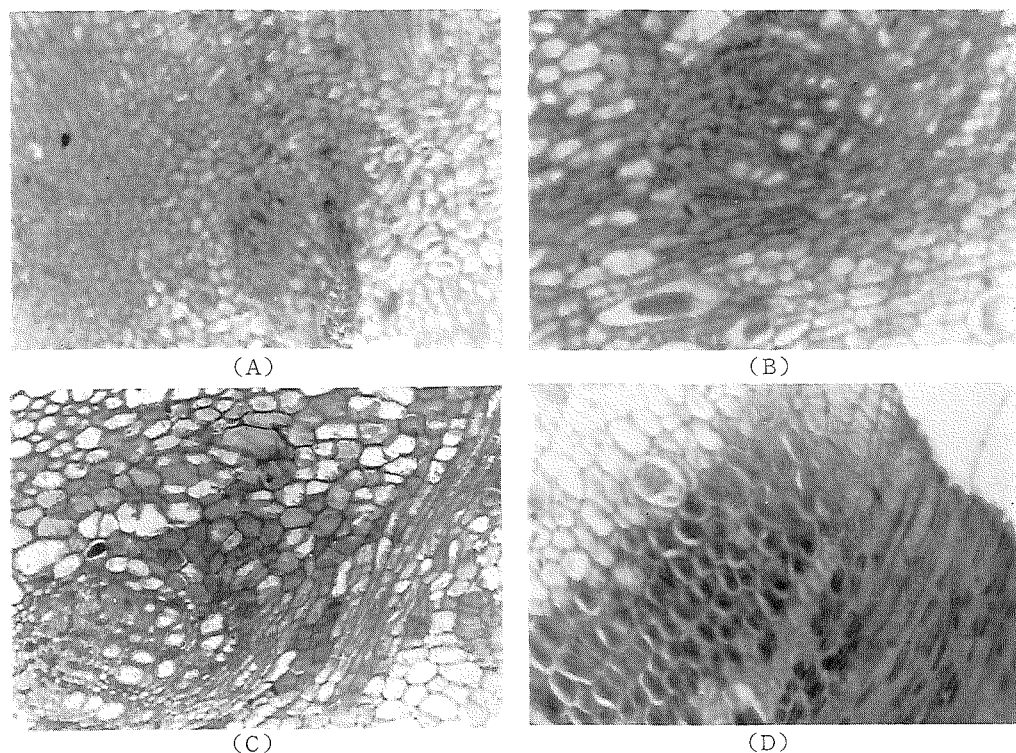
第2表 NAA および GA 葉面散布区の落葉率 (1964)

区	月/日	7/5	7/16	8/1	8/16	9/1	9/16	10/1	全葉数
標準区	期間	7.7%	0.0	9.3	19.7	14.9	14.2	13.5	862
	累加	7.7%	7.7	17.0	36.7	51.6	55.8	79.5	
NAA 区	期間	7.5%	3.3	7.6	16.3	7.1	13.1	17.6	882
	累加	7.5%	10.8	17.8	34.1	41.8	54.9	72.5	
GA 区	期間	9.1%	0.0	8.3	18.6	10.0	21.2	12.6	840
	累加	9.1%	9.1	17.4	36.0	46.0	67.2	78.8	

注：NAA 区は 20 ppm NAA, GA 区は 1 ppm ジベレリン水溶液を葉面散布した

で各区に差がみとめられなかった。8月1～15日の間の落葉率は標準区 19.7% (累加落葉率：36.7%)，NAA 区 16.3% (同：34.1%) および GA 区 18.6% (同：36.0%) であって，NAA 区では標準区より約 3% 早期落葉を軽減した。8月16～31日の期間の落葉率は標準区 14.9% (累加落葉率：51.6%)，NAA 区 7.1% (同：41.8%) および GA 区 10.0% (同：46.0%) であって，NAA 区で約 10% 標準区より軽減され，GA 区では約 4% 落葉をおさえる効果のあることをみとめることができた。

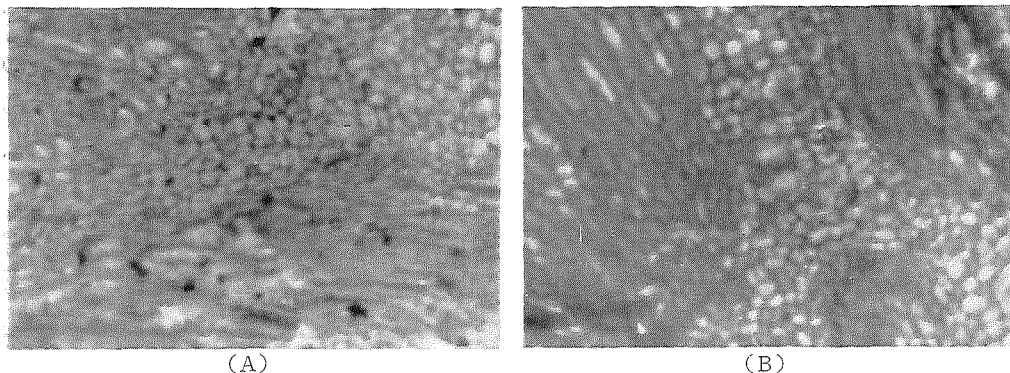
夏季における早期落葉 (異常落葉) の状態と，秋季における自然落葉する葉の落葉過程を葉



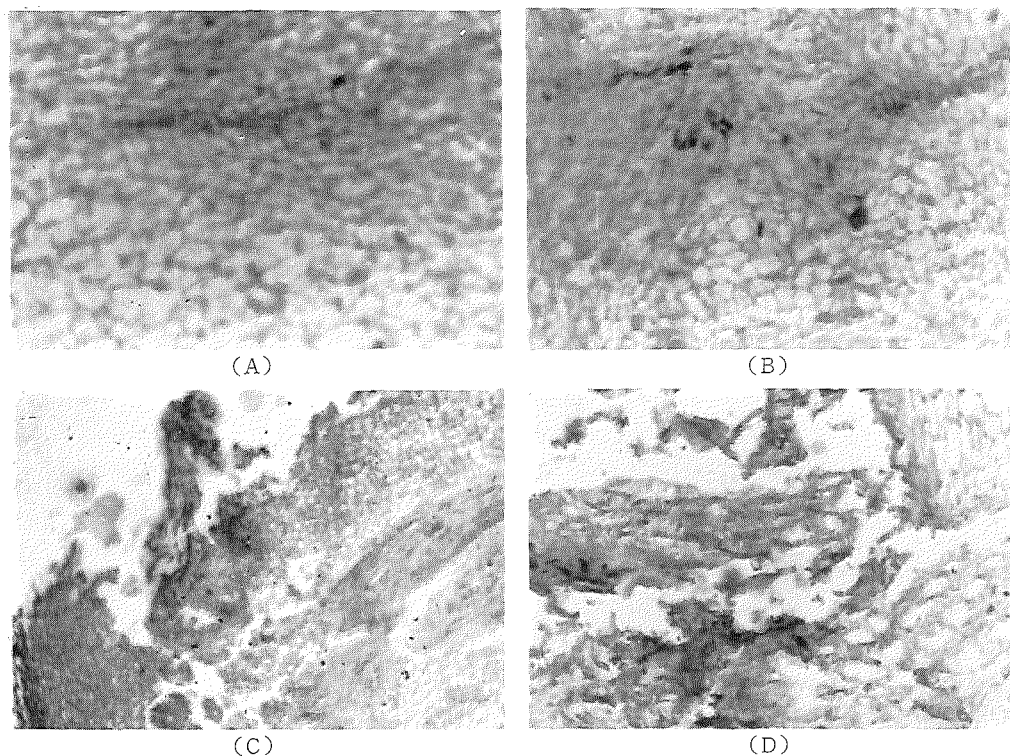
第1図 自然落葉時における abscission zone および 離層 (11/4, 1963). (A): 落葉開始直前における葉身基部, (B): 落葉開始前における葉柄基部, (C): 落葉直前における葉柄基部の離層, (D): 葉柄脱落痕.

身—葉柄接合部（葉身基部）および葉柄基部の落葉帯（abscission zone）もしくは離層の分化過程を比較した。

秋季の自然落葉における各接合部位の離層などの分化過程の顕微鏡写真を第1図に示す。自然落葉時には葉身基部にやや異常がみられる頃に（A），葉柄基部に離層が発現し（B），さらに離層が分化し（C），葉柄は基部から落葉する。



第2図 健康な葉の各接合部（8/23, 1963）. （A）：葉身基部（上部が葉身），（B）：葉柄基部.



第3図 早期落葉時における abscission zone および 離層（8/23, 1963）. （A）：落葉開始直前の葉身基部，（B）：葉身脱落直後の葉柄基部，（C）：葉身脱落直後の葉柄先端部，（D）：葉身脱落直後の葉身基部.

つぎに8月末頃における健全な葉の葉身および葉柄基部附近の顕微鏡写真を示す(第2図)ように健全な葉の落葉帯には何等異常を認めることができなかった。

第3図には第2図と同じ時期における早期落葉の状態を示す。葉身が大部分枯死し、間もなく落葉すると思われる頃に葉身基部に自然落葉時とやや異なった離層に似た組織がみえるが(A)、葉柄基部にははっきりとした離層の発現はみられない。ついで葉身が葉柄から離脱した頃に離層の分化が始まり(B)、2~3日で離層が完成しないのに葉柄は枝から落ち、枝のつけ根部は離層分化が完成されていないものが多くみられた。葉身基部では枯死した葉身が、まだ生命を保持している葉柄から無理に分離・脱落するために葉身基部および葉柄先端部(接合部分)は非常に汚なく分離し、自然落葉の場合と様相を異にしている。

III 考 察

植物の落葉の生理については ADDICOTT ら¹⁾²⁾³⁾、小島¹⁶⁾ および山田²⁹⁾ の報告がある。健全な葉は落葉をおこさないが何等かの原因で老化現象がおこり始めたり、病虫害の被害をうけたりすると葉内の栄養成分の不均衡、N成分・炭水化物含量の減少、オーキシンやエチレンなどの影響により落葉をおこす³⁾²⁹⁾。ADDICOTT ら¹⁾²⁾²⁸⁾ はオーキシンの用いて落葉を防止する基礎的な研究をおこなっている。井藤¹⁵⁾、小黒¹⁸⁾ らはリンゴの早期の生理的落果抑制に2・4・5—TPなどのホルモン剤を散布し、2・4・5—TPが20 ppmの濃度で、75°F以上の高い温度条件のもとで高い効果を示している。筆者らはCampbell Earlyでこの結果を参考にし、20 ppmと50 ppmの濃度で葉面散布をおこなったところ8月1~15日の期間では20 ppm区で標準区より落葉抑制の効果がみられたが、50 ppm区ではかえって落葉が促進され、また8月16~31日の間では両区とも標準区より落葉が促進された。とくに50 ppm区の8月31日の累加落葉率は91.3%にも達した。これらのことについては、葉面散布の開始時期が老化現象—早期落葉のすでに始まっている時期であったこと、散布日毎の間隔が短かく、散布の終了の時期が早すぎたことなどが考えられ、また短時日のうちに多量のホルモン物質を散布しすぎオーキシン平衡を失なって、とくに50 ppm区では加速度的に落葉を促進したものと考えられる¹⁶⁾²⁹⁾。

そこで前実験では葉面散布開始時期がおそすぎたことを考えて1964年7月1日から9月1日までおよそ15日おきにNAAおよびGAの葉面散布をおこなったところ、NAA区では全期間を通じて標準区より落葉の抑制効果がみられたが、GA区では期待されたほどの効果がみられなかった。GAは別の実験でみられるように、どちらかといえば若い組織に反応の効果が顕著であるのに対し、老熟した組織では反応がない²⁹⁾ というためであろう。しかしGAに他の物質を併用することにより、より高い効果がみられるがGAの多用はかえって毒作用の方が翌年にあらわれることを考慮に入れると実用に使用することはさらに検討すべきであり、当面の問題としては使用をさけるべきである。別にジベレリン類似物質(Gibberellin analogous)といわれる物質で離層分化抑制効果の顕著な物質(例えば4-CPA=4-Chlorophenoxy acetic acid)もあるが²²⁾ 翌年の花成などの問題もあり今後の研究が残されている。

Kinetin 物質は葉緑素とか蛋白質の分解抑制に効果が顕著であるといわれる²⁶⁾²⁹⁾ ので0.1~10 ppmの濃度の水溶液を葉面散布したところ、1 ppm以上の濃度では老葉~成葉に葉縁から葉やけを生じ、また落葉抑制効果についても標準区と差がみとめられなかった。本物質についても他の物質などとの併用によりかなりの効果が期待できるが、価格などの面からは実用に供しがたい。

Campbell Early の早期落葉をおこしやすい性質は、冷涼地を原生地とする Concord 系ブドウの生態的品種群の特性であり、栽培条件が不合理であれば早い時期に老化現象がおこり落葉する。早期老化現象を防ぐ目的でホルモン剤を用いることは或程度の範囲で有効な手段ではあるが、ホルモン剤だけで落葉を防げるものではなく、前に報告した⁹⁾ ように肥培管理の面から N, Mg などの潜在的欠乏症も早期落葉誘発の一要因であり³⁾²⁹⁾、また高葉温による光合成能の低下のため炭水化物含量比率の減少¹¹⁾なども直接老化→落葉に結びつく。前述したように、いわゆるケミカル・コントロールという手段によって落葉を抑制する方法もあるが、これが完全な早期落葉を防止する手段ではなく、むしろ栽培の基本である肥培管理の改善によって落葉を防ぐのが早期落葉防止法の基本である。別報⁸⁾⁹⁾のように早期落葉のはなはだしい園など約 50 園について葉分析をおこなった結果、とくに N, Mg などの含量の不足および 7 月から 8 月にかけての葉中含有量の低下の甚だしい園に早期落葉が目立っており、また N, Mg などの土壌施与または葉面散布によって早期落葉防止に効果のあることを確認している²³⁾。このことは山田ら³⁾²⁹⁾の説くように N, Mg などの要素欠乏、炭水化物含有量の減少が落葉誘発に関係があるとのべていることと一致する。

一般に落葉または脱葉 (leaf abscission) の過程におけるエチレン物質の発現は離層の分化を促すものとされている。またオーキシン—エチレンの不平衡が落葉の誘因とされているのでエチレンの検定をおこなったが⁹⁾ 自然落葉と早期 (異常) 落葉との間で差のあることは確認できなかった。

落葉の機構などについては ADDICOTT¹⁾らの研究があり、自然落葉と早期落葉 (異常落葉) とでは落葉の順序・過程および形態を異にするようなので⁹⁾ いろいろな時期、条件および状態のものについて葉身基部および葉柄基部附近の 2 ケ所ずつを同時に採取したのち顕微鏡で観察したところ、自然落葉時と早期落葉時とでともに abscission zone における離層などの分化形態をことにすることが確認された。すなわち自然落葉では葉身に落葉の徴候がみとめられる頃に葉柄基部に離層の分化が認められた。その後急速に離層が分化し葉柄は基部から落葉する。この場合葉柄の脱葉痕はなめらかである。異常 (早期) 落葉では葉身表面が枯死し始め葉身が葉柄から脱落しかけた頃に、はじめて葉柄基部に離層の分化が認められ、葉身が脱落后数日して離層が十分分化されないまま葉柄は脱落するので枝に残った痕跡は自然落葉の場合のようになめらかではない。また葉身基部についても自然落葉時にはこのいわゆる abscission zone に離層のような組織の分化が一部にみとめられるが早期落葉時にははっきりとした離層分化のようなものはみとめられず葉柄と葉柄とがもぎとられたような痕跡を残していることが確認された。

摘 要

1. 早期落葉の著しいブドウ園のキャンベル・アーリーに 2・4・5—TP, α -NAA およびジベレリンなどのホルモン剤などを葉面散布をおこない、早期落葉抑制の効果について比較した。また早期落葉と自然落葉における落葉の形態・離層の発達を比較した。

2. 1960年には 2・4・5—TP 20 ppm または 50 ppm 水溶液を 7月23日～8月5日の間に 4回葉面散布をおこなった。20 ppm 散布区では標準区にくらべて 8月1～15日の間の落葉率は標準区 47.1%, 20 ppm 散布区 41.1% であり、落葉抑制の効果がみとめられた。しかし、20 ppm 区では 8月16～31日の間、50 ppm 散布区では全期間を通じて落葉率は標準区を上廻った。そして 8月31日の累加落葉率は標準区 69.6%, 20 ppm 区 71.1% および 50 ppm 区 91.3%

であり2・4・5—TP 50 ppm 水溶液散布により落葉はかえつて促進された。

3. 1964年7月1日～9月1日の間に15日おきに α -NAA (20 ppm) およびジベレリン (1 ppm) の水溶液を5回散布をおこなったところ、9月1日における累加落葉率は標準区51.6%にたいし、NAA区では41.8%およびジベレリン区46.0%であった。NAAの葉面散布によって落葉抑制の効果がみとめられた。しかしジベレリン葉面散布区では期待されたほど落葉抑制の効果はみられなかった。

4. 自然落葉時における葉柄基部の離層の発達、葉身に落葉の徴候が認められる頃に発現しその後急速に発達し離層が分化完了した後葉柄は枝から離脱・落葉する。しかし異常落葉(早期落葉)の場合には葉柄と葉身とが離脱する頃になって葉柄基部の落葉帯にはじめて離層が発現し、葉身が葉柄より落下して2、3日後に離層が完成しないうちにもぎ取られるように葉柄は枝から脱落する。

引用文献

1. ADDICOTT, F. T. (1945): Amer. Jor. Bot. **32**: 250~256.
2. ADDICOTT, F. T., & LYNCH, R. S. (1951): Science. **114**: 688~689.
3. ADDICOTT, F. T., & LYNCH, R. S. (1955): Ann. Rev. of Plant Physiol. **6**: 211~238.
4. 葦沢正義 (1964): 香川大学農学部紀要. No. 17.
5. EDGERTON, L. J., & HOFFMAN, M. B. (1953): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **62**: 156~166.
6. 江見浩一 (1950): 定性有機分析. 30~35. 丸善. 東京.
7. HALL, W. C., HERRERO, F. A., & KATTERMAN, F. R. H. (1961): Bot. Gaz. **113**: 310~322.
8. 本多 昇・岡崎光良 (1962): 岡山大農学報. **19**: 37~48.
9. 本多 昇・岡崎光良 (1962): 岡山大農学報. **20**: 37~50.
10. 本多 昇・岡崎光良・平松啓二 (1963): 岡山大農学報. **21**: 27~39.
11. 本多 昇・岡崎光良 (1965): 岡山大農学報. **25**: 11~23.
12. 本多 昇・岡崎光良・高橋健二・寒川紳也 (1965): 岡山大農学報. **26**: 19~25.
13. 本多 昇・岡崎光良・上田浩次 (1965): 岡山大農学報. **26**: 27~34.
14. 本多 昇・岡崎光良・小野豊彦・梶原秀巳 (1966): 岡山大農学報. **28**: 19~30.
15. 井藤正一 (1953): 岩手県立農試果樹試験地報告.
16. 小島睦男 (1957): 農業及園芸. **32** (11): 1574~1578.
17. 樽谷 博 (1968): 香川大農学報. **19** (2): 187~192.
18. 小黒英一 (1955): 農業及園芸. **30** (6): 855~856.
19. LEOPOLD, A. C. (1961): Science. **134**: 1727~1732.
20. 岡崎光良・本多 昇・香川清敏 (1965): 昭和40年度園芸学会秋季大会発表要旨. P. 5.
21. 岡崎光良・本多 昇・浅田達夫 (1970): 昭和45年度園芸学会春季大会発表要旨. P. 88~89.
22. 岡崎光良 (1971): 未発表.
23. 岡崎光良・本多 昇: 未発表.
24. OSBORNE, D. J. (1955): Nature. **176**: 1161~1162.
25. OSBORNE, D. J. (1959): Nature. **183**: 1459~1460.
26. OSBORNE, D. J., & Mc CALLA, D. R. (1961): Plant Physiol. **36**: 219~221.
27. RICHMOND, A., & LANG, A. (1957): Science. **125**: 650~651.
28. RUBINSTEIN, B., & LEOPOLD, A. C. (1963): Plant Physiol. **38**: 262~267.
29. 山田 登 (1967): 作物のケミカル・コントロール. 46~246. 農業技術協会. 東京.