

# 桑 樹 冬 芽 休 眠 の 生 理 学 的 研 究

八 尋 正 樹

## Physiological Studies on the Rest of the Mulberry Winter Buds

Masaki YAHIRO

(Laboratory of Tropical Crops)

### 目 次

第1章	緒 言
第2章	鹿児島地方における桑冬芽の休眠期
第3章	化学物質および摘葉が桑冬芽の休眠におよぼす影響
第4章	桑冬芽の休眠と糖および脂肪との関係
第1節	桑冬芽の休眠と糖との関係
第2節	桑冬芽の休眠と脂肪との関係
第5章	桑冬芽の休眠と呼吸およびカタラーゼとの関係
第6章	桑冬芽の休眠期における生長抑制物質および生長促進物質の変化
第1節	桑冬芽の休眠期における生長抑制物質
第2節	桑冬芽の休眠期における、エーテル抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化、およびエールリッヒ呈色反応
第3節	桑冬芽の休眠期における、水抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化
第7章	桑冬芽の休眠打破
第1節	ジベレリンが桑冬芽の休眠打破におよぼす影響
第2節	水が桑冬芽の休眠打破におよぼす影響
第3節	低温が桑冬芽の休眠打破におよぼす影響
第4節	炭酸ガスが桑冬芽の休眠打破におよぼす影響
第8章	綜合考察および結論
引用文献	
英文摘要	

### 第1章 緒 言

高等植物の生長活動の季節的变化の研究，すなわち休眠期とその種々な段階および休眠の開始と解除に対する外部環境の研究は近年になって急速に発展してきた<sup>82)</sup>。

休眠 (dormancy) という言葉は肉眼で見える生長の一時的な停止と関連している。この休眠は二つの異なった要因に分けて考えられる。その一つは外部環境のため，すなわち生育に不都合な温度，不十分な水分供給などのため生長が停止している場合で，これは

“quiescence” (静止) あるいは他発的休眠と呼ばれる<sup>60)</sup>。もう一つは植物の内部要素に原因している休眠状態で，たとえ好都合な外部環境状態であっても生長を停止している場合で，これを “rest” (休眠) あるいは自発的休眠と呼んでいる<sup>12)</sup>。この二つは生理的に異なった現象であるため，はっきり区別しておく必要がある。この自発的休眠と他発的休眠を含めた広い意味の休眠を指す場合には dormancy という。

いま，休眠現象について植物ホルモン学的に研究された歴史をふりかえてみることにする

最初休眠の開始と解除は auxin level の変化で説明された。すなわち腋芽の発芽に対する抑制は生長点における過剰なオーキシン濃度による<sup>78)</sup> という頂芽優勢の理論を休眠にもあてはめようとする考え方があった。KASSEM<sup>52)</sup> はナシの枝では休眠のはじめに総オーキシン量が非常に大であり，休眠が進行するにしたがってオーキシン量は減少することを述べた。EGGERT<sup>27)</sup> はリンゴの芽において休眠中は総オーキシン量が多く，オーキシン濃度が約 0.25  $\mu\text{g}$  以下になった時に休眠が終結することを示した。彼の休眠に対する仮説は高濃度のオーキシンが芽の萌芽を抑制しているというのである。然しながらこの説は SKOOG<sup>69)</sup> により疑問視され，CHAN-THOM<sup>18)</sup> により反証された。CHAN-THOM はナシにおいて，ナシの芽の生長を抑制するためには  $10^{-3}\text{M}$  以上のオーキシン濃度が必要であると示し，この量はこれらの芽の中に存在するオーキシン量より，はるかに多い量であると述べた。SKOOG<sup>69)</sup> は休眠中のナシの芽の中には拡散性のヘテロオーキシンが存在しないと示し，また MALAN<sup>58)</sup> も休眠中エーテル可溶のオーキシンが見出されなかったと報告している。このことは KASSEM<sup>52)</sup> により確かめられた。すなわち彼は休眠している芽は “free” オーキシン量が少なく春の萌芽に近づくとき “free” オーキシンが急速に増加することを示した。また AVERY ら<sup>5)</sup> はリンゴの頂芽には休眠中はオーキシンが検出されないが，

萌芽の直前にオーキシンが形成されることを見出した。

1947年頃より休眠中に植物体に天然に生ずる生長抑制物質がみいだされ、これが芽の休眠をおこす一つの要因となることがみとめられてきた。Hemberg はバレイショの塊茎<sup>34)</sup>や Fraxinus の頂芽<sup>35)</sup>の休眠中に生長抑制物質が存在することをみとめた。すなわち休眠中のバレイショの周皮と Fraxinus の芽の内部組織および鱗片の水およびエーテル抽出物から中性および酸性の生長抑制物質(growth inhibitors)をみいだした。そして酸性の生長抑制物質は、バレイショ塊茎が休眠から自然にさめた時破壊され、また休眠が、周皮を傷つける方法、乾燥、低温あるいはエチレンクロールヒドリン処理で解除させられた時にも破壊された。彼はこのように生長抑制物質と休眠との間の関係を示したが、またオーキシンの量的変化についても同時に述べた。すなわち休眠中も休眠が破られた時も、オーキシン量に変化がなかったとした。また HENDERSHOTT<sup>39)</sup> はモモの休眠中の花芽に生長抑制物質が存在することをみとめた。この物質はエーテルおよび水に溶ける非常に安定した物質であるとし、インドール酢酸でもなくそのアベナに対する活性からオーキシンよう物質でもないらしいと述べている。

SPiegel<sup>70)</sup> はブドウの切枝のエーテル抽出物から中性分画にみられる熱に安定な生長抑制物質を発見した。オーキシンの量は冬の期間中ほとんど変動しなかったが、生長抑制物質の濃度は1月に最大で、オーキシンが急に増大し、芽がふくらむ約2週間前に0に減少した。

1950年代になりペーパークロマトグラフィで植物ホルモンを分離する方法が BENNET-CLARK and KEFFORD<sup>7)</sup> その他により報告された。またペーパークロマトグラフィを適用して、主として生長抑制物質を取扱ったものとして、HEMBERG<sup>37)38)</sup> のものがある。HEMBERG は Fraxinus (ash, トネリコ) の休眠している頂芽に酸性の生長抑制物質が存在すること、および、展開溶媒 isopropanol-ammonia-water (100:14:6 v/v) でその Rf 値が 0.5~0.7であることをみとめ、またこの生長抑制物質は休眠が解除すると消失することをたしかめた。

このように休眠中の芽に生長抑制物質が存在することがたしかめられてきたが、ごく最近、1950年代末期頃より、その生長抑制物質の抽出、単離および同定が問題となってきた。すなわち HENDERSHOTT は休眠しているモモの花芽の抽出物から生長抑制物質を単離

し、これは“naringenin” (5, 7, 4-trihydroxyflavanone)であることを証明した。また EAGLES and WAREING<sup>26)</sup> はカバの木の葉から抽出し、濃縮した生長抑制物質を実生の葉に与えると生長点の生長が完全に停止したことを示した。そして休眠の内生的誘導物質と明らかに関係している、自然に生ずる物質として“dormin”という語を用いることを暗示した。CORNFORTH<sup>22)</sup> は sycamore の葉のメタノール抽出液から 1 mg の純粋な“dormin”を結晶化した。この dormin は融点、分子量、赤外線スペクトル、その他の化学的、物理的特性から“Abscisin II”と同様であると結論を下した。これはさらに CORNFORTH, MILBORROW and RYBACK<sup>23)</sup> によりたしかめられた。“Abscisin II”とは ADDICOTT, SMITH and LYON<sup>1)</sup> により報告され、離層形成促進物質として知られている。この物質の構造は 3-methyl-5 (1-hydroxy-4-oxo-2, 6, 6-trimethyl-2-cyclohexene-1-yl)-cis, trans-2, 4-pentadienoic acid である。

桑樹の休眠については、すでに浜田<sup>28)</sup> は東京では桑樹の冬芽は 10, 11 月に深い休眠 (rest) にあり、12 月以降春の萌芽まで冬眠 (quiescence) にあることを報告している。すなわち休眠期の芽は発芽 (ここにいう発芽とは以後萌芽を意味する) に必要な条件が与えられても発芽しないか、あるいはきわめて緩慢な発芽状態を示すが、冬眠期に到達すると必要な条件、主として温度が与えられれば発芽する。この休眠 (rest) への導入、休眠状態、休眠の解除、あるいは人為的打破は晩秋の桑葉、翌春の萌芽と密接な関係をもつと考えられる。したがって桑樹の冬芽の休眠現象を解明することは、実際問題として暖地における晩秋以後の蚕の飼育に良質の桑葉をうることに、また干害、台風に対する善後処置、春の萌芽の良否、これに関連して凍霜害の防除、善後処置に対して有意義な問題と思われる。しかしながら現在まで桑樹の冬芽の休眠の原因に対する生理的解明はほとんどなされていない現状である。著者は桑樹冬芽の休眠現象の解明に着手し、まず休眠の時期を決定し、次に化学物質および摘葉が休眠におよぼす影響を調査し、体内物質の面から休眠と糖および脂肪との関係を調べ、また休眠と呼吸およびカタラーゼとの関係を研究し最後に植物ホルモン学的に休眠生理を研究し解明できたのでここにこれらの結果を報告する。

## 第2章 鹿児島地方における桑冬芽の休眠期

浜田<sup>22)</sup> は東京では桑樹の冬芽は 10 月、11 月に深

い休眠 (rest) にあり、12月以降春の萌芽まで冬眠 (quiescence) にあることを報告した。著者は休眠現象が温度などの環境条件に支配されると考え、鹿児島県においての休眠の時期と休眠状態および浜田の実験では桑樹冬芽の休眠導入期が明確でないため、この点も確かめるためにこの実験をおこなった。またさらに休眠状態の品種間差異、樹齢間差異および伐採期を異にした場合の差異についても調査した。

# 第1実験 (1955~1956) 収穫一と改良早生十文字の休眠期と休眠状態

実験方法：まず最初に休眠状態を簡単に知るため毎年おこなった発芽調査の実験方法についてまとめて述べる。全実験を通して材料は鹿児島大学農学部附属桑園の桑樹を用いた。9月から翌春の萌芽まで、ほぼ10日毎に桑樹の別株から3~4本のほぼ同形の枝条を採取した。桑葉を摘葉後、枝条を上・中・下の3部分に分ち、さらにその各部分を約15cmの長さに切断し、3芽を着生した枝条片を材料とした。上部枝条は先枯れ、その他の障害から正常な発芽をおこなわない場合があるので、多くの場合除去し、主として中・下部（場合によっては中部だけ）の枝条を用いた。材料は砂を入れた植木鉢に各部分を10本ずつさし、1日おきに給水して乾燥を防ぎ、暗室30°Cの定温器内においた。30°Cの温度を採用したのは20~25°Cの温度では発芽が全般的に遅くなり、比較がやや困難となるからである。発芽率は30°C処理後6日、10日、15日、20日目に各枝条片の芽について帯青、脱包、燕口および開葉の各比率を調査し、休眠の各時期の各処理日数における、おのおのの発芽率を比較して休眠状態を知り、とくに明暗に関係なく発芽後の環境要因の支配を受けず休眠と直接の関係をもつ、発芽過程の最初

の時期である帯青率をとりあげ、主な休眠状態のめやすとした。

以上が休眠状態を知る発芽調査の基本となる方法である。

第1の実験の材料として根刈仕立、春刈、植付後4年の収穫一と、根刈仕立、夏刈、植付後33年の改良早生十文字とを使用し、30°C処理日数10日、15日、20日目までに到達した帯青、脱包、燕口、開葉を中・下部の枝条の60芽の百分率で表わし発芽率として、9月12日以降翌年3月8日まで14回にわたって調査した。

## 実験結果および考察：

実験結果は第1表（収穫一）に示す通りである。この実験結果のうち、各採取時期における、各処理日数の、休眠と発芽に最も直接的関係をもつ帯青率を三次元で図示したものが第1図（収穫一）および第2図（改良早生十文字）である。

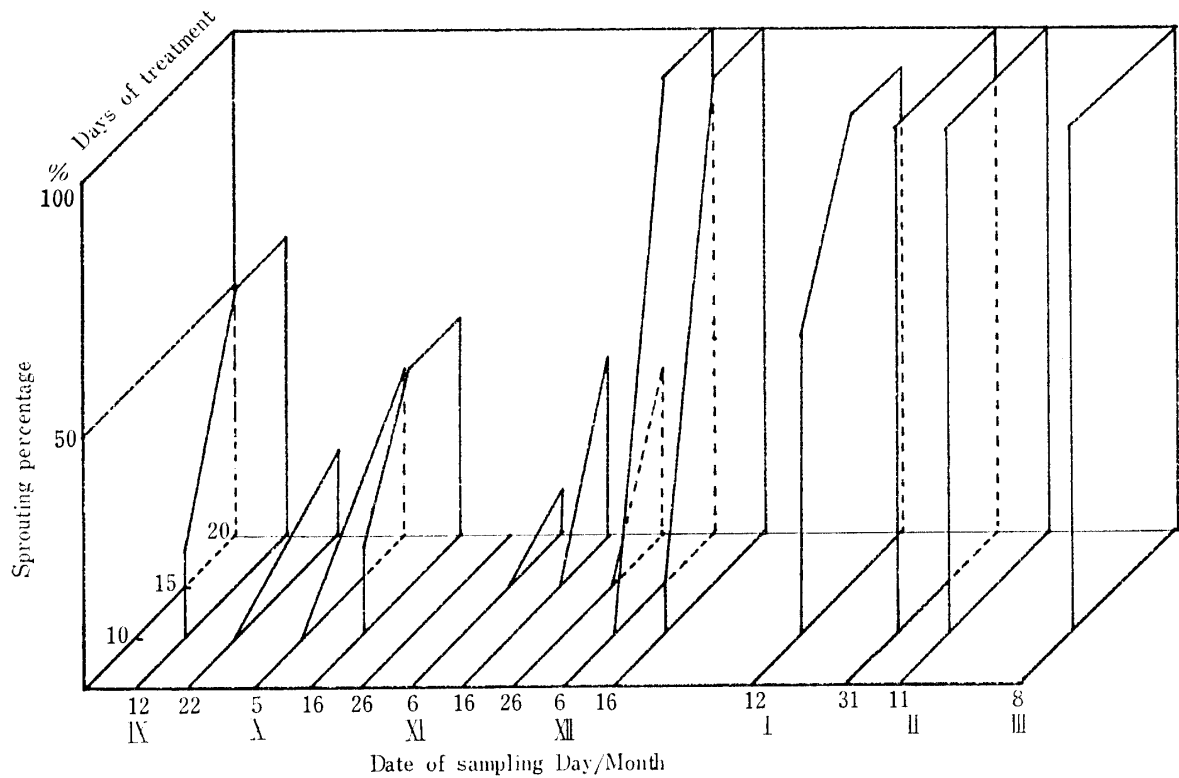
桑樹の冬芽は10月下旬から11月にかけて深い休眠に入り、12月初旬（冬眠期に入る）から1月下旬にかけて覚醒、解除され、1月下旬以降ほとんど完全に発芽態勢が整う。この結果は浜田<sup>32)</sup>の結果とはほぼ同様である。

休眠期をやや詳細にみれば、導入期ではないかと考えられる9月下旬から10月初旬頃、一度発芽率が上昇する現象はよくみられる。その理由としては材料の生長度合と発芽条件が考えられる。10月下旬から11月上旬にかけては完全に離層形成が進行し、その形成は外部的にもみとめられ、葉と条との関連はなくなり、落葉する頃で、桑樹の休眠中発芽の最も少ない時期で、休眠の最も深い時期に相当する。収穫一では温度条件を良好にした30°C、15日処理でも全く発芽が

第1表 収穫一の休眠状態 (1955—1956)

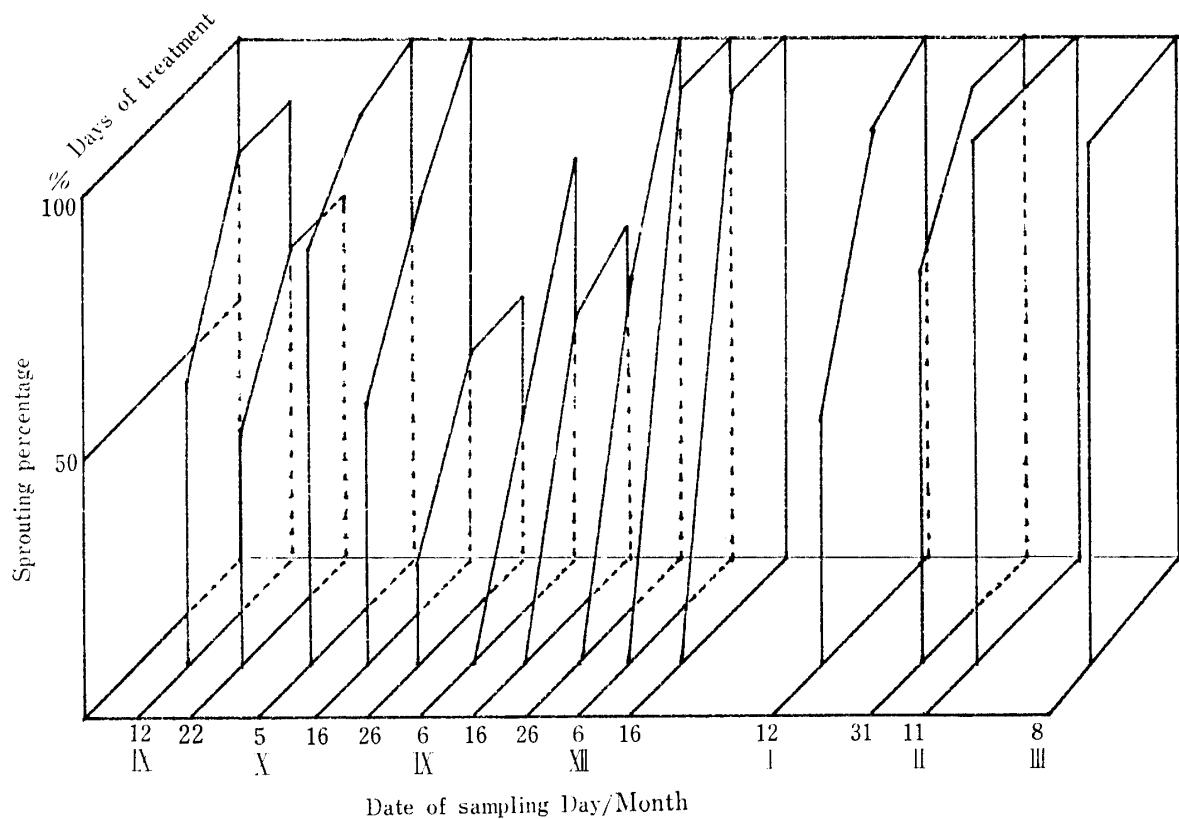
Table 1. Condition of dormancy in form, Shūkakuichi (1955—1956)

Sprouting percentage	Month	Sept.		Oct.			Nov.			Dec.		Jan.		Feb.	Mar.
	Day Days of treatment	12	22	5	16	26	6	16	26	6	16	12	31	11	8
Percentage of Taisei	10	18	0	0	18	0	0	0	0	0	9	59	100	100	100
	15	59	9	17	43	0	0	0	0	100	100	93	100	100	100
	20	59	17	33	43	0	9	35	33	—	—	92	100	100	100
Percentage of Dappō	10	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	34	50	83	100
	15	34	9	0	34	0	0	0	0	66	75	93	100	100	100
	20	59	17	33	43	0	0	26	33	—	—	92	100	100	100
Percentage of Kaiyō	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
	15	34	0	0	34	0	0	0	0	41	41	84	100	100	100
	20	59	17	33	34	0	0	9	0	—	—	92	100	100	100



第 1 図 収穫一の休眠状態（各採取時期における各処理日数の帯青率）（1955-1956）

Fig. 1. Condition of dormancy in form, shūkakuichi (Percentage of Taisei of the plants collected in different periods and treated for different number of days)



第 2 図 改良早生十字の休眠状態（各採取時期における各処理日数の帯青率）（1955-1956）

Fig. 2. Condition of dormancy in form, Kairyōwasejūmonji (Percentage of Taisei of the plants collected in different periods and treated for different number of days)

みられないし、10月26日の場合  $30^{\circ}\text{C}$ 、20日処理で発芽率0%であり、休眠は深い。改良早生十文字では、収穫一に比較して発芽の程度が大きく  $30^{\circ}\text{C}$ 、15日処理で40~60%の帯青率でかなり高い値を示し、休眠が浅いことがわかる(第1図、第2図)。

第2実験(1956~1958)樹令および伐採期を異にした場合の収穫一の休眠状態

第1実験の結果は実験材料の樹令が、収穫一は4年、改良早生十文字は33年で、その差が大きいので、第1実験で示された休眠の深浅は収穫一と改良早生十文字の品種そのものの差異ではなく樹令の差ではないかとの疑問も生ずる。この疑問点を解明するため、同一品種収穫一で樹令が5年と33年の場合(いずれも春刈)について休眠状態の調査をおこなった。

実験方法:

材料として収穫一の植付後5年および33年(いずれも春刈)ならびに植付後33年の夏刈を用いた。 $30^{\circ}\text{C}$  処理日数 10日、15日、20日で帯青、脱色、燕口、開葉する枝条の芽を、9月20日以降翌年2月21日まで12回調査し、発芽率とした。

実験結果および考察:

$30^{\circ}\text{C}$  各処理日数における各休眠期の発芽率の傾向は、ほぼ同様であるので、そのうち20日処理の帯青率を図にしたものが第3図である。

その結果、樹令の差による休眠状態の差異は、休眠

前期を除いてみとめられない。したがって第1実験の2つの品種間の休眠状態の差異も、2つの品種そのものの差異と考えてよいと思われる。

さらに同一品種収穫一の植付後33年で春刈と夏刈を比較した場合(第3図)両者の休眠状態はほぼ同様な結果を示した。

摘要

この実験は鹿児島地方の桑樹冬芽の休眠期を確かめ、次に品種、樹令および枝条の伐採期を異にした場合の休眠状態を調査した。

(1) 桑樹の広義の休眠(dormancy)は秋期から冬期にかけて存在し、その休眠は自発的休眠期(休眠期)と他発的休眠期(冬眠期)にわけられる。そして休眠(rest)は9月下旬より開始されるようで、10月中旬から11月下旬にかけて深い休眠に入り、12月初旬頃より解除がはじまり、冬眠期(quiescence)に入り、1月下旬以降ほとんど発芽態勢が整う。

(2) 収穫一と改良早生十文字とを比較した場合、休眠の時期は変わらないが、休眠の深浅に差異がみとめられた。収穫一では深く、改良早生十文字では浅い。

(3) 樹令を異にした場合、休眠状態に大差をみとめなかった。

(4) 枝条を春刈、夏刈のように伐採期を異にしても休眠状態に大差をみとめなかった。

### 第3章 化学物質および摘葉が桑冬芽の休眠におよぼす影響

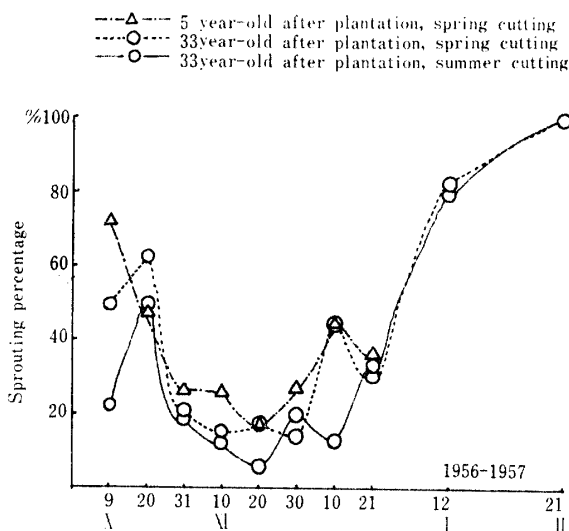
休眠芽に化学物質を与えた場合、桑芽の休眠期を調節できないかとの予測の下に、桑樹の休眠が開始される直前に圃場においてオーキシン(生長促進物質)あるいはアンチオーキシン(生長抑制物質)および窒素源として尿素を葉面散布した。

アンチオーキシンであるマレンサンヒドラジット(MH)については最近の実験報告がある。HENDERSHOTT<sup>42)</sup> および STEWART<sup>71)</sup> はブドウと若いオレンジの木にMHを与えると休眠を導入させることができた。しかしこれに対し COOPER<sup>21)</sup> はミカンを用いて同様な実験をおこない不成功に終わった。

#### 1) 化学物質葉面散布

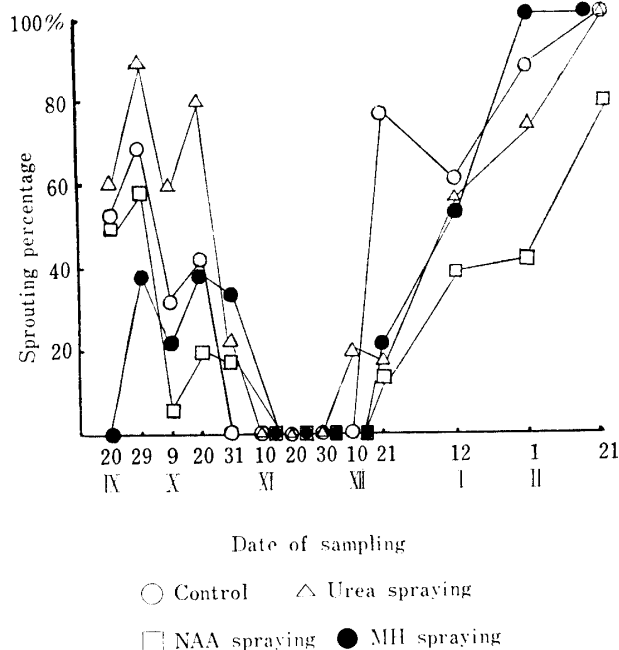
実験方法:

第2章<sup>90)</sup>に述べた通り桑樹の冬芽の休眠は鹿児島においては9月下旬頃より開始されるが、このことから冬芽の休眠に入る直前と思われる8月下旬~9月上旬にかけて3回、植付4年目根刈仕立、ロソウのおの



第3図 樹令および伐採期を異にした場合の休眠状態(収穫一:  $30^{\circ}\text{C}$ 、20日処理での帯青率)

Fig. 3. Condition of dormancy in different cases in tree-age and in cutting period (Form Shūkakuichi: Percentage of Taisei, treated for 20 days with  $30^{\circ}\text{C}$ )



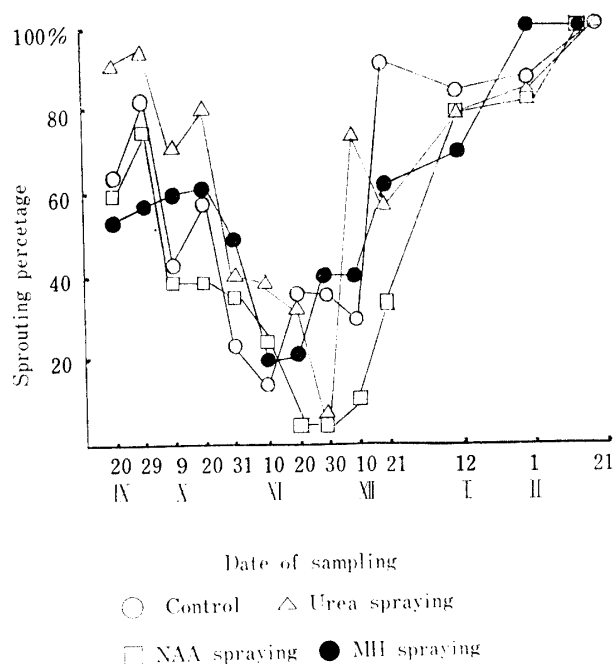
第4図 休眠期直前に行われた薬剤散布が休眠におよぼす影響(ロソウ, 30°C, 10日処理の脱苞率)

Fig. 4. Effect of chemical substances, sprayed in just before the rest-period, on the condition of rest (Rosō, Dappō percentage of buds treated with 30°C for 10 days)

おの10株にオーキシシンとして0.02% $\alpha$ -ナフタレン酢酸ソーダ(三共作物ホルモン, NAA), アンチオーキシシンとして0.1%マレイン酸ヒドラジット(日本農薬, MH-30)および0.5%尿素(ヨーゲン)の散布をおこなった。1回の散布量は1株約50cc宛とし桑葉の表裏に全面散布をおこなった。9月20日より2月21日まで処理した桑条を13回採取し、条中部を15~20cmの長さで切断し、従来(第2章, 第1実験)で休眠状態を調査した。

実験結果および考察:

化学物質葉面散布後の桑葉の状態はNAA, MH区は対照の無散布区より比較的早く褐変し、尿素区は対照区よりもさらに生長を続け緑色を呈した。これらの冬芽につき従来(第2章)の方法による採取時期毎に冬芽の30°C, 10日処理をおこなった発芽状態を第4図に示した。第4図により主として休眠初期から休眠中期(9月下旬~10月下旬)にかけての休眠への導入状態を考察できる。この休眠導入期において尿素区は対照区(水散布区)に比べて常に発芽率が高い。これは尿素区が葉面散布後生長良好なため、まだ充分休眠状態に入ることができなかったためと思われる。これに対

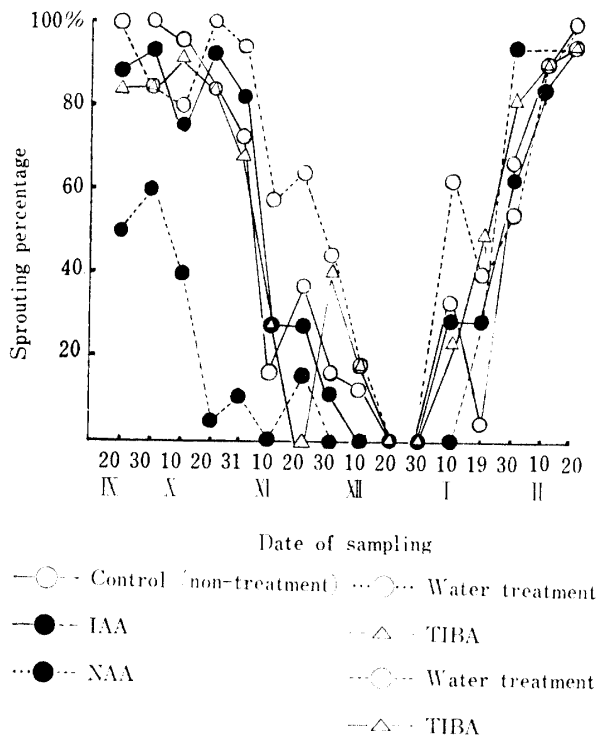


第5図 休眠期直前に行われた薬剤散布が休眠におよぼす影響(ロソウ, 30°C, 20日処理)

Fig. 5. Effect of chemical substances, sprayed in just before the rest-period on the rest (Rosō, Treatment for 20 days in 30°C)

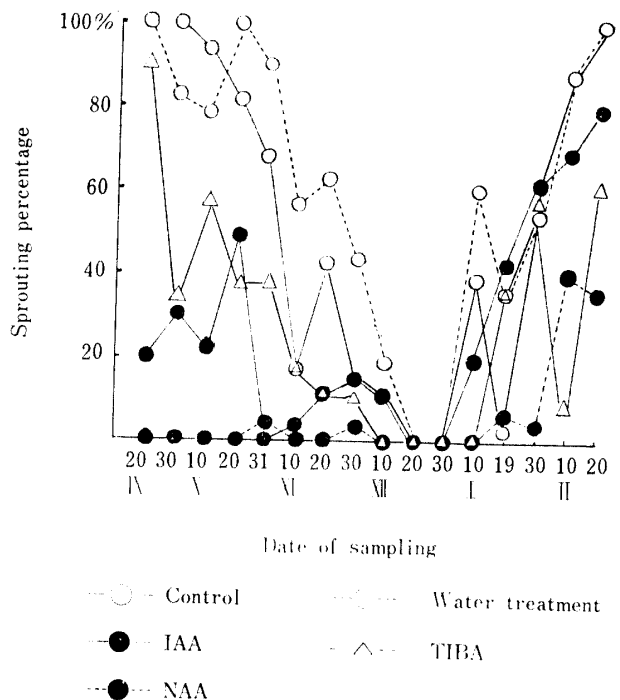
しNAA区は対照区に比べてむしろ低い発芽率を示した。これはNAA散布後の桑葉が対照区に比べて褐変が促進された点と、高濃度の植物ホルモンが芽の発芽を抑制するという広く知られた事実にもとづくものであろう。またMH区は他の3区に比較して休眠当初の発芽率が低い。30°C, 10日処理の場合9月20日では他の3区は50~60%の発芽率を示すが、MH区では0%である。これはMHの発芽抑制作用の残存効果のために低発芽率を示したと解釈できる。この残存効果は休眠の導入期に当たる9月下旬~10月上旬頃までで、以後は対照区と同様の経過をたどっている。つぎに30°C, 20日処理の発芽率(第5図)により最深休眠を知ることができる。すなわち最深休眠期は対照区とMH区では11月10日同一時期に存在するのに対し、NAA区は11月20日~11月30日、尿素区は11月30日で対照区に比べて10~20日遅れた。

以上の結果から無処理(対照区)は9月下旬より休眠を開始し、10~11月と深い休眠になり、12月中下旬に至り休眠がかなり解除され冬眠に入る。これに対しこの実験の範囲内ではNAA, MH, 尿素を葉面散布した結果は、休眠初期の発芽率ならびに最深休眠期を多少変動させるが、休眠を解消、打破あるいは極度



第6図 休眠期中の各時期におけるロソウ桑条を植物ホルモン (5 ppm) に24時間浸漬後 30°C, 10日処理した場合の桑芽の脱苞率 (1960-1961)

Fig. 6. Dappō percentage of buds treated for 10 days in 30°C, from the immersing of mulberry wattle in plant hormone (5 ppm) for 24 hours in respective periods during the rest period



第7図 休眠期中の各時期におけるロソウ桑条を植物ホルモン (50 ppm) に24時間浸漬後 30°C, 10日処理した場合の桑芽の脱苞率 (1960-1961)

Fig. 7. Dappō percentage of mulberry buds kept for 10 days in 30°C, after the immersing of mulberry wattle in plant hormone (50 ppm) for 24 hours in respective periods during the rest period

に延長するなどの大きな影響を与えることはできなかった。

## 2) 化学物質溶液浸漬

休眠中に桑条を伐採し実験室内で更に短く切断し、それらの枝条片を化学物質溶液に浸漬して桑芽の休眠に対する効果をみた。

### 実験方法：

9月20日より翌年2月20日まで、ほぼ10日毎に圃場よりロソウ条を伐採して桑条上端に2芽ずつつけて15~20 cmの長さに切断し IAA (3・インドール酢酸), NAA および TIBA (2・3・5-トリヨード安息香酸) の 5 p.p.m., 50 p.p.m. の溶液に10本ずつ全条を24時間浸漬し、発芽状態を従来の方法 (第2章) で調査した。

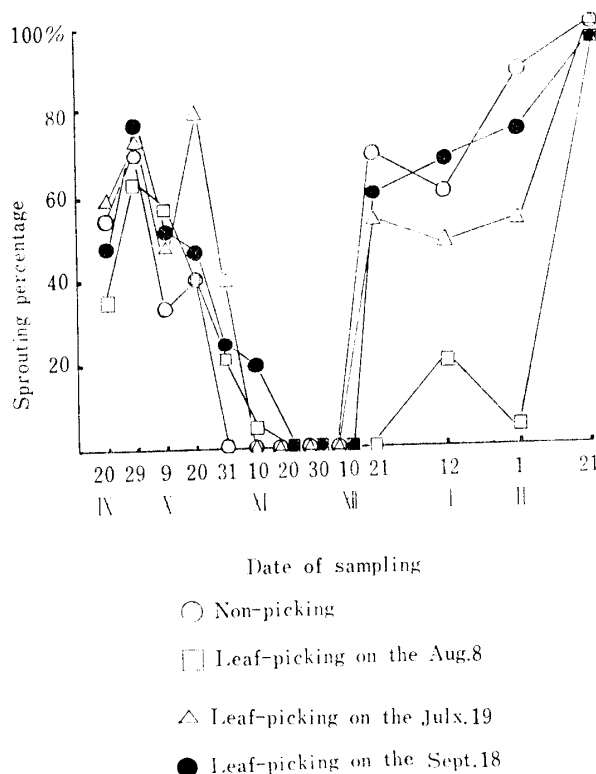
### 実験結果および考察：

5 p.p.m. の場合 (第6図) は NAA を除いて各処理ともほぼ同様な桑芽の発芽率を示したが、NAA は休眠初期の桑芽の発芽を抑制した。しかし IAA, TIBA は休眠初期においても冬芽の発芽を促進したり、抑制

したりする効果はみられなかった。50 p.p.m. の場合 (第7図) では NAA, IAA, TIBA の各処理とも桑芽の発芽を抑制した。水処理の場合は無処理 (無浸漬) のものよりやや発芽を促進する。

5 p.p.m. の場合 NAA が休眠初期において発芽を抑制したのは葉面散布の場合と同様濃度が高すぎたためと思われる。この抑制効果も休眠初期だけであり、休眠の深い時期あるいは解除される時期においては無処理区と同様な発芽状態を示した。

5 p.p.m. では発芽抑制を示さなかった IAA, TIBA も 50 p.p.m. になるとともに休眠初期の発芽を抑制した。IAA は生長促進物質であるが、NAA 同様高濃度になれば生長抑制効果があると解される。TIBA は生長抑制物質であるが、5 p.p.m. では桑芽の発芽を抑制する効果はなく、50 p.p.m. ではじめて効果があらわれることがみとめられた。NAA は 5 p.p.m. でも発芽抑制効果があったが、50 p.p.m. ではさらに強い抑制効果がみられ休眠初期においては 30°C, 10日処理で発芽率 0% であった。



第 8 図 休眠期直前に行われた摘葉が休眠におよぼす影響 (ロソウ, 30°C, 10日処理の脱苞率)

Fig. 8. Effect of leaf-picking performed just before the rest period on the rest (Rosō, Dappō percentage of mulberry buds kept 10 days in 30°C after the sampling)

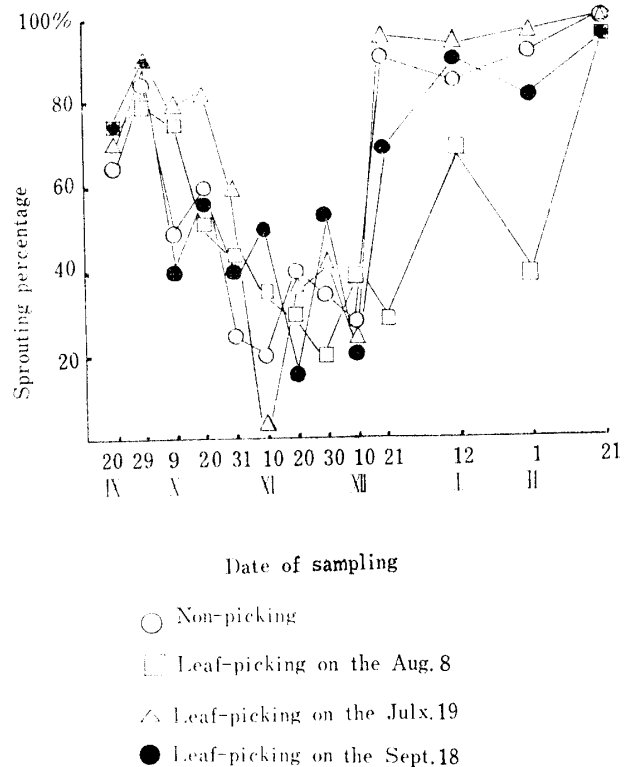
NAA, IAA とともに、この実験では比較的高濃度であったが、さらに濃度を低くしてどのようなになるかは今後の研究問題である。八巻は堀取後1日のバレイショ塊茎を剥皮および非剥皮の二群にわけ、おのおのを  $10^{-3}$ ~ $10^{-5}$ M の IAA 溶液に浸漬処理したところ、ともに  $10^{-5}$ M, IAA 処理が休眠除去に大きな効果があることを知った。

### 3) 摘 葉

桑樹は蚕の飼育のため摘葉される。そこで時期を異にして摘葉をおこない、桑葉より枝条および冬芽への貯蔵養分の移行を調節し減少させた場合、摘葉により冬芽の休眠が如何に影響されるかをみた。

#### 実験方法：

化学物質散布区と同一材料のロソウを用い7月19日、8月8日および9月18日摘葉の3区を設け、各時期に生長点および上部4~5葉を残して下部全部を葉柄摘みの方法で摘葉した。なおその後の再発芽はなかった。ただし1), 3)の実験に用いたロソウには夏肥を施さなかった。休眠状態を知る発芽調査は条中



第 9 図 休眠期直前に行われた摘葉が休眠におよぼす影響 (ロソウ, 30°C, 20日処理の脱苞率)

Fig. 9. Effect of leaf-picking performed just before the rest period on the rest (Rosō, Dappō percentage of mulberry buds kept 20 days in 30°C after the sampling)

部だけの冬芽につきおこない、その他の処置は従来通り (第2章) である。

#### 実験結果および考察：

冬芽の 30°C, 10日処理の発芽率 (第8図) は無摘葉区が他の3区に比べてやや早く休眠に入る傾向があることを示し、8月8日摘葉区が休眠解除後、1~2月の冬眠期においても発芽率が低いことが注目される。

つぎに最深休眠期を知るため、30°C, 20日処理の発芽率を第9図に示した。無摘葉区、7月19日摘葉区、8月8日摘葉区、9月18日摘葉区の最深休眠期は、おのおの11月10日、11月10日、11月30日、11月20日で、8月8日摘葉は最深休眠期を遅延せしめ、その後の休眠解除期および冬眠期でも発芽率が低い。8月8日摘葉区に対し、7月19日摘葉区および9月18日摘葉区は休眠に対する摘葉の影響が比較的少ない。この事実は次のように説明できる。7月19日摘葉区のは摘葉の時期から生長停止期 (離層形成期) もほぼ一致する) に当る9月下旬までに50~60日の



期間が存在するため、枝条の伸長生長（再発芽はない）は旺盛におこなわれ、桑葉の同化生産物は枝条ならびに桑芽に充分多量に移行、供給され摘葉をおこなった損失を充分に補償し得るだけの期間が存在するために、摘葉の悪影響が現われなかったと解釈される。また 9 月 18 日摘葉区は離層形成期決定の実験結果より、桑葉の葉柄基部には 9 月下旬すでに離層形成開始がみとめられ、桑葉の同化生産物はすでに大部分枝条内へ移行した時期と推定され（ただ、葉柄の維管束の部分に最後に離層を形成する傾向があるが）、この時期の摘葉は冬芽に対しても著しい影響はおよぼさなかったものと考えられる。一方休眠に対して他の摘葉区より著しい影響をおよぼした 8 月 8 日摘葉区は、その時期ではまだ同化作用旺盛な時期であるが、一方桑葉内の同化生産物はこの時期頃より次第に枝条ならびに冬芽へ移行しはじめる頃と推定され、この時期の摘葉は枝条ならびに冬芽へ貯蔵養分となるべき炭水化物などの同化養分を充分送り得ず、その結果不完全な冬芽の形成がおこり、冬眠期の発芽率を低下させたと考えられる。

このことから桑葉によって生産された同化生産物の枝条および冬芽への不十分な供給は、休眠ならびに冬眠期に対して何らかの影響をおよぼすものと推定され、休眠状態の完全、不完全は翌春の萌芽に影響するものと考えられる。このことからすれば 8 月上旬頃の過度の摘葉は翌春の萌芽ならびに収量に影響することが大と考えられ、実際問題として考慮を要する。

さらに、春の不発芽の問題は不十分な冬芽の形成（荻谷<sup>44</sup>）も認めている）がその原因の一部をなしていると考えられる。また年によって春の萌芽後の新梢の伸長に遅速があるが、このことは萌芽時期の温度に影響されることが大であるが、冬期に充分な低温にさらされなければ春の新梢生長が緩慢で抑制されること、あるいは暖冬のため冬に発芽の徴候をみた場合は春の新梢の生長が著しく悪くなることと考え合わせて、休眠状態の異常に原因があるのではないかと思われる。

摘葉の休眠に対する影響の点からのみ考えれば、7 月摘葉あるいは 9 月下旬以降の摘葉は翌春への影響は比較的少ないものと考えられる。いずれにしても、摘葉によって、休眠を解消、打破あるいは極度に延長するなどの大きな影響を与えることはできなかった。

#### 摘 要

1)  $\alpha$ ・ナフタレン酢酸 (0.02%), マレインサンヒドラジッド (0.1%) および尿素 (0.5%) を休眠導入直前の 8 月下旬～9 月上旬にかけて葉面散布をお

こない、休眠への影響をみた。休眠初期の発芽率は  $\alpha$ ・ナフタレン酢酸およびマレインサンヒドラジッド散布区では、無処理区に比べて低く、発芽抑制の効果がみられ、尿素散布区は高く、やや発芽を促進する。最深休眠期は無処理区に比べて  $\alpha$ ・ナフタレン酢酸散布区は 10 日、尿素散布区は 20 日遅れた。

2) 休眠の各時期に桑条を切断した枝条片を水、 $\beta$ ・インドール酢酸 (IAA),  $\alpha$ ・ナフタレン酢酸 (NAA), 2・3・5-トリヨード安息香酸 (TIBA) の 5 および 50 p.p.m. の溶液に室温で 24 時間浸漬した。5 p.p.m. の場合は NAA を除いて各処理ともほぼ同様な桑芽の発芽率を示したが、NAA は休眠初期において桑芽の発芽を抑制した。50 p.p.m. の場合では水処理を除いて各処理とも桑芽の発芽を抑制した。水処理の場合は無処理（無浸漬）のものよりやや発芽を促進する。

3) 7 月 19 日、8 月 8 日、9 月 18 日の 3 つの異なった時期に生長点および先端 4～5 葉を残して摘葉した場合の休眠への影響をみた。7 月 19 日および 9 月 18 日の摘葉は休眠に対する影響が少ないが、8 月 8 日摘葉は無摘葉に比べて最深休眠期を 20 日遅らせ、さらに冬眠期の発芽を著しく低下させた。

### 第 4 章 桑冬芽の休眠と糖および脂肪との関係

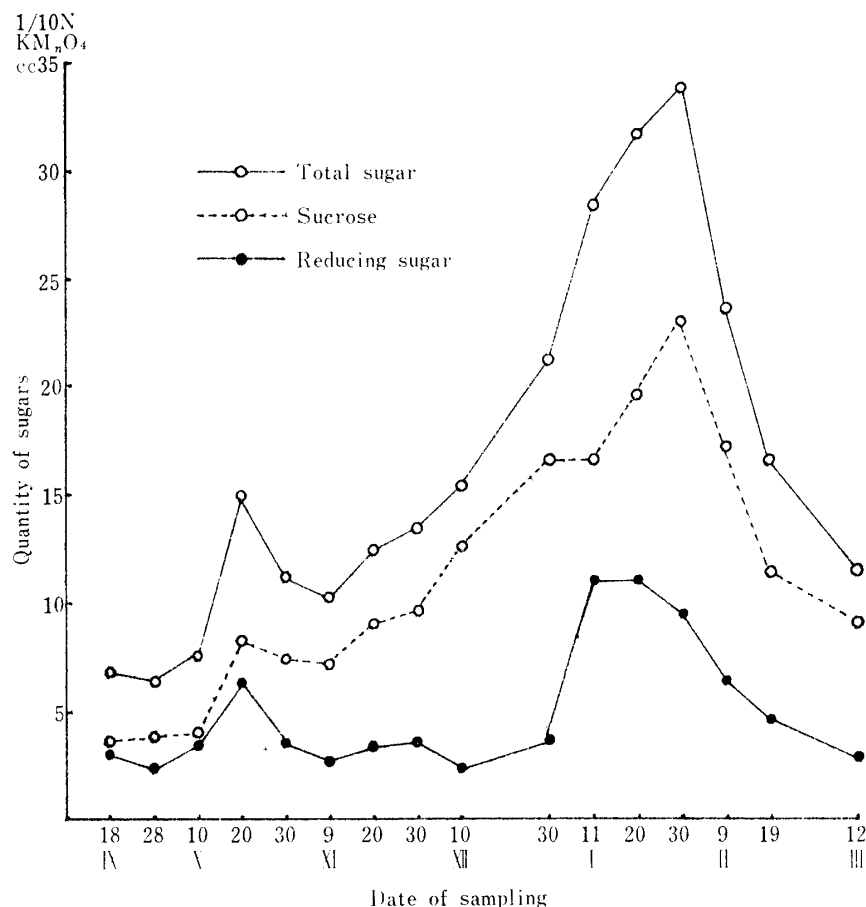
#### 第 1 節 桑冬芽の休眠と糖との関係

GARDNER<sup>29)</sup> はナシの休眠期中に hexose と sucrose が増加することを報告した。SELL and JOHNSTON<sup>68)</sup> は tung の頂芽で、恐らく休眠が破れたであろう冬の終りに糖の急速な減少をみた。また MILLER, GUTHRIE and DENNY<sup>61)</sup> はエチレンクロールヒドリンでバレイショの塊茎の休眠を解除させこの処理後短い間隔でバレイショ内各種物質の変化をみた。彼らは最初すぐに  $\text{CO}_2$  の放出の増加をみ、同時に起こるクエン酸および pH の減少、それにつづくカタラーゼとパオキシダーゼ活性度の増加をみ、後に蔗糖とグルタチオンの増加をみた。

著者は桑樹冬芽の糖が休眠 (rest) と直接関係があるのか、冬眠を含めた広い意味の休眠 (dormancy) と関係するのか、すなわち冬芽の萌芽前の糖の消長を知るために本実験をおこなった。

#### 実験方法：

根刈仕立の収穫一を材料とした。休眠中に桑芽の乾燥粉末 2 g をとり、水 40 cc を加え、30°C 定温器中に 24 時間放置し糖分の抽出をおこない、この処理後濾液 20 cc をとり試験液とした。



第 10 図 休眠期中およびその前後における桑冬芽の糖の変化

Fig. 10. Variation of sugars in mulberry winter buds during, and, before and after the rest-period

この試験液につきベルトランド氏法により還元糖、全糖、蔗糖の定量分析をおこなった。試験液 20 cc にフェーリング氏液 60 cc を加え加熱し 3 分間沸騰させ充分な酸化第一銅の沈澱が起こるように一定時間放置する。酸化第一銅の沈澱を充分落着かせてから、上澄液だけを濾過罎をつけたグラスフィルターに流し込み、吸引濾過する。フラスコ中の酸化第一銅の沈澱物に 50 cc の温水を注ぎ、よくふった後、酸化第一銅を沈降せしめ、上澄液をグラスフィルターを通して濾過罎に流し込む。この操作を 2 回反覆した後、酸化第一銅の沈澱物に酸性第二鉄溶液 20 cc を 3 回注ぎ完全に溶解せしめ、最後に水 20 cc をもってフラスコを洗う。この溶解液はすべて他の清洗した濾過罎に流し込む。この濾過罎にたまった液をそのまま 1/10 N KMNO<sub>4</sub> で滴定し還元糖値を測定した。

また試験液 20 cc に 1/3 N HCl 液 30 cc を加え、煮沸、湯煎を 30 分間おこない加水分解した後急冷却し、その後 NaOH 液で中和し、微酸性となるように

する。フェーリング氏液 100 cc を加え、加熱し 3 分間沸騰させ、酸化第一銅を沈澱せしめる。以下還元糖の場合と同様にして全糖値を測定した。

上記の全糖および還元糖値から次の計算式で蔗糖値を求めた。

$$(\text{全糖値} - \text{還元糖値}) \times 342/360 = \text{蔗糖値}$$

実験結果および考察：

以上の方法により休眠期 (rest) およびその前後の還元糖、全糖、蔗糖を測定した結果 (第 10 図) いずれの糖も休眠の深い時期に当る 10 月 20 日に増量の一つの小さなピークがある。全糖、蔗糖は 11 月 20 日より本格的な高い値を示しはじめ 1 月 30 日頃に大きなピークを示し、以後萌芽期まで減少する。また還元糖は 1 月 11 日、20 日に大きなピークを示し以後萌芽期まで減少する。

このような結果から休眠と糖との関係を考察すると、一応休眠が深い時期に当る 10 月 20 日の測定では、どの糖も増加しているが、大きなピークは休眠期

(rest) が解除された 1 月になってみられる。木本植物においては秋に枝条に蓄積された貯蔵澱粉が晩秋以気温の低下につれて糖類に変化することはよく知られており<sup>73)</sup>、このような体内変化がおこることが植物の耐凍性、耐寒性に大きな役割を果していると考えられる。すなわち温度の低下とともに糖含量は増加し、これが結果的に耐寒性と関連していると思われる。その後広い意味の休眠 (dormancy) が破れ、芽中活動が開始されるようになると糖分が消費されるものと思われる。このようなことから桑芽にみられる糖の増量も耐寒性と関連があるのではないかとと思われる。

なお柏田氏が「桑の炭水化物に関する研究」と題して一連の研究結果を報告<sup>45)~51)</sup>している。すなわち柏田は桑樹の品種一の瀬を使用し 8 月~翌年 4 月にわたって 1~2 カ月の間隔に材料を採取し、その遊離糖の消長をペーパークロマトグラフィで調べた。stachyose, raffinose は 10~11 月に出現し 3~4 月に消失した。sucrose は一年を通じてみられるが、8~9 月、3~4 月に強く 10~11 月に極めて弱く検出された。fructose は sucrose とは逆に 8 月に少なく 10~11 月に多くみられ、3 月には stachyose, raffinose に先立って消失した。11 月は maitose, arabinose, xylose および 2~3 個の未詳点を含む多くの spot が現われたが、この時期は桑樹の栄養生理上の転換期であると考え、と述べている。特殊な糖 stachyose,

raffinose は 10~3 月の桑樹の落葉期から萌芽時までの冬期間の活動停止期にのみ検出されたと述べており、著者も桑樹の芽を用いて追試した結果、同じ時期に同様な糖を検出することができたことと考え合わせて桑樹の休眠期と糖の種類の間に何らかの関連があるものと考えることができる。

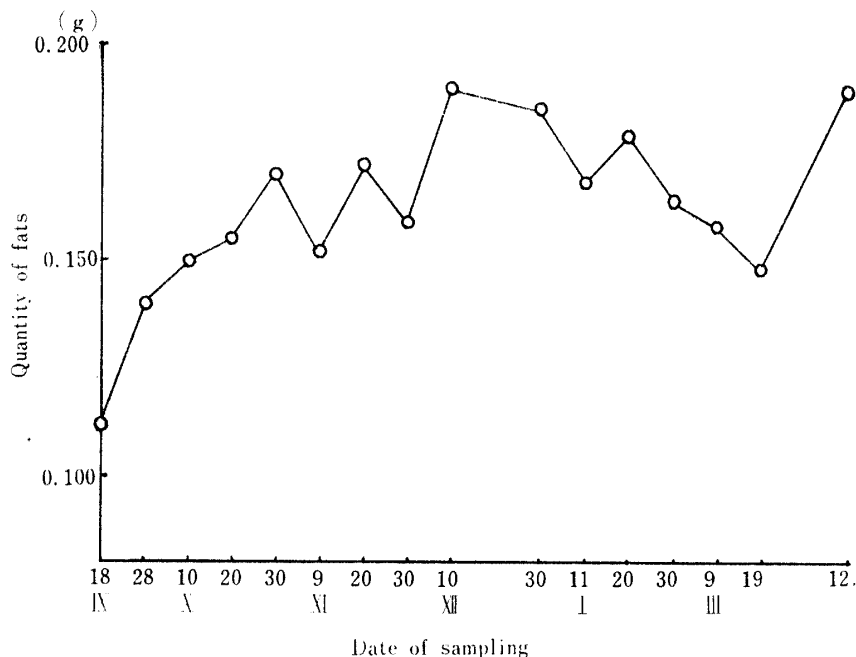
#### 摘 要

休眠期中およびその前後における桑冬芽の還元糖、全糖、蔗糖の含量の変化を測定した結果 3 つの糖は休眠の深い時期に当る 10 月 20 日に増量の一つの小さなピークがある。全糖、蔗糖は 11 月 20 日頃より本格的な高い値を示しはじめ、1 月 30 日に大きなピークを示し以後萌芽期まで減少する。還元糖は 1 月 11~20 日に大きなピークを示し以後萌芽まで減少する。

このような桑冬芽でみられる糖の増量は少なくとも休眠 (rest) と直接的な関連があるとみるよりも、むしろ耐寒性を通じて何らかの関連があるのではないかとと思われる。

#### 第 2 節 桑冬芽の休眠と脂肪との関係

BAHGAT<sup>6)</sup> は休眠が脂肪の加水分解と脂肪酸の蓄積に関係があることに注目した。また SELL and JOHNSTON<sup>68)</sup> は tung の頂芽の恐らく休眠が破れたであろう冬の末期に脂肪成分の消失をみた。本実験においては脂肪が休眠 (rest) と直接的な関係をもつのか、冬



第 11 図 休眠期中およびその前後の桑冬芽の脂肪量の変化

Fig. 11. Variation in quantity of fats in mulberry winter-buds during, and, before and after the rest-period

眠を含めた広い意味の休眠 (dormancy) とも関係があるのかを知るためにおこなった。

#### 実験方法：

根刈仕立、収穫一の桑芽乾燥粉末 2 g をとり、円筒濾紙 (No. 84) に入れ、かるく綿栓し、95°C の乾燥器中で 2 時間乾燥し、冷却し、ソロクスレーで温度 67°C で 16 時間湯煎しつつエーテルで脂肪を抽出した。抽出後エーテルを除いた抽出液を 2 時間 95°C で乾燥し、直ちにデシケーター中で 30 分冷却し秤量をおこなった。第 1 回秤量後は乾燥、冷却を繰り返し、秤量して恒量をだし、その恒量をもって測定値とした。

#### 実験結果および考察

その結果を図に示せば第 11 図の通りである。9 月下旬より脂肪の量は増大し 12 月をピークとして以後漸次減少し、春萌芽前 (3 月中旬) に再び増大している。

クワの枝条や根では冬季に澱粉から脂肪への転換が起こり、この変化は冬期における耐凍性の増大と関係をもつものとみとめられている<sup>72)</sup>。

本実験においても、脂肪の増量は耐凍性と関係があるものと思われ、休眠 (rest) とは直接的な関係がないものと推定できる。

#### 摘 要

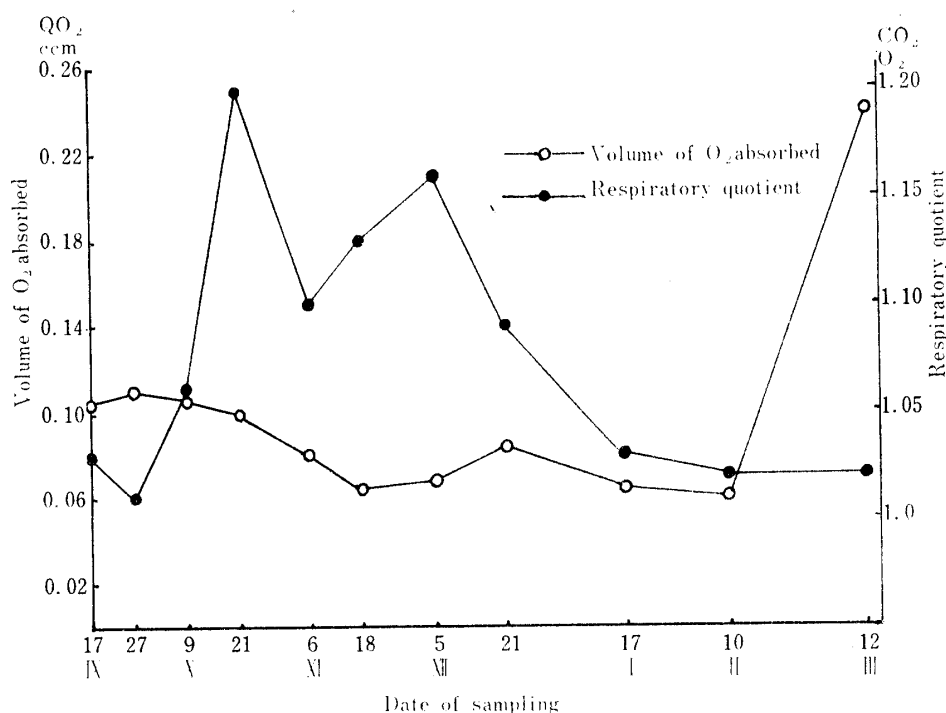
休眠期中およびその前後における桑冬芽の脂肪量の変化を測定した。

その結果脂肪の量は 9 月下旬より増大し、12 月をピークとして以後漸次減少し、春萌芽前 (3 月中旬) に再び増大する。

この脂肪量の増大は休眠 (rest) とは直接的な関係がなく、むしろ耐凍性の増大と関連があるのではないかとと思われる。

### 第 5 章 桑冬芽の休眠と呼吸およびカタラーゼとの関係

MILLER, GUTHRIE and DENNY<sup>61)</sup> はバレイショ塊茎にエチレンクロールヒドリン処理をおこない休眠を打破し、処理後短い間隔でバレイショ内に起こる各種物質の体内変化を調査した。その結果まだ最初に CO<sub>2</sub> の放出量の増加をみ、それと同時にクエン酸と pH の減少、次にカタラーゼ、パオキシダーゼ活性度の増加をみ、その後蔗糖とグルタチオンの蓄積をみた。また TOSHEVIKOVA<sup>76)</sup> は休眠が破れるときに catalase の出現を示した。CHRISTIANSEN and THIMANN<sup>19)</sup> は特殊の場合であるけれども、ある生長抑制物質は呼吸率 (RQ) を上昇させることを発見し、また一方ではイ



第 12 図 休眠期中およびその前後の桑冬芽の呼吸の変化

Fig. 12. Variation of respiration in mulberry winter buds during, before and after the rest-period

インドール酢酸 (IAA) が呼吸率を下げるはたらきがあることを発見した。また POLLOCK<sup>65)</sup> はモミジの芽で休眠の初期に呼吸率 (RQ) の上昇をみ、芽の萌芽が始まると再び低下することを示した。しかし CHAN-THOM<sup>18)</sup> と BAHGAT<sup>6)</sup> は Pollock と反対に休眠中も呼吸率は低く、休眠前後においても一定であったことを示した。

桑樹の冬芽の場合、休眠中の呼吸率が高くなるものか一定であるのか、すなわち CHRISTIANSEN and THIMANN あるいは Pollock と同様な結果がみられるのか、CHAN-THOM や BAHGAT の実験結果を支持するかどうかを知るために呼吸実験をおこなった。

またカタラーゼ活性度が休眠 (rest) と関係をもつものか、広い意味の休眠 (dormancy) が破れ萌芽しはじめるときに増大するかどうかを知るために本実験をおこなった。

実験 1: 呼吸 (桑冬芽の休眠中およびその前後の呼吸量および呼吸率の変化)

実験方法:

桑芽の生量 1 g をとりワールブルグの検圧法で休眠期中およびその前後の酸素吸収量および呼吸率 ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ) を測定した。

酸素吸収量は乾燥 1 mg の可験体が 1 時間に消費する酸素の量を CCm で、すなわち  $\text{QO}_2$  をもって表わした。

実験結果および考察:

その結果 (第 12 図) 酸素の吸収量は 9 月下旬から 11 月中旬頃まで減少し、後ほぼ一定の値を示し、発芽前 (3 月 12 日) に急激に上昇する。

一方呼吸率 (第 12 図) は 9 月下旬頃は  $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$  を示しているが、休眠期中は高い値  $\text{CO}_2/\text{O}_2 > 1$  を示し、休眠 (rest) が解除されるとその値は減少し、 $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$  を示すようになる。

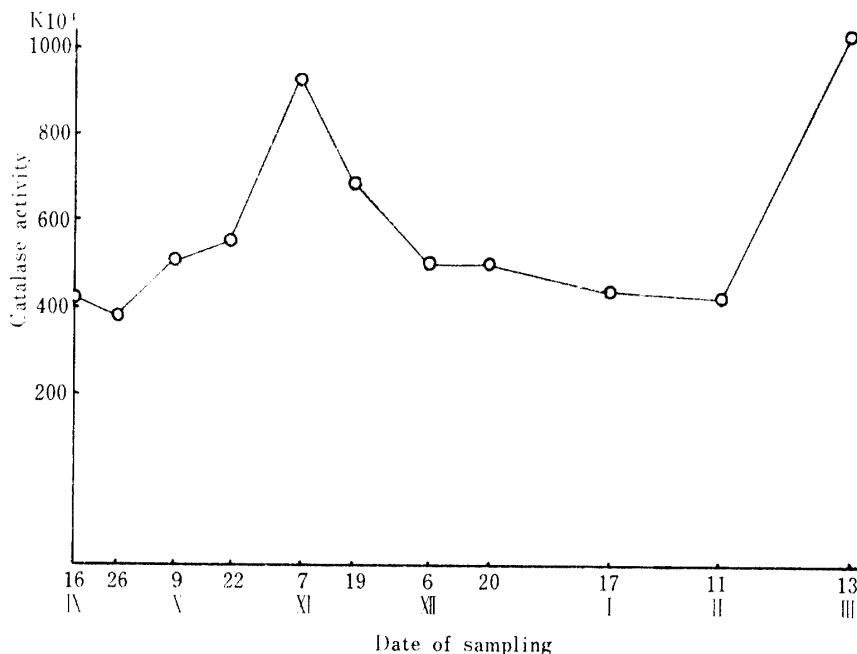
酸素吸収量の 9 月下旬から 11 月中旬にかけての減少は呼吸代謝の不活発さを示しているし、萌芽前の酸素吸収量の急激な上昇は、萌芽活動が芽において活発におこなわれはじめたことを示唆するものと思われる。

また呼吸率 (RQ) が休眠中高い値を示すことは CHRISTIANSEN and THIMANN<sup>19)</sup> と POLLOCK<sup>65)</sup> の結果と同様であった。ある種の生長抑制物質が呼吸率を上昇させるという CHRISTIANSEN and THIMANN の結果をかりれば、後述 (第 6 章) のように桑冬芽においても休眠期中に生長抑制物質が多量に存在することから、この生長抑制物質の存在結果から呼吸率が 1 より高くなったと解釈できる。

実験 2: カタラーゼ (桑冬芽の休眠中およびその前後のカタラーゼ活性度の変化)

実験方法:

測定法は服部の方法<sup>33)</sup> を用いた。



第 13 図 休眠期中およびその前後の桑冬芽のカタラーゼの変化

Fig. 13. Variation of catalase activity in mulberry winter buds during, and, before and after the rest-period

### 実験結果および考察：

カタラーゼ活性度の測定の結果は第13図に示す通りである。11月7日にピークを示し、以後ほぼ一定値を示し発芽前（3月13日）に急激に上昇した。

カタラーゼ活性度は11月7日に一つのピークを示している。この時期は休眠（rest）の深い時期に相当する。一見芽内は不活発にみえる時期であるが、実際芽内においては、ある代謝活動にカタラーゼが関与しているのではないかと推察できる。萌芽前（3月13日）にカタラーゼ活性度が急激に高まるのは、萌芽活動が芽内で活発に開始されたためと推察できる。

### 摘 要

桑冬芽につき休眠期中およびその前後の呼吸（酸素吸収量、呼吸率）およびカタラーゼ活性度を測定した。

酸素吸収量は9月下旬から11月中旬頃まで減少し、後ほぼ一定値を示し、萌芽前（3月12日）に急激に上昇した。

呼吸率は9月下旬頃は  $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$  の値を示すが、休眠期中は高い値  $\text{CO}_2/\text{O}_2 > 1$  を示し、休眠が解除されると、その値は減少し  $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$  を示すようになる。

カタラーゼ活性度は11月7日にピークを示し、以後ほぼ一定値を示し、萌芽前（3月13日）に急激に上昇した。

## 第6章 桑冬芽の休眠期における生長抑制物質および生長促進物質の変化

### 第1節 桑冬芽の休眠期における生長抑制物質

植物の休眠に対し、その体内的原因についてオーキシンの増減の面から研究されたものとして次のようなものがある。AVERY<sup>51)</sup> はリンゴの頂芽には休眠中はオーキシンが見出されないが、発芽の直前にオーキシンが形成されることを見出した。また逆に EGGERT<sup>28)</sup> は休眠中のリンゴの短果枝の花芽（spur buds）中には総オーキシン量が多く、この総オーキシン量は休眠が解除するにつれて減少していくことを報告した。彼

は休眠に対して高濃度のオーキシンが芽の発芽を抑制するという仮説をたてている。

最近になり休眠中に生長抑制物質がみいだされ、これが休眠を起こす原因となることが報告されはじめた。HEMBETG はバレイショ塊茎<sup>34)</sup>や Fraxinus<sup>35)</sup> の頂芽の休眠中に生長抑制物質が存在することをみとめた。そしてその生長抑制物質は休眠の解除とともに消失すると述べている。また HENDERSHOTT ら<sup>39)</sup> はモモの花芽の休眠中に生長抑制物質が存在することをみとめた。この物質はエーテルおよび水に溶けて非常に安定した物質であるとし、インドール酢酸でもなく、その活性からオーキシンよう物質でもないらしいと述べている。

著者は桑の休眠冬芽について HEMBERG<sup>34,35)</sup> や HENDERSHOTT<sup>39)</sup> が報告したような生長抑制物質が存在するか否か、またこのような生長抑制物質が休眠が解除された冬眠期にはどのような変化を示すかについて本実験をおこなった。

樹令2年、根刈仕立、春刈の大島桑（ロソウ型）の冬芽を材料とした。実験方法は HENDERSHOTT ら<sup>39)</sup> の変法を用いた。各時期に採取した条中部の冬芽を乳鉢で粉碎し、これから1gをとり、これに精製したエーテル 30 cc を加え、5°C で24時間抽出した。抽出後エーテルを減圧下で除き、残渣にメタノール 20 cc を加え、同量の石油エーテルで3回洗い精製した。

この場合石油エーテル層には脂肪、葉緑素の一部などが含まれ、メタノール層には生長抑制物質が含まれる。上記のメタノールを減圧下で除き、残渣に水 10 cc を加え 5°C、24時間溶出し試験液とし、その 0.5~2 cc を 10 p.p.m. インドール酢酸カリ（IAAK）、2% 蔗糖液、水に加え、次のような組成をもつアベナ・テスト用試験液A（対照）、B、C、Dを用意した（第2表）。

上記のアベナ・テスト用試験液組成 9 cc のうち、2 cc をとりアベナ・テスト用試験液として、50 cc のフラスコに入れた。燕麦は3時間水に浸漬後、水を加

第2表 アベナ・テスト用試験液の組成  
Table 2. Composition of Avena-test solution

Avena-test solution	A Control	B	C	D
10 ppm IAAK	2cc	2	2	2
2% sucrose solution	5cc	5	5	5
H <sub>2</sub> O	2cc	1.5	1	0
Test solution	0cc	0.5	1	2

えた濾紙上で 24 時間催芽処理をなし、シリンダーに入った石英砂上で 36 時間伸長させ、そのうち鞘葉が 2.5~3 cm に伸長したものを選び、その先端部 3 mm を除去し、その下 4 mm を材料とした。4 mm の鞘葉切片を前記の試験液が入った 50 cc のフラスコに 10 本入れ、1 分間 1 回転の回転機<sup>84)</sup> にかける伸長テストをおこなった。24 時間後、拡大鏡下で鞘葉の伸長を測定した。アベナ・テストの操作はすべて 25°C、2 燭

光、赤色光下でおこなった。

実験結果および考察：

桑樹冬芽の休眠は 10 月中旬から 11 月にかけて深い休眠となり 12 月中旬頃から休眠は次第に解除しはじめ、いわゆる冬眠になることがわかっている。

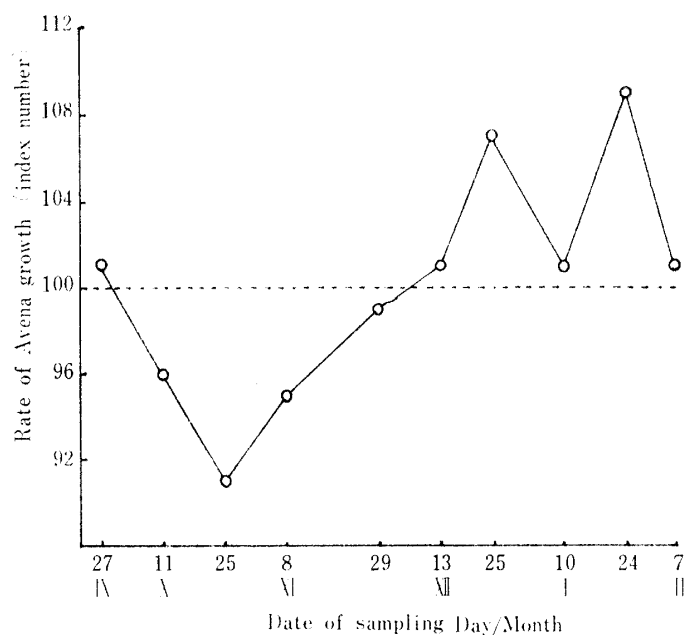
第 3 表および第 14 図に示す通り試験液 0.5 cc (B) の休眠期中および休眠解除後の生長抑制物質の変化をみると、明らかに休眠が深い時期すなわち 10 月中旬

第 3 表 休眠期中およびその前後の冬芽の抽出液の生長抑制作用の変化

Table 3. Variation of growth inhibitory action in the extraction of winter buds during, and, before and after the rest-period

Avena test sampling	A	B	C	D
Date of sampling				
9. 27	100*	101	101	94
10. 11	100	96	92	89
10. 25	100	91	88	88
11. 8	100	95	92	90
11. 29	100	99	99	94
12. 13	100	101	100	—
12. 25	100	107	100	108
1. 10	100	101	97	104
1. 24	100	109	95	99
2. 7	100	101	96	104

Rate of Avena growth was indicated with index number regarding the control (test solution Occ) as 100.



第 14 図 アベナ・テストによる試験液 0.5cc の場合の冬芽の休眠期中およびその前後の生長抑制作用の変化

Fig. 14. Variation of growth inhibitory action in winter-buds during, and, before and after the period. The inhibitory activity was examined with Avena test using 0.5cc of the test solution.

から11月下旬までは生長抑制物質が多量に含まれており、鞘葉の伸長を抑制する効果大きい。すなわち IAAK の生長促進効果を打消す生長抑制物質が休眠中の冬芽内に多量に存在することがわかる。休眠が解除しはじめる12月中旬頃から生長抑制物質は量的に少なくなり、生長促進作用が大きくなると考えられる。試験液1cc(C)、および2cc(D)の場合も休眠が深い時期にアベナに対する抑制作用が大きいことは0.5cc(B)の場合と同様である。

以上の結果から休眠の深い時期には生長抑制物質が冬芽に多量存在し、休眠が解除しはじめると生長抑制物質の量が減少する結果が得られた。この結果は HEMBERG<sup>34)35)</sup> および HENDERSHOTT<sup>39)</sup> の報告におけると同様、桑樹の休眠芽にも生長抑制物質が存在することが判明した。

#### 摘 要

休眠期およびその前後における桑樹冬芽のエーテル抽出による生長抑制物質の量的変化を、アベナ・テストにより測定した。

休眠の深い10月中旬から11月下旬までは、生長抑制物質が多量に存在し、休眠が解除しはじめる12月中旬頃から生長抑制物質の量が少なくなる。

### 第2節 桑冬芽の休眠期におけるエーテル抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化およびエーテルリッヒ呈色反応

第6章第1節において休眠中の桑冬芽には生長抑制物質が多量に含まれていて、この物質が休眠中の冬芽の発芽を抑制していることがわかった。またその生長抑制物質は休眠の解除(冬眠に入る)とともに減少することがみとめられた。

HEMBERG<sup>34)35)36)</sup> はバレイショ塊茎の周皮(peel)のエーテル抽出物について、パーパークロマトグラフィーを適用し、休眠中に acidic inhibitor が存在し、休眠が破れて発芽が促進されると、この acidic inhibitor は消失することを示し、この acidic inhibitor は BENNET-CLARK and KEFFORD<sup>7)</sup> に従って inhibitor- $\beta$  とすることを報告した(isopropanol-ammonia-water で Rf 0.4~0.7)。

また BLOMMAERT<sup>11)</sup> と VARGA and FERENCZY<sup>79)81)</sup> は休眠バレイショの周皮に酸性の生長抑制物質が生ずることを報告し、同じくこれを inhibitor- $\beta$  とした。彼はまたモモの休眠芽に acidic inhibitor が多量に存在することをみとめ、クロマトグラフィーの結果 inhibitor- $\beta$  と報告した。

この節ではパーパークロマトグラフィー上昇法を用

いて生長抑制物質、生長促進物質を分離し、主として生長抑制物質の Rf 値を決定し、この生長抑制物質が HEMBERG らがいうバレイショなどでみられる inhibitor- $\beta$  と同様であるか否かを調査し、また休眠期中およびその前後において生長抑制物質、生長促進物質が量的に如何に変化するかにつき研究した結果および生長物質のエーテルリッヒ呈色反応を調べ生長物質のインドール反応をたしかめたことにつき報告する。

#### 実験1 桑冬芽の休眠期における、エーテル抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化

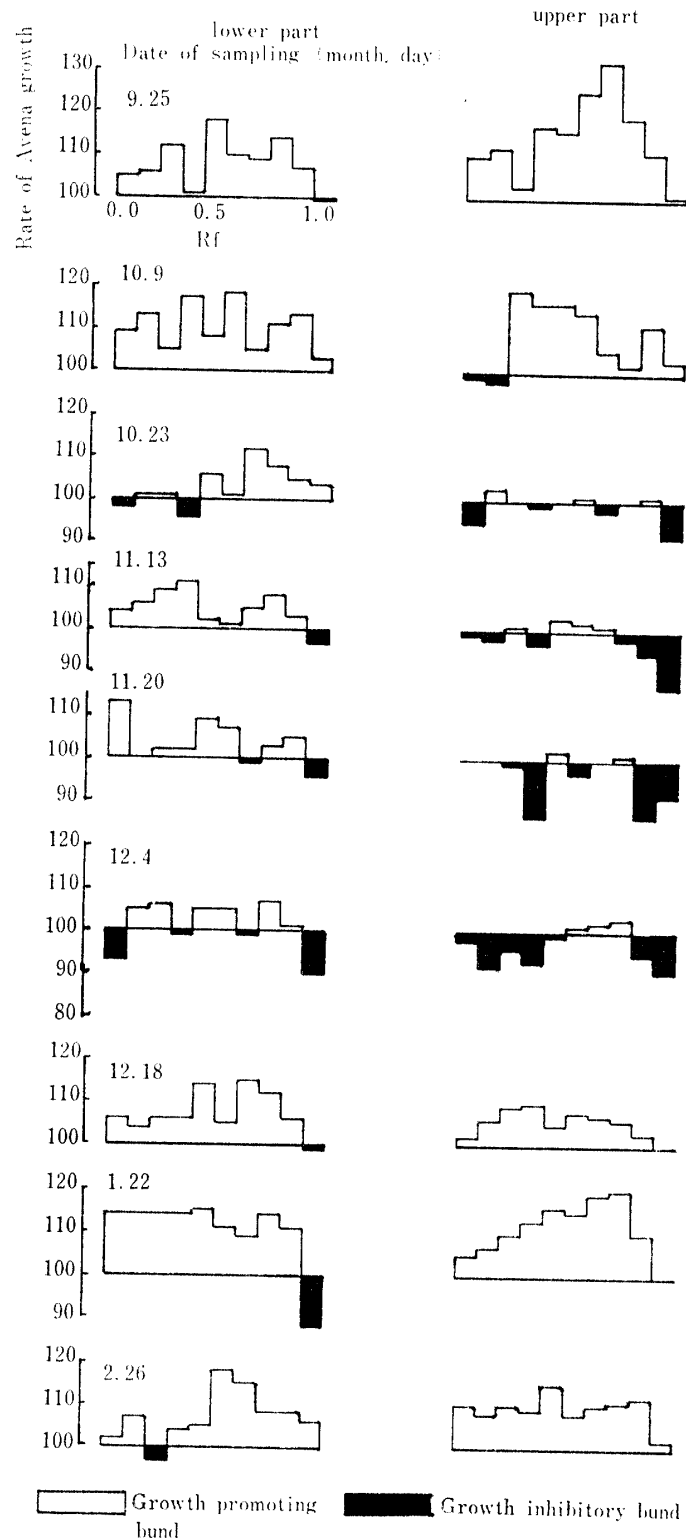
##### 実験方法:

根刈仕立、春刈の収穫一を用い1961年9月25日から1962年2月26日まで各時期に冬芽4gを採取した。冬芽は乳鉢で粉碎し、フラスコに入れ、精製されたエーテル60ccを加え0°Cで24時間抽出した。抽出後エーテルをとり、さらに40°Cのエーテルで残渣を洗った。両エーテル抽出液は一緒に減圧下(40°C)でエーテルを除去した。残渣にメタノール20ccを加え、メタノール液は石油エーテル20ccで3回洗い、脂肪、葉緑素の一部などを除いた。生長抑制、生長促進の両物質を含むメタノール液はメタノールだけ減圧下で除き、残渣に少量のエーテルを加えパーパークロマトグラムのスポット液とした。東洋漏紙 No. 50 を使用し、展開溶媒 isopropanol : ammonia : H<sub>2</sub>O (8 : 1 : 1 v/v) で25cmまで展開したとき取り出し、風乾し、原点を除き、残りを2分して上部と下部とに分けて<sup>84)</sup>、おのおのを細かく切り、エーテル30ccで溶出した。おのおのエーテルは減圧下で除き、残渣に少量のエーテルを加えて再びクロマトグラムのスポット液とした。展開剤は前記同様 ammoniacal isopropanol で、25cmまで展開した。展開したクロマトグラムは風乾し、上部、下部ともおのおの10等分し2%蔗糖液5ccで溶出した。この溶出液のうち2ccをアベナ・テスト用試験液とした。第1節同様にして調製されたアベナ4mm子葉鞘切片10個をこの試験液に入れ、25°C、24時間後10個の子葉鞘切片の伸長を測定し、生長促進物質と生長抑制物質を決定した。

##### 実験結果および考察:

各時期のアベナ伸長度を比較した第15図により、全体的にみて上部に主として生長抑制物質が存在し、下部には主として生長促進物質がみられる。9月25日および10月9日に測定したヒストグラムをみると、上部、下部ともに生長促進作用が強くなり、生長抑制物質が量的に著しく少なく抑制の効果がみとめ





第 15 図 休眠期およびその前後の桑冬芽の生長物質のアベナ伸長度のヒストグラム

Fig. 15. Histogram for action of growth substances in winter buds during, and, before and after the rest period, indicated by the rate of Avena growth

られない。次に休眠の深い時期の 10 月 23 日～11 月 20 日までは上部に著しい抑制効果がみられ、休眠の深

い時期には生長抑制物質が冬芽に多量に含まれていることがわかる。しかし下部には 9 月 25 日、10 月 9 日

に比べてやや減少しているが生長促進作用が残存している。上部の生長抑制物質が大きく現われているところの  $R_f$  値は主として 0.9~1.0 (後述の実験参照) である。12月4日はまだ上部の生長抑制物質の量が多いが、休眠の解除がかなり進んできた 12月18日には上部の生長抑制物質は量的に少なくなり、抑制効果がみられず生長促進作用のみとなり、強く生長促進作用が現われてくる。また休眠 (rest) が完全に解除された 1月22日および 2月26日では生長抑制物質による抑制効果はみられず、(ただ 1月22日のペーパークロマトグラム下部の  $R_f$  値 1.0 に抑制効果がみられるが) 生長促進作用が著しく大きくなることがみとめられる。

以上の結果から休眠が深い時期の桑冬芽には生長抑制物質が増加し多量に存在することがみとめられた。またその生長抑制物質は休眠の解除と密接な関係を持ち、休眠が破れはじめると量的に少なくなり、生長促進作用が大きくなることが示された。このような結果は第1節の休眠期中は冬芽内に生長抑制物質が多量に存在し、休眠解除とともに生長抑制物質が減少し生長促進作用が大きくなる結果をさらに再確認したものである。

なおこの実験では (11月20日, 12月4日のペーパークロマトグラムの上部の方の低い  $R_f$  値に抑制作用がみられたが) HEMBERG<sup>12)13)53)</sup> のいう inhibitor- $\beta$  に相当する生長抑制物質はみとめられず、東洋濾紙 No. 50 を使用して isopropanol-ammonia- $H_2O$  (8:1:1 v/v) の展開溶媒で  $R_f$  0.9~1.0 に生長抑制物質が示された。この新しい生長抑制物質が桑樹の休眠芽にみとめられ、これが休眠 (rest) を大きく左右する物質ではないかと思われる。

また HEMBERG<sup>38)</sup> はバレイショの休眠中あるいは休

眠解除後の生長促進物質の変化はみられなかったと報告している。著者のおこなった実験においてもエーテル可溶の生長促進物質は休眠中もかなり存在している。ただ休眠前後に比較すればアベナに対する生長促進作用はやや低下していることがみとめられた。

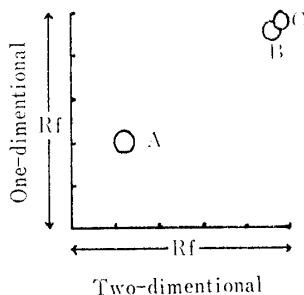
#### 実験2 桑冬芽の休眠期中における生長抑制物質および生長促進物質のエールリッヒ呈色反応

##### 実験方法:

根刈仕立、春刈の大島桑 (ロソウ型) の休眠期中の冬芽 10 g をエチルエーテル 60 cc で実験1と同様の抽出精製をおこない、その残渣に 0.5 cc のエチルエーテルを加えて、東洋濾紙 No. 50, 5×25 cm の原線に数回点着し、展開溶媒 ammoniacal isopropanol (8:1:1 v/v), water, 水飽和 n-hexane で 25 cm 展開した。この展開は冬芽に含まれている色素などを除き、完全なクロマトグラムを作るための精製手段としておこなった。展開し、風乾後、原線部 (0.2 cm 幅) を切除し、展開部は小さく切り、50 cc のエチルエーテルで 24 時間溶出した。溶出液のエチルエーテルを減圧下で除き、その残渣に 0.5 cc のエチルエーテルを加え、前記の濾紙 25×25 cm の原点に新たに数回点着し、2次元ペーパークロマトグラフィーをおこなった。展開溶媒は1次元 ammoniacal ethanol (75:5:25 v/v), 水飽和 n-hexane, water, 2次元 ammoniacal isopropanol を使用した。展開、風乾後クロマトグラムにエールリッヒ試薬 (2 g-dimethylaminobenzaldehyde in 20 ml HCl+80 ml ethanol) を噴霧し、インドール反応を調べた。また試薬が乾いた後、50°C に 5 分間おき反応を促進した。

##### 実験結果および考察:

休眠期の冬芽に存在する生長物質でエールリッヒ試薬に呈色反応を示すものとして、A, B, C (第16



第16図 休眠期冬芽の生長物質のエールリッヒ試薬による呈色反応

Fig. 16. Color reaction of growth substances in winter-buds during the rest period with Ehrlich's reagent

Developmental solvent: One-dimentional→ammoniacal ethanol  
Two-dimentional→ammoniacal isopropanol

図)が認められた。A, B は blue, C は時期的に変化して yellow から pink の呈色であった。A は9月中旬には呈色反応が弱く、10~12月是最も強く反応し、量的にも増加する。冬眠期には反応が弱まり、3月には展開溶媒 ammoniacal isopropanol, ammoniacal ethanol の2次元法で消失する。

1次元 n-hexane saturated with water, 2次元 ammoniacal isopropanol の展開溶媒でわずかにみとめられた。Bは休眠期中強く反応し、時期的な差はみとめられなかった。Cは休眠期以前には yellow の呈色を示し、休眠が進行するにしたがって、pink を呈し、量的にも増加する。また休眠が解除するにしたがって pink から yellow へと再び呈色反応が変り、生長期には yellow となり量的にも減少する。溶媒 ammoniacal isopropanol の1次元上昇法における Rf 値は A : 0.2~0.3, B : 0.8~1.0, C : 0.9~1.0 であった。Rf 値、呈色、アベナ・テストなどからして A はインドール酢酸 (IAA), B は中性の生長促進物質と思われる。C はアベナ・テストの結果、生長抑制物質であり、yellow では生長抑制作用は弱く、pink のとき強く、休眠の深度と関係ある物質すなわち休眠を左右する生長抑制物質と思われる。A は休眠期中に強く呈色反応を示すが、アベナ・テストの結果、休眠中はアベナに対する生長促進作用の活性は強くなく、休眠前および休眠解除後の呈色反応が弱い場合に、かえってアベナに対する生長促進作用が大きくなり、量的減少にともなう生長促進作用が大きくなる結果がえられた。第1節でみとめられた休眠を左右すると考えられる生長抑制物質はインドール反応 (C) を示し、インドールを含む物質であることがたしかめられた。また IAA はインドール呈色反応が強いときに促進作用が少ないのは、IAA が蛋白などと結合して不活性な状態になっているものと推察され、呈色反応が弱いときにかえって促進作用が大きいの、IAA がよく活性化された状態になっているものと思われる。

#### 摘 要

1) 桑冬芽をエーテル抽出し、休眠期中(休眠期および冬眠期)のエーテル可溶の生長抑制物質および生長促進物質の変化をペーパークロマトグラフィーにより分離した。その結果休眠 (rest) の深い時期には生長抑制物質が冬芽内に多量に含まれ、その抑制物質の量は休眠解除とともに減少する。なお生長抑制物質は isopropanol : ammonia : H<sub>2</sub>O (8 : 1 : 1 v/v) の展開溶媒で主として、Rf 0.9~1.0 に存在する。

2) 休眠した桑冬芽のエーテル抽出液につき、ペーパークロマトグラフィーを適用し、エールリッヒ試薬により生長物質のインドール反応を調査した。第16図に示した通り2次元展開でエールリッヒ試薬により A (blue), B (blue), C (yellow-pink) の3つのインドール呈色反応を示した。展開溶媒 ammoniacal isopropanol による1次元の Rf 値は A : (0.2~0.3), B : (0.8~1.0), C : (0.9~1.0) であった。Rf 値、呈色、アベナ・テストから A はインドール酢酸、B は中性の生長促進物質、C は生長抑制物質であった。

#### 第3節 桑冬芽の休眠期における水抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化

第6章第1, 2節において桑休眠芽のエーテル抽出液中には生長抑制物質が増加して多量に含まれており、この生長抑制物質の量は休眠解除に従って減少し、生長促進作用が増大してくることがわかった。

この節では休眠中および休眠解除後の桑冬芽につき水抽出をおこない、それを acidic, neutral, n-hexane の3つの fraction にわけ、おのおのにつきペーパークロマトグラフィーを適用し、アベナ・テストをおこない、生長抑制物質と生長促進作用の変化を研究した。

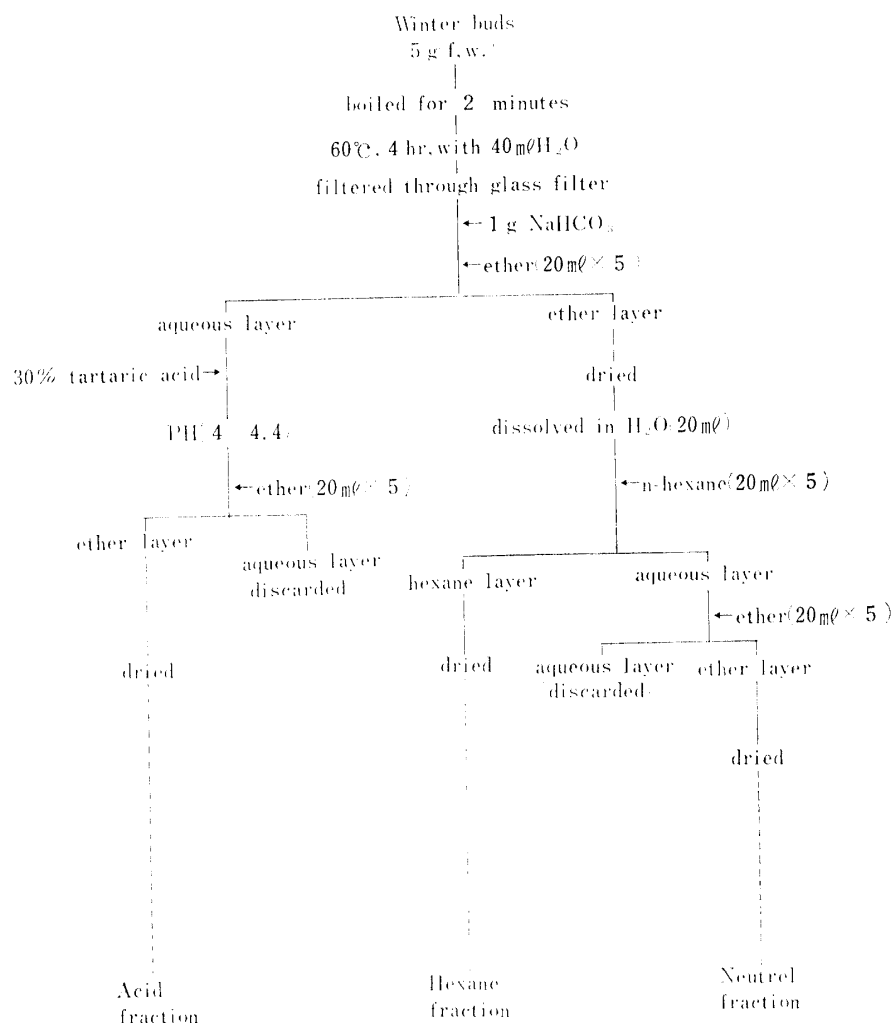
#### 実験方法:

根刈仕立、春刈、大島桑(ロソウ型)の冬芽 5g (生量) をとり、乳鉢で粉碎し、これに微量の水を加えて2分間沸騰し酵素を殺した。その後蒸留水 40 cc をこの沸騰した材料に加え、60°C で4時間水抽出をおこなった。その水抽出液はガラスフィルターを通して濾過した。以後第4表に示す通りの方法で acidic, neutral, hexane の3つの fraction にわけた。この方法は MITSUHASHI<sup>62)</sup> が用いた方法を適用したものである。

これらの3つの fraction に対しペーパークロマトグラフィーを適用した。すなわち各分離液は東洋濾紙 No. 50 の 3 cm 幅のものの原線に点着し、展開溶媒 ammoniacal isopropanol で 25 cm まで展開した。各濾紙は風乾後 10 等分し、おのおのは 2% 蔗糖液 5 cc で溶出した。この溶出液のうち 2 cc をとりアベナ・テスト用試験液とした。第1節と同様にして調製したアベナ子葉鞘の 4 mm 切片をおのおの 10 個宛試験液に入れ、25°C, 24 時間後 10 個のアベナ子葉鞘につき、伸長を測定し、生長促進物質と生長抑制物質を決定した。

実験結果および考察:

第 4 表 Extraction and fractionation of the growth substances in mulberry winter-buds



acidic, neutral, hexane の3つの fraction のアベナ伸長度の比較をヒストグラムで表わしたものが第17図である。

休眠導入期と考えられる 9月26日の結果は acidic fraction に Rf 0.6~0.8 と Rf 1.0 の2つの生長抑制物質が存在することが認められる。また neutral, hexane fraction にも Rf 1.0 の抑制作用がみられる。しかしまだかなりの生長促進作用が hexane fraction にみられる。

休眠が深い 10月18日になると acidic, neutral, hexane fraction ともに大きな抑制作用のみがみられ、生長促進作用はみられない。この時期には生長抑制物質が多量に冬芽内に含まれていることを知ることができる。

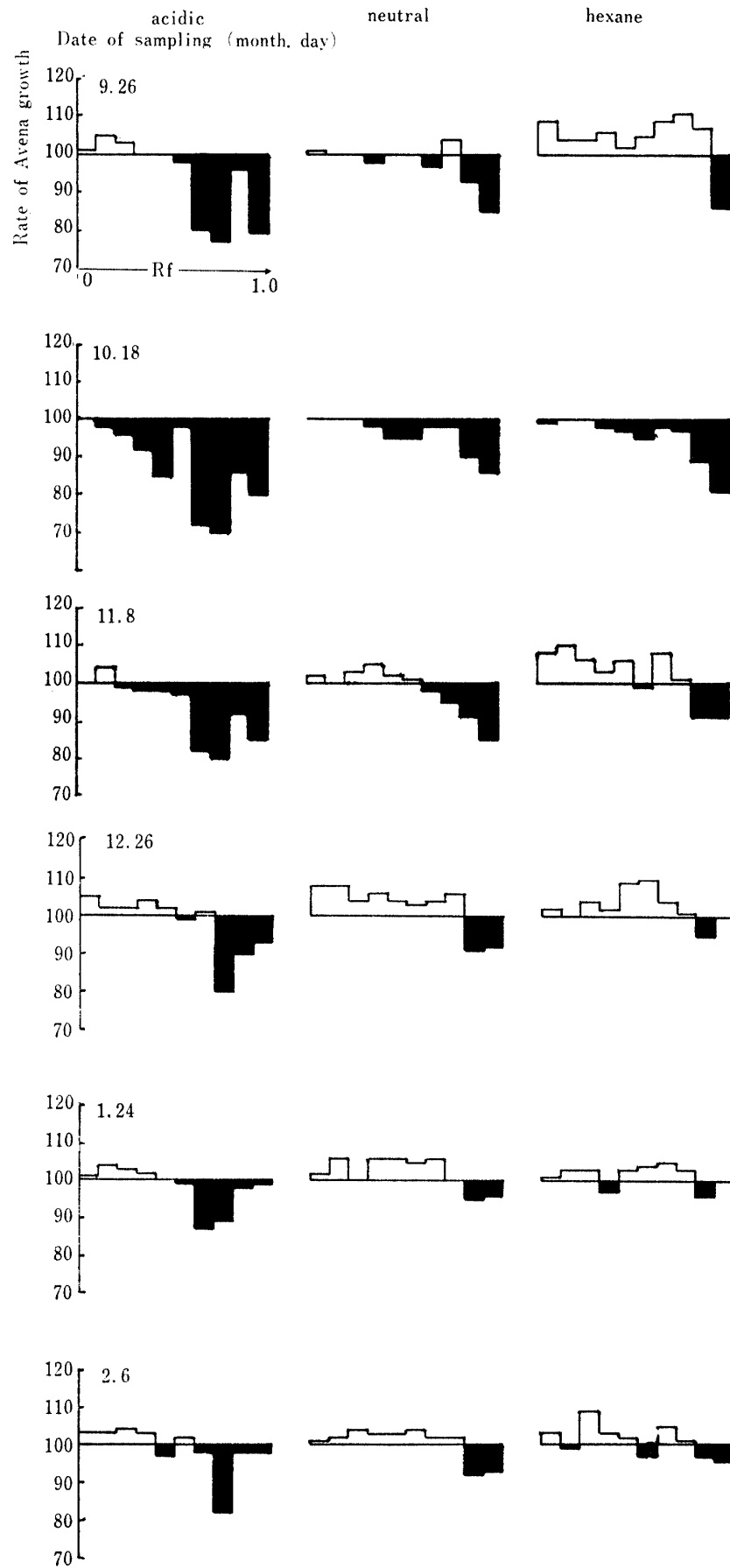
11月8日の時期は休眠が深い時期ではあるが、10月18日に比べれば僅かながら休眠解除の方向に向っていると考えられる時期である。この場合、生長抑制

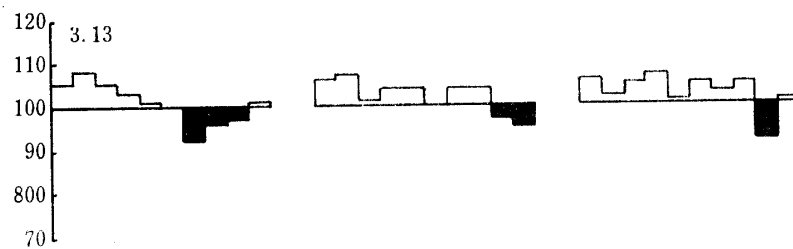
作用は強いのであるが、促進作用のなかった 10月18日に比べて促進作用が僅かではあるがみられるようになる。

12月26日の時期は休眠の解除がかなり進んでいる時期である。この時期は acidic, neutral, hexane fraction とも生長促進作用が大きくなる。また Rf 0.9~1.0 の生長抑制作用はかなり小さくなっている。しかし acidic fraction の Rf 0.6~0.8 の抑制作用はあまり減少しておらず、休眠 (rest) が解除されても、この生長抑制物質は残存している。

休眠が完全に解除されたと思われる 1月24日、2月6日、3月13日の場合、acidic, neutral, hexane の3つの fraction とも Rf 0.9~1.0 の抑制作用が小さく促進作用が大きいくことがわかる。acidic fraction の Rf 0.6~0.8 の抑制作用は3月13日の萌芽前になると弱まる。

以上の結果から、休眠中および冬眠中の冬芽内生長





第 17 図 桑冬芽の休眠期およびその前後における水抽出による生長抑制物質と生長促進物質の変化のヒストグラム

Fig. 17. Histogram of variation in growth-inhibiting and growth-promoting substances contained in water extraction of winter-buds during, and, before and after the rest-period

物質を水抽出した場合の結果を総合すると、休眠の初期には冬芽内に生長抑制物質と生長促進物質が混在しているが、休眠が最も深い時期には生長抑制作用のみとなり、生長促進作用は全然みられなくなる。休眠が解除しはじめると生長抑制物質 (Rf 0.9~1.0) の量は減少し促進作用が次第に大きくなっていくことが認められる。ただ acidic fraction の Rf 0.6~0.8 の生長抑制物質は休眠中および休眠解除後の冬眠期においてもかなり強く存在し、せまい意味の休眠 (rest) と直接の関係はうすいと思われ、この生長抑制物質は萌芽前に減少することから萌芽と関係がある物質ではないかと思われる。

#### 摘 要

休眠期中および休眠解除後の冬眠期の桑冬芽につき水抽出をおこない、acidic, neutral, n-hexane の 3 つの fraction にわけ、おのおのにつきペーパークロマトグラフィーを適用し、アベナ伸長テストをおこない、生長抑制物質と生長促進作用の変化を研究した。

その結果休眠の深い時期には冬芽内の生長促進物質の活性化すなわちアベナの伸長を促進することはみとめられず、生長抑制物質が冬芽内に多量に含まれていることがわかった。休眠解除にともない生長抑制物質 Rf 0.9~1.0 の量が減少し、生長促進物質が活性化してアベナの伸長を促進することがみとめられた。

またエーテル抽出液ではみとめられなかったが、水抽出の場合展開溶媒 ammoniacal isopropanol で acidic fraction に新たに Rf 0.6~0.8 の生長抑制物質が認められた。この物質は冬芽の休眠 (rest) 中にも多量存在するが、休眠が解除された冬眠期においても減少せず、生長抑制作用がかなり強く残っている。この物質は萌芽前に減少することから、休眠 (rest) と直接の関連があるよりも、萌芽と関連がある物質ではないかと思われる。

#### 第 7 章 桑冬芽の休眠打破

第 6 章で桑冬芽の休眠生理が植物ホルモン学的にはほぼ解明されたので、この章ではさらに進んで休眠化阻止あるいは休眠打破の問題につき述べる。

今日まで、休眠化阻止、休眠打破の問題について次のような報告がある。ジベレリンが木の芽の休眠を打破することは多くの人々<sup>3)14)16)20)21)25)56)85)</sup>によって知られている。またある場合には生長中の植物へのジベレリン処理は、休眠の開始をおくらせ、あるいは阻止するのに有効である<sup>10)53)55)63)74)</sup>。塚本ら<sup>77)</sup>はジベレリン処理により、バレイショの休眠を打破しうることを報告している。しかし、すべての植物に対してジベレリン処理は有効であるとはいえない。いくらかの本木植物に対してジベレリン処理は休眠を終わらせる効果をもたない<sup>59)</sup>。Toxodium distichum の木への秋期のジベレリン噴霧は無処理の木の休眠開始よりも、より早く休眠へ入らせる<sup>15)</sup>。ある植物においては、ジベレリン処理により芽の休眠期が延長する報告もある<sup>2)64)86)</sup>。GUTHRIE<sup>30)</sup>はエチレンクロールヒドリン、エチルアルコール、アセトアルデヒドなどの休眠打破効果はグルタチオンの合成を刺激するためだと報告した。これらの化学物質の休眠打破の特性はグルタチオンの合成によるのかも知れない。実際にグルタチオンそのものはナシやリンゴなどの芽の休眠を打破する効果がある。THORNTON<sup>75)</sup>はエチレンクロールヒドリンと thourea は強い antioxidants であり、この芽内の無酸素状態が休眠打破に効果があるとした。BAHGAT<sup>6)</sup>はナシの枝から酸素を除くことが休眠を解除するのに効果的であると述べた。さらに彼は処理した枝の中にアセトアルデヒドとエチルアルコールの存在をたしかめ、この両者の複合物、とくにアセトアルデヒドがナシの芽の休眠をめざめさせることを述

べた。また分子間呼吸の生産物の蓄積をひきおこすところの、シアン化物が休眠を打破させる有効物質である<sup>87)</sup>。また CURTIS<sup>24)</sup>は無酸素状態を作り出すことにより芽を休眠に導入させた。また ATP の合成を阻止するところの dinitrophenol も休眠打破物質である<sup>57)</sup>。WEINBERGER<sup>88)</sup>と GUTHRIE<sup>31)</sup>は多くのフェノール化合物中、いくらかのものがモモの休眠を破ることを示した。CHANDLER ら<sup>17)</sup>は多くの木本や灌木に対し dinitro cyclohexylphenol の休眠打破効果を示した。SAMISH<sup>66)</sup>はリングと西洋スモモに対し dinitrocresol が休眠打破効果があることを研究した。

著者はジベレリン、水、低温、CO<sub>2</sub> 処理が休眠化阻止あるいは休眠打破に有効であるかを調査し、また水、低温、CO<sub>2</sub> 処理して実際に休眠を打破した場合、休眠を支配すると考えられる生長抑制物質および生長促進作用が如何に変化するかにつき研究し、生長抑制物質と生長促進作用の消長が、どのように休眠と関連が深いかを追究した。

#### 第1節 ジベレリンが桑冬芽の休眠打破におよぼす影響

ジベレリンが多くの植物の休眠化阻止、あるいは休眠打破に有効であることは VEGIS<sup>83)</sup>が綜説として報告している。著者ら<sup>89)</sup>はさきに「ジベレリンによる桑樹の休眠打破について」と題して蚕糸学会に発表した。また桑樹に対しては最近、本多ら<sup>43)</sup>が同じく「桑樹の休眠現象とジベレリン」と題して発表している。著者らおよび本多らの実験から桑樹についても、ジベレリンが休眠化を阻止し、また休眠を打破することがわかった。ここではジベレリン処理の際、実際圃場で葉面散布した場合と、実験室内で浸漬をおこなった場合の結果につき述べる。

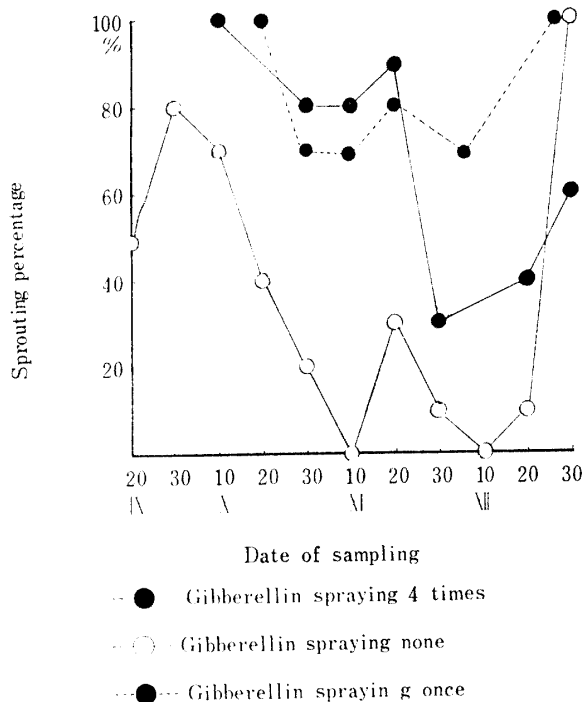
##### 実験1 圃場においてジベレリンを葉面散布した場合の桑冬芽の休眠

###### 実験方法：

植付3年目、根刈仕立のロソウに対し、ジベレリン 10 p.p.m. を 1958年9月8日より10月8日まで10日ごとに、4回葉面散布した。また1回(10月10日散布)処理区を設けた。処理区は各時期に上部と中部の2部に分け、鉢に10本ずつ挿入して 30°C 定温器に入れて休眠状態を調査した。調査方法は第2章と同様である。

###### 実験結果および考察：

圃場に栽培されている桑にジベレリンの葉面散布をおこなった場合、第18図にみられるように対照区は10月下旬から12月中旬まで深い休眠に入り、発芽率



第18図 ジベレリン散布後 30°C 10日処理の脱苞率(条中部)

Fig. 18. Dappō percentage of winter buds treated for 10 days with 30°C after gibberellin-spraying (the middle part of wattle)

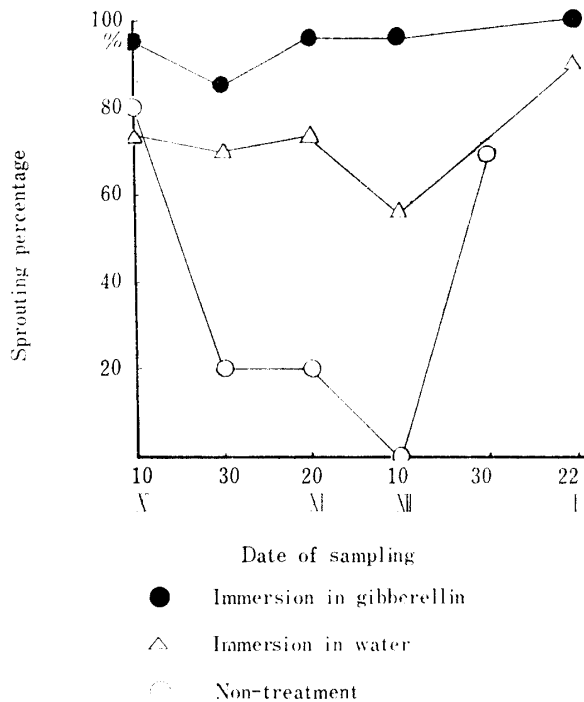
が低いのにに対し、ジベレリン処理区は70%以上の発芽率を示し、(ただジベレリン4回散布の11月30日、12月20日が低い発芽率を示しているが)ほとんど休眠化が阻止されることが認められた。

実験1を考察すると、一般に桑は9月下旬になると生長を停止し、その後いわゆる休眠期に入る。このため生長点附近の稚蚕用の良質な軟葉はえられなくなる。そこで人工的に休眠化阻止をおこない稚蚕用桑をうることが問題になってくる。これに対してジベレリン処理が有効であることがわかった。濃度は10 p.p.m. で充分で葉面散布で葉面散布回数は4回で有効であるが、1回でも有効である結果がえられた。処理日は9月上旬から10月上旬が有効のように思われる。

##### 実験2 実験室内でジベレリンに桑条を浸漬した場合の桑冬芽の休眠

###### 実験方法：

圃場より10月10日から10日ごとに、1月22日まで生長均一なロソウ条を採取し、上部、中部、下部のおおの3芽をつけた条、各20本を処理した。処理液はジベレリン 100 p.p.m., 50 p.p.m., 10 p.p.m. で各液2lに室温で24時間浸漬し(対照区として水処理もおこなった。), その後鉢に挿し 30°C 定温器に入



第19図 ジベレリン浸漬後 30°C 10 日処理の脱苞率

Fig. 19. Dappō percentage of winter buds treated with a temperature of 30°C for 10 days after immersion in gibberellin

れて発芽調査をおこなった。発芽調査は第2章と同様である。

#### 実験結果および考察：

実験室内で桑条をジベレリン浸漬した結果は、圃場で葉面散布した場合と同様な効果を示し、休眠を打破した。ジベレリン 100 p.p.m. 浸漬処理後 30°C で 10 日処理した場合の脱苞率の結果を図示すれば第 19 図の通りである。ジベレリン浸漬処理の結果は 10 月下旬、11 月および 12 月初旬の休眠の深い時期でも 85% 以上の発芽率を示して、完全に休眠を打破しえた。対照区（無処理）の発芽率は 10 月下旬、11 月および 12 月初旬の休眠が深い時期は発芽率が低い、ただ水に浸漬した場合、かなり発芽が促進されることは注目される（第 7 章、第 2 節参照）。50 p.p.m., 10 p.p.m. の場合も同様に休眠を打破した。

#### 摘 要

ジベレリンを葉面散布およびジベレリンで桑条浸漬した場合、桑樹の休眠に対する効果を研究した。

1) 圃場に栽培されている桑にジベレリンを葉面散布した場合、対照区は休眠のため、10 月下旬から 12 月中旬まで低い発芽率を示したが、ジベレリンの葉面散布区は 70% 以上の発芽率を示し、休眠化阻止がで

きた。

2) 実験室内で桑条をジベレリンに浸漬した場合、圃場で葉面散布した場合と同様の効果を示し、冬芽の休眠を打破した。

#### 第 2 節 水処理が桑冬芽の休眠打破におよぼす影響

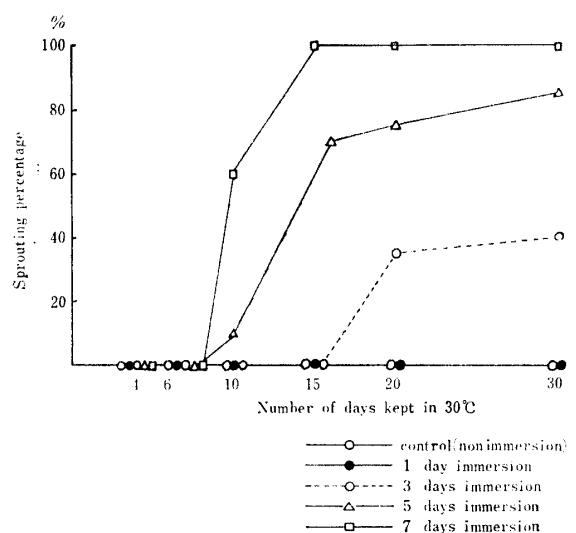
##### 実験 1 休眠冬芽を水浸漬した場合の休眠打破におよぼす影響

##### 実験方法：

最深休眠期と思われる 10 月 17 日（1966）に、ポットに 2 l の水を入れ、それに春刈の大島桑（ロソウ型）の中部条（3 芽ついたもの）の 15~20 cm の枝条片おのおの 20 本、60 芽を浸漬し、室温（21~23°C）においた。水浸漬日数は 7, 5, 3, 1 日および対照（無浸漬）とし水は毎日とりかえた。10 月 24 日に一斉におのおのを 2 鉢に 10 本ずつ挿し、30°C 定温器に入れ発芽調査を 4, 6, 10, 15, 20, 30 日目におこない、3 芽のうち先端 1 芽につき発芽率を求めた。

##### 実験結果および考察：

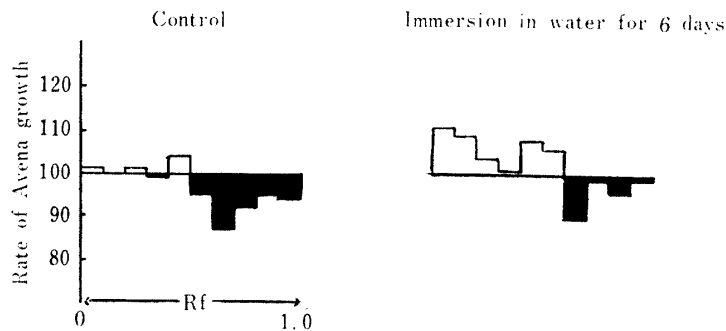
その結果は第 20 図の通りで、対照区（無浸漬）および 1 日浸漬のものは、30°C 処理、30 日目においても 0% の発芽率を示し発芽しなかった。これに対して 3 日水浸漬したものは 30°C、処理日数 20 日目で 35% の発芽率を示し発芽を促進した。5 日水浸漬のものは、30°C、処理日数 10 日目で 10%、15 日目で 70%、20 日目で 75%、30 日目で 85% の発芽率を示し発芽を促進した。さらに 7 日水浸漬したものは、30°C、処



第20図 休眠冬芽を水浸漬した後、30°C 処理した場合の発芽率

Fig. 20. Sprouting percentage of resting winter buds kept in 30°C, after immersion in water





第 21 図 休眠冬芽を 6 日間水浸漬した場合の acidic fraction についての生長抑制物質および生長促進作用の変化

Fig. 21. Change of growth-inhibiting and growth-promoting substances contained in acidic fraction of resting winter buds immersed in water for 6 days

理日数 10 日目で 60 % の高い発芽率を示し、15 日目で 100 % の発芽率と著しい発芽の促進をみた。この結果から水浸漬処理日数を 3 日、5 日、7 日と増すほど冬芽が促進され、休眠を打破することができた。比較的低い温度の水に条を浸漬して芽の休眠を打破した実験例はなく、桑樹においては、これが可能である。

#### 実験 2 休眠冬芽を水浸漬して休眠打破した場合の生長抑制物質と生長促進作用の変化

実験 1 により休眠冬芽は水浸漬 3 日以上 7 日で休眠を打破することがみとめられた。第 6 章で休眠期中の冬芽内には生長抑制物質が多量に含まれていて、その抑制物質は休眠が解除しはじめると減少し、これにかわって生長促進物質の活性化がみられ、生長促進作用が増大してくることがわかった。このような変化すなわち自然に休眠が解除する場合に起こる生長抑制物質および生長促進作用の変化が、人工的に水浸漬して休眠を打破し発芽を促進させた場合、同様にみられるかどうかにつき実験をおこなった。

#### 実験方法：

春刈の大島桑（ロソウ型）の生長均一な枝条 6 本（冬芽 310 芽）を適当な長さに切断し休眠の深い 10 月 11 日（1967）から 11 月 17 日まで 6 日間室温（21～23℃）で水浸漬をおこない、水浸漬後、冬芽を粉碎する。これに熱湯を加え 2 分間沸騰し、熱湯を除き、新たに蒸留水 40 cc を加え、60℃、4 時間水抽出をおこなう。濾過後、この濾液より 20 cc をとり材料とし、常法（第 6 章、第 3 節、第 4 表）の分離をおこない acidic fraction につき、ペーパークロマトグラフィーを適用し常法（第 6 章、第 1 節）のアベナ・テストをおこなった。

#### 実験結果および考察：

その結果は第 21 図に示した。対照区（無浸漬）は生長抑制物質が多量に含まれているが、水浸漬 6 日間処理のものは、生長抑制物質の量が減少し、また水可溶の生長促進物質の活性化がみられ、生長促進作用の増大がみられた。水浸漬による休眠打破ということは、生長抑制物質の量的減少をきたし、また水可溶の生長促進物質の生長促進作用の増大の結果、発芽が促進されると説明できる。

このような結果より休眠ということは、生長抑制物質が増量し、同時に起こる水可溶の生長促進物質の不活性化であり、休眠解除（あるいは打破）ということは、生長抑制物質の減少と同時に起こる水可溶の生長促進物質の活性化による生長促進作用の増大であることを確認した。

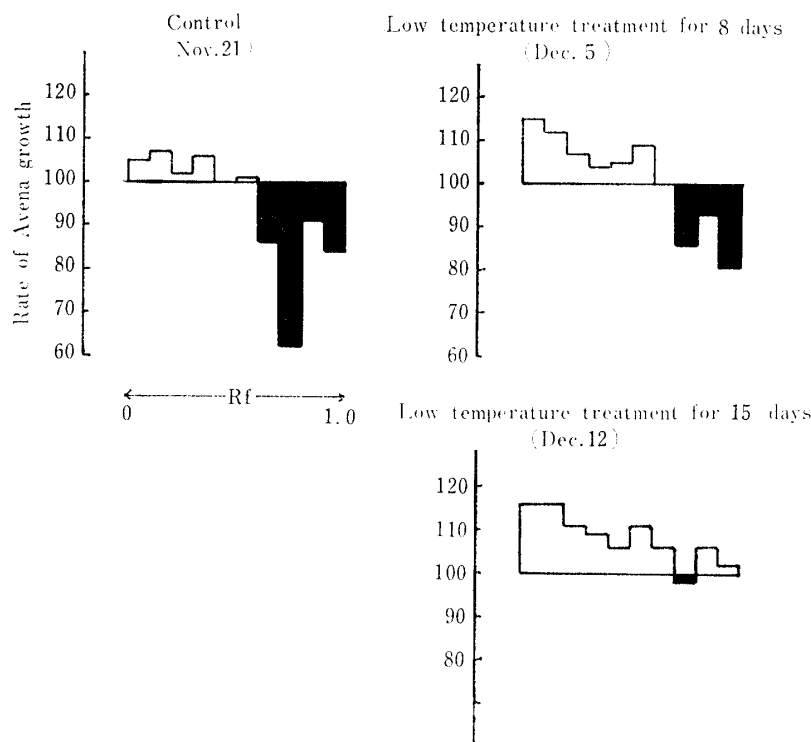
#### 摘 要

1) 最深休眠期に桑条を採取し、休眠冬芽に対し 1 ～ 7 日間の水浸漬をおこなった。その後、鉢に挿し 30℃ の定温器に入れ発芽調査をおこなった。その結果対照区と 1 日水浸漬したものは 30℃ 処理 30 日目においても発芽率 0 % であったが、3、5、7 日間水浸漬したものは発芽が促進され、休眠を打破した。

2) 水浸漬した休眠冬芽につき、60℃、4 時間の水抽出をおこなったものの acidic fraction につきペーパークロマトグラフィーを適用し、アベナ・テストをおこない生長抑制物質と生長促進作用の変化をみた。その結果、水浸漬で休眠を打破した場合、生長抑制物質の量が減少し、生長促進物質の活性化がみられ、生長促進作用の増大がみられた。

#### 第 3 節 低温が桑冬芽の休眠打破におよぼす影響

すでに浜田は桑の冬芽の休眠は 5℃、20 日間で打破されることを報告している。



第 22 図 休眠冬芽を低温処理 ( $7^{\circ}\text{C}$ ) した場合の acidic fraction についての生長抑制物質および生長促進作用の変化

Fig. 22. Change of growth inhibiting and growth promoting substances contained in acidic fraction of resting winter-buds treated with low temperature ( $7^{\circ}\text{C}$ )

この浜田の実験結果にもとづき著者は冬芽を低温にさらし、休眠を打破した場合、休眠を支配すると考えられる生長抑制物質および生長促進作用がどのように変化するかにつき実験した。

実験方法：

休眠の深い時期に冬芽のついた生長均一な条を採取し、適当な長さに切断し、 $7^{\circ}\text{C}$  定温器に 8 日間、15 日間おいた。第 6 章、第 3 節の方法により桑冬芽 (350 芽) を  $60^{\circ}\text{C}$  で 4 時間水抽出をおこない、その acidic fraction につきペーパークロマトグラフィーをおこない、常法 (第 6 章、第 1 節) のアベナ・テストをおこなった。

実験結果および考察：

その結果 (第 22 図) 対照区 (11 月 21 日) は冬芽内に生長抑制物質が多量に含まれていて生長抑制作用が大きいが、8 日間低温処理区 (12 月 5 日) は生長抑制作用が減少し、生長抑制物質の量が少なくなっている。また水可溶の生長促進物質の活性化が起こり生長促進作用が増大している。さらに 15 日間低温処理区 (12 月 12 日) では生長抑制作用がほとんどみられず、水可溶の生長促進物質が強く活性化し生長促進作用が

著しく増大している。

このような事実から低温により休眠を打破した場合、自然状態で休眠が解除される場合と同様に生長抑制物質の量が減少し (この場合 Rf 0.7~0.8, Rf 0.9~1.0)、水可溶の生長促進物質の活性化がみられ生長促進作用が増大することがわかった。

この結果から桑樹の休眠を支配するものは、生長抑制物質の増量と、水可溶の生長促進物質の不活性化であり、休眠解除 (あるいは打破) とは、生長抑制物質の減少であり、水可溶の生長促進物質の活性化の結果がおこる生長促進作用の増大であると説明できる。

摘 要

休眠中の冬芽につき  $7^{\circ}\text{C}$  の低温 8 日間、15 日間処理をおこなった。低温処理した冬芽を  $60^{\circ}\text{C}$ 、4 時間、水抽出をおこない acidic fraction につきペーパークロマトグラフィーを適用し、アベナ・テストをおこなった。

その結果、低温処理区は対照区に比較して、休眠を支配すると考えられる生長抑制物質の量が減少し、生長促進物質が活性化し、生長促進作用が増大した。

#### 第4節 炭酸ガスが桑冬芽の休眠打破におよぼす影響

休眠冬芽を水浸漬した場合、休眠が打破できる（第7章、第2節）これは水に浸した場合、ポット内の冬芽が無酸素に近い状態になり、このため休眠が打破されるのではないかと推察できる。

無酸素状態が休眠を打破する結果に導く実験として次のようなものがある。BORESCH<sup>13)</sup>は無酸素状態が休眠を打破するのは、無酸素状態にした結果生ずる生産物が有効であることを示した。またBAHGAT<sup>6)</sup>はナシの枝から酸素を除くことが、ナシの休眠を破ることに有効であることを示し、さらに彼は処理した枝にアセトアルデヒドとエチルアルコールの存在をたしかめ、この両物質、とくにアセトアルデヒドがナシの休眠芽をめざめさせると述べた。

著者は無酸素状態でなく、さらに積極的にCO<sub>2</sub>に休眠冬芽をさらした場合、水浸漬と同様な休眠打破の効果が期待できるのではないかと予測の下にこの実験をおこなった。

実験1 休眠冬芽をCO<sub>2</sub>処理した場合の休眠打破におよぼす影響

実験方法：

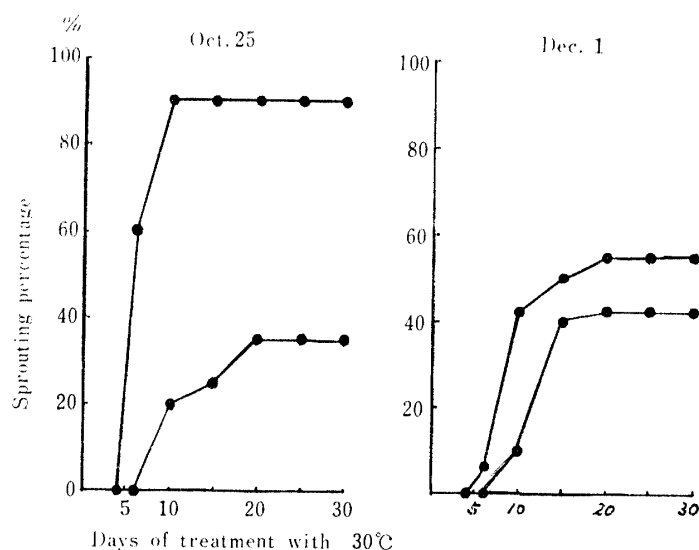
根刈仕立、春刈、植付後4年の大島桑（ロソウ型）の枝条を休眠の深い10月下旬と休眠が解除しはじめる11月下旬から12月初旬に採取し、枝条は摘葉し、

中・下部の2部の枝条を材料とした。枝条は約15 cmの長さに切り、3芽着生した枝条片20本、60芽を使用した。枝条片は広口ガラスビンに入れ、活栓をつけたゴム栓をし、パラフィンで密封してから水流ポンプで減圧した。減圧後、市販のCO<sub>2</sub>ボンベよりCO<sub>2</sub>をビンの中に30分間注入し、活栓を閉めた。対照区は水流ポンプで減圧後活栓を開いた。CO<sub>2</sub>処理区および対照区は直ちに20°Cの定温器に入れ、CO<sub>2</sub>処理区は6日間炭酸ガス処理をおこなった。途中2日毎に10分間CO<sub>2</sub>の注入をおこなった。CO<sub>2</sub>処理後、枝条片を鉢に挿し、30°C定温器におき、1日おきに給水し乾燥を防ぎ、30°C処理後4、6、10、15、20、25、30日目の発芽をおのおの60芽につき調査した。

実験結果および考察

その結果は第23図の通りである。すなわち休眠の深い10月下旬の場合、対照区は低い発芽率を示していたのに対し、CO<sub>2</sub>処理区は高い発芽率を示している。30°C処理後10日目に対照区は20%の発芽率であるのに対し、CO<sub>2</sub>処理区は90%の高い発芽率を示した。このことにより休眠がCO<sub>2</sub>により完全に打破されることがわかった。

これに対し休眠が解除しはじめる11月下旬から12月初旬にかけてのCO<sub>2</sub>処理は対照区よりやや発芽を促進する傾向しかみられず、すなわち30°C処理後20日目でも無処理区は42%の発芽率に対しCO<sub>2</sub>処理区



第23図 冬芽の最深休眠期（10月25日）および休眠解除期（12月1日）にCO<sub>2</sub>処理した場合の発芽率の比較

Fig. 23. Comparison of sprouting percentages of winter buds treated with CO<sub>2</sub> respectively in the period of deepest rest (Oct. 25) and in the terminating period of rest (Dec. 1)

は 55% の発芽率にすぎず、その発芽促進効果が休眠が深い時期におこなったような著しい効果がみとめられなかった。この結果休眠解除期における  $\text{CO}_2$  の休眠打破効果は顕著でなかった。

#### 実験 2 休眠冬芽を $\text{CO}_2$ 処理した場合の生長抑制物質および生長促進作用の変化

##### 実験方法：

実験 1 とは別に 10 月下旬および 12 月初旬～中旬と材料を 2 時期に分けて採取し、 $\text{CO}_2$  処理を 8 日間おこなった休眠冬芽（350 芽）につき第 6 章、第 3 節、第 1 表でおこなったように  $60^\circ\text{C}$ 、4 時間水抽出をおこなった。抽出液の **acidic fraction** につき、ペーパークロマトグラフィーを適用後、アベナ・テストをおこない休眠を支配すると考えられる生長抑制物質と生長促進作用の変化を調べた。

##### 実験結果および考察：

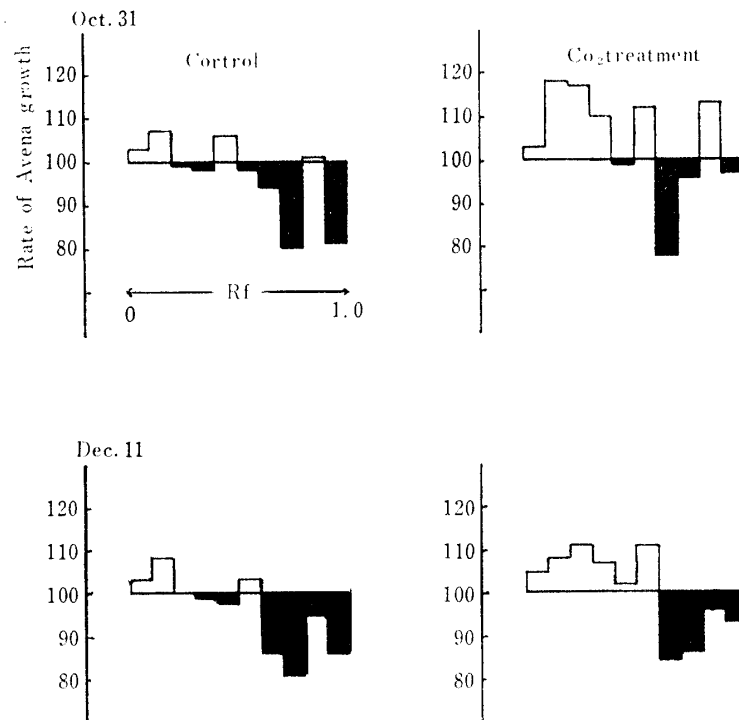
その結果は第 24 図に示す通りである。休眠が深い 10 月下旬の対照区においては生長抑制物質が冬芽に多量に含まれていて生長抑制作用が大きいが、8 日間  $\text{CO}_2$  処理をおこなったものは  $\text{Rf } 1.0$  の生長抑制物

質が減少し、水可溶の生長促進物質の活性化がみられ生長促進作用が増大した。しかし  $\text{Rf } 0.6\sim 0.8$  の生長抑制物質は減少しなかった。これは自然状態で休眠 (**rest**) 解除される時にみられる生長物質の変化と同様である。

しかし休眠が解除しはじめる 12 月初旬～中旬にかけて採取し、 $\text{CO}_2$  処理したものは、対照区に比べて生長抑制物質が僅かに減少した程度である。ただ水可溶の生長促進物質が活性化され、生長促進作用が増大している。

このような結果は実験 1 の休眠が深い時期の  $\text{CO}_2$  処理は休眠打破に対し著しい効果を示すが、休眠解除期の  $\text{CO}_2$  処理はその効果が著しくない結果を裏づけている。

この結果から  $\text{CO}_2$  処理して休眠を打破することは生長抑制物質 ( $\text{Rf } 1.0$ ) の減少と生長促進作用の増大をおこさせたことになり、自然状態で休眠 (**rest**) が解除されるときと同様な生長抑制物質、生長促進物質のうごきであり、休眠に対し生長抑制物質および生長促進物質が大きな役割を演じていることが、この実験



第 24 図 冬芽の最深休眠期（10月31日）および休眠解除期（12月11日）に  $\text{CO}_2$  処理した場合、**acidic fraction** についての生長抑制物質および生長促進作用の変化

Fig. 24. Change of growth-inhibiting and growth-promoting actions of acidic fraction of winter buds treated with  $\text{CO}_2$  respectively in the period of deepest rest (Oct. 31) and in the terminating period of rest (Dec. 11)

からも再確認された。

#### 摘 要

休眠冬芽を  $\text{CO}_2$  処理した場合、休眠が深い時期におこなうと、休眠冬芽への著しい休眠打破効果がみられた。しかし休眠が解除しはじめる時期の冬芽への  $\text{CO}_2$  処理は休眠打破効果が顕著でなかった。

また休眠が深い時期および休眠が解除しはじめる時期に  $\text{CO}_2$  処理した場合、冬芽の生長抑制物質と生長促進作用の変化をしらべた。その結果休眠が深い時期の  $\text{CO}_2$  処理は Rf 1.0 の生長抑制物質の量が減少し、生長促進物質の活性化がみられ、生長促進作用が増大した。これに対し休眠が解除しはじめる時期の冬芽への  $\text{CO}_2$  処理は Rf 1.0 の生長抑制物質の減少が著しくなかった。ただ生長促進作用の増大がみられた。

#### 第8章 総合考察および結論

著者が得たデータから桑冬芽の休眠機構を植物ホルモンの立場から総合考察すると次のように結論づけられる。

桑冬芽の休眠 (rest) は鹿児島では一般に9月下旬頃より開始され10月中下旬から11月下旬まで深い休眠を示し(最深休眠期は一般に10月下旬)、12月初旬頃より解除されはじめ、春の萌芽まで冬眠 (quiescence) に入る。

休眠が深くなると冬芽内の生長促進作用は少なくなり生長抑制物質が多くなる。その生長抑制物質はエーテルおよび水抽出の場合ともに東洋濾紙 No. 50 を使用して isopropanol-ammonia-water (8:1:1 v/v) の展開溶媒で Rf 0.9~1.0 に存在し、この量の多少が桑冬芽の休眠 (rest) を支配している。も一つの生長抑制物質は水抽出の acidic fraction にのみ存在し、同じく ammoniacal isopropanol の展開溶媒で Rf 0.6~0.8 に存在している。この生長抑制物質は休眠期および休眠 (rest) が解除された冬眠期にも存在し、いわゆる休眠 (rest であり広い意味の dormancy ではない) を支配する物質でなく萌芽と関連がある物質と思われる。

一方生長促進物質をみると休眠が深くなるにつれて、少なくともエーテル可溶の生長促進物質は量的にかえて多くなるのではなからうか。なぜならば、第6章、第2節に示した通りエーテルで抽出した生長物質に対するエールリッヒ試薬によるインドール反応をみるとインドール酢酸 (IAA) は休眠中は blue に発色するが休眠前および休眠が解除された冬眠期になる

と発色しなくなる。このことは量的には休眠期中生長促進物質 (IAA) は増加していることになる。ただアベナ・テストの結果から休眠期中は生長促進作用が微弱で(水抽出の場合、最深休眠期には全く生長促進作用がみられない)不活性化されているものと推察される。この生長促進物質は休眠が解除され冬眠期へと進行すると不活性化されていたものが活性化され、アベナ・テストに対して著しい生長促進作用を示すようになる。

このようなことから休眠 (rest) に入るということは、エーテルおよび水抽出した生長物質を東洋濾紙 No. 50 を使用して ammoniacal isopropanol の展開溶媒で展開したとき、パーパークロマトグラム上の Rf 0.9~1.0 に存在する生長抑制物質が増加すること、同時に起こる生長促進物質(とくに水溶性の)の不活性化があげられる。また休眠 (rest) の解除(冬眠に入る)ということは Rf 0.9~1.0 の生長抑制物質の量的減少と生長促進物質の活性化の結果みられる生長促進作用の増大である。すなわち桑冬芽の休眠 (rest) を左右するものは、生長抑制物質の増加あるいは減少と、生長促進物質の不活性化あるいは活性化であり、植物ホルモンの桑冬芽内でのバランスの結果であると結論づけられる。

HEMBERG<sup>34,35,36)</sup> は休眠しているバレイショの周皮にエーテル可溶の生長抑制物質が生ずることを示した。この物質は休眠が自然に解除される時、またエチレンクロールヒドリンの処理の結果消失するとした。彼はまた<sup>35)</sup>、これらの生長抑制物質は一部分酸性の物質であり、一部分中性の物質であり、このうち酸性の抑制物質の消長が休眠の解除と密接な関係を持ち、消失していくが、一方中性の生長抑制物質は異なった品種のバレイショで種々な量を生じ、休眠の解除にしたがい量的に増加さえるとのべ、酸性の生長抑制物質が休眠と関係があると述べている。

BLOMMAERT<sup>14)</sup>、VARGA and FERENCZY<sup>74,81)</sup> はパーパークロマトグラフィーを使用して、休眠しているバレイショの周皮に酸性の生長抑制物質が出現することをみとめ、これを BENNET-CLARK and KEFFORD<sup>7)</sup> にならって inhibitor- $\beta$  とした。彼らもまた、HEMBERG と一致して、この酸性の生長抑制物質はバレイショの休眠が自然に解除される時および "rindite" の処理を通して休眠が破れるときに消失することを見出した。VARGA<sup>80)</sup> によれば inhibitor- $\beta$  は有機酸の複合体からなっているとした。HEMBERG<sup>38)</sup> は休眠期の異なる、3品種のバレイショを用い inhibitor- $\beta$

と休眠との関係をしらべ、バレイショの休眠が酸性の生長抑制物質すなわち inhibitor- $\beta$  により調節されていることをたしかめた。

著者はこれらの inhibitor- $\beta$  に一致する生長抑制物質は、エーテル抽出、水抽出を通じて見出すことはできなかった。著者はこれに匹敵するような、エーテル、水可溶の生長抑制物質すなわち東洋濾紙 No. 50 を使用して ammoniacal isopropanol の展開剤で一次元展開した場合、Rf 0.9~1.0 に存在する生長抑制物質を桑樹の休眠芽から発見した。この物質は休眠 (rest) が自然状態で解除されるときも、人工的に水、低温、CO<sub>2</sub> 処理を通して休眠を打破したときも減少していくことをたしかめ、この生長抑制物質が桑樹の冬芽の休眠 (rest) を大きく左右する要素の一つとして考えている。

も一つの要素である生長促進物質の変化の面から考えると SAMISH<sup>67)</sup> によれば生長促進物質の量は休眠前後を通して一定のままであり、休眠の最初の時期に生長抑制物質の急速な蓄積が起こり、休眠が終りに近づくにしたがって次第に生長抑制物質が消失するため、最初は生長促進作用が消失し、最後に再び現われてくると解釈している。これに対して BENNET and SKOOG<sup>8)</sup> は休眠中生長促進物質は前駆物質の形をとっているか、またある他の不活性な状態にあると述べている。著者が得たデータから考察すれば、エーテル可溶の生長促進物質は、休眠前あるいは休眠解除後の生長促進作用より小さいが、休眠中にも生長促進作用が残存している。しかしながら生長促進物質の主体であると考えられる IAA は休眠期中、エーテルリッヒのインドール反応に対して強く発色することから IAA の量は休眠期中大である。しかるにアベナに対する生長促進作用は小さいことからすれば、生長促進物質の IAA は不活性の傾向があると思われる。また水抽出の場合の水可溶の生長促進物質は、休眠が最も深い時期には生長促進作用を現わさない。このようなことからすれば、生長促進物質は休眠期中には BENNET and SKOOG が述べたように、不活性な状態にあると思われる。

この二つのことから冬芽内においての植物ホルモンのバランスにおいて、休眠期には生長抑制物質が優位にあり、主導権を握り、休眠 (rest) 前後においては生長促進物質が優位にあり、主導権を握っていることになり、これにより桑樹の冬芽の休眠現象は説明できる。

水、低温、CO<sub>2</sub> で休眠を打破し、生長抑制物質およ

び生長促進物質の変化をみた場合、桑樹の冬芽の休眠を左右する Rf 0.9~1.0 の生長抑制物質が減少し、生長促進物質が活性化され、生長促進作用が増大する。これは桑樹の冬芽が休眠から自然に解除される場合と同様な現象を示すもので、如何に Rf 0.9~1.0 の生長抑制物質と生長促進物質の変化が休眠と関係が深いかを示すものである。

HENDERSHOTT ら<sup>40)41)</sup> が単離した “naringenin” および EAGLES and WAREING<sup>26)</sup> が発見し、CORNFORTH ら<sup>22)</sup> によって純粋に結晶化された “dormin” という物質並びに BLOMMAERT<sup>11)</sup>, VARGA and FRENCZY<sup>79)81)</sup>, HEMBERG<sup>37)38)</sup> のいう inhibitor- $\beta$  は、いずれも indole 反応を呈しない点で著者が発見した Rf 0.9~1.0 の生長抑制物質とは異なった物質である。Rf 0.9~1.0 の生長抑制物質は桑樹の冬芽の休眠 (rest) を大きく左右する新物質である。そしてこの物質は indole 反応を呈する物質であることを強調しておきたい。

謝辞：この研究を遂行するに当たり、特に植物ホルモンの検定に協力された林満助手に対し、深甚なる感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) ADDICOTT, F. T., SMITH, O. E. and LYON, J. L. : *Plant Physiol.*, **40**, Suppl., xxvi (1965).
- 2) ALLEWELDT, G. : *Naturwissenschaften*, **46** : 434 (1959).
- 3) ASHBY, W. C. : *Botan. Gaz.* **123** : 162-70 (1962).
- 4) AUDUS, L. J. et al. : *Physiol. Plantarum*, **6** : 451-65 (1953).
- 5) AVERY, G. S. Jr. et al. : *Amer. J. Bot.* **24** : 51-58 (1937).
- 6) BAGHAT, M. : *Some Changes Occurring in Resting Tissues of the Bartlett pear During the Breaking of Rest* (Doctoral thesis, Univ. California, Berkeley, Calif.) (1931).
- 7) BENNET-CLARK, T. A. and KEFFORD, N. P. : *Nature*, **171** : 645 (1953).
- 8) BENNET, J. P. and SKOOG, F. : *Plant Physiol.* **13** : 219-25 (1938).
- 9) BENTLY, J. A. et al. : *Physiol. Plantarum*, **7** : 405-19 (1954).
- 10) BLACK, M. and NAYLOR, J. M. : *Nature*, **184** : 468-69 (1959).
- 11) BLOMMART : *Nature*, **174** : 970 (1954).
- 12) BONNER, J. and GALSTON, A. W. : *Principles of Plant Physiology* **499** (Greeman & Co., San Francisco, California) (1951).

- 13) BORESCH, K. : *Biochem. Z.* **202** : 180-201 (1928).
- 14) BRIAN, P. W. et al. : *Nature*. **183** : 58-59 (1959).
- 15) BRIAN, P. W. et al. : *Nature*. **184** : 69 (1959).
- 16) BUCH, M. L. and SMITH : *ibid.* **183** : 59-60 (1959).
- 17) CHANDLER, W. H. et al. : *Agri. Exp. Sta. Calif., Bull.* **611** : 63 (1937).
- 18) CHAN-THOM, L. A. : *A Study of the Respiration of Hardy Pear Buds in Relation to Rest period* (Doctoral thesis. Univ. California, Berkeley, Calif.) (1951).
- 19) CHRISTIANSEN, G. S. and THIMANN, K. V. : *Arch. Biochem.* **26** : 248-59 (1950).
- 20) COOPER, W. C. : *J. Rio Grande valley Hort. Soc.* **11** : 3-11 (1957).
- 21) COOPER, W. C. et al. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **72** : 284-89 (1958).
- 22) CORNFORTH, J. W., MILBORROW, B. V., RYBACK, G. and WAREING, P. F. : *Nature*. **205** : 1269-70 (1965).
- 23) CORNFORTH, J. W., MILBORROW, B. V. and RYBACK, G. : *Nature*. **206** : 715 (1965).
- 24) CURTIS, O. F. : *Cornell Univ., Agr. Exp. Sta. Mem.* **14** : 75-138 (1918).
- 25) DONOHO, C. W. and WALKER, D. R. : *Science*. **126** : 1178-79 (1957).
- 26) EAGLES, C. F. and WAREING, P. F. : *Nature*. **199** : 874-5 (1963).
- 27) EGGERT, F. P. : *Studies on Rest Period in Hardy Fruit Species* (Doctoral thesis, Cornell Univ. Ithaca, N. Y.) (1949).
- 28) EGGERT, F. P. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **62** : 191-99 (1953).
- 29) GARDNER, F. E. : *Plant Physiol.* **4** : 405-34 (1929).
- 30) GUTHRIE J. D. : *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **11** : 261-70 (1940).
- 31) GUTHRIE J. D. : *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **12** : 45-47 (1941).
- 32) 浜田成義 : 日蚕雑. **2** : 173-77 (1931).
- 33) 服部静夫 : 植物生理化学実験(養賢堂). 341-42 (1938).
- 34) HEMBERG, T. : *Acta. Hort. Bergian.* **14** : 135-220 (1947).
- 35) HEMBERG, T. : *Physiol. Plantarum.* **2** : 37-44 (1949).
- 36) HEMBERG, T. : *Physiol. Plantarum.* **3** : 17 (1950).
- 37) HEMBERG, T. : *Ibid.* **11** : 610-14 (1958).
- 38) HEMBERG, T. : *Physiol. Plantarum.* **11** : 615-26 (1958).
- 39) HENDERSHOTT, C. H., LOWELL, and F. BAILY : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **65** : 85-92 (1955).
- 40) HENDERSHOTT, C. H. and WALKER, D. R. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **74** : 121-29 (1959).
- 41) HENDERSHOTT, C. H. and WALKER, D. R. : *Science*, **130** : 798-99 (1959).
- 42) HENDERSHOTT, C. H. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **80** : 241-46 (1962).
- 43) 本多恒雄・坪井漫 : 植物調節化学研究会第1回大会, 講演要旨集, 10-11 (1966).
- 44) 菊谷直一 : 日蚕雑. **23** : 161 (講演要旨) (1954).
- 45) 柏田 豊 : 日蚕雑. **23** : 325-28 (1954).
- 46) 同 上 : 同 上. **24** : 76-79 (1955).
- 47) 同 上 : 同 上. **24** : 300-5 (1955).
- 48) 同 上 : 同 上. **30** : 179-82 (1961).
- 49) 同 上 : 同 上. **30** : 206-10 (1961).
- 50) 同 上 : 同 上. **30** : 211-16 (1961).
- 51) 同 上 : 同 上. **30** : 354-58 (1961).
- 52) KASSEM, M. M. : *The Seasonal Variation of Hormones in Pear Buds in Relation to Dormancy* (Doctoral thesis, Univ. California, Berkeley, Calif.) (1944).
- 53) KAWASE, M. and NITSCH, J. P. : *Plant Physiol.* **33** : (suppl) xIx (1958).
- 54) KEFFORD, N. P. : *Jour. Exp. Bot.* **6** : 129-51 (1955).
- 55) LIPPERT, L. F. et al. : *Plant Physiol.* 132-33 (1958).
- 56) LOCKHART, J. A. and Bonner, J. : *Plant Physiol.* **32** : 492-94 (1957).
- 57) LOOMIS, W. F. and LIPMANN, F. J. : *J. Biol. Chem.*, 173 (1948).
- 58) MALAN, P. F. : *An Investigation of the Relation of Growth Promoting Substances to the Rest Period in Fruit Trees* (Doctoral thesis, Univ. California, Berkeley, Calif.) (1939).
- 59) MARTH, P. C. et al. : *Botan. Gaz.* **118** : 106-11 (1956).
- 60) MEYER, B. S. and ANDERSON D. B. : *Plant physiology*, 2nd ed., 784 (Chapman & Hall, Ltd., New York, N. Y.) (1952).
- 61) MILLER, C. P. et al. : *Contribs. Boyce Thompson Inst.* **8** : 41-61 (1936).
- 62) MITSUHASHI, M. and SHIBAOKA, H. : *Plant and Cell Physiol.* **6** : 87-99 (1965).
- 63) MORGAN, D. G. and MEES, G. C. : *J. Agri. Sci.* **50** : 49-59 (1958).
- 64) NAGAO, M. and Mitsui, E. : *Sci. Rep. Tōhoku Univ. Fourth Ser.* **25** : 199-205 (1959).
- 65) POLLOCK, B. : *An Investigation of the Physiology of the Rest Period in Trees* (Doctoral thesis, Univ. Rochester, N. Y.) (1950).
- 66) SAMISH, R. M. : *Hassadeh*, **22** : 131-33 (1943).
- 67) SAMISH, R. M. : *Ann. Rev. Plant Physiol.*

- 5: 183-204 (1954).
- 68) SELL, H. M. and JOHNSTON, F. A. : *Ibid.* **24**: 744-52 (1949).
- 69) SKOOG, F. : *Amer. J. Botany.* **26** : 702-6 (1939).
- 70) SPIEGEL, P. : *Factors Affecting the Rooting of Grape Vine Cuttings* (Doctoral thesis, Hebrew Univ., Rehovat' Israel) (1954).
- 71) STEWART, I. and LEONARD, C. D. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **75** : 253-56 (1960).
- 72) 田口亮平 : 作物生理学 (養賢堂), 341 (1958).
- 73) 同上 : 同上, 687 (1958).
- 74) THOMPSON, P. A. and GUTTRIDGE, C. G. : *Nature.* **184** : B. A. 72-73 (1959).
- 75) THORNTON, N. C. : *Contribs Boyce Thompson Inst.* **13** : 361-66 (1944).
- 76) TOSHEVIKOVA, A. C. : *Comp. rend. acad. sci. U. R. S. S.* **53** : 537-39 (1949).
- 77) 塚本洋太郎 : 農業及園芸, **32** : 1645 (1957).
- 78) VAN OVERBEEK, J. : *Botan. Gaz.* **100** : 133-60 (1938).
- 79) VARGA, M. and FERENCZY, L. : *Nature.* **178** : 1075 (1956).
- 80) VARGA, M. : *Acta Biol. Szeged.* **3** : 213 (1957).
- 81) VARGA, M. and FERENCZY, L. : *Acta Bot. Acad. Hungaricae*, **3** : 111 (1957).
- 82) VEGIS, A. : *Ann. Rev. Plant Physiol.* **15** : 185 (1964).
- 83) VEGIS, A. : *Ann. Rev. Plant Physiol.* **15** : 203 (1964).
- 84) WAIN, R. T. and WIGHTMAN, F. : *The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances* (London Butterworths Scientific Publications) (1956).
- 85) WALKER, D. R. and Donoho, C. W. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **74** : 87-93 (1959).
- 86) WEAVER, P. J. : *Nature.* **183** : 1198-99 (1959).
- 87) WEBER, F. : *Abderhaldens Habdb. Biol. Arbeitsmeth.* Abt., 519-628 (1924).
- 88) WEINBERGER, J. H. : *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **37** : 359-458 (1940).
- 89) 八尋正樹・馬場初雄・林満 : 日蚕雑, **28** : 150 (講演要旨) (1959).
- 90) 八尋正樹 : 日蚕雑, **31** : 383-86 (1962).
- 91) 八巻敏雄 : 植物学雑誌, **61** : 45.

### Summary

1) This experiment was carried out to ascertain the rest-period of mulberry-tree in Kagoshima. The materials were 4-, 5-, and 33-year-old plants of the form, Shūkakuichi and the form, Kairyōwasejūmonji, with different pruning period.

It is well known that the dormancy (in a wide sense) of mulberry-tree exists during early autumn to winter and is divided into (automatic) rest and (heteronomic) quiescence. Adding to this, it was recognized by the author that the rest began seemingly at the end of September, subsequently became deeper through the later part of October into November, turning gradually into quiescence from the beginning of December, and at last, after the end of January the preparation of bud-sprout became almost complete.

The rest-period of the form, Shūkakuichi, was nearly the same with that of the form, Kairyōwasejūmonji, but the degree of rest-condition was deeper in the former than in the latter.

Differences of tree-age, 4- and 33-year-old plants, and of cutting-period, (spring and early summer) gave no influence upon the rest-condition.

2) The author performed the leaf-spray of  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA, 0.02%), maleic hydrazide (MH, 0.1%) and urea (0.5%) solutions on the mulberry tree, during the period from the end of August to early September; namely, the period shortly before the bud of mulberry tree falls into the rest; and observed the effect of these treatments upon the rest-period of the bud of the tree.

In the early rest-period, the bud-sprouting-rate of the tree treated with NAA or MH was lower than that of the non-treated sample, indicating the inhibiting effect of these 2 solutions; on the other hand, the bud-sprouting-rate sprayed with urea was higher, showing the sprout-promoting-effect to some extent. The deepest rest-periods of the NAA-treated and urea-treated mulberry trees retarded 10 days and 20 days, respectively; compared with those of the non-treated ones.

Small wattles cut from the trees of several different stages of the rest-period were immersed in water and in 5 as well as in 50 p.p.m. solution of -indole acetic acid (IAA),  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA) and 2, 3, 5-triiodobenzoic acid (TIBA) for 24 hours in room temperature. The sprouting-rates induced by water as well as by 5 p.p.m. solutions of different chemicals, except NAA, were nearly identical with each other; however, NAA inhibited the bud-sprouting



in the early period of the rest. All the 50 p.p.m. solutions inhibited the bud-sprouting; while the bud immersed in water, was promoted to sprout slightly better, compared with the bud not immersed in water.

The effect of the leaf-cutting, carried out in 3 different periods (on July 19, August 8 and September 18), leaving the growing-point and uppermost 4-5 leaves as they were, upon the rest-condition of the tree was also observed. The leaf-cutting on July 19 as well as on September 18 gave little effect upon the rest, but concerning the mulberry, whose leaves had been removed off on August 8, the deepest rest-period was delayed for 20 days as compared with the case of the intact tree; furthermore, its sprouting-rate in the "töminki" (heteronomic quiescence) was markedly lowered. From these results it may be said that leaf-cutting in about August, exerted a worse influence upon mulberry tree than that carried out in about July as well as in about September.

3) By measuring the variation in the contents of reducing sugar, total sugar and saccharose in mulberry winter buds in the rest-period as well as before and after the term, it was ascertained that there was a small peak of the content, on about the 20th of October, i. e. in the deepest dormant period. The contents of total sugar and saccharose began to increase in real, from about the 20th of November, getting to the maximum amount, on the 30th of January; but decreased from that time to the sprouting period of winter-buds. The contents of the reducing sugar gave a large peak on the 11th-20th of January, and thereafter decreased till the sprouting of the winter bud began. It may be more reasonable to assume that such increase in the contents of sugars in the winter bud was related to the cold-resistance than to conclude that it was connected directly with the rest.

4) Variation in the contents of fatty substances in mulberry winter buds was measured in the rest-period as well as before and after the period. The contents of fatty substances increased from the latter part of September until the peak of the amount was reached in December; and thereafter, they decreased gradually, but increased again in spring, in the time prior to the sprouting of winter-bud (the middle of March). It seems likely that this increment in the content of fatty substances was not related directly to the rest-condition but possibly was connected with the increase of cold-resistance.

5) The rate of respiration (the quantity of oxygen absorbed and respiratory quotient) and catalase-activity were measured in the rest-period as well as before and after the term. Quantity of oxygen-absorption decreased from the end of September to the middle of November; thereafter, showed nearly constant value, and then the level rose suddenly before the time of sprouting (the 12th of March). The value of respiratory quotient in the end of September was  $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$ , the same one in the rest-period being larger than 1; but when the rest was released the value decreased again showing  $\text{CO}_2/\text{O}_2 \approx 1$ . Catalase-activity showed a peak on the 7th of November; thenceforth nearly constant value continued; and finally, a sudden rise was seen before the sprouting (the 13th of March).

6) Quantitative variation of the growth-inhibiting-substances in the ethyl ether extract of mulberry winter-buds in the term about the dormancy (the periods of rest and quiescence) was examined by Avena straight-growth-test. The content of growth-inhibiting-substances was rich from middle-October till late in November, in that period the rest was deep; but it got poorer after the middle of December, when the termination of the rest was progressing gradually.

7) As to the ether-soluble inhibitor and the promoter in mulberry winter-buds during the dormancy (the periods of rest and quiescence), using the paper chromatography the separation was conducted. The content of inhibitor in the bud was rich in the period when the rest was deep; but it decreased with the termination of the rest, and so the activity of promotion of growth increased. This inhibitor was ascertained to have  $R_f$  value of 0.9-1.0 on the paper chromatogram with isopropanol-ammonia-water 8:1:1v/v. As seen, in Fig. 16, ether-extract of mulberry winter buds in rest gave three colour spots (A (blue), B (blue) and C (yellow→pink)), with Ehrlich's reagent, on the two-dimensional paper chromatogram. Their  $R_f$  values, on one-dimensional chromatogram with ammoniacal isopropanol, were A: 0.2-0.3, B: 0.8-1.0 and C: 0.9-1.0, respectively. Concluding from  $R_f$  values, colour reactions and Avena-tests, it might be affirmed that A was indole acetic acid, B a neutral growth-promoting-substance, and C a growth-inhibitor.

8) Aqueous extracts of mulberry winter-buds in the rest-period as well as in the period

of quiescence after the termination of the rest, were separated into 3 fractions (acidic, neutral and n-hexane); and variation in quantity of the inhibitor, and activity of the promoter of each fraction were separately tested by applying the paper-chromatography and Avena-test. From the results of the experimentations, it was decided that in the winter-bud in deeper rest-state, the activity of the growth-promoting-substance, namely, the ability to accelerate the elongation of Avena-coleoptile was not to be seen, but a large quantity of growth-inhibiting-substances was in existence. The amount of inhibitor ( $R_f$  0.9-1.0) decreased with the termination of the rest; and at same time, activation of the promoter, namely acceleration of elongation of Avena coleoptile appeared. The acid fraction of aqueous extract of the bud, developing with ammoniacal isopropanol, gave a new growth-inhibitor having  $R_f$  value of 0.6-0.8, which was never seen in the paper-chromatogram of ether-extract. The inhibitor which existed in the rest-period did not decrease in quantity and its inhibitory action still remarkably remained in the quiescence period, though the rest was already terminated. From the fact that this substance decreased before the sprouting of bud, it might be concluded that it had a connection with the sprouting of bud, itself; and not with the rest, directly.

9) The effects of gibberellin on the hindrance of onset of rest and the breaking of the rest of winter-bud were examined, by spraying gibberellin on the leaf-surface or immersing the shoot in it. During the period from October to November, the mulberry tree cultivated on the field and sprayed with gibberellin on the leaf-surface showed a better sprouting rate, counting more than 70%; on the other hand, as those days were corresponded to the beginning of the resting-stages; the controls, or the not-treated-buds, showed a very low rate of sprouting. Thus the onset of the rest of buds was nearly hindered by the gibberellin-treatment.

In the case of shoots of mulberry immersed in gibberellin-solution (in the laboratory), the winter-buds were broken in their rest as in case of leaf-spraying in the field.

10) The mulberry shoots were cut in the deepest rest-period and were soaked in water for 1-7 days, then inserted in flower-pots and placed in the thermostat of 30°C. The buds, immersed in water for 3, 5 or 7 days, were accelerated in their sprouting, the rest being broken; nevertheless, the controls (not treated ones) and the buds immersed only one day, showed the sprouting rate of 0%, during 30 days afterward, in 30°C.

The acidic fraction of the aqueous extract (duced for 4 hours under 60°C.) of resting winter-buds, which had already finished the soaking in water, was tested with paper chromatography and Avena-test. In the case of the bud, of which the rest was broken by being immersed in water, the amount of growth-inhibiting-substance was diminished, the promoting substance being activated and acceleration of growth, increased.

11) The resting winter-buds were treated with low temperature of 7°C for 5 and 8 days. Extract was made of buds, thus treated, by being educed in water of 60°C for 4 hours; and an acidic fraction of that extract was used for the paper chromatography and Avena-test. The results showed that in the buds thus treated the content of the inhibitor, which was assumed to control the rest, decreased; the growth-promoting-substance being activated and acceleration of growth, increased.

12) The effect of CO<sub>2</sub>-treatment for breaking the rest of resting winter-buds was remarkable, when the rest of the buds was deep, but it was not so noteworthy when the bud was found to be ready to break out of the rest.

In the winter-buds treated with CO<sub>2</sub> in the deep-rest period, the amount of the inhibitor of  $R_f$  value of 1.0 decreased, the growth-promoting-substance was activated, the growth promoting action increasing; on the contrary, in the winter-buds, treated with CO<sub>2</sub> in the period when the termination of the rest was already proceeding, the diminution of growth-inhibiting-substance of  $R_f$  value of 1.0 was not remarkable, but, as a whole, the increase of growth-promoting-action was observable.