

## 生育環境の相違がハッサク果のコハン症の発現に及ぼす影響

近 泉 惣次郎\*・日 野 昭\*・秋 好 広 明・水 谷 房 雄

### Effects of Environmental Factors Affecting Fruit Growth on the Incidence of 'Kohansho' Disorder in Stored Hassaku(*Citrus hassaku* hort. ex Tanaka) Fruit

Sojiro CHIKAIZUMI\*, Akira HINO\*, Hiroaki AKIYOSHI and Fusao MIZUTANI

#### Summary

Effects of environmental factors that affect fruit growth on the incidence of 'Kohansho' disorder of stored Hassaku(*Citrus hassaku* hort. ex Tanaka) fruit were investigated. Fruit harvested from different trees showed a wide variation of the incidence from 25% to 90%. However, location of fruit on the tree, soil types(granite or clay) and rind texture(smooth or rough) little affected the occurrence of the disorder. Early fruit harvesting tended to decrease the injury and large-sized fruit are more likely susceptible. Fruit exposed to sun light during growing season showed greater incidence than shaded fruit. The rim of injured part became a little reddish. Virus-infected trees with stem pitting produced fruit with sunken V-shaped spots on the rind, apparently different from those on 'Kohansho' disorder.

#### 緒 言

カンキツ類の貯蔵果実に発現する果皮障害の一つにコハン症があり、果皮が不規則な模様に褐変する生理障害である<sup>1)</sup>。油胞と油胞の間が陥没し、ちょうど虎の斑紋によく似た斑点が果皮に生じるのでこの名が付けられている。カンキツ類の中でも特に中晩柑類に発現が多く、その割合は貯蔵果実の数10%にも及ぶこともある。それゆえ、これらの果実を貯蔵する上で、コハン症の発現を防止あるいは抑制することが重要な技術の一つとなっている。しかしながら、その発現の原因が大部分の中晩柑類で分かっていない。

ハッサク果実の成熟期は2月から3月であるが、果実は冬季の寒害あるいは隔年結果の防止をはかるため12月中に収穫される。収穫された成熟前の果実は貯蔵中に追熟し、完熟状態になったものが3月から5月にかけて出荷される。このため、ハッサク果の貯蔵は長期間となる。さらに、貯蔵中あるいは出庫後にコハン症が多く発現し、商品価値を著しく低下させる。ハッサク果のコハン症の発現に関して最初に調査したのは山下<sup>2)</sup>で、貯蔵中におけるハッサク果のコハン症の発現の実態調査及び発現に及ぼす温湿度との関係、さらにポリエチレンフィルム個装によるコハン症の防止効果について報

---

\*柑橘学研究室 (Laboratory of Citriculture)

告している。その後、多くの研究がなされているが、そのほとんどは障害が貯蔵中に発現するため、貯蔵中の果実をとりまく環境要因がコハン症の発現に及ぼす影響を調査したり、あるいはコハン症を熱帯及び亜熱帯果実に多く認められる低温障害として取り扱っている<sup>2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18)</sup>。

ハッサク果のコハン症の発現には貯蔵中の要因だけでなく、果実が発育中に受ける環境要因の関与も考えられる。しかしながら、これらとコハン症との関係について調査した研究は比較的少なく、秋田ら<sup>1)</sup>の着果位置の違いとコハン症の発現について、あるいは小川ら<sup>14)</sup>の園地の違いとコハン症の発現についての報告が認められるだけである。そこで、本研究では、結果樹の違い、果実の結果位置、果実重の違い、日射量の多少、土壌の違い等がコハン症の発現に及ぼす影響について調査を行ったのでここに報告する。

## 材料及び方法

供試材料には、愛媛県松山市東野で栽培されている栽植後10年から15年のハッサク樹を用いた。なお、ハッサク樹は1981年から1991年まで継続して同一園のものを用いた。

### I. 栽培条件の違いとコハン症の発現

- (1) 結果樹の違いとコハン症の関係を明らかにするため、果樹園の中からランダムに5樹を選び、果実を全て収穫し実験に用いた。
- (2) 着果方位とコハン症の発現を調査するため東、西、南及び北側の地上1 mから2 mの部位に着果していた果実をそれぞれ50果を収穫した。
- (3) 収穫時に果実を果面が粗いものと、滑らかなものに分け、各区50果を選別して調査した。また、収穫時に果実重が250 g以下、250~350 gおよび350 g以上の3区に分け、それぞれ50果を選別して調査した。
- (4) 水田後地に栽培されている樹の果実を粘土質区、畑地の花こう岩質土壌で栽培されている樹の果実を花こう岩区とし、それぞれ150果を供試した。
- (5) 収穫時期の違いとコハン症の発現との関係を明らかにするため、10月1日、10月20日、11月10日及び11月30日に果実各20個を収穫し、同時に20℃の恒温器に果実を貯蔵し経時的にコハン症の発現を調査した。

### II. 日射及び果面温度の違いとコハン症の発現

- (1) 果実が受ける日照量の違いとコハン症の発現を調査するために、樹上で常に日射を受けている果実を日照果区、木漏れ日すなわち、葉や方位の関係で日光が時々当たり当たらなかったりする果実を日照中果区とした。また、防風林の隣とか樹冠内部で直接日射をほとんど受けることがなかった果実を日陰果区とした。
- (2) 果面温度の測定  
果面温度の測定には果実が直接日射を受ける日照部と受けない日陰部について放射温度計(ミノルタカメラ K. K. 製 505)を用いて測定した。  
個々の果実の果面温度の違いを明らかにするため1990年12月8日の12時から13時の間にランダムに選んだ500果の果面温度を測定した。

### Ⅲ. コハン症の発現部における果皮色

果皮色の測定には、色彩色差計(ミノルタカメラ K. K. 製 CR-200)でコハン症の発現した果実200個の発現部と健全部について測定した。

### Ⅳ. ステムピッチング病発生樹より収穫した果実のコハン症の発現

ステムピッチング病の発生樹より収穫した果実のコハン症の発現について調査するため、枝のステムピッチングを調査すると共に葉の萎凋状態からウイルス罹病樹を確認して果実を収穫した。ステムピッチング病の発生樹より収穫した果実の重量と横径及び縦径を測定した。ステムピッチング病発生樹より収穫した果実のコハン症の発現調査は1990年4月6日と1994年4月6日の2回行った。また、本調査でステムピッチング病発生樹より収穫した果実の斑点は、くさび型であることが明らかになったので、コハン症の発現果600個についてくさび型斑点の割合を調査した。

## 結 果

### Ⅰ. 栽培条件の違いとコハン症の発現

5本の結果樹について収穫果のコハン症の発現を調べたところ、樹によって25%から90%と発現率が異なった(第1表)。

ハッサク果実の着果方位の違いがコハン症の発現に及ぼす影響について調査した結果を第2表に示す。その結果、東側に結果した果実のコハン症の発現割合が他の方位に結果したものよりわずかに少なく、その割合は38%であった。しかしながら、西、南及び北側に結果した果実のコハン症の発現割合には差は認められなかった。

第1表 結果樹の違いとハッサク果実のコハン症の発現

樹	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
1号樹	20	6 (30.0)	26 (4.3)
2号樹	20	7 (40.0)	9 (1.3)
3号樹	20	18 (90.0)	88 (4.9)
4号樹	20	5 (25.0)	6 (1.0)
5号樹	20	14 (70.0)	29 (2.1)

第2表 ハッサク果実の着果方位の違いとコハン症の発現

方位	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
東	50	19 (38.0)	78 (4.1)
西	50	28 (56.0)	116 (4.1)
南	50	25 (50.0)	138 (5.5)
北	50	26 (52.0)	110 (4.2)

収穫時における果面の粗滑とハッサク果のコハン症の発現との関係を調査したところ、果面の滑らかな果実は68%、粗な果実では64%にコハン症が発現し、果面の粗滑によるコハン症の発現の差は認められなかった(第3表)。また、果実が250g以下では発現割合が42%、250~350gで60%、350g以上の果実で94%であり大きい果実ほどコハン症の発現が多かった(第4表)。しかし、1果当りの平均斑点数はそれぞれ5.3、9.1、6.1であり、中程度の大きさの果実で斑点数が多かった。

ハッサク樹の栽培土壌の違いと果実のコハン症の発現について調査した結果は第5表の通りである。発現割合は花こう岩土壌で81.3%、水田転換園で71.3%であり、花こう岩土壌でやや高かった。

第3表 ハッサク果の果面の粗滑とコハン症の発現

果 面	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
粗	50	34 (68.0)	120 (3.5)
滑	50	32 (64.0)	160 (5.0)

第4表 ハッサク果の果実重の違いとコハン症の発現

果実重	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
250g以下	50	21 (42.0)	111 (5.3)
250g~350g	50	30 (60.0)	272 (9.1)
350g以上	50	47 (94.0)	285 (6.1)

第5表 栽培土壌の違いとコハン症の発現

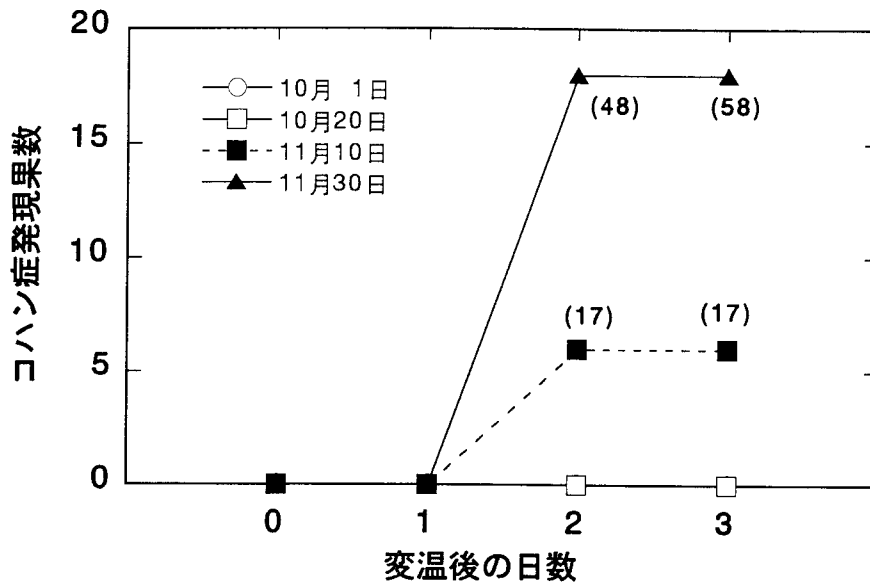
土 壌	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
砂質土	150	122 (81.3)	616 (5.1)
粘土質	150	107 (71.3)	202 (1.9)

収穫時期の違いとコハン症の発現についてみると、果皮色がまだ緑で成熟期に入っていない10月に収穫した果実ではコハン症の発現が認められなかったが、11月の収穫果実には発現が認められた(第1図)。

## II. 日射及び果面温度の違いとコハン症の発現

樹上で果実が受ける日射量の多少とハッサク果のコハン症の発現との関係を示したのが第6表である。日照果ではコハン症の発現率が68%で、1果当りの平均斑点数も11.8個で最も多く、次いで日照中果でそれぞれ64%、4.5個であった。日陰果では最も少なくそれぞれ38%、3.7個となり、日照量の多いほど発現率も高く斑点数も多くなった。

ハッサク果の果面温度の日変化を測定した結果を第2A図に示す。その結果、果実の結果位置により日射を受ける時間も異なり、午前中に40℃を示すが、午後は20℃前後になり、逆に午後に40℃以上になる果実もあり、午前中に最も高温を示すもの、あるいは午後に最も高温を示す果実があることが確認された。第2B図は日照部の果面温度の日変化を示したものであるが果面温度は日照時には約37



第1図 ハッサク果実の収穫時期の違いがコハン症の発現に及ぼす影響  
 [各区とも収穫と同時に50日間5℃に置き、その後20℃に変温した。  
 ( ) 内は総斑点数を示す。]

第6表 果実が受ける日射量の違いとハッサク果のコハン症の発現

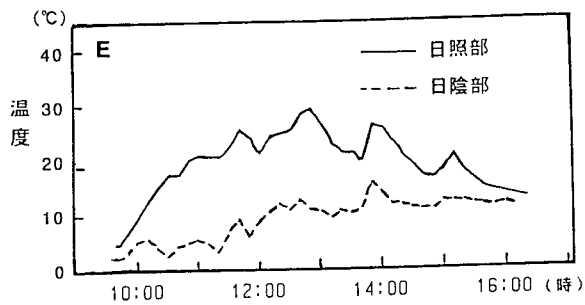
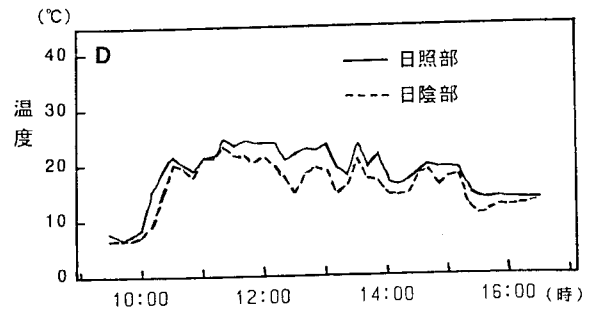
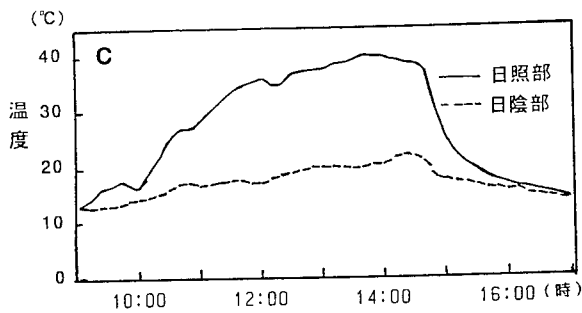
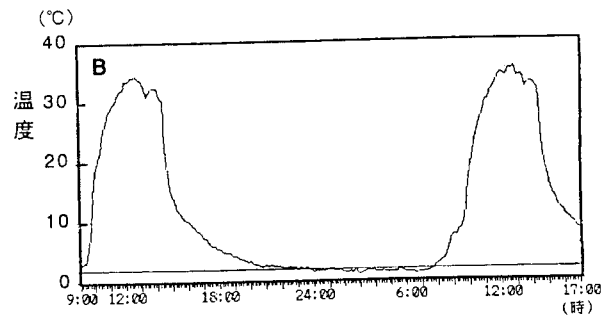
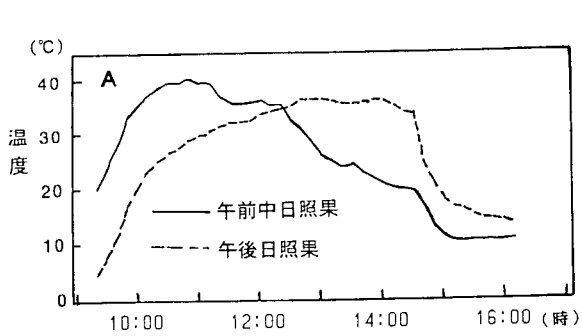
日射程度	調査果数	コハン症発現果数 (%)	斑点総数 (1果当たり斑点数)
強日射	200	136 (68.0)	799 (11.8)
弱日射	200	128 (64.0)	575 (4.5)
日陰	200	77 (38.5)	288 (3.7)

て前後の高温から夜間は5℃前後の低温となり32℃もの大きな日較差が認められた。次に、同一果実の日照部とその裏側である日陰部の温度の日変化を示したのが第2 C、D図である。第2 C図は晴の日の日変化を示したもので、日照部と日陰部の温度差が10℃から20℃であった。一方、曇の日は日照部と日陰部でほとんど温度差はなかった(第2 D図)。また、晴時々曇の日における果面温度は、快晴の日と違って日照部と日陰部での温度差が小さかった(第2 E図)。

ハッサク果実500個の果面温度を測定して得られた温度の分布を示したのが第3図である。その結果、12～20℃の範囲の果面温度の果実が多くを占めた。

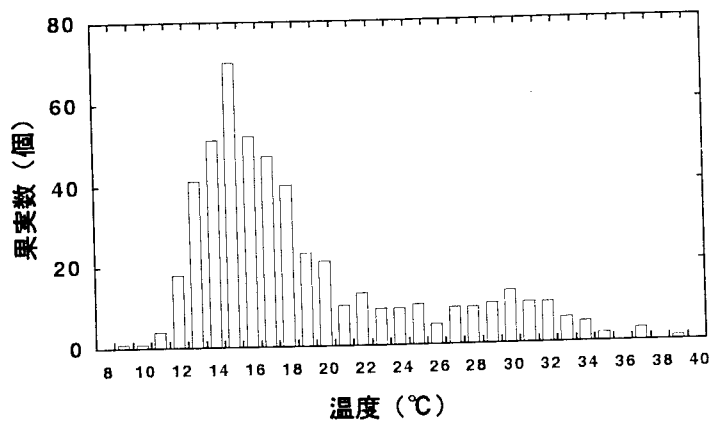
### Ⅲ. コハン症の発現部における果皮色

コハン症の発現部と発現していない部分の色差計によるa値を測定した結果を第4図に示す。その結果、コハン症の発現部のa値は26.6であったが、健全部のそれは22.6で、発現部のa値が4も大きな値であった。

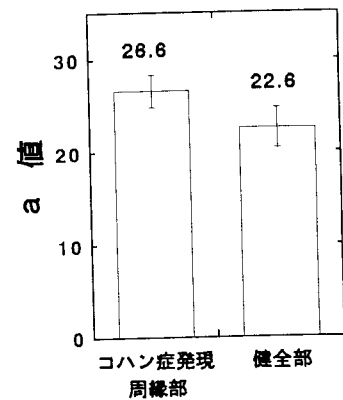


第2図 ハッサク果の果面温度の経時的变化

- A: 1990年11/24 快晴
- B: 1990年12/7~12/8 快晴
- C: 1990年11/13 快晴
- D: 1990年11/23 曇
- E: 1990年11/2 晴時々曇



第3図 ハッサクの樹上果実の果面温度の分布  
〔調査果実数: 500個、調査日時: 1990年  
12/8 12:00~13:00〕



第4図 ハッサク果のコハン症が果皮色に及ぼす影響〔調査果実数: 200個〕

#### Ⅳ. ステムピッチング病発生樹より収穫した果実のコハン症の発現

ステムピッチング病発生樹より収穫した果実の重量と横径及び縦径を測定した結果を第7表に示した。その結果、果実重は127.6gと健全果の半分以下であり、非常に小さい果実ばかりであった。ステムピッチング病発生樹より収穫した果実のコハン症の発現についての調査は1990年4月6日と1994年4月6日の2回行い、その結果は第8、9表に示した。その結果、2ヶ年とも斑点の発現割合については同様の結果を得た。また、ウイルス罹病果では斑点がコハン症とは異なりくさび型に陥没するのが認められた(第5図)。次に、ステムピッチング病発生樹より収穫した果実の斑点はくさび型斑点であることが明らかになったので、果実600個についてその発現の割合を調査した結果を第10表に示した。

その結果、600果中453果にコハン症が発現し、その内66果にくさび型斑点が認められた。

第7表 ウイルス罹病樹より得られた果実の重量と果径

	果実重	横 径	縦 径
対 照 区	293.2± 9.2	9.1± 0.09	7.4± 0.07
罹 病 区	127.6± 7.6	6.6± 0.15	5.3± 0.13

第8表 ウイルス罹病樹より得られた果実の果皮障害の発現

ウイルス罹病程度	調査果数	果皮障害(コハン症)の発現果数(%)	斑点総数(1果当たり斑点数)
対 照 区	50	26 (52.0)	124 (4.8)
罹 病 区	50	37 (74.0)	589 (15.9)

調査年：1990. 4. 6

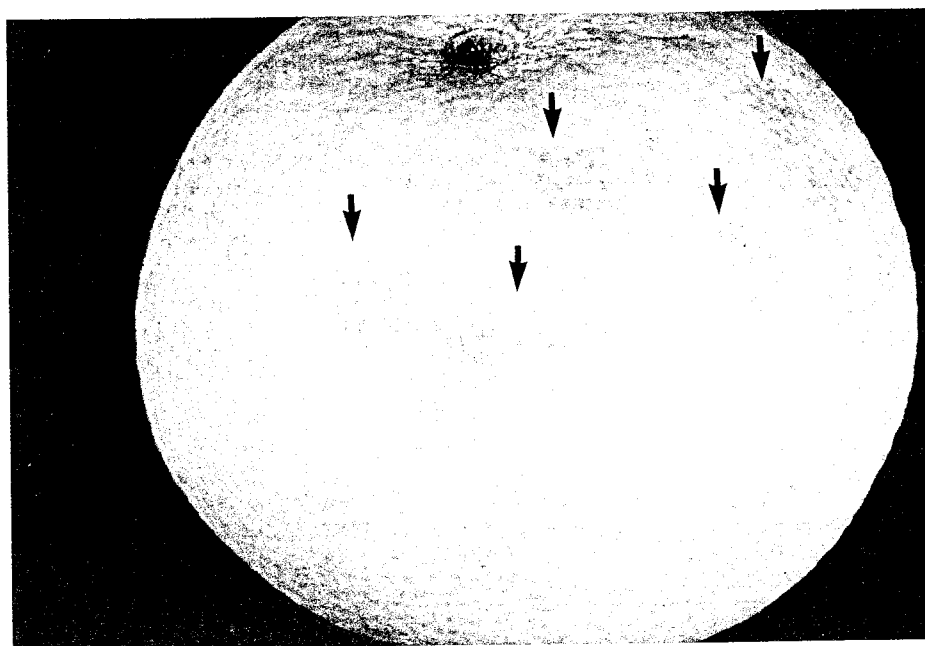
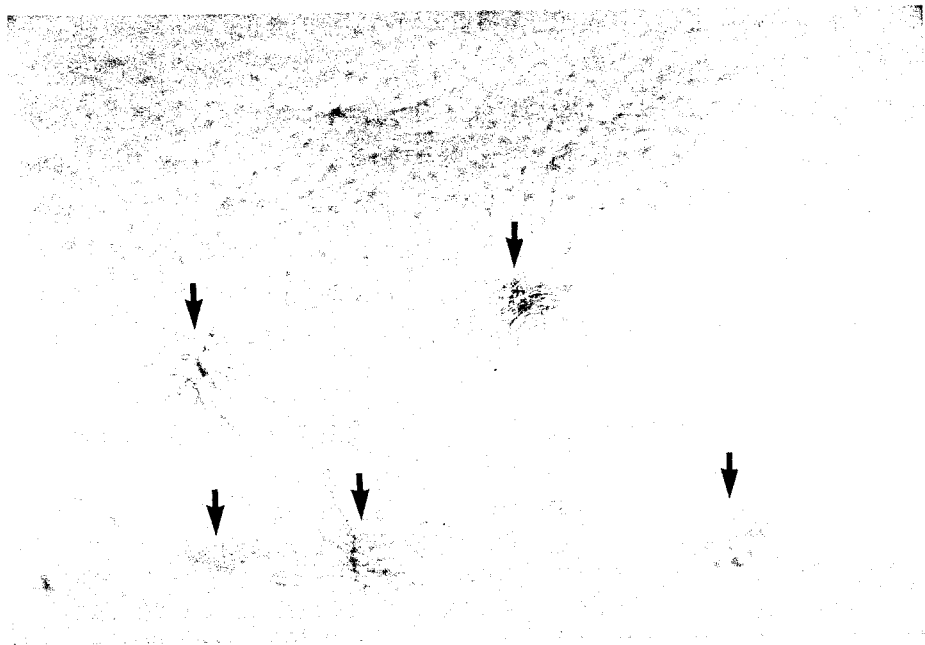
第9表 ウイルス罹病樹より得られた果実の果皮障害の発現

ウイルス罹病程度	調査果数	果皮障害(コハン症)の発現果数(%)	斑点総数(1果当たり斑点数)
対 照 区	30	17 (56.7)	44 (2.6)
罹 病 区	30	23 (76.7)	118 (5.1)

調査年：1994. 4. 6

第10表 ハッサク果のコハン症の発現におけるくさび型斑点の発現割合

調査果実数	健全果	コハン症発現果数(%)	くさび型発現果数(%)
600	147	453 (75.7)	66 (14.6)



第5図 ウイルス罹病樹より得られた果実の斑点(上)とハッサク果のコハン症(下) (矢印：斑点)

## 考 察

ハッサク果のコハン症は貯蔵中に果実温が $10^{\circ}\text{C}$ 以上になると発現すると言われている<sup>17)</sup>。特に果実温が $20^{\circ}\text{C}$ ～ $25^{\circ}\text{C}$ では48時間以内にコハン症が発現し、その発現率は約70%に達する。それゆえ、常温貯蔵庫では出荷時期の3月から5月にかけては、貯蔵中に果実温が $10^{\circ}\text{C}$ 以上になることがしばしばあるためコハン症が発現する。また、低温貯蔵庫では、果実を低温( $5^{\circ}\text{C}$ )で貯蔵している限りコハン症は発現しないが、果実を出荷するために貯蔵庫から出庫後に $10^{\circ}\text{C}$ 以上の温度に遭遇すると発現することになる。おもに、ハッサク果のコハン症は貯蔵中に発現することから、ハッサク果のコハン症の発



現に関する研究の多くが貯蔵上の問題として取り扱われている<sup>2, 4, 9, 15, 17, 18</sup>。コハン症は貯蔵中の果実に発現するが、栽培条件の違いや発育中の果実を取りまく気象条件がコハン症の発現に関与している可能性も考えられる。そこで、この点を解明するため結果樹、果実の結果位置、日射量の多少、土壌の違い、果実重の違い等とコハン症の発現との関係について調査を行った。

着果位置の方位とコハン症の発現では、わずかに東側で少なかったが、方位による大きな違いは認められなかった。しかし、着果位置の違いがハッサク果のコハン症の発現に差が認められることを秋田<sup>19</sup>が報告している。

果面の粗滑とコハン症の発現の間には密接な関係は認められなかった。果面が滑らかな果実では油胞と油胞の間が離れており、その部分が陥没しコハン症が発現しやすいのではないかと考えられたが、果面の粗滑はコハン症の発現には影響しないことが分かった。

果実重とコハン症の関係では、250 g以下の小さな果実ではコハン症の発現が比較的少なかったが、小さい果実ほど果皮も未熟で、低温などに対し感受性が強くコハン症の発現も多いと思われたが、逆に、大きい果実にその発現が多かった。

栽培土壌の違いによるコハン症の発現には差が認められなかったが、伊庭ら<sup>6</sup>)によると、ハッサク果のコハン症の発現は年によりあるいは果樹園の違いでも大きな差があると指摘している。

収穫時期の違いでは、10月に収穫した果実にコハン症の発現が認められず、11月の果実ではコハン症の発現が認められた。これは、コハン症の発現には果実のエイジングが関係しているものと考えられた。

樹上で果実が受ける日射量の違いとハッサク果のコハン症の発現をみたが、日照果と日照中果でコハン症の発現割合が高く、ほとんど直射日光を受けない日陰果では比較的少ないことから、日射量あるいは日照時間の多少がハッサク果のコハン症の発現に影響していると思われる。今回の調査では日射量に対して大まかな分類を行ったが、果実の発育期間を通じて日射量を測る必要があると考えられた。日射量あるいは日照時間の多少がハッサク果のコハン症の発現と密接な関係にあるとすれば、気象環境要因の中でも直接関係があるのが果面温度であると思われる。そこで果面温度を測定したが、日照部と日陰部の果面温度に大きな差があった。高温を受けた果皮の部分の生理的機能や形態が変化し、それが低温貯蔵後にコハン症の原因になっている可能性もある。

コハン症の発現周縁部と健全部の着色の相違を色差計を用いて調査したところ、発現周縁部でa値が高かった。コハン症発現周縁部が健全部よりもくすんだ赤みを呈したのは、コハン症の発現に伴って障害によるエチレンが発生し、そのエチレンによって着色が促進されたものか、あるいは、この部分では健全部と果皮の形態や形質が異なっていたかについては明らかにすることができなかった。

ハッサク樹はウイルスの被害が顕著であり、被害樹は葉にウイルス特有の萎縮が現れ、果実も正常果の1/3から1/4の大きさにしかならない。ステムピッチング病発生樹より収穫した果実に、くさび型に陥没した斑点が認められたが、これはコハン症の斑点とは異なっていた。この点も、今回得られた新しい知見の一つである。ステムピッチング病発生樹より収穫した果実の斑点はくさび型斑点であることが明確になったので、果実600個についてその発現の割合がどの程度認められるのかを調査したが、その内66果にくさび型斑点が認められた。ウイルス罹病樹より得られた果実には特有の斑点が認められたので、ハッサク果のコハン症の斑点について今後調査を行う場合にはこれらを明確に区別する必要がある。

## 摘 要

ハッサク果の生育環境の相違が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響について調査を行った。結果樹によって果実のコハン症発現に25%から90%の違いがあった。着果方位、栽培土壌の違い及び果面の粗滑では大きな差は認められなかった。果実重が大きいものほど、また収穫時期が遅いほど発現が多かった。樹上で受ける日照量の多いほど発現が多かった。コハン症の発現周縁部は健全部のより赤色が強かった。ウイルス罹病樹より得られた果実の斑点は果面にくさび型に陥没することが明らかになった。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、温泉青果農協の柳沢幸四郎氏から多大の助言と援助をいただいた。また、本研究に対し、常に激励と有意な御助言をいただいた愛媛大学農学部教授 門屋一臣博士に心から感謝の意を表す。

## 引用文献

- (1) 秋田忠夫・三股 正・佐藤瑞穂. 1983. 中晩カン類の貯蔵に関する研究(第2報) ハッサクのコハン症発現と着果位置、植物生長調節物質、採集時期との関係. 園学要旨. 昭58秋: 416-417.
- (2) 藤田修二・東田哲三. 1985. 低温貯蔵したハッサク果実の出庫後の変温に伴うコハン症の発生とその際の果皮化学成分及び酸化酵素活性の変化. 園学要旨. 昭60秋: 430-431.
- (3) 藤田修二・東野哲三. 1988. ハッサクコハン症の発生と果皮のアスコルビン酸及びクロロゲン酸含量との関係. 園学雑. 57: 312-318.
- (4) 長谷川美典・伊庭慶昭. 1978. カンキツ類果実のこはん症に関する研究(第1報) 発生条件と障害果実の性質について. 園学要旨. 昭53秋: 384-385.
- (5) 伊庭慶昭・長谷川美典・山下重良・藤本欣司・和田年裕・小川勝利・坂井 堅・音井 格・田辺弘・脇川勝美・渡部悦也・向井 武・野方俊秀・金川英明・佐藤 隆・佐藤瑞穂. 1981. ハッサクのこはん症に及ぼす TBZ の影響. 園学要旨. 昭56春: 438-439.
- (6) 伊庭慶昭・垣内典夫・福田博之・荒木忠治編著. 1985. 果実の成熟と貯蔵. 養賢堂. pp. 86-94.
- (7) 泉秀 実・伊東 卓・吉田保治. 1990. アスコルビン酸がハッサクのコハン症発生に及ぼす影響. 園学雑. 59(別2): 698-699.
- (8) Kanlayanarat. S., C. Oogaki. and H. Gemma. 1988. Occurrence of rind-oil spot of Hassaku (*Citrus hassaku* hort. ex Tanaka) fruits stored under different temperatures and relative humidities. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57: 513-520.
- (9) 川田和秀・北川博敏. 1987. ハッサクのコハン症に関する研究 温水処理、出庫温度、出庫時エチレン処理、および出庫時期について. 園学要旨. 昭62春: 460-461.
- (10) 北川博敏・樽谷隆之. 1980. ハッサクの貯蔵に関する研究(第3報) チアベンダゾール(TBZ)によるコハン症の発生抑生効果. 園学要旨. 昭55秋: 390-391.
- (11) 真子正史. 1984. カンキツのコハン症対策試験、ハッサクのコハン症の発生状況について. 園学要旨. 昭59春: 398-399.
- (12) 宮田明義・橋本和光. 1988. カンキツ類のこはん症に対するカルシウムの影響(第1報) ハッサクのこはん症に及ぼすカルシウム剤の効果. 園学要旨. 昭63秋: 20-21.

- (13) 邨田卓夫・山脇和樹. 1987. 中晩生カンキツ果実の予措乾燥効果について (その1) ポンカン、イヨカン、ネーブルオレンジ、ハッサク. 園学要旨. 昭60秋: 586-587.
- (14) 小川勝利・坂井 堅・早川泰幸. 1979 a. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究 (第1報) ハッサク虎斑症の発生に及ぼす各種要因の影響. 広島県果樹試験場報告. 5: 17-26.
- (15) 小川勝利・坂井 堅. 1979 b. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究 (第2報) ハッサク虎斑症の発生に及ぼす予措およびポリエチレン包装の影響. 広島県果樹試験場報告. 5: 27-38.
- (16) 白石利雄・佐藤 隆・佐藤瑞穂・桑田邦博. 1981. 中晩カン類の貯蔵に関する研究 (第1報) ネーブルオレンジ・ハッサクの果皮障害. 園学要旨. 昭56秋: 382-383.
- (17) 山下重良. 1967. ハッサクの低温貯蔵に関する研究 (第1報) 温湿度条件と虎斑病の発現および防止について. 園学雑. 36: 250-258.
- (18) 吉松敬祐・内山善雄. 1980. ハッサクの虎斑症に関する研究 (第2報) 低温貯蔵果実の出庫に伴うエチレンの発生. 園学要旨. 昭56秋: 383-389.