

生育環境とネーブルオレンジ (*Citrus sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka) 果のコハン症発現との関係

近 泉 惣次郎*・日 野 昭*・水 谷 房 雄

Influences of Environmental Factors Affecting Fruit Growth on Incidence of 'Kohansho' Disorder in Navel Orange (*Citrus sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka) Fruit

Sojiro CHIKAIZUMI*, Akira HINO* and Fusao MIZUTANI

Summary

Field survey and some experiments were conducted to know effects of environmental factors affecting fruit growth on the incidence of 'Kohansho' disorder of Navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka) fruit on the tree and during storage after harvest. 'Kohansho' disorder was already observed on the tree in the open-field-grown 'Shirayanagi' navel orange groves, in which the percentage of affected fruit was 5.7% on December 28 and 20.6% on January 14. Lighter crop loads tended to increase the incidence on the tree. Spots were mostly found on stylar ends of fruit. Even fruit harvested in October and November, when fruit had not been exposed to low temperatures, developed the injury symptoms during storage at 10 °C. Reduced light intensity by shading decreased the incidence of stored fruit. Yearly fluctuation in the incidence during storage was noted in fruit taken from the same groves. No injury symptoms developed in 'Shirayanagi' navel orange fruit grown under unheated plastic houses or in 'Ohmishima' navel orange fruit, an early ripening cultivar, even when they were stored at low temperatures.

緒 言

カンキツ類の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。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、これらの果実を栽培する上で、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。中晩柑類の一つであるネーブルオレンジでも、栽培あるいは貯蔵中にコハン症が発現し商品価値を著しく低下させることが知られている。一般に、ネーブルオレンジの成熟期は1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図るため12月中下旬に収穫される。それゆえ、収穫された果実は成熟前のものであり、貯蔵中に果皮の濃紅色への促進、ネーブルオレンジ特有の香りの発現、果肉の軟化、糖

* 柑橘学研究室 Laboratory of Citriculture

含量の増加と酸含量の減少などの変化が現れる追熟による品質の向上が図られる。しかし、この追熟中、特に収穫直後から1ヶ月以内にコハン症が発現し、その発現割合が収穫果の数10%にも及ぶことがある。その結果、果実の外観が悪くなり価格が低下するか、全く商品価値がなくなる。

これまでに、収穫後のネーブルオレンジの果実を20℃で1から3日間予措処理を行うとコハン症の発現が抑制されることが石田ら^{4,5)}、牧田と小中原⁸⁾により報告されている。また、植物ホルモンの一つであるアブシジン酸の処理によってもコハン症の発現が抑制されると牧田⁷⁾が報告している。8月から11月の早い時期に収穫したネーブルオレンジの果実にはコハン症が発現しないという牧田と小中原⁹⁾や白石ら¹⁰⁾の研究報告がある。さらに、コハン症の発現に関与している要因として、低温、乾燥、系統の違い、年次差、日当りの悪い圃地、樹体栄養の内でも特にチッ素不足などが指摘されている^{9,10)}。その後も、ネーブルオレンジのコハン症の発現に関する多くの研究がなされているが、コハン症の発現の原因は明確にされていない。

ネーブルオレンジ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、これらとコハン症の発現との関係について調査した研究は比較的少ない。すなわち、ネーブルオレンジのコハン症の発現の原因を解明するためには、果実の収穫以前における栽培条件、気象条件、樹体及び土壌の栄養条件等について調査すると共に、収穫後の貯蔵温度、湿度やエチレンなどのガス環境条件等とコハン症の発現との関係を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、樹上の果実が発現したコハン症の割合について明らかにすると共に、結果樹の違い、収穫時期の違い、日射量の多少、年次差、系統の違い及び無加温のビニールハウス内で栽培されているネーブルオレンジ果のコハン症の発現について調査を行った。

材料及び方法

I. 栽培条件の違いとコハン症の発現

実験材料には愛媛県松山市鷹の子で栽培されている12～15年生の‘白柳’ネーブルオレンジ樹及び果実を用いた。

(1) 樹上での発現

‘白柳’ネーブルオレンジ果実の樹上におけるコハン症の発現時期を明らかにするため、1985年11月20日に健全な果実315個にラベルを付け、12月28日、1986年1月7日及び1月14日にコハン症の発現果数とその割合を調査した。

(2) 着果負担と樹上での発現及び果面上における発現部位

結果樹の違いがコハン症の発現に及ぼす影響及び果面上における斑点の発現部位を明らかにするため、果樹園のなかから結実数の異なる3樹を選び、1号樹、2号樹及び3号樹とした。1987年12月28日に、樹上果実が発現したコハン症の発現割合と果面上における斑点の発現部位を調査した。また、コハン症の発現した果実と健全果(対照区)の可溶性固形物含量と遊離酸含量を測定した。なお、可溶性固形物含量は屈折糖度計により、遊離酸含量は水酸化ナトリウムによる中和滴定法により測定した。

(3) 収穫時期の違いと貯蔵中での発現

収穫時期の違いがコハン症の発現に及ぼす影響を明らかにするため、1987年10月1日、10月20日、11月10日及び11月30日に収穫し、10℃で貯蔵しコハン症の発現を調査した。さらに、収穫後0℃で5日間の低温処理を行った後に10℃で貯蔵した区を設け、コハン症の発現を調査した。

(4) 日射量の違いと貯蔵中での発現

日射量の多少がコハン症の発現に及ぼす影響を調査するため、樹全体を黒色カンレイシャで被覆し、樹冠内部の日射量を約1/2に調節した区を設けた。なお、被覆期間は1983年8月20日から10月10日までとし、果実は12月25日に収穫し、収穫後は5℃で貯蔵した。コハン症の発現割合を1984年1月23日と3月6日に調査した。なお、対照区には被覆樹の隣の樹の果実を用いた。

(5) 同一園から収穫した果実の貯蔵中での発現の年次変動

コハン症の発現に年次差があるかどうかを明らかにするため、1983年度と1984年度の果実についてコハン症の発現を調査した。なお、両年とも12月19日に収穫し、5℃で貯蔵後、翌年の1月23日にコハン症の発現割合について調査した。なお、調査には‘白柳’ネーブルオレンジの果実を用いた。

II. 無加温ハウス栽培された‘白柳’ネーブルオレンジにおけるコハン症の貯蔵中での発現

愛媛県伊予市の無加温ハウスで栽培されている15年生の‘白柳’ネーブルオレンジ樹の果実を用いた。無加温ハウスのビニール被覆は、2月中旬から5月中旬までとし、5月中旬から7月下旬までは施設の側面のビニールを除去しアーチ部分だけにビニールを被覆した。無加温ハウスの隣の園で露地栽培されている‘白柳’ネーブルオレンジ樹の果実を対照区として用いた。果実は12月9日に収穫し、0℃、5日間と0℃、15日間処理し、処理後は10℃で貯蔵してコハン症の発現を調査した。

III. ‘大三島’ネーブルのコハン症の貯蔵中での発現

早生系品種の‘大三島’ネーブルオレンジのコハン症の発現を調査するため愛媛県丹原町で栽培されている果実を、1982年12月7日に収穫し、12月7日から2月12日まで5℃で貯蔵し、2月12日から2月22日までの10日間-2℃の処理を行った後、常温で再び貯蔵しコハン症の発現を調査した。また、1982年12月7日に果実を収穫し1983年5月14日まで5℃で貯蔵し、5月14日からは常温貯蔵庫においてコハン症の発現について調査した。さらに、1982年12月7日に果実を収穫し、1983年6月24日まで5℃で貯蔵し、6月24日から8月18日まで-2℃で長期間の低温貯蔵した区を設けた。

結 果

I. 栽培条件の違いとコハン症の発現

(1) 樹上での発現

‘白柳’ネーブルオレンジ果実の樹上でのコハン症の発現時期とその割合を第1表に示している。12月28日には315果中18果にコハン症が発現し、その割合は5.7%であった。また、12月28日から1月7日までの期間には30果にコハン症が発現しその割合は9.5%で、7日から14日の期間には17果の6.4%であった。1月14日にはコハン症発現果は315果中65果で、その割合は20.6%となった。

第1表 白柳ネーブルオレンジの樹上果のコハン症の発現

発現期間	コハン症発現果数	発現割合 (%)
～12月28日	18	5.7
12月29日～1月7日	30	9.5
1月8日～1月14日	17	6.4
合 計	65	20.6

調査果実数315個 1985年～1986年

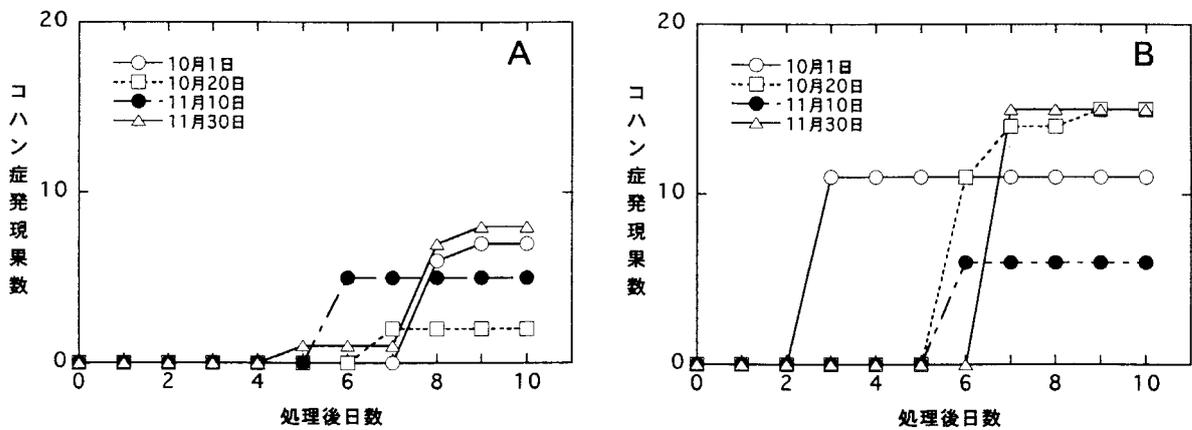
(2) 着果負担と樹上での発現及び果面における発現部位

樹上での果実に発現したコハン症の割合と斑点の発現部位を調査した結果を第2表に示す。コハン症の発現割合は樹によって異なり7.4%から26.6%であり、着果負担が少ない樹ほど発現割合が高くなる傾向が見られた。また、樹上での斑点の発現部位は主に果頂部に集中し、果梗部ではコハン症の発現が認められなかった。次に、樹上でのコハン症の発現した果実と発現の認められなかった健全な果実の可溶性固形物含量と遊離酸含量を測定したところ、可溶性固形物含量が対照区で11.4%、コハン症発現区で11.6%、遊離酸含量は両区とも1.6%であり、両者の間に大きな違いは認められなかった。

第2表 白柳ネーブルオレンジの着果負担の違いが樹上でのコハン症の発現及びその部位に及ぼす影響

樹	結果総数	健全果数	コハン症 発現果数 (%)	発 現 部 位		
				果梗部	赤道部	果頂部
1号樹	94	69	25 (26.6)	0	1	24
2号樹	119	102	17 (14.3)	0	1	16
3号樹	215	199	16 (7.4)	0	2	14

注：調査日、1987年12月28日



第1図 白柳ネーブルオレンジの収穫時期の違いがコハン症の発現に及ぼす影響

調査果実数 各20個

A：収穫と同時に10℃で貯蔵

B：収穫と同時に0℃で5日間貯蔵後10℃で貯蔵

(3) 収穫時期の違いと貯蔵中での発現

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月や11月に収穫した果実でもコハン症の発現が認められた(第1図A)。また、0℃で5日間の低温処理を行うと、低温処理をしていない場合に比べてコハン症の発現果数が著しく多くなった(第1図B)。

(4) 日射量の違いと貯蔵中での発現

日射量の多少と‘白柳’ネーブルオレンジ果実のコハン症の発現との関係をみたのが第3表である。この結果、カンレイシャ被覆を行った区の方が対照区よりもコハン症の発現が少なかった。

第3表 カンレイシャ被覆が白柳ネーブルオレンジのコハン症の発現に及ぼす影響

処 理	調査果数	調査日 (月/日)	コハン症 発現果数(%)	健全果数(%)
対 照 区	65 (100)	1/23	45 (69.2)	20 (30.8)
		3/6	48 (73.8)	17 (26.2)
カンレイシャ区	65 (100)	1/23	24 (36.9)	41 (63.1)
		3/6	28 (43.1)	37 (56.9)

注1) 1983年12月19日収穫
2) 収穫後5℃で貯蔵
3) 調査日1984年1月23日、3月6日

(5) 同一園から収穫した果実の貯蔵中での発現の年次変動

‘白柳’ネーブルオレンジのコハン症の発現に年度によって違いがあるかどうかをみた結果を第4表に示す。調査果実数は異なるがコハン症の発現率で1983年度は69.5%であったが、1984年度は41.9%と約30%の違いが認められた。

第4表 ‘白柳’ネーブルオレンジの収穫年次の違いがコハン症の発現に及ぼす影響

年 次	調査個数	健全果数	コハン症発現果数(%)
1983年度	128	21	89 (69.5)
1984年度	289	168	121 (41.9)

注：同一果樹園、同一貯蔵庫、貯蔵温度5℃
1983年度は12月19日収穫、1984年1月23日調査
1984年度は12月19日収穫、1985年1月23日調査

II. 無加温ハウス栽培された‘白柳’ネーブルオレンジにおけるコハン症の貯蔵中での発現

無加温のハウスで栽培された‘白柳’ネーブルオレンジ果実は露地栽培の果実よりもその成熟が約1ヶ月ほど早い。したがって、収穫した12月9日には完全に成熟している。その果実についてコハン症の発現を調査した結果、10℃で貯蔵してもコハン症の発現は認められなかった(第5表)。また、0℃で5日及び15日間処理でもコハン症の発現は認められなかった(第5表)。

第5表 無加温ハウス栽培の‘白柳’ネーブルオレンジ果実の
低温処理がコハン症の発現に及ぼす影響

処理条件	調査果数	コハン症発現果数	健全果数
0℃ 5日 (45%)	20	0	20
0℃ 15日 (45%)	20	0	20
10℃ (45%)	20	0	20
10℃ (90%)	20	0	20

1988年 注1) ()内は相対湿度

2) 処理後は10℃で貯蔵し1ヶ月間調査

Ⅲ. ‘大三島’ネーブルのコハン症の貯蔵中での発現

‘大三島’ネーブルオレンジ果実は11月下旬には完全着色となる早生系統のネーブルオレンジである。その果実のコハン症の発現について調査した結果を第6、7表及び第4図に示す。その結果、ポリ個装、-2℃の低温処理及び約2ヶ月間の-2℃で貯蔵してもコハン症の発現は認められなかった。

第6表 大三島ネーブルオレンジ果実のコハン症の発現

処理条件	調査果数	コハン症発現果数	健全果数
対照区	30	0	30
ポリ個装区	30	0	30

注1) 1982年12月7日収穫

2) 収穫と同時に5℃で貯蔵

3) 1983年5月14日から室温

第7表 大三島ネーブルオレンジ果実の長期貯蔵及び
低温処理とコハン症の発現

処理条件	調査果数	コハン症発現果数	健全果数
対照区	20	0	20
ポリ個装区	20	0	20

注1) 1982年12月7日収穫

2) 収穫と同時に1983年6月24日まで5℃で貯蔵

3) 1983年6月24日から8月18日まで-2℃処理

考 察

コハン症はカンキツ類果実の貯蔵中に発現する褐変症状に対してつけられた総称である⁶⁾。ところが、貯蔵中に発現するコハン症と同じ症状がネーブルオレンジや清見では、樹上果にも認められる^{2) 9)}。同じ中晩柑類の一つであるハッサクでは樹上果には全くコハン症の発現が認められない¹⁾。すなわち、カンキツ類のコハン症の発現の原因が品種によって異っているものと思われる。伊庭ら⁶⁾はカンキツ類では各品種ごとにコハン症の発現の原因が明らかになれば、それにふさわしい症状名をつけるべきであると述べている。ところが、ネーブルオレンジではその原因についてはまだ明らかになっていない。ネーブルオレンジでは樹上の果実にコハン症が発現するだけでなく、貯蔵中の果実にも多く発現するため、コハン症の発現には栽培条件の違いや発育中の果実を取り巻く気象条件等が関与

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樹上での発現時期、結果樹、系統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。

‘白柳’ネーブルオレンジで、樹上の果実にコハン症が発現する時期を調査したが、12月28日にはすでに5.7%もの果実にコハン症が発現していた。さらに、1月14日にはその発現割合が20%にも達した。それゆえ、コハン症の発現していない果実を収穫するには収穫時期を12月上中旬までに行う必要がある。また、樹上果実では、斑点の発現部位が主に果頂部で、赤道部や果梗部にはほとんど認められなかった。ネーブルオレンジ果実は他のカンキツ類と比べて果頂部の果皮が極端に薄いため、この部位に斑点が発現しやすいと思われる³⁾。あるいは、樹上で果実が受ける風や低温に対する感受性が、果皮の薄い部分では高いことも考えられる。

着果負担の違いによるコハン症の発現割合を見たが、樹によってかなりの違いがあり、着果負担の少ない樹で発現割合が高い傾向が見られた(第2表)。また、樹上でのコハン症の発現には年次による差が認められたが、これは牧田ら⁹⁾が指摘しているように果実の形質、すなわち aging (果皮の熟度) とコハン症の発現に密接な関係があるのかも知れない。

次に、‘白柳’ネーブルオレンジの収穫時期の違いとコハン症の発現について調査した結果、10月と11月に収穫した果実にもコハン症が発現した。牧田ら⁹⁾の調査によると10月及び11月に収穫した果実では0、5、10及び15℃で貯蔵してもコハン症の発現が認められないとしている。この点では本調査は異なる。

早生系統の‘大三島’ネーブルオレンジ果実を0℃及び-2℃の低温処理を行ったが、コハン症の発現は全く認められなかった。ところが、露地栽培の‘白柳’ネーブルオレンジ果実を同じ低温処理を行うとコハン症の発現が多く認められた。これは、収穫時における果実の成熟程度がネーブルオレンジでも系統によって異なっていることが考えられる。また、‘白柳’ネーブルオレンジでも無加温ハウス内で栽培した果実は1ヶ月ほど成熟が早く、収穫時にはすでに完全に熟し、コハン症に対する感受性が弱いためコハン症が発現しないと考えられる。これらのことから、果実の成熟程度の違いがコハン症の発現に関与していることが推察される。この点では白石ら¹¹⁾、牧田ら^{8,9)}も同様の結果を報告している。このことから、完全に熟した果実では0℃あるいは-2℃の低温処理を行ってもコハン症が発現しないことが明らかになった。

次に、黒色カンレイシャで樹全体を被覆し日射量を半分にした区を設けたが、黒色カンレイシャを被覆した区でコハン症の発現が少なかった。これは、カンレイシャ被覆によって樹上で果実がうける強い日射や風等を遮断したのでコハン症の発現が抑制されたのかも知れない。しかし、この点については明らかでない。

コハン症の発現の原因は主に低温¹⁰⁾であると指摘されている。本実験でも、低温処理によってコハン症の発現が助長された。しかし、早生品種の‘大三島’ネーブルオレンジや無加温のハウス内で栽培された‘白柳’ネーブルオレンジ果実では-2℃の低温処理でもコハン症が発現しなかったので、低温がコハン症の発現の主因であるかどうかについては今後さらに検討を加える必要がある。

摘 要

ネーブルオレンジ果実の生育環境の相違が樹上及び貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響について調査といくつかの実験を行った。露地栽培の‘白柳’ネーブルオレンジ果実では樹上でもコハン症の発現が見られ、12月28日で5.7%、1月14日には20.6%の発現割合であった。一樹当たりの結果数の

違いによってコハン症発現に違いが見られ、着果負担が少ないほど、樹上での発現割合は高い傾向が見られた。また、果面上の斑点は果頂部で多く、果梗部で少なかった。樹上で果実が低温遭遇しない10月や11月の収穫果実にも貯蔵中にコハン症の発現が認められた。カンレイシャで日射量を対照区の2分の1にしたところ、貯蔵中のコハン症の発現が減少した。同じ園から採取しても、貯蔵中のコハン症の発現に年次変動が見られた。無加温ハウスで栽培された‘白柳’ネーブルと、早生系品種の‘大三島’ネーブルでは-2℃に貯蔵してもコハン症の発現は見られなかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、温泉青果農協の技術員柳沢幸四郎氏から果樹園の選定など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) 近泉惣次郎・日野昭・秋好広明・水谷房雄. 1997. 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. 愛媛大学農学部農場報告. 18:15-25.
- (2) 近泉惣次郎・松本和夫. 1991. 清見果実の樹上並びに収穫後のコハン症の発現と収穫期が果実品質に及ぼす影響. 愛媛大学農学部紀要. 36(1):265-274.
- (3) 近泉惣次郎・松本和夫・天野勝司・秋好広明・渡部潤一郎. 1984. ネーブルオレンジの裂果に関する研究(1) 症状及び発現時期. 愛媛大学農学部紀要. 29(2):83-91.
- (4) 石田善一・渡部悦也・別府英治. 1975. 中晩生カンキツの果実管理に関する研究(第1報) 伊予柑、ネーブルの予措方法について. 園芸要旨. 昭50秋:406-407.
- (5) 石田善一・渡部悦也・別府英治. 1977. 中晩生カンキツの果実管理に関する研究(第2報) ネーブルオレンジの虎斑症防止について. 園学要旨. 昭52秋:448-449.
- (6) 伊庭慶昭. 1985. 果実の成熟と貯蔵. 養賢堂. 東京. pp. 86-96.
- (7) 牧田好高. 1987. ネーブルオレンジの果皮障害発生に及ぼすABA処理の影響. 園学要旨. 昭62春:462-463.
- (8) 牧田好高・小中原実. 1984. ネーブルオレンジの結実および予措条件とコハン症の発生. 園学要旨. 昭59秋:440-441.
- (9) 牧田好高・小中原実. 1985. ネーブルオレンジ果実の生育程度と果実呼吸および果皮障害発生. 園学要旨. 昭60春:400-401.
- (10) 松本亮司. 1991. (4) こ斑症. pp. 833-844. 吉田義雄・長井晃四郎・田中寛康・長谷善臣編. 最新果樹園芸技術ハンドブック. 朝倉書店. 東京.
- (11) 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.