

キウイフルーツ果実軟腐病の薬剤防除適期と追熟温度による発病抑制

誌名	静岡県柑橘試験場研究報告
ISSN	04886828
著者名	芹澤,拙夫 小林,康志 鈴木,宏史 渡瀬,光男 落合,俊二 村上,隆啓 菊地,重仁 瀧,義明 鈴木,茂利
発行元	静岡県柑橘試験場
巻/号	27号
掲載ページ	p. 41-51
発行年月	1998年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



キウイフルーツ果実軟腐病の薬剤防除適期と 追熟温度による発病抑制

芹澤拙夫・小林康志・鈴木宏史・渡瀬光男*・落合俊二**
村上隆啓**・菊地重仁**・瀧 義明**・鈴木茂利**

Timing of Fungicide Application in the Field and Suitable Temperature for Ripening to
Reduce Ripe Rot of Kiwifruit Caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp.:

Setsuo SERIZAWA, Yasushi KOBAYASHI, Hiroshi SUZUKI, Mitsuo WATASE,
Shunji OCHIAI, Takahiro MURAKAMI, Shigehito KIKUCHI, Yoshiaki TAKI
and Shigetoshi SUZUKI

Abstract

Control effect of 4 fungicides, and the timing and intervals of fungicide application in the field were studied so as to reduce the ripe rot of kiwifruit caused by *Botryosphaeria* sp. and *Phomopsis* sp. after ripening. The fungicides were sprayed seven times in orchards during the growing season for evaluation of the control effect. Rankings of control effects of 4 fungicides were chlorothalonil > captafol > thiophanate-methyl > vinclozolin. It could be confirmed by three examinations with different spray programs that the timing of fungicide application in the field to reduce ripe rot of kiwifruit after ripening were from the last half of the end of blossoming in late May to the ending of the rainy season during middle to late July. Moreover, it was suggested with lower absolute values both percentage of affected fruit and a number of the lesions on the fruit through examinations during those intervals of fungicide application in the field during this important period for control of ripe rot was adequate from 10 to 15 days.

Effect of field applications of chlorothalonil during this period (May-July) to reduce the ripe rot were superior to thiophanate-methyl for all spray trials. However, the effect of chlorothalonil sprays during August and September for reducing ripe rot could not be observed. Some degree of control due to the thiophanate-methyl sprays at the same time was doubtless observed in comparison with chlorothalonil. These results suggest that applications of thiophanate-methyl during late in the season were effective in inhibiting the infection of other fungus ex. *Botrytis cinerea* than *Botryosphaeria* sp. and *Phomopsis* sp. Stem end rot caused by *B. cinerea* accelerate ripening in the stores by increasing the production of ethylene, and bring about an increase on the subsequent onset of ripe rot by *Botryosphaeria* sp. and *Phomopsis* sp. The best timing of thiophanate-methyl sprays during late in the season was estimated to be probably just before harvest because of the mechanism of gray mold decay caused by *B. cinerea*.

Infection of the fruit with *Botryosphaeria* sp. and *Phomopsis* sp. decreased remarkably by the covering with wax paper bags from a few weeks after flowering until harvest time. The percentage of the affected fruit and average number of lesions on the fruit decreased ca. 1/2 to 1/3 and 1/5 as compared with the uncovered ones. The effect of covering with wax paper bags in another trial was equal to applications of thiophanate-methyl during the growing season. However, this way has experienced many problems due to the labor intensity factor during practical applications.

A large difference in the onset of ripe rot among temperature treatments were observed when fruit was removed and held at 10, 15 and 20°C after storage for 30 days at 10°C. Fruit held at 20°C was greatly affected, and fruit held 15°C was relatively unaffected by ripe rot after ripening. The onset of ripe rot after ripening was inhibited to be nearly complete for fruit held at 10°C. Almost all lesions on the fruit were observed as a shallow layer about 1mm in diameter under the skin. However, the onset of the ripe rot could not be prevented, since then if fruits were held again at 10°C, when the fruit was removed and held at 20°C for one week after storage for 30 days at 10°C. Thus, the data indicated that a ripening temperature from 10°C to within 15°C was suited to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Botryosphaeria* sp. and *Phomopsis* sp. However, there were required ca. 1 to 2 months until the end of ripening at 10°C or 15°C as compared to within 1 month at 20°C. The problem of ripening period on fruit held at a lower temperature maybe settled by application of a suitable concentration of the ethylene.

Fungicides registered for control of ripe rot and ranking of control effects based on recent spray trials in the fields are Fluazinam flowable 250 ppm > Chlorothalonil flowable 400 ppm > Fosetyl wp. 1333 ppm > Thiophanate-methyl wp. 700 ppm = Benomyl wp. 250ppm > Iprodion wp. 333ppm ≧ Iminoctadine tris(albesilate)wp. 400ppm. For further details, the reader should refer to the data supplied by the Japan Plant Protection Association.

Key words: kiwifruit, storage rot of kiwifruit, ripe rot of kiwifruit, control of kiwifruit disease.

I 結 言

本病は、キウイフルーツの果実が生育期に樹上で病原菌に侵され収穫後の追熟過程で発生する病害で、果皮に接する果肉がやや凹んで水浸状を呈し、拡大するのに伴い果実全体が軟化し腐敗する¹⁷⁾。全国の産地で普遍的発生がみられ、近年、普及しつつある早生系品種“魁蜜”^{かいみつ}では“ヘイワード”よりも発生が多いので栽培上の新たな課題となっている。薬剤防除に関する既往の報告では、カプタホル剤やベノミル剤⁹⁾およびピंकロゾリン剤^{13, 15)}等が有効とされるが、防除適期は必ずしも明らかではない。

本報告は、産地圃場で行った果実軟腐病防除のための薬剤試験と果実への袋掛け試験、および低温域での追熟による発病抑制の成果をまとめたものである。

II 材料および方法

供試圃場：三ヶ日町日比沢、浜松市都田と大原、島田市湯日、静岡市城北と浅賤、清水市村松、富士川町室野、富士市入山瀬、沼津市西浦、伊東市岡および賀茂郡河津町で、品種“ヘイワード”の6～9年生樹が平棚栽培されている20～30 aの圃場を供試した。

供試果実：病気が発生しにくい平棚の外縁部を避けて試験区を設置し、収穫期に各圃場で所定数の果実を無作為抽出し採取した。

供試薬剤：クロロタロニル剤 (75%)、カプタホル剤 (80%)、チオファネートメチル剤 (70%)、ピंकロゾリン剤 (50%)、以上の各水和剤とクロロタロニルフロアブル剤 (40%)を供試した。以下、とくに記載しない限り水和剤を示す。

追熟処理：採取果実を予措のため一昼夜室温に放置後、平籠に並べポリエチレン袋で密封した。追熟温度の違いによる発病抑制効果試験以外は、これらの果実を20℃定温器内に移し追熟を行った。

発病調査：追熟により軟かくなった果実を順次選びナイフで剥皮後、果実硬度の測定 (硬度計：木屋製作所製1600-A型) と発病調査を行い、発病果率

と果実1個当り病斑数を求めた。

数種薬剤の防除効果

試験 1：三ヶ日町で1圃場、静岡市で2圃場を供試した。各圃場にクロロタロニル剤500倍、カプタホル剤800倍、チオファネートメチル剤1000倍、ピंकロゾリン剤1000倍散布区および無散布区、並びに無散布で果実に袋掛けする1区をそれぞれ2.5 aずつ設けた。

1985年5月30～31日 (落弁終了10日後) から7月12～25日 (梅雨明け) に、薬液を10～16日間隔で5回、および8月13日と9月7日または8月23日と9月20日に1回ずつ合計7回散布した。なお、果実への袋掛けは6月14～20日に行った。

10月29日～11月5日に各圃場で30～40個/区の果実を採取し、追熟処理後の11月18～28日に発病程度を調査した。

試験 2：浜松市で2圃場、静岡市と伊東市で各1圃場を供試した。各圃場にクロロタロニルフロアブル剤500倍と1000倍、チオファネートメチル剤1000倍散布区および無散布区をそれぞれ5 aずつ設け、1987年5月25日～6月2日 (落弁終了直後) から7月15～26日 (梅雨明け) まで、9～12日間隔で薬液を6回散布した。

10月30日～11月10日に各圃場で39～43個/区の果実を採取し、追熟処理後の11月15日～12月16日に発病程度を調査した。

薬剤防除適期

試験 1：浜松市と静岡市で各2圃場、および三ヶ日町、島田市、清水市、沼津市、伊東市、河津町で各1圃場を供試した。各圃場に、クロロタロニル剤500倍とチオファネートメチル剤1000倍散布区を2区ずつ、および無散布区を1区ずつ設け3 a/区とした。

各希釈濃度の1区は、1986年5月31日 (落弁終了直後) から7月11～18日 (梅雨明け) に9～11日間隔で5回散布し、他の1区はさらに8月18～26日と9月11～18日に2回追加し7回散布した。

10月29日～11月10日に各圃場で37～43個/区の果実を採取し、発病調査は11月15日～12月21日に行っ

* 現在：静岡県みかん園芸課

** 現在：静岡県各農林事務所

た。

試験 2：浜松市で2圃場、および三ヶ日町、静岡市、清水市、富士川町で各1圃場を供試した。各圃場にクロロタロニルフロアブル剤500倍とチオファネートメチル剤1000倍散布区を2区ずつ、および無散布区を1区ずつ設け、3a/区とした。

各希釈濃度の1区は、1986年5月25日～6月5日（落弁終了直後）から7月15～26日（梅雨明け）に8～12日間隔で6回散布し、他の1区は6月5～16日（落弁終了10日後）から散布を開始し、梅雨明けまで同じく5回散布した。

10月30日～11月10日に各圃場で39～43個/区の果実を採取し、発病調査は11月15日～12月6日に行った。

試験 3：例年、極めて激しい発病がみられる清水市の隣接する2圃場を供試した。クロロタロニルフロアブル剤500倍と1000倍、チオファネートメチル剤1000倍散布区をそれぞれ4区ずつ、および無散布区を1区設け2.5a/区とした。

各希釈濃度の4区を散布開始時期を異にする2処理に分け、2区は1987年5月29日（落弁終了5日前）、他の2区は6月8日（落弁終了5日後）に散布を開始した。すべての処理区に7月18日（梅雨明け）まで8～12日間隔で薬液を5回または6回散布し、それぞれの処理の1区は8月19日と9月14日にさらに2回追加散布した。

11月2日に41～50個/区の果実を採取し、発病調査は11月16日～12月3日に行った。

果実への袋掛けによる感染防止効果

試験 1：三ヶ日町、静岡市、清水市、富士市および伊東市で各1圃場を供試した。1982年6月10～30日に圃場中央部に5aの試験区を設け、それぞれ50または100個の果実を無作為抽出し袋を掛けた。その他は無袋とし、薬剤防除は各生産者の慣行に任せた。

11月10～15日に、袋掛けした果実と無袋の果実を1圃場あたり30個または90個採取し、発病調査は11月22日～12月3日に行った。

試験 2：富士市と伊東市で各1圃場を供試し、上記試験-1と同じく試験を行った。1983年6月9～22日に果実に袋を掛け、11月16日に、袋掛けした

果実と無袋の果実を両圃場で20個または80個採取した。発病調査は11月24日～12月10日に行った。

低温域での追熟による発病の抑制

試験 1：1982年11月10～15日に、生産者が慣行により薬剤防除を行った静岡市、清水市および富士市の各1圃場でそれぞれ100個の果実を採取した。前記試験と同様に予措後、ポリエチレンシートを敷いた平籠に並べ、4方向から交互に折りたたむ方法で被覆し5℃で貯蔵した。

1983年2月1日に、定温恒温器を用い20℃、15℃および10℃の温度処理区を設け、果実の追熟を開始した。各温度処理には、それぞれの圃場の貯蔵果実から20個または30個を無作為抽出し供試した。発病調査は、高温区から順にそれぞれ2月28日～3月7日、3月7日～4月5日、3月7日～4月10日に行った。

試験 2：1983年11月10日に、上記試験1と同じく三ヶ日町、静岡市および清水市の各1圃場でそれぞれ30個の果実を採取した。追熟処理を異にする2区を設け、各圃場の果実を13～14個ずつ無作為抽出し1区あたり40個供試した。1区は収穫直後から20℃で追熟を開始し、11月21～24日に発病程度を調査した。他の1区は、12月10日まで上記試験1と同様にして10℃に保った後、7日間20℃に保ち、12月17日から再び10℃に保って12月27～30日に発病程度を調査した。

III 結 果

数種薬剤の防除効果

試験 1：落弁10日後から梅雨明けまで10～16日間隔で5回、さらに8月と9月に1回ずつ散布した供試薬剤のすべての処理区で防除効果が認められた。発病果率および1果当り病斑数でみた各薬剤の防除効果は、クロロタロニル剤500倍>カプタホル剤800倍>チオファネートメチル剤1000倍>ピンクロゾリン剤1000倍の順で、クロロタロニル剤とカプタホル剤では他剤に比べ発病果率、病斑数ともに低かったが、病斑数には統計上の有意差は認められなかった。6月中旬から収穫するまで袋掛けした薬剤無散布の1区では、チオファネートメチル剤1000倍と同等の防除効果が認められた（Table 1）。

試験 2 : 落弁直後から梅雨明けまで9~12日間隔で6回散布した両薬剤には、無散布に比べ顕著な防除効果が認められた。クロロタロニルフロアブル剤は1000倍でも防除効果が優れ、統計上の有意差は認められなかったもののチオファネートメチル剤1000倍に比べ、1果当り病斑数の値は低かった(T-

able 2)。

薬剤防除適期

試験 1 : 落弁直後から梅雨明けまで9~11日間隔で薬剤を5回散布後、8月と9月に1回ずつ追加散布しても、クロロタロニル剤500倍でみる限り追加散布により防除効果は高まらなかった。チオファ

Table 1. Effects of fungicides spray in the fields to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Treatment and concentration ^{W)}	No. of fruit investigated	Percentage of affected fruit with ripe rot ^{X)}	Average no. of lesions on a fruit ^{Y)}
Chlorothalonil 1500ppm	94	16.1 a	0.2 a
Captafol 1000	102	33.4 a	0.5 a
Thiophanate-methyl 700	95	51.9 a b	1.0 a
Vinclozolin 500	92	64.0 a b	1.2 a
No spray ^{Z)}	92	51.5 a b	1.2 a
No spray	92	88.1 b	3.0

W) Three commercial orchards were selected with different levels of expected disease from east to west areas of Shizuoka Prefecture, and 2.5 are vine-trellis area per treatment on each of 3 orchards were used in 1985. Fungicides of wettable powder type were applied five times from late May to July at 10 to 16 days intervals starting 10 days after the end of the blossoming. Since then the fungicides were sprayed two times during August and September. Thirty to forty fruit per treatment were chose randomly and harvested from each orchard during November, the commercial harvest time. The fruit was covered with polyethylene bags and maintained at 20°C following drying for one day under the laboratory conditions at 15°C. Average values of fruit hardness at the time of investigation for each treatment were from 0.3 to 0.4kg/cm².

X) Values within a column followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $P > 0.01$. Values of $\text{Arcsin} \sqrt{x}$ were applied to percentage as statistical analysis.

Y) Same as above. $P > 0.05$.

Z) Fruit was covered with wax paper bags from 25 days after flowering until harvest time.

Table 2. Effects of Chlorothalonil and Thiophanate-methyl spray in the fields to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Treatment and concentration ^{Y)}	No. of fruit investigated	Percentage of affected fruit with ripe rot	Average no. of lesions on a fruit ^{Z)}
Chlorothalonil 800ppm	163	39.3	0.6 a
Chlorothalonil 400	162	52.6	0.8 a b
Thiophanate-methyl 700	164	53.6	2.4 b
No spray	159	86.9	10.2

ref. Table 1. on the selection of orchards, at the harvest time, the way of ripening and investigation of fruit hardness.

Y) Five are vine-trellis area per treatment on each of 4 orchards were used in 1987. Fungicides were applied six times from late May to July at 9 to 12 days intervals starting from just after the end of blossoming. Flowable type was used on Chlorothalonil. Thirty nine to 43 fruit per treatment on each orchard were investigated after ripening. Average values of fruit hardness for each treatment were from 0.2 to 0.3kg/cm².

Z) ref. Table 1. $P < 0.05$.

ネートメチル剤1000倍でも同様であったが、追加散布区のほうが発病果率および1果当り病斑数の値はやや低かった (Table 3)。

試験 2 : 落弁10日後から梅雨明けまで8~12日間隔で供試薬剤を5回散布した区に比べ、散布開始時期を1旬早め落弁直後から同様の間隔で6回散布しても、クロロタロニルフロアブル剤500倍でみる

限り防除効果は高まらなかった。チオファネートメチル剤1000倍でも同様であったが、散布開始時期を1旬早めたほうが発病果率および1果当り病斑数の値はやや低かった (Table 4)。

試験 3 : 薬剤散布を落弁後半期の5月29日に開始した2区と、10日後の落弁直後に開始した2区で

Table 3. Effects of the latter sprays with Chlorothalonil and Thiophanate-methyl during the growing season to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Treatment and concentration ^{W)}	No. of fruit investigated	Percentage of affected fruit with ripe rot ^{X)}	Average no. of lesions on a fruit ^{X)}
Chlorothalonil ^{Y)} 1500ppm	400	58.4 a	2.1 a
Chlorothalonil ^{Z)} 1500	398	58.7 a	2.8 a
Thiophanate-methyl ^{Y)} 700	401	79.5 a b	5.5 a
Thiophanate-methyl ^{Z)} 700	404	77.3 a b	4.4 a
No spray	402	94.6 b	15.5

ref. Table 1. on the selection of orchards, at the harvest time, the way of ripening and investigation of fruit hardness.

W) Three are vine-trellis area per treatment on each of 10 orchards were used in 1986. Thirty seven to 43 fruit per treatment on each orchard were investigated after ripening. Average values of fruit hardness for each treatment were from 0.2 to 0.3kg/cm².

X) ref. Table 1. $P < 0.01$.

Y) Fungicide was applied five times from late May to July at 9 to 11 days intervals starting from just after the end of blossoming.

Z) Fungicide was sprayed further two times during August and September.

Table 4. Effects of fungicides spray starting from just after the end of blossoming to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Treatment and concentration ^{W)}	No. of fruit investigated	Percentage of affected fruit with ripe rot	Average no. of lesions on a fruit
Chlorothalonil ^{X)} 800ppm	243	24.4	0.4
Chlorothalonil ^{Y)} 800	245	26.9	0.5 ns ^{Z)}
Thiophanate-methyl ^{X)} 700	242	61.6	2.3
Thiophanate-methyl ^{Y)} 700	245	56.9	2.0 ns
No spray	242	90.4	9.4 -

ref. Table 1. on the selection of orchards, at the harvest time, the way of ripening and investigation of fruit hardness.

W) Three are vine-trellis area per treatment on each of 6 orchards were used in 1986. Flowable type was used on Chlorothalonil. Thirty nine to 43 fruit per treatment on each orchard were investigated after ripening. Average values of fruit hardness for each treatment were from 0.3 to 0.4kg/cm².

X) Fungicide was applied five times from late May to July at 8 to 12 days intervals starting from 10 days after the end of blossoming.

Y) Fungicide was applied six times, because sprays were started from just after the end of blossoming.

Z) T-test: $P < 0.05$.

Table 5. Effects of starting and the end time of fungicides spray in the fields regarding a reduction in ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Treatment and concentration ^{X)}	Time of application ^{Y)}								No. of fruit investigated ^{Z)}	Percentage of affected fruit with ripe rot	Average no. of lesions on a fruit
	May 29	June 8	June 18	June 30	July 10	July 18	Aug. 19	Sep. 14			
Chlorothalonil 800ppm	○	○	○	○	○	○	—	—	42	14.3	0.2
	○	○	○	○	○	○	○	○	45	20.0	0.2
	—	○	○	○	○	○	—	—	41	26.8	0.4
	—	○	○	○	○	○	○	○	42	54.8	1.0
400ppm	○	○	○	○	○	○	—	—	50	56.0	1.1
	○	○	○	○	○	○	○	○	42	61.9	1.2
	—	○	○	○	○	○	—	—	50	66.0	1.4
	—	○	○	○	○	○	○	○	42	83.3	2.3
Thiophanate -methyl 700ppm	○	○	○	○	○	○	—	—	42	90.5	5.8
	○	○	○	○	○	○	○	○	42	81.0	5.0
	—	○	○	○	○	○	—	—	43	95.3	7.3
	—	○	○	○	○	○	○	○	41	92.7	5.5
No spray	—	—	—	—	—	—	—	43	100	37.8	

X) A commercial orchard was selected based on previous history of severe levels of ripe rot in 1987. Two point five are vine-trellis area per treatment were used for examination. Flowable type was used on Chlorothalonil.

Y) May 29, June 8, June 18 and July 18 : 5 days before the end of blossoming, 5 days after the end of blossoming, setting-in of the rainy season and passing of the rainy season, respectively.

Z) The fruit was harvested during November, and investigated after ripening in the same way as in Table 1. Average values of fruit hardness at the time of investigation for each treatment were from 0.2 to 0.3 kg/cm².

Table 6. Effects of covering of fruit with wax paper bags during the growing season to reduce ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp. after ripening at 20°C

Year	Location of orchards	No. of fruit investigated per treatment ^{Y)}	Percentage of affected fruit with ripe rot		Average no. of lesions on a fruit	
			covering ^{Z)}	uncovering	covering	uncovering
1982	Itou	90	4.4	53.3	0.0	0.8
	Fuji	30	33.3	96.7	0.5	2.3
	Shimizu	90	63.3	97.8	2.1	8.4
	Shizuoka	30	36.7	90.0	0.6	4.5
	Mikkabi	90	56.7	100	1.6	8.2
	Average		38.8	87.6	1.0	4.8
1983	Fuji	20	32.5	84.0	0.4	2.4
	Itou	80	10.0	45.0	0.1	0.7
	Average		21.3	64.5	0.3	1.6

ref. Table 1. on the selection of orchards, at the harvest time, the way of ripening and investigation of fruit hardness. The grower's normal fungicide program was applied to orchards.

Y) Average values of fruit hardness for each treatment were from 0.2 to 0.3kg/cm².

Z) Fruit were covered with wax paper bags from 2 to 3 weeks after the end of blossoming until commercial harvest time.

の発病程度を比べると、供試薬剤のいずれにおいても落弁後半期に散布を開始した2区のほうが低かった。8月と9月の追加散布の効果は、クロロタロニルフロアブル剤500倍と1000倍では認められなかったが、チオファネートメチル剤1000倍では防除効果が高まる傾向が認められ、発病果率および1果当り病斑数ともにやや低下した (Table 5)。

果実への袋掛けによる感染防止効果

試験1と2の両試験で、幼果期から収穫期まで袋掛けした区では追熟後の発病は著しく減少し、無袋果実に比べ発病果率は概ね1/2~1/3、1果当り病斑数は概ね1/5となった (Table 6)。

追熟温度による発病抑制

追熟のための処理温度の違いにより発病程度に大

きい差が認められ、発病果率および1果当り病斑数ともに20℃>15℃>10℃の順となった。とくに、他の2区に比べ10℃では病斑の拡大が著しく抑制され、直径1~2mmの白色小斑点が果皮の裏側あるいは剥皮後の果肉表面に極く少数認められたに過ぎなかった (Table 7)。しかしながら、追熟により各処理区の果実がすべて軟化するまでの期間は、20℃では30日前後であったのに比べ、15℃では34~63日、10℃では34~68日と遅くなった。なお、10℃処理果実では追熟完了後に果肉表層の硬度が比較的高く、果肉内部が軟らかかったのに比べ、20℃処理果実では果肉表層の硬度ともに低かった。

追熟温度を途中で変えた試験では、収穫果実を10℃で30日間保った時点では果実軟腐病の兆候である

Table 7. Effects of treatments at 20, 15 and 10℃ following storage for 3 months at 5℃ to delay the onset of ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp.

Location of orchards	No. of fruit investigated per treatment	Percentage of affected fruit with ripe rot			Average no. of lesions on a fruit		
		20℃	15℃	10℃	20℃	15℃	10℃
Fuji	30	80.0	36.7	23.3	2.4	1.1	0.9
Shimizu	20	75.0	50.0	20.0	3.9	1.5	0.3
Shizuoka	20	50.0	40.0	10.0	1.1	0.8	0.1
Average		68.3	42.2	17.8	2.5	1.1	0.4

One vine on each of 3 orchards was selected in 1982. The grower's normal fungicide program was applied to these orchards. The fruit was harvested on November 10 to 15, and stored at 5℃ covered with polyethylene sheets after drying in the same way as in Table 1. Twenty or 30 fruit per treatment were applied on February 1. Investigation; 20℃ : Feb. 28 to Mar. 7, 15℃: Mar. 7 to Apr. 5, and 10℃: Mar. 7 to Apr. 10. Average values of fruit hardness at the time of investigation for each treatment were 0.3 to 0.4kg/cm².

Table 8. Influence of treatment at 20℃ following storage for 30 days at 10℃ on the development of ripe rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. and *Botryosphaeria* sp.

Treatment	No. of fruit investigated	Percentage of affected fruit with ripe rot	Average no. of lesions on a fruit
30 days at 10℃ → 7 days at 20℃			
→ 10 to 20 days at 10℃	20	100 ^{Y)}	6.0
Constant at 20℃	20	95 ^{Z)}	9.0

The fruit was harvested from the same vines as in Table 7 on November 10. Average values of fruit hardness at the time of investigation for each treatment were from 0.3 to 0.5kg/cm².

- Y) Investigation was carried out from 10 to 20 days after treatment at 10℃ again.
- Z) The fruit was covered with polyethylene bags and held at 20℃ after the harvest. Investigation was performed for 11 to 14 days after treatment.

果皮表面の凹陷症状は認められなかったが、20℃で7日間保ち、再び10℃に戻したところ、発病程度は収穫直後から20℃に保持した処理区とほとんど差異がなかった (Table 8)。また、果肉の浅い部分まで軟化し内部が硬いままの果実が認められ、これらの果実では果肉硬度の値が大きかった。

IV 考 察

果実軟腐病の病徴は大別して2種類があり、ひとつは果梗部から果肉がほぼ同心円状に水浸状を呈して軟化する軸腐症状で、しばしば果頂部でも同様の進展がみられる (Plate.1)。他のひとつは果皮直下の果肉が水浸状を呈し徐々に範囲を拡大する症状で、収穫直後に既に果皮表面に直径1mm程度の僅かに凹んだ褐色斑が認められる場合が多い。この部分の果皮をめくると病気の進展初期にはスポンジ状白斑がみられ、やがて水浸状に拡大し軟化する場合と微小の白色斑点に止まる場合とがある (Plate. 2-4)。これらの病徴はキウイフルーツの主産国ニュージーランドでの報告と一致している^{2,15,16)}。

軸腐症状は、*Botrytis cinerea* によっても起こるが^{13,16)}、果梗およびその周辺組織から分離された *Phomopsis* sp. の有傷^{2,4)}および無傷接種^{4,17)}で病徴が再現されており、同じく分離された *Diaporthe* sp. の胞子も無傷の果梗を経て組織に侵入し、成熟に伴い軸腐病を起こすことが報告されている⁴⁾。これによく似たカンキツ軸腐病菌 *Diaporthe citri* の例をみると、果梗から侵入した菌は果盤に潜伏し、貯蔵後期に果盤を通過し腐敗を引起す。この場合も、低温貯蔵下では発生が抑制される^{5,6)}。このほか、果実から分離した *Diaporthe*, *Phomopsis* 属菌の数種に病原性が認められている^{2,4)}。

果皮直下の果肉が水浸状を呈する症状は、果肉表面が幾分くぼんで白色斑点となる“dimple(えくぼ型)”と水浸状で比較的大型の“thumbprint(拇印型)”に分けられる¹⁵⁾。貯蔵後の果実腐敗の主な原因として *Phomopsis* sp. が報告されたが¹⁵⁾、軟腐組織からは *Botryosphaeria* sp.^{8,14,15,20,22)} と *Phomopsis* spp.^{4,8,15,22)} が分離され、また、キウイフルーツの剪定枝では *Diaporthe* sp. と *Botryosphaeria* sp. の生棲が確認されて^{9,10)}、いずれの場合も有傷²²⁾および無

傷接種^{14,20,22)}で病徴が再現されている。

これらの菌種は多種類の樹木の剪定枝や腐朽部などに潜在し、一般に胞子の飛散期間も春から秋まで長期にわたる^{1,7,15,18,23)}ため薬剤防除適期の把握は難しく、キウイフルーツや防風樹等での伝染源の枯枝の除去、発病を遅らせるためのゆるやかな追熟、およびエチレングス生成により追熟促進を招く灰色かび病の感染や果実の損傷への注意が指摘されてきた^{15,24)}。また、薬剤の防除効果は、圃場散布により *Botryosphaeria dothidea* あるいは *Botrytis cinerea* にビンクロゾリン剤やイプロジオン剤^{13,15,16)}等の dicarboximide 剤、*Diaporthe* sp. のほか軟腐組織から分離された数種の菌を対象にカプタホル剤とベノミル剤で認められていた³⁾。その後、カプタホル水和剤 (80%)を100倍の高濃度でキウイフルーツの樹幹に4月に塗布した試験で、45日後も軟腐病菌は分離されず、6月と10月の調査でも分離率が低いことが報告されている⁷⁾。本試験で、これら既知の薬剤に加えとくにクロロタロニル剤の優れた防除効果が確認され、その使用は農薬の環境負荷や経済的側面から、低濃度で効果が認められるフロアブル剤の400 ppmでの使用が推奨される。

本病の主要感染期は、果実の時期別暴露試験¹⁴⁾と *Botryosphaeria* sp. の時期別接種試験²⁰⁾により6月と7月とされ、本試験でも同様の結果が得られた。しかしながら、主に灰色かび病を対象に行った試験例では開花期から落弁期、および収穫期の散布が重要とされ、とくに収穫直前の散布が重視されている^{13,15,16)}。本試験でも、防除開始時期を1旬早め落弁後期の5月下旬から薬剤散布を行い、また、8月と9月に追加散布を行うと、チオファネートメチル剤では常に発病果率と病斑数が低下する傾向がみられた。これは、この時期の防除が梅雨明け前ほどではないが追熟後の発病を低く抑えるのに有効であることを示すものと考えられ、カプタホル剤でも同様の例が報告されている³⁾。追熟中には腐敗果の存在によりエチレングス濃度が高まり健全な果実の軟化が促進され¹²⁾、これに伴い、圃場で *Botryosphaeria* 属菌や *Phomopsis* 属菌に感染した果実では、これらの菌の増殖が促される。このことを考えると、既往の報告のとおり灰色かび病^{13,16)}あるいは腐敗を引

き起すその他の病害の感染期に有効薬剤を散布すると、直接ではないが2次的に上記両属の菌に侵されている果実の発病抑制に有効と推察される。クロロタロニル剤は *Diaporthe citri* および近縁の菌¹¹⁾に有効なので¹⁹⁾、本試験結果からみて、落弁後から梅雨明けまでの主要感染期は防除剤としてクロロタロニル剤が推奨され、落弁後期と収穫直前には主に灰色かび病を対象にチオファネートメチル剤やピンクロゾリン剤の適用が考えられる。

散布間隔に関する報告は少ないが、1例によれば2週間では有効で4週間では無散布と差がない³⁾。降水量や圃場の発病環境が我が国とは異なるため必ずしも参考にならないが、果実の肥大生長の速さを考えると、落弁後期から梅雨明けまでは本試験で安定した防除効果が得られた10日から15日以内の間隔が妥当と推察される。

果実への袋掛けは、病原菌の感染回避が必ずしも主目的ではないが果樹栽培で一般にみられる。ロウ引き紙袋での被覆による感染防止効果は目覚ましいが、被覆作業が短期間に集中する欠点があり、実用的には薬剤防除と組合わせ作業期間の分散を図るなどの工夫を必要とする。

果実の追熟を10℃で行うことにより菌の活動は極めて有効に抑制されたが、軟化するまでの期間が長引く新たな課題を伴い、また、10℃から1週間20℃に移したのみで、その後10℃に戻しても病気の進展を阻止できなかった。これに関しては、1℃に貯蔵しておいた果実を15℃～20℃に移した試験例で、3～5日後には初期病徴を認めており⁴⁾、15℃付近から以上の温度が病原菌の旺盛な増殖の引き金になることが伺われる。低温域での追熟では、減圧処理後の追熟やエチレングス10 ppm 濃度処理などの新たな追熟技術²¹⁾の併用による期間短縮が期待され、また、追熟完了後の流過程でも低温域での果実の品質管理が求められる。追熟完了後、10℃で追熟した果実では果肉の中心部に比べ表層2 mm前後が比較的硬い感じを受けたが、このような軟化の僅かな差異も果皮直下に潜在する病原菌の増殖に影響を及ぼすものと考えられる。

以上、果実軟腐病防除剤としてクロロタロニル剤が優れ、防除適期は落弁後期から梅雨明けまで、

散布間隔は10日～15日以内が適切であること、および落弁後期と収穫前のチオファネートメチル剤散布も有効と考えられること、並びに果実への袋掛けは極めて有効な感染防止対策であり、また、10℃から15℃以内での果実の追熟により発病は顕著に抑制されること等を明らかにした。

なお、防除は整枝、剪定、樹幹の粗皮削り⁷⁾、および枯枝の除去^{9,10)}など防風樹を含めた園内外の清掃により伝染源密度を低くし通風や採光を保つことを基本に、休眠期に防除剤の高濃度散布を加えた対策が望まれる。近年の試験成績(日本植物防疫協会農業連絡試験資料)に基づき果実軟腐病登録農薬の防除効果を示すと、フルアジナムフロアブル剤(50%)2000倍>クロロタロニルフロアブル剤(40%)1000倍>ホセチル水和剤(80%)600倍>チオファネートメチル(70%)水和剤1000倍=ペノミル(50%)水和剤2000倍>イプロジオン(50%)水和剤1500倍≧イミノクタジンアルベシル酸塩(40%)水和剤1000倍の順となる。

V 摘 要

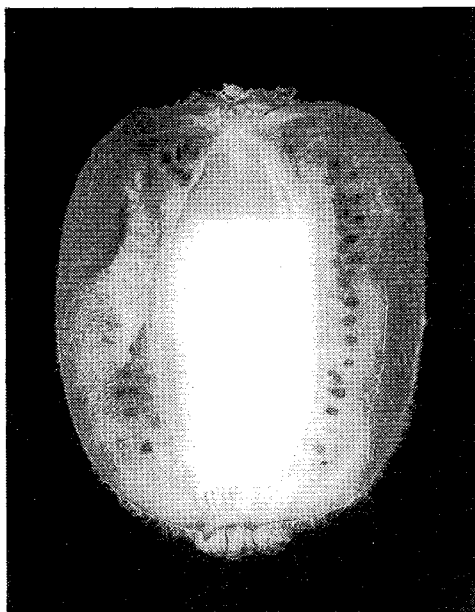
静岡県下キウイフルーツ園の品種“ヘイワード”を供試し、果実軟腐病に有効な薬剤の検索と散布適期および適切な散布間隔、並びに果実への袋掛けによる感染防止効果と発病抑制のための低温域での追熟の効果を試験した。供試薬剤の防除効果は、クロロタロニルフロアブル剤(40%)500倍>クロロタロニルフロアブル剤(40%)1000倍、同水和剤(75%)500倍≧カプタホル水和剤(80%)800倍>チオファネートメチル水和剤(70%)1000倍>ピンクロゾリン水和剤(50%)1000倍の順で、主要な防除適期は落弁後期から梅雨明けまでであった。落弁後期と夏から秋のチオファネートメチル剤散布により防除効果がやや高まる傾向が認められたが、同時に散布したクロロタロニル剤では認められなかったことから、果実軟腐病よりもむしろ貯蔵後にその発生により健全果の軟化を促す灰色かび病などに有効であったと考えられた。散布間隔は10日～15日以内が適切と推察された。幼果期から収穫期まで袋掛けした果実では、無袋果実に比べ発病果率は1/2～1/3、1果当り病斑数は1/5に減少した。果実の追熟を10℃、

15℃および20℃の定温下で行ったところ発病は低温ほど抑制され、10℃では顕著であった。しかしながら、途中で20℃に1週間保った後には抑制効果は認められなかった。

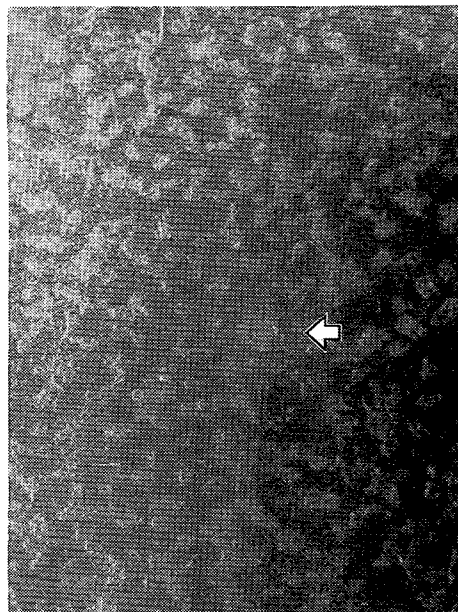
Ⅵ Literature cited

1. 我孫子和夫 (1972). モモのフォモプシス腐敗病の生態に関する研究. 園試報A11:127-137.
2. Beraha, L. (1970). Stem-end rot of Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis*) on the market. Plant Dis. Rep. 54:422-423.
3. Hawthorne, B.T., and Reid, M.S. (1982). Possibility for fungicidal control of kiwifruit fungal storage rots. N.Z.J. Exp. Agric. 10: 333-336.
4. Hawthorne, B.T., Rees-George, J., and Samuels, G.J. (1982). Fungi associated with leaf spots and post-harvest fruit rot of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. N.Z.J. Bot. 20: 143-150.
5. 本間保男・山田俊一 (1969). カンキツ軸腐病の感染ならびに発病の機作. (I) 病原菌の進入経路. 園試報B9: 99-115.
6. 本間保男 (1975). カンキツ軸腐病の発病機作. 植物防疫29(4): 138-142.
7. 家城洋之・中尾茂夫・沢田宏之・今田 準 (1988). キウイフルーツ果実軟腐病の伝染源の所在と防除. 日植病報54(3): 296. 講要.
8. 磯田隆晴・上村道雄 (1985). キウイフルーツ果実軟腐症の発生と薬剤防除. 九病虫研会報31: 77-81.
9. 梶谷裕二 (1994). キウイフルーツ果実軟腐病菌 (*Dothiorella* sp.) の完全世代. 日植病報60(3): 339. 講要.
10. 梶谷裕二 (1996). キウイフルーツ果実軟腐病菌 (*Phomopsis* sp.) の完全世代. 日植病報62(6): 643. 講要.
11. 兼松総子・三中信宏・小林享夫・大津義弘 (1996). rDNA ITS領域の塩基配列による果樹寄生性 *Phomopsis* 属菌の系統解析. 日植病報62(3): 296. 講要.
12. 牧田好高・山崎俊弘 (1990). 低温貯蔵条件がキウイフルーツの貯蔵性に与える影響. 園学雑誌59別1: 640-641.
13. Michailides, T.J. (1996). Using Incidence of *Botrytis cinerea* in kiwifruit sepals and receptacles to predict gray mold decay in storage. Plant Dis. 80(3): 248-254.
14. 永田賢嗣・栗原昭夫・高屋茂雄 (1984). キウイ果実の軟腐症状の発生原因, 感染時期及び品種間差異について. 果樹試報E5: 19-28.
15. Pennycook, S.R. (1981). Ripe rot of kiwifruit caused by *Botryosphaeria dothidea*. Orchardist in N.Z. 54(11):392, 394.
16. Pennycook, S.R. (1984). Spraying kiwifruit for control of *Botrytis* storage rot. Orchardist in N.Z. 57(1):33-34.
17. 芹澤拙夫 (1983). キウイフルーツの病害虫 (病害). 植物防疫37(4):149-153.
18. 芹澤拙夫 (1984). モモ枝折病の発生生態に関する研究. 静岡柑試研報20: 31-44.
19. 芹澤拙夫 (1984). モモ枝折病の薬剤防除に関する研究. 静岡柑試研報20: 45-51.
20. 高屋茂雄・永田賢嗣・栗原昭夫 (1986). 柄胞子の無傷接種による *Botryosphaeria* (*Dothiorella*) sp. のキウイフルーツ果実に対する病原性の確認. 果樹試報E6: 65-72.
21. 田中喜久 (1986). キウイフルーツの追熟と貯蔵に関する研究. (第1報) 追熟方法が果実の品質に及ぼす影響. 愛知農総試研報18: 235-243.
22. 橘 泰宣・佐川正典・大森尚典 (1983). キウイフルーツ果実の軟腐症発生について. 1) 分離菌およびその病原性. 日植病報49(3):403. 講要.
23. Weaver D.J. (1979). Role of conidia of *Botryosphaeria dothidea* in the natural spread of peach tree gummosis. Phytopathology 69: 330-334.
24. Warrington, I.J., and Weston, G.C. (1990). Kiwifruit: Science and Management. First ed. Hort. Soc. N.Z. Singapore National Printer, Wellington. p. 426.

Plate



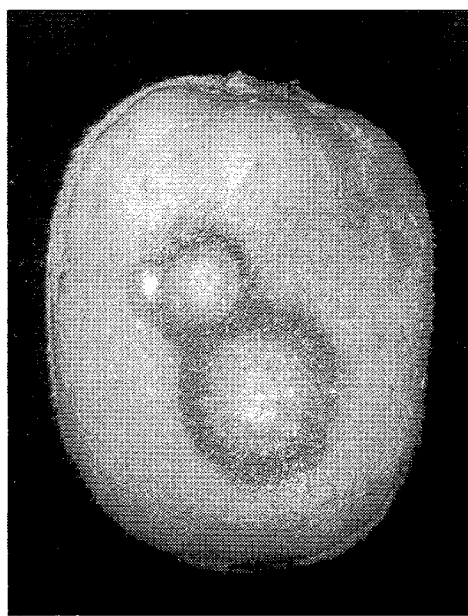
1



2



3



4

1. Stem-end rot of kiwifruit caused by *Phomopsis* sp. On July 7 in 1982, twelve young fruit were soaked in conidial suspension (inoculum: 2.0×10^5 /ml) of *Phomopsis* sp. which has isolated from stem-end tissue of rotting kiwifruit. The inoculated fruit were kept moist during 2 days by covering of polyethylene bags. These fruit were harvested on Nov. 25, and stored at 3–5°C. The fruit was removed and maintained at 20°C on Dec. 10, and investigation was carried out at Dec. 30. Stem-end areas softened and decay developed in all fruit inoculated. White mold developed on decayed fruit surfaces, since then growth of black pycnidia was observed. The pathogen was reisolated from the stem-end tissue of decayed fruit. Nine fruit of not inoculated control did not produce any symptoms of the disease.
2. Sunken brown discoloration about 1mm in diameter was sometimes situated on the surface of rind of the affected fruit (arrow) at time of harvest. Natural infection.
3. Typical symptom appeared with whitish and shallow layer of dry just under the rind of sunken brown discoloration after the beginning of ripening at 20°C.
4. Symptoms developed from Plate. 2. Cones of rot with soft, green, watery margin extended deep into the fruit.