

イチジク成熟果の腐敗防止に関する研究

第1報 水浸状腐敗果の発生における果実の熟度、温度と湿度条件、 薬剤散布及び袋かけの影響

新田浩通

キーワード：イチジク、成熟果、黒かび病、酵母腐敗病、防除、熟度、温度、湿度、薬剤散布、袋かけ

広島県の南部地帯では、古くから地域特産果樹として、イチジク‘蓬萊柿’が栽培されてきた。1980年代後半には、ハウス栽培を導入する小規模産地が見られ始め、その後のイチジクの栽培熱の高まりとともに、研究機関への技術支援の要請も強くなってきた。このため、筆者は、これらの要請に対応し、生産性や品質の低下に関与する病害虫防除のための研究に着手した。このうち、イチジクそうか病の発生実態¹³⁾、病原菌の伝搬¹⁰⁾、薬剤防除¹¹⁾、及びイチジクモザイク症状の発生と伝染¹²⁾については、既に報告した。しかし、これらの病害に加え、収穫期の水浸状の果実腐敗による生産性の低下が大きな問題としてあがってきた。

本県で多発するイチジクの水浸状の果実腐敗は、イチジク黒かび病（以下、黒かび病）によるものと、俗に‘水腐れ’と称されていた腐敗果（イチジク酵母腐敗病^{2,8,14)}、以下、酵母腐敗病）が主なものである。本報では、1989～1992年に行った両病害の防除について、果実の熟度、温度と湿度条件との関係、並びに薬剤散布や袋かけの有効性について検討した。なお、本報告の一部は、園芸学会中四国支部大会⁹⁾において発表した。

材料及び方法

室内及び圃場試験に供試した品種は、特記しない限り豊田郡安浦町及び安芸津町内で栽培された‘蓬萊柿’を用いた。室内試験では、収穫直後のものを用い、主として滅菌ナイフで果頂部から果梗部に2分割したものを16～20片使用した。接種は、黒かび病罹病果から分離し、PDA培地で培養した胞子のう胞子を含む直径4mmの菌叢片を用いる方法と自然感染による方法で行った。湿度の保持

は、水切り容器（外箱：28×20×12cm、網目の内箱：27×19×11cm）を使用し、外箱に内箱が浸からないよう水を入れ、殺菌水を噴霧した後、ビニール袋で密封する方法で行った。圃場試験では、各調査日に着色開始期以降の未熟果と腐敗果を園外に除去した。

1. 果実の熟度、接種部位及び傷の有無と黒かび病の発病

両試験は、1989年11月3～13日に実施した。供試果実は分割しないで各区8～11果を用いた。接種後の培養条件は、25℃の温室条件下で3日間静置し、発病果率を調査した。

果実の熟度及び接種部位と発病の試験は、‘蓬萊柿’と‘柗井ドーフィン’を供試し、接種区と無接種区を設け、接種区は果頂部の目又は果皮に菌叢片を接種した。熟度の判定基準となる果皮の色の区分は、24色相環⁵⁾によった。

果実の傷の有無と発病では、果色が緑味黄で、果皮が軟化し始めた‘柗井ドーフィン’を供試し、有傷接種区、有傷無接種区、無傷接種区、無傷無接種区の4区を設けた。有傷区は、滅菌ナイフで果頂部の果皮に長さ約5mmの十字形の傷をつけ、菌叢片を接種した。

2. 黒かび病の生育に好適な温度と湿度条件

1989年11月15～29日に試験を実施した。PDA培地及びイチジクの成熟果上での黒かび病菌の好適温度の解明のため、5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、30℃、35℃の各温度区を設けた。

PDA培地（直径9cmのシャーレ）上の生育試験は、シャーレの中央に菌叢片を置床し、30時間培養後に菌そうの径を、70時間培養後に胞子形成量を調査した。また、成熟果（果皮色：うす赤）を供試し、3反復で48時間後

の自然感染の発病果率を調べた。

黒かび病の発病に及ぼす湿度の試験は、24.5～25℃下における各種塩基飽和溶液[$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ は93%, (NH_4) $_2\text{SO}_4$ は81.1%, $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{KNO}_3$ は71.2%, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ は52%, K_2CO_3 は43%, 水は100%]¹⁷⁾を各々水切り容器(高さのみ前記の容器と異なる:外箱5cm, 内箱4cm)に入れ、所定の湿度値に保った。処理は、3反復とし、25℃で4日間置き、自然感染により発病させて発病果率を調査した。

3. ハウス栽培における夏期のビニール被覆の有無と発病

試験は、一文字形整枝で栽培される現地(広島県豊田郡安浦町)の雨よけハウス(棟高3m, 軒高1.8m, 間口7.3m, 奥行き41m)2棟において、ハウスの天井部分のビニールを被覆し続ける区(以下、被覆区)と除去する区(以下、除去区)を設定し、1989年9月18日～10月8日及び1990年8月7日～9月6日に試験を実施し、成熟果に対する黒かび病の発病果率を調査した。

1989年の試験は、1区9樹(約108m²)を供試し、4日毎に果実を収穫し、1回につき各区53～115果を調査した。

1990年の試験は、1区25樹(約300m²)を供試し、8月10日～9月6日の期間、8月13日と8月23～26日を除き毎日果実を収穫し、有袋区402果、無袋区674果を調査した。また、樹冠内の地際から約50cm上方の位置に自記温湿度計(佐藤精機製オルガ型)を設置し、試験期間中の温度と湿度条件の推移を調査した。

4. 黒かび病菌に対する有効薬剤の探索

1990年9月8日に横径約3cmの未熟果を収穫後、2分割して直ちに供試薬液に約20分間浸漬し、12時間風乾後、水切り容器に置床し、自然感染により発病させた。供試薬剤は、図3の通りとし、各区3反復で処理した。各処理区の容器は、25℃の温度条件下に置き、その後10日間の発病果率の推移を調査した。

5. 圃場における黒かび病の薬剤防除試験

1989年9月18日に雨よけハウスのイチジクを各処理6～7樹供試し、動力噴霧機で1樹当たり約10ℓの薬液を散布した。供試薬剤は、表2に示した。調査は、9月22日から4日毎に4回行い、各区53～116果の発病果実率を調査した。

1990年9月12日に露地栽培のイチジクを各処理4樹供試し、動力噴霧機で1樹当たり約15ℓの薬液を散布した。供試薬剤は、チオファネートメチル水和剤1500倍液、CNA水和剤1000倍液とし、対照として無散布区を設けた。調査は、9月17日及び21日に行い、各処理31～180果の

発病果率を求めた。

6. 袋かけによる黒かび病と酵母腐敗病の防除

果実袋による両病害の防除効果を確認するため、1990年9月12日～10月12日と1991年9月2日～10月6日に各試験1区3樹を用いて試験を実施し、発病果率、有袋による防除価(防除価=100-有袋区の発病果率×100/無袋区の発病果率)及び腐敗果の種類を調査した。

1990年には、雨よけハウスのイチジクを供試し、9月12日に袋かけを行い、ほぼ毎日果実を収穫し、有袋区674果、無袋区402果を調査した。

1991年には、露地栽培のイチジクを供試し、9月2～3日に3圃場で袋かけを行い、2圃場(圃場1, 圃場2)ではほぼ毎日、1圃場(圃場3)では5日毎に果実を収穫し、有袋区135～192果、無袋区68～258果の発病果率を調査した。また、圃場3では、'樹井ドーフィン'も供試した。

果実袋は、腐敗果の種類を調査するための試験では、2種類の袋(小林製袋製: NK18, ピーチ2号)を用い、その他の試験では、前記のNK18のみを用いた。

次に、果実袋の底の解放の有無が発病に及ぼす影響をみるため、1992年9月28日～10月24日に前記の圃場1と圃場3において、底を開放した袋と密閉してある袋を供試し、腐敗果の発生に及ぼす影響を検討した。

圃場1では、9月28日に着色開始期の果実を対象に、底を開放した袋のみを被袋し、9月30日に発病果率と調査時におけるショウジョウバエ類の飛来数を調査した。

圃場3では、10月1日に幼果を対象に、底の開放してある袋と底の密閉してある袋とを被袋し、10月5日と10月19日に樹上の成熟果を除去した後、5日後の発病果率を調査した。

果実袋は、両圃とも前記のピーチ2号を用いた。

7. 袋かけによる果実の品質とその作業性

袋かけが果実品質に及ぼす影響をみるため、1991年の圃場3の果実を9月17～27日に5日毎に各処理8～35果収穫し、果実の赤道部2か所における糖度(屈折糖度計示度)と果皮硬度(ユニバーサル硬度計の値)を測定した。また、農林水産省果樹試験場作成のカラーチャートの緑色の濃い方から1～8の指数をあてはめ、赤道部の果皮の着色指数を測定したとともに、果皮全体に占める指数4以上の着色割合を調査した。

次に、袋の種類、袋かけの方法が作業性に及ぼす影響をみるため、果梗に巻きつける被袋法(供試袋の種類: NK18)と結果枝に巻きつける被袋法(同: ピーチ2号)の作業性を比較検討した。調査は、1991年9月2～3日に3反復で実施し、1回につき各処理100～223果を対象

に袋かけし、100袋当りの所要時間を求めた。

結 果

1. 果実の熟度、接種部位及び傷の有無と黒かび病の発病

果実の熟度と発病は、表1に示すように、果実の熟度が進むほど腐敗果が多発する傾向があった。一方、果皮が緑色で果肉の硬い未熟果では、全く発病しなかった。

果実の接種部位と発病の関係では、成熟直前の果実については、果皮への接種よりも目への接種の方が多発傾向にあった。

果実の傷の有無と発病は、処理3日後には発病果率が有傷接種区では100%に達し、有傷無接種区では64%であった。一方、無傷の場合には、接種区で36%の発病があったが、無接種区では全く発病しなかった。

2. 黒かび病の生育に好適な温度と湿度条件

PDA培地上における黒かび病菌の温度別の生育状況を図1に示した。処理30時間後の菌糸生育状況は、25℃

で78mmと最も伸長し、次いで20℃で67mm、30℃で57mm、15℃で45mm、10℃で17mm、35℃で8mm、5℃で4mmであった。また、処理70時間後の胞子形成量は、25℃で 6×10^7 個、30℃で 5.5×10^7 個、20℃で 4.4×10^7 個、15℃で 1.9×10^6 個で、5、10、35℃での胞子形成はみられなかった。

次に、発病果率は、処理48時間後には、25℃で100%、30℃で94%、20℃で29%、35℃で27%の果実に発病がみられ、10℃と15℃では発病がみられなかった。

発病に好適な湿度条件との関係を図2に示した。湿度(x)と発病果率(y)の間には、有意な正の相関(相関係数0.95:1%水準で有意)が認められ、 $y = 1.5x - 52.6$ の回帰式が得られ、湿度の上昇に伴って発病果率が高くなった。

3. ハウス栽培における夏期のビニール被覆の有無と発病

表2の無散布区における被覆区と除去区が示すように、1989年の試験では、処理開始(ビニール除去:9月18日)後4日間に、19日に79mm、21日に0.5mm及び22日

表1 果実の熟度および接種部位とイチジク黒かび病の発生

品種	供 試 果 実 の 条 件					接種の 有 無	接種 部位	発病果率
	果色*	果皮の硬軟	目の開閉	果頂裂果	果実横径			
梶井 ドーフィン	黄緑	硬	開	無	36～40mm	有	目	0%
						有	果皮	0
						無	—	0
	緑味黄 ～ うす赤	軟	開	無	41～50	有	目	88
						有	果皮	63
						無	—	0
	うす赤 ～ 暗い赤	軟	開	有	51～55	有	目	100
						有	果皮	100
						無	—	0
	蓬萊 柿	黄緑	硬	閉	無	21～25	有	目
有							果皮	0
無							—	0
黄緑		硬	閉	無	31～35	有	目	0
						有	果皮	0
						無	—	0
緑味黄 ～ うす赤		軟	開	無	36～45	有	目	75
						有	果皮	13
						無	—	0
うす赤 ～ 暗い赤		軟	開	有	41～50	有	目	100
	有					果皮	100	
	無					—	13	

注) *: 果色が黄緑から赤色になるほど果実の熟度は進む。

緑味黄: 緑がかった黄色(日本色彩研究所編の色の標準24色相環による区分)。

に21.5mmの降雨があった。このように降雨が頻繁にみられる条件下では、処理4日後（9月22日）の黒かび病の発生は、被覆区（33%）よりも除去区（40.3%）で多かった。その後、処理20日後（10月8日）までの16日間に、9月25日に1mm、9月28日に5.5mmの降雨あったが、このような少雨条件下での被覆区と除去区の発病果率は、処理8日後（9月26日）に32.5%と18.4%、処理12日後（9月30日）に23.9%と15.8%、処理16日後（10月4日）に4.4%と0.6%と推移し、被覆区より除去区の発病果率が早期に低下した。

1990年の試験では、果実をほぼ毎日収穫したことから、黒かび病と酵母腐敗病の識別が困難なごく初期の発病果が多く含まれていたため、両病害を一括して腐敗果と表記した。供試期間中には、処理開始（ビニール除去：8月7日）後、8月16日に6mm、17日に28mm、20日に1mm、22日50mm、23日に12mm、30日に1mm及び9月5日に10mmの降雨があった。表3に示すように、このような降雨条件下における8月16日～9月5日の期間の腐敗果の発病果率は、被覆区が26.5%であり、除去区の13.9%の約2倍であった。また、同期間の着果部位における温度条件を解析した結果、被覆区では、除去区に比べ、25℃以上30℃未満の温度の継続時間が1日あたり約1時間長かった。同様に、着果部位における湿度条件を解析した結果、被覆区は、除去区に比べ、90%以上の湿度継続時間が、1日あたり約3時間長かった。なお、本試験期間中の腐敗果全体に占める黒かび病の比率を明らかにするため、

表2 ハウス栽培園における殺菌剤散布及びビニール被覆の有無と黒かび病の発生推移（1989年）

ビニール被覆の有無	供試薬剤濃度 (成分量 P P m)	黒かび病の発病果率 (%)				
		9月22日	9月26日	9月30日	10月4日	10月8日
有	チオファネートメチル水和剤 1500倍 (467)	25.8 bc *	15.1 abc	9.0 bc	0.6 a	0 a
有	ベノミル水和剤 2000倍 (250)	24.6 bc	23.8 ab	11.9 bc	0.7 a	0.5 a
有	TPN 水和剤 1000倍 (400)	15.9 d	13.7 bc	5.3 c	1.2 a	0 a
有	トリフルミゾール水和剤 2000倍 (167)	25.8 bc	15.0 bc	14.9 abc	2.2 a	0 a
有	イプロジオン水和剤 1500倍 (333)	22.3 cd	16.1 bc	6.2 c	2.5 a	0 a
有	キャプタン水和剤 800倍 (1000)	21.1 cd	8.9 c	7.5 bc	0.2 a	0 a
有	無 散 布	33.0 ab	32.5 a	23.9 a	4.4 a	0 a
無(除去区)	無 散 布	40.3 a	18.4 abc	15.8 ab	0.6 a	0 a

注) 薬剤散布及びビニールの除去：9月18日。

*：同一英文字を付記する数値間には、5%水準で有意差なし(DUNCANの多重検定)。

表3 夏期ビニール被覆の有無と腐敗果*の発生及び温湿度実態（1990年）

処 理 区	発 病 果 率 (%)	温 度 条 件 (時間/日)		湿 度 条 件 (時間/日)		
		20℃以上25℃未満	25℃以上30℃未満	90%以上	80%以上	70%以上
ビニール被覆区	26.5	5.7	10.6	10.7	14.6	17.0
ビニール除去区	13.9	5.8	9.6	7.9	14.2	16.7

注) ビニールの除去：8月7日。

*：極初期の腐敗果については、黒かび病のほか酵母腐敗病による腐敗果も含んでいる可能性がある。

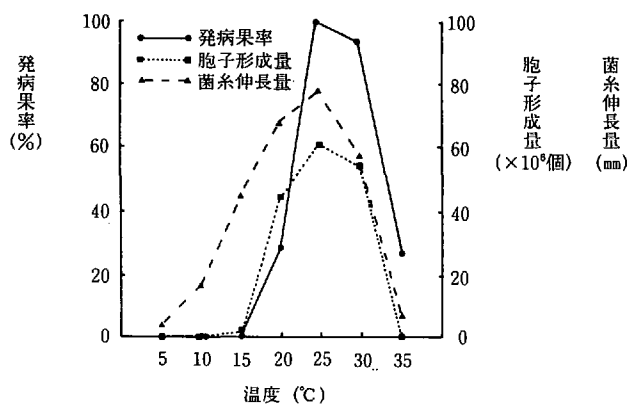


図1 黒かび病の発病果率及びPDA培地上における孢子形成と菌糸伸長に及ぼす温度の影響

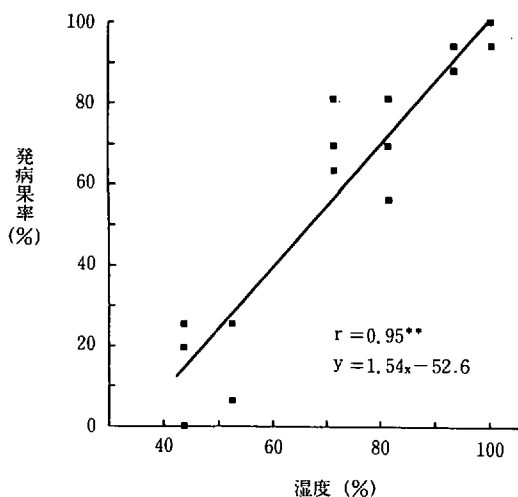


図2 黒かび病の発病に及ぼす湿度の影響

試験の途中で収穫を4日間（8月23～26日）中断した後、腐敗果全体に占める黒かび病の比率を調査した結果、明らかに黒かび病と判断された果実の割合は、被覆区では全体の64%、除去区では40%であった。

4. 黒かび病菌に対する有効薬剤の探索

各種薬剤に浸漬した分割果実における黒かび病の発病推移を図3に示した。CNA水和剤は、処理4日後まで全く発病がみられず、強い発病抑制効果を示した。TPN水和剤は、CNA剤に次いで抑制効果が高かったが、本剤を含めた他の処理区は、処理2日後に45%以上の果実発病が認められ、CNA水和剤の抑制効果に比べると顕著に劣った。

5. 圃場における黒かび病の薬剤防除試験

雨よけハウスにおける防除試験では、表2に示すように、供試した6剤は、いずれも無散布に比べ発病を低率に抑え、防除効果が認められた。散布4日後（9月22日）の調査では、TPN水和剤の効果が優れた。9月22～30日を通してみると、TPN水和剤、イプロジオン水和剤

及びキャプタン水和剤の散布は、他の薬剤散布区に比べ、発病率が低く推移する傾向にあった。

露地栽培における防除試験では、試験を実施した期間（1990年9月12～21日）の10日間のうちに降雨日が9日あった。表4に示すように、このような多雨条件下では、CNA水和剤及びチオファネートメチル水和剤とも、無散布区と有意な差は得られなかった。

6. 袋かけによる黒かび病と酵母腐敗病の防除

袋かけによる防除効果は、1990年の試験では、無袋区の発病率49.3%に対し、有袋区は13.4%であり、防除価は73であった。

1991年の試験では、圃場1では無袋区26.9%、有袋区0%であり、防除価は100を示した。一方、圃場2では、無袋区38.4%、有袋区20%であり防除価は48であった。なお、圃場1では、有袋区の収獲果実の48%が果梗部付近の着色が不良のため、無袋区の果実と同一条件で出荷できなかった。

圃場3の試験結果を表5に示した。酵母の関与する腐敗果の発生は両品種とも無袋区に比べ、袋かけした2区が少なかった。黒かび病は、少発生のため、袋かけによる発病抑制効果の判定はできなかった。また、9月14日に接近した台風17号の通過後の傷害果率は、無袋区が4.7%であったのに対し、有袋区では13～17.8%と高かった。なお、ピーチ2号を被袋した処理区で炭そ病が多発する傾向にあった。このほか、水浸状には腐敗しないが、*Alternaria* 属菌、*Cladosporium* 属菌及び *Penicillium* 属菌の胞子が開口部に形成された汚損果が僅かにみられたが、袋かけの有無と発病との関連は、明らかでなかった。

果実袋の底を解放した袋と、密閉してある袋による腐敗果の防止結果を表6に示した。圃場1では、無袋区に比べ、底を解放した袋をかけた区の発病率とショウジョウバエ類の飛来数が半減した。圃場3の試験では、底の密閉してある袋をかけた区の発病は、無袋区の14～36%に抑制されていた。しかし、底の解放してある袋をかけた区の発病は、10月10日の調査時には無袋区とほぼ同

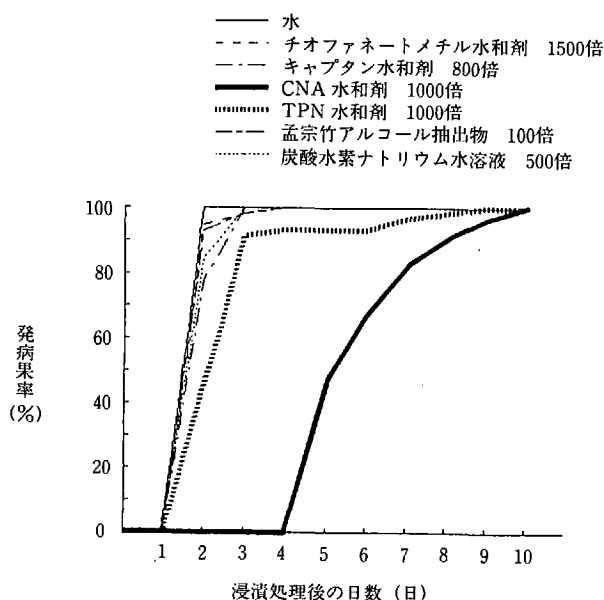


図3 各種薬剤の黒かび病抑制効果

表4 殺菌剤散布による黒かび病の発生推移（1990年）

供試薬剤濃度 (成分量 ppm)	黒かび病の発病率 (%)	
	9月17日	9月21日
CNA水和剤 1000倍 (500)	4.9 b*	4.0 b
チオファネートメチル水和剤 1500倍 (467)	13.6 a	17.1 a
無散布	5.5 b	10.2 ab

注) 薬剤散布: 9月12日。

* : 同一英文字を付記する数値間には、5%水準で有意差なし(DUNCANの多重検定)。

等であったが、10月24日の調査時では無袋区の約3分の2の発病であった。

7. 袋かけによる果実の品質とその作業性

袋かけの有無と果実品質については、表7に示した。ピーチ2号とNK18を用いて袋かけした場合には、いずれの時期においても無袋区に比べ、着色割合、着色指数、糖度の値が劣った。特に、果梗に巻き付けるタイプのNK18において、糖度が劣る傾向にあった。なお、袋か

けた果実は、いずれの時期も果梗付近の果色が緑味を強く残していた。

一文字形整枝樹の果実100果に袋かけをするための所要時間は、果梗に巻き付ける被袋法では平均36分57秒、結果枝に巻き付ける被袋法では平均23分47秒であり、結果枝への巻き付ける被袋法は、果梗への巻き付ける場合に比べ約3分の2の所要時間で実施できた。

表5 袋かけの有無と各種病害の発生状況並びに台風通過後の傷害果率（1991年、圃場3）

品 種	処 理 区	発 病 果 率				台風通過後の傷害果率※
		黒 か び 病	酵母腐敗病	炭 そ 病	そ の 他 *	
蓬 萊 柿	有袋区 (P)	0%	2.1%	5.6%	3.5%	13.0%
	有袋区 (N)	0	0.9	0	2.6	17.8
	無袋区	0	8.8	0	1.5	4.7
柘井ドーフィン	有袋区 (P)	0	0	3.1	3.1	—
	有袋区 (N)	0	0	0.5	0.5	—
	無袋区	0.5	1.5	0.5	2.1	—

注) * : Alternaria 属菌, Cladsporium 属菌, Penicillium 属菌の胞子を開口部に形成しているが、水浸状に腐敗しない果実。

※ : 1991年9月14日に接近した台風17号の強風による傷害果。

P : 小林製袋製, ピーチ2号, N : 小林製袋製, NK18。

表6 果実袋の底の解放の有無と腐敗果*の発病抑制効果（1992年）

処 理 区	圃 場 1		圃 場 3	
	発 病 果 率	ショウジョウバエ類の飛来数	発 病 果 率	
	9月30日	9月30日	10月10日	10月24日
有袋・底密閉区	—%	—頭/果	5.9%	4.8%
有袋・底解放区	9.5	0.4	17.9	20.0
無 袋 区	18.3	1.7	16.1	33.7

注) * : 黒かび病と酵母腐敗病を含む。

表7 袋かけの有無と果実品質（1991年、圃場3）

調 査 日	処 理 区	着色割合 (%)	着色指数*	糖 度 (%)
9月17日	有袋区(P)	64	3.9	15.2 b※
	有袋区(N)	39	3.2	14.5 b
	無袋区	87	4.4	16.5 a
9月22日	有袋区(P)	75	4.4	15.7 ab
	有袋区(N)	72	4.5	14.7 b
	無袋区	94	5.3	16.8 a
9月27日	有袋区(P)	71	4.5	17.1 b
	有袋区(N)	68	4.3	15.2 c
	無袋区	84	4.9	19.0 a

注) 品種 : 蓬萊柿 P : 小林製袋製, ピーチ2号. N : 小林製袋製, NK18

※ : 同一英文字を付記する数値間には、5%水準で有意差なし (DUNCANの多重検定)。

* : 数値が大きいほど果皮色が濃いことを示す。

考 察

1. 果実の熟度、接種部位及び傷の有無と黒かび病の発病

池上⁴⁾によれば、*Rhizopus nigricans* は、空気中や土壌中に常に存在し、腐生的性質が強く、生活力の衰えた植物を侵して腐敗させること、イチゴ軟腐病やミザクラ黒かび病は、本菌が傷口から侵入し、蔓延することを述べている。また、松尾¹⁶⁾は、イチジクの果実の生育ステージ別に黒かび病の発病差異を調査し、成熟期に近く、軟らかくて果面の着色の進んだ果実の発病が早かったことを報告している。しかし、筆者は、イチジクの果実に対する *Rhizopus* 属菌の感染条件をさらに詳しく整理する必要があると考え、果実の熟度、接種部位及び傷の有無と発病との関係を調査した。この結果、イチジクの目が開いていても、果色の緑が濃く、果皮の硬いうちは本菌の感染はなく、果色の緑が薄れ黄変しはじめた果実で、しかも、果肉が軟らかくなり始めたものから感染が始まることを明らかにした。また、このステージの果実では、果皮からも感染しうるが、開口部である目からの感染が高いこと、傷が有る場合には発病が助長されることを明らかにした。本県で栽培されるイチジクの品種は、そのほとんどが「蓬萊柿」であり、本品種は、成熟すると果頂裂果する特性をもつ³⁾。黒かび病は、熟度が進むほど多発し、傷口感染により発病が助長されることから、本品種はもともと果実腐敗を生じやすい特性を有すると思われる。このため、収穫に際しては、過熟にならない時期に収穫することを基本管理として徹底する必要がある。

2. 温度及び湿度条件並びにハウス栽培における夏期のビニール被覆の有無と黒かび病の発病

當樫²⁰⁾や池上⁴⁾は、黒かび病菌の発病適温について紹介している。それらによると、発病適温は、15～36℃とかなりの幅がみられる。そこで、好適範囲をしばらく含むために同様な試験を行った。この結果、2分割した果実を供試して自然感染させた場合には、発病適温が25～30℃の範囲にあると判断された。一方、PDA培地上における黒かび病菌の菌糸伸長の適温が15～30℃の範囲に、胞子形成の適温が20～30℃の範囲にあると判断された。これらの結果から、20～30℃の温度領域は、本病の伝染と発病に好適な条件であると推察された。また、湿度については、多湿条件ほど多発するという結果を得た。当時、本県で、ハウス栽培によりイチジクを生産する農家の中には、収穫が終了するまでハウス上部のビニールを

覆う事例が多かった。このため、黒かび病の多発園において、夏期にビニールを覆い続ける区と除去する区を設け、その後の腐敗果の発生推移を調査した。その結果、腐敗果の発生は、被覆区が除去区に比べ、2か年とも多かった。この要因を究明するため、被覆区と除去区の温度及び湿度の推移と発病果率とを比較した結果、被覆区は、25～30℃の温度の継続時間と90%以上の湿度の継続時間が除去区に比べ長かった。このことから、夏期にビニールを被覆し続けた場合、黒かび病を多発しやすい温度と湿度条件を助長することが裏付けられた。このため、ハウスで黒かび病を抑制するためには、夏期に上部のビニールを除去するか、上部のビニールを巻き上げ機とともに自在に開閉できる構造にするなどによって、温度と湿度条件を改善できるようなシステムを導入する必要がある。

3. 薬剤による黒かび病の防除

松尾¹⁶⁾は、PDA培地内で、OBENAU¹⁸⁾は、2分割したイチジクの果実を用いて、イチジクを侵す *Rhizopus* 属菌の有効薬剤を探索し、両者ともCNA剤の有効性を認めている。本剤は、*Rhizopus* 属菌によるモモの貯蔵病害においても、感染後の果実への薬剤散布や薬液浸漬処理により腐敗果が抑制されること¹⁹⁾、温湯処理との組合せにより防除効果が高まること²¹⁾が報告されている。そこで、試験を実施した当時、本邦で黒かび病に対し唯一登録されていたチオファネートメチル剤⁶⁾を含む数種薬剤とCNA剤の効力を、2分割した果実を用いて実用濃度で比較した。この結果、チオファネートメチル剤ほか供試4剤が、処理2日後に高い発病を示したにもかかわらず、CNA剤は処理4日後まで完全に発病を抑制した。OGAWA¹⁹⁾は、CNA剤の散布により胞子の発芽は抑制されなかったが、試験管内及び生体内ともに菌糸生長が抑制されたことを報告している。このことから、本試験でのCNA剤による発病抑制期間が長かったことは、本剤の菌糸抑制作用によるものと推察された。また、松尾¹⁶⁾は、圃場試験において、黒かび病に対し発病抑制効果を認めたとしているが、2か年とも極めて少発条件下の試験であり、防除効果があると判断するには問題がある。さらに、9月上中旬の台風の頃、秋雨の継続する期間に薬剤散布を実施するのがよいと述べているが、このような条件下でCNA剤とチオファネートメチル剤を用いて実施した筆者の防除試験結果では、露地栽培での本病に対する効果は認められなかった。一方、ハウス栽培での防除試験では、CNA剤は供試しなかったものの、TPN剤、イプロジオン剤及びキャプタン剤散布区で、降雨がほとんど無い散布8日後以降の

発病を、無処理区の2分の1以下に抑制することができた。両試験から、本病の薬剤による防除効果は、ビニールハウス内では、本病を半減させることが可能であると考えられる。しかし、少雨条件下の露地栽培での薬剤散布は、ビニール被覆区の薬剤散布よりも、発病率が低かった。これらのことから、本病の抑制には、薬剤だけでは不十分で、前述のビニールの除去又は開閉などによる温度と湿度条件の改善策を併用する必要がある。また、露地栽培の「蓬萊柿」では、成熟すると果頂裂果する特性をもち³⁾、本病の多発しやすい連続降雨期間中に、薬剤散布による防除効果は期待できない。

4. 袋かけによる黒かび病と酵母腐敗病の防除並びに果実の品質とその作業性

黒かび病は、胞子のう胞子による空気伝染が行われるが、松尾ら¹⁶⁾は、本病はヒメジャノメによっても伝播されるとしている。本県の主要品種「蓬萊柿」は、成熟すると果頂裂果しやすい特性をもつ³⁾ため、本病の抑制には、何らかの物理的防除法が必要と考えられた。そこで、市販の果実袋を用いて、袋かけによる腐敗果の防除試験を行い、腐敗果を2分の1以下に抑制できることを明らかにした。このうち、1990年の現地試験は、前記の露地栽培におけるCNA剤の防除効果試験と同一圃場でほぼ同一時期に実施した。降雨が連続する期間では、殺菌剤を散布しても十分な防除効果は認められなかったが、袋かけた場合の防除価は73であり、降雨が連続する期間には、袋かけによって高い防除効果が期待できることが明らかになった。さらに、袋かけによる病害別の抑制効果を調査した結果、黒かび病については、無処理区の発病が極めて少なかったため、効果は判然としなかったが、酵母腐敗病による水浸状の腐敗果を抑制することが判明した。また、イチジクに用いる袋のタイプは、果梗枝に巻きつける被袋法よりも、結果枝に巻きつける被袋法の方が作業性や果実品質の面で好成績が得られることを明らかにした。一方、袋かけにより、糖度や着色の低下、台風通過後の傷害果の増加、袋の種類によっては炭そ病の発生が助長される例があった。このようにイチジク果実への袋かけには、利点と欠点があり、多大な労力を要するイチジクの収穫期に袋かけを本格的に導入すべきとは考えられない。しかし、「蓬萊柿」の露地栽培では、収穫期が秋雨期と重なることは避けられず、腐敗果の多発によりしばしば甚大な被害を被る。このため、袋かけはあくまでも補助的な手段として導入すべきと考える。同様な方法として、細見¹⁷⁾は、網目の長さが0.3mm未満のナイロン・ポリウレタン製のネット袋を作成し、イチジクに被袋する方法でほぼ100%の腐敗防止が得られ、果実

品質にも影響がなかったことを報告しており、腐敗果を防止するうえで、将来は現行の果実袋にとって変わらる有望資材であると考えられる。しかし、現時点ではイチジク生産において経済的に見合う製品が商品化されていないため、当面は降雨が予想される前日に着色開始期の果実を対象にし、市販の果実袋を被袋する方法を応急策として位置づけたい。なお、本報告の中で果実品質の低下を防ぐため、果実袋の先端を開放したまま被袋する区を設けたが、腐敗果を十分に抑制しえなかった。本試験の処理区間の発病果率と果実へのショウジョウバエ類の飛来との間に相関が示されたため、圃場における腐敗果の発生実態と耕種的防除の効果についてさらに究明する必要がある。

以上、一連の結果を総合すると、イチジク「蓬萊柿」の成熟果の腐敗防除には、ハウス栽培では、薬剤防除によって黒かび病を半減させ得るものの、薬剤だけでは不十分で、天井部分のビニールの除去又は開閉などによる温度と湿度条件の改善策を併用する必要がある。また、露地栽培の「蓬萊柿」は、成熟すると果頂裂果する特性をもち³⁾、本病の多発しやすい連続降雨期間中に、薬剤散布の防除効果を期待することは困難である。そこで、薬剤防除は収穫開始期までにとどめて、収穫期間中に降雨が予想される時には、適期収穫を基本とし、着色開始期に相当する果実への袋かけの導入が望ましい。

摘 要

イチジクの収穫期に多発する水浸状の腐敗果（黒かび病、酵母腐敗病）を抑制するため、果実の熟度、温度と湿度条件、薬剤防除、袋かけの効果について検討した。

1. 黒かび病は、果皮の緑色が薄れはじめ、果肉が柔らかくなり始めた果実に発病した。果皮からの発病もみられたが、開口部の目からの発病が多く、傷を持つ果実は発病しやすかった。

2. 黒かび病は、25～30℃の温度条件と多湿条件で多発した。夏期のビニール被覆栽培はこれらの多発条件を助長するため、ビニールを開放する必要がある。なお、少雨条件下では、夏期にビニールを除去することにより、発病を2分の1以下に抑制した。また、少雨条件下の露地栽培では、ビニール被覆区の薬剤散布よりも、発病率が低下した。

3. ハウス栽培では、TPN水和剤1000倍液やキャプタン水和剤800倍液などの薬剤散布により、黒かび病の発生を露地栽培の2分の1以下に抑制できた。しかし、多雨条件下の露地栽培では、効果が認められなかった。

4. 成熟前の果実への袋かけは、着色や糖度の低下、台風通過時の傷害果の増加などの欠点をもつが、酵母腐敗病と黒かび病による腐敗果を2分の1以下に抑制できた。なお、袋かけは、結果枝に巻き付ける被袋法が作業能率がよかった。

5. 以上の結果から、ハウス栽培では、イチジク‘蓬萊柿’の成熟果の腐敗防除には、薬剤防除によって黒かび病を半減させ得るものの、薬剤だけでは不十分で、天井部分のビニールの除去又は開閉などによる温度と湿度条件の改善策を併用する必要がある。また、露地栽培では、薬剤防除は収穫開始期までにとどめて、収穫期間中に降雨が予想される時には、適期収穫を基本とし、着色開始期に相当する時期の果実への袋かけの導入が望ましい。

謝 辞

本試験の実施にあたり、豊田郡安浦町の実成果樹生産組合並びに広島県農業技術大学校安芸津分校より快く供試園を貸与していただいた。桐山芳樹氏、谷田部操氏、神田邦彦氏、篠原敦志氏、池田志伸氏、国西修司氏、加納徹治氏、奥田美子氏及び当研究所の技術員一同には、本試験の処理や調査において多大な援助をいただいた。また、DAVID STEVEN 博士、当技術センターの小笠原静彦果樹研究所長、井本征史生物工学研究所長、今井俊治室長、酒井泰文室長及び中谷宗一室長には、本稿のとりまとめに際して、懇切なご指導をいただいた。これら関係各位に対して謹んでお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 細見彰洋：1995. ネット袋の被覆による収穫前イチジク果実の腐敗防止. 関西病虫研報, 37 : 39-40.
- 2) ———・草刈眞一：1995. 本邦における酵母によるイチジクの果実腐敗について. 関西病虫研報, 37 : 9-14.
- 3) 兵庫県農業総合センター編：1982. 昭和56年度種苗特性分類調査報告書 イチジク, 123-126pp.
- 4) 池上八郎：1983. 植物糸状菌の防除(6). 農及園, 58 (7) : 951-955.
- 5) 日本色彩研究所編：1954. 色の標準 第5版. 日本色彩社, 東京, 1pp.
- 6) 日本植物防疫協会編：1990. 農薬登録一覧表. 日植防, 東京, 86pp.
- 7) 日本植物病理学会編：1984. 日本有用植物病名目録 第3巻 第2版. 日植防, 東京, 93pp.
- 8) 日本植物病理学会病名委員会編：1996. 日本有用植物病名目録 追録(18). 日植病報, 62 (4) : 458.
- 9) 新田浩通. 1992: イチジク‘蓬萊柿’における腐敗果の防除対策. 園学中四国支部要旨, 31 : 11.
- 10) ———. 1993: イチジクそうか病に関する研究. 第2報 病原菌の伝搬. 広島農技セ研報, 57 : 9-17.
- 11) ———. 1993: イチジクそうか病に関する研究. 第3報 薬剤防除. 広島農技セ研報, 57 : 9-17.
- 12) ———・今田準・加納徹治・中元勝彦・小笠原静彦：1995. 広島県におけるイチジクモザイク症状の発生と伝染. 広島農技セ研報, 62 : 53-65.
- 13) ———・中元勝彦・小笠原静彦・佐々木篤：1992. イチジクそうか病に関する研究. 第1報 広島県における発生実態. 広島農技セ研報, 55 : 73-84.
- 14) ———・中瀬崇・佐藤豊三・小笠原静彦：1995. イチジクの果実を腐敗させる3種の酵母菌. 日植病報, 61 (6) : 635-636 (講要).
- 15) 野島友雄：1934. 無花果より分離したる *Rhizopus* 菌の病原性について. 日植病報, 4 : 87.
- 16) 松尾綾男・神納浄・宇都敏夫：1970. イチジク黒かび病の発生と防除に関する試験. 兵庫農試研報, 18 : 103-106.
- 17) 三澤正生：1962. 植物病理実験法 (明日山秀文ほか編). 日植防, 東京, 111-113pp.
- 18) OBENAUF, G. L., J. M. OGAWA, M. LER and C. A. FRATE: 1982. Fungicide control of molds that attack caprifigs. Plant disease 66 (7) : 566-567.
- 19) OGAWA, J. M., J. H. MATHRE, D. J. WEBER and S. D. LYDA: 1963. Effects of 2,6-dichloro-4-nitroaniline on rhizopus species and its comparison with other fungicides on control of rhizopus rot of peaches. Phytopathology 53 : 950-955.
- 20) 富樫浩吾：1935. 植物病原菌の温度に関する諸性質 1. 農及園 10 (2) : 472-478.
- 21) WELLS, J. M. and J. M. HARVEY: 1970. Combination heat and 2,6-dichloro-4-nitroaniline treatments for control of rhizopus and brawn rot of peaches, plams and nectarines. Phytopathology 60 : 116-120.

The Control of Fruit Rots in Figs

1. The control of rhizopus rot and souring using improved growing conditions (temperature and humidity), fungicides, and by covering fruit with waxed-paper bags

Hiromichi NITTA

Summary

From 1989 to 1992 the author studied the control of rhizopus rot and souring, the commonest diseases of the fig 'Horaishi' at harvest, using improved conditions of temperature and humidity during growing, fungicides, or by covering fruit with waxed-paper bags.

1. Rhizopus rots developed in fruits in which the pericarp was a lighter green colour and the sarcocarp had softened, and especially severely in ripe fruits. Although this disease could infect fruit either through the osteole or the pericarp, the osteole was the more common site of disease entry.
2. Rhizopus rots thrived when temperatures were between 20°C and 25°C, and with a relative humidity higher than 90%. Such conditions occurred in summer for much longer when plants were grown under a PVC cover than in the open. Thus twice as many fruit showed rots under cover than when grown in the open.
3. When figs were grown under PVC, sprays of 1000 ppm captan w.p., 333 ppm iprodione w.p. and 400 ppm chlorothalonil w.p. gave promising results against rhizopus rots. However, on open-growing trees, sprays of 500 ppm dichloran applied during the rainy period in summer failed to give good control. Dichloran had been the most effective fungicide tested against this disease in the laboratory.
4. Covering fruit with waxed-paper bags produced a lighter-coloured pericarp and lower sugar content of the sarcocarp compared to uncovered fruit. It also resulted in more damaged fruit when a typhoon struck because fruit rubbed against the bag. However bagging showed a promising control of rhizopus rots and souring.

Key words: fig, ripe fruits, Rhizopus rot, souring, control, ripeness, temperature, humidity, fungicides, bagging