

キウイフルーツ果実軟腐病の生態と防除に関する研究

磯田隆晴・土田通彦・行徳 裕

Studies on the Ecology and Control of Kiwifruit Rip rot
Takaharu Isoda, Michihiko Tsuchida and Yutaka Gyoutoku

緒 言

キウイフルーツは、クライマクテリック・ライズ型¹⁾の果実で緑熟した固い果実を収穫し、一定期間貯蔵庫で追熟をして可食状態にしてから市場に出荷する。果実軟腐病は、この追熟期間中に主に発生するため、経済的損失と同時に生産者にとっては経営に対する意欲阻害となり、また、市場からは不評をかう原因にもなっている。わが国での果実腐病の最初の記載は、1980年農水省果樹試安芸津支場の研究年報に見ることが出来る。永田、栗原²⁾はカメムシによる被害ではないかとして発生実態を報告しているが、果実表面のくぼみ、剥皮した症状の写真は果実軟腐病と全く同じである。その翌年の1981年に愛媛県果樹試験場の橘³⁾らは、果実の軟腐部分から *Phomopsis* sp. と *Sclerotinia* 属菌を分離し、本症状を病原菌に起因する病害であるとして報告している。次いで良く1982年に安芸津支場の高屋⁴⁾は、軟腐病の病原菌を分離して、*Phomopsis* sp. と *Botryosphaeria* sp. であるとした。外国の報告では、1981年にPenycook⁵⁾が果実軟腐病をRipe rotとして、*Botryosphaeria dothidea*によって発生することを報告している。熊本県では、1977年頃からキウイフルーツの栽培が導入されているが、本格的に農協が取り扱い、市場への出荷が行われたのはそれから5年後である。果実軟腐病が県内

で問題になったのもその頃からで、当時はまだ果実軟腐病と呼称されていたが、1987年に果実軟腐病 *Kajitsu-nannpu-byo*、英名 Ripe rot、病原菌 (1) *Botryosphaeria* sp. (2) *Phomopsis* sp. が、日本植物病理学会病名委員会に提唱され採択された。なお、本試験を行うに当たり宇城農業改良普及所寺田喜義氏、宇城園芸連平田繁富氏に協力戴いた。ここに深謝を申し上げる。

1. 熊本県での発生実態調査

目 的

熊本県でのキウイフルーツ栽培における果実軟腐病の発生実態を把握する。

試験方法および結果

熊本県で生産されるキウイフルーツの大部分は、宇城園芸連の貯蔵庫に収穫後一時2℃の冷温庫に貯蔵される。入庫時に果実を園主ごとに20~30個抜き取り、12月下旬から1月下旬まで常温貯蔵して腐敗果の発生を調査した。結果は第1表に示すが、1982年から1984年までの3ヵ年の腐敗果の発生率は12.3%、28.0%、45.7%と、年を追うに従って果実軟腐病の発生が多くなっている。調査は3~4年生樹からの収穫果実で、調査年次、市町村別によって調査果数は一定していないが、多いところでは78~80%の腐敗果発生が見られた。第2表は1984年に調査

第1表 年次別果実軟腐病発生推移

| 市町村名 | 1982年 | | 1983年 | | 1984年 | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 調査果数 | 腐敗率% | 調査果数 | 腐敗率% | 調査果数 | 腐敗率% |
| 宇土市 | 160 | 15.0 | 32 | 15.6 | 40 | 80.0 |
| 不知火町 | 1,282 | 14.5 | 30 | 80.0 | 200 | 40.5 |
| 松橋町 | 609 | 8.0 | 181 | 43.6 | 200 | 53.5 |
| 小川町 | 742 | 7.3 | 150 | 38.0 | 120 | 75.0 |
| 豊野村 | 449 | 11.8 | 446 | 16.4 | 380 | 44.7 |
| その他 | 189 | 15.8 | 359 | 27.0 | 420 | 34.0 |
| 合 計 | 3,431 | 12.3 | 1,198 | 28.0 | 1,360 | 45.7 |

した腐敗果実を生産者別に見たものであるが、少ないところで5%、多いところでは100%の発生であった。調査数68戸の内80%以上の腐敗果の発生を認めた農家が16戸あり、全体の23.5%であった。

第2表 生産者個人別にみた果実軟腐病発生状況

| 市町村名 | 果実軟腐病発生農家数 | | | | | | | | | | | | | |
|------|------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100% | | |
| 宇土市 | | | | | | | | | | | | 2** | | |
| 不知火町 | | | 3 | 1 | 1 | 2 | | | | | | 2 | 1 | |
| 松橋町 | | | 2 | | 2 | 2 | | | | | | 2 | 1 | 1 |
| 小川町 | | | | 1 | | | 1 | 2 | | | | 1 | 1 | 1 |
| 豊野村 | 1 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | | | 1 | | | 1 | 3 | |
| その他 | | | 4 | | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 | | | | | |

* : 果実軟腐病発生率 ** : 生産者戸数

考察

果実軟腐病の発生は、市町村別あるいは生産農家別に著しい差が認められたが、水田転換園など比較的過湿になりやすいところ、園内が過繁茂で日当たりの悪いところで発生が多い傾向にあった。本調査は、10年生以下の幼結果樹園での調査であることから、さらに樹齢の進んだ成木園では多く発生してくることが推測される。

2. 腐敗果実の種類と病原菌の分離

目的

果実軟腐病の病原菌には*Botryosphaeria* sp. と *Phomopsis* sp. の2種が知られているが、病徴の種類によって病原菌が異なるかどうかを明らかにする。

試験方法および結果

(1) 果実円形状腐敗 果実軟腐病の最も典型的な病徴で、果実を手で触ると指で押したように腐敗した部分にくぼみを生ずる。このような果実の表皮を剥ぐと円形の病斑が見られ、中心部が乳白色をしており、その周囲2~3mmが淡黄色、さらに、最外部は濃緑色に軟化している。病斑は1~数個が果面全体に散在し、病勢伸展により大小様々な大きさのものがある。果実内の病斑は、表皮から内部に向かって濃緑色に湿潤している。このような病斑を分離すると第3表に示すように*Botryosphaeria* sp. が高頻度に分離される。

(2) 果梗部腐敗 果梗部を中心にして軟腐してくるが、果梗周辺の果実には灰白色~灰黒色の菌糸が発生することがある。このような果実は果梗が必ず褐変しており、蒂がすぐはずれる。果梗を中心に割ると内部は深く湿潤化している。一般に追熟が進んだ果実で発生が多いが概して異臭を発する。このような果実から分離すると、第4表のように*Phomopsis* sp. が大部分である。

第3表 果実円形状腐敗からの分離菌

| 分離部位 | 分離数 | 分離率 (%) | | |
|---------------------------------|------|---------------------------|----------------------|------|
| | | <i>Botryosphaeria</i> sp. | <i>Phomopsis</i> sp. | |
| 果側部の軟腐病 (円形腐敗) | 果肉* | 139 | 98.6 | 0.7 |
| | 果肉** | 100 | 99.0 | 1 |
| | 表皮* | 216 | 8.3 | 63.9 |
| 果梗部に腐敗 (円形腐敗が混在して 発生している) | 果肉** | 46 | 58.3 | 28.8 |
| | 果肉** | 61 | 77.0 | 11.3 |
| | 表皮* | 104 | 9.6 | 58.7 |
| | 表皮* | 156 | 18.6 | 70.5 |

注 : * : 1983年12月分離、** : 1984年12月分離

第4表 果梗部腐敗からの分離菌

| 分離部位 | 分離数 | 分離率 (%) | | |
|------------------|-----|---------------------------|----------------------|-------|
| | | <i>Botryosphaeria</i> sp. | <i>Phomopsis</i> sp. | |
| 果側部の軟腐 | 果肉 | 72 | 0 | 88.9 |
| | 果芯 | 44 | 9.1 | 90.9 |
| 果梗周辺の表 面に菌糸発生 | 表皮 | 18 | 0 | 100.0 |
| | 果肉 | 16 | 0 | 6.3 |
| 果頂部の軟腐 | 果肉 | 16 | 25.0 | 75.0 |

(3) 低温貯蔵庫での腐敗 果実は硬く、追熟は全く進んでいないが果実表面に径2mm程度の赤褐色斑点が現れる。表皮をナイフで薄く削ると内部に白色斑が見られる。これを常温下に移すと数時間で白色斑の周囲が湿潤化して水浸状、淡黄色に腐敗してくる。一方、蒂の周辺が軟化してその部分だけが腐れることもある。このような果実から菌を分離すると第5表のようにほとんどが *Phomopsis* sp. が分離される。

(4) 収穫前落果果実の腐敗 9、10月の立木中に果実が落果することがある。発生には園や年次間差はあるが、落果した果実はいずれも果梗部から腐敗している。このような果実から分離すると、第6表のようにいずれも *Phomopsis* sp. が分離される。

第5表 白斑症及びその周囲軟化部からの分離菌

| 分離部位 | 分離数 | 分離率 (%) | |
|----------|-----|---------------------------|----------------------|
| | | <i>Botryosphaeria</i> sp. | <i>Phomopsis</i> sp. |
| 果実内部の白斑部 | 35 | 2.9 | 97.1 |
| ” 周辺の軟化部 | 20 | 5.0 | 95.0 |

第6表 収穫前の落果果実からの分離菌

| 分離部位 | 分離数 | <i>Phomopsis</i> sp. | 分離率 (%) |
|--------|-----|----------------------|---------|
| 果梗部 果肉 | 20 | 95.0 | |

考察

果実軟腐病には、病原菌が2種類知られている。前述のように特徴のある病徴から常時それぞれの分離菌が優先して検出されれば、腐敗した果実を見ただけで大方の判断は出来そうであるが、分離の回を重ねれば重ねるほど両菌が同じような病徴から検出されるので判断が難しい。落果した果実についても、その後行った分離では *Botryosphaeria* sp. が発生しており、果梗部からの分離でも結構優先的に *Botryosphaeria* sp. が分離されることがある。逆に *Phomopsis* sp. についても円形の病斑から優先的に分離されたりして、現在では病徴からの病原菌の判断は出来ない。しかし、例外はあるものの、強いて病原菌による病徴の特徴を述べると、*Botryosphaeria* sp. による腐敗は中心に白色斑があり、軟化した部分が比較的サラリとしている。*Phomopsis* sp. による腐敗は、果肉の表層の病徴が茶褐色などわずかな変色があり、軟腐部がベトベトした感じで、腐敗が進むと空洞化が見られ異臭がある。なお、両菌を果実に接種するといずれも果実円形状の病徴になる。

3. 果梗枝と果実腐敗との関係

目的

果実軟腐病の病徴には果梗部から腐敗してくる症状があるが、これが蒂枯れあるいは果梗枝の保菌との間に関係があるかどうかを検討する。

試験方法および結果

1983年11月25日に果梗枝を付けて120個採集した。その内60個はもぎ取りで果梗枝をはずし、他の60個は果梗枝を付けて蒂の部分から剪除した。そして果梗枝は水湿を与えた濾紙上に静置し、ビニル袋で覆って25℃の定温器に置き、果梗枝の変色状態を調査した。なお、果梗枝の一部は採集翌日に病原菌の分離を行った。その結果、果梗枝から *Phomopsis* sp. が分離されたのは120枝のうち27枝で分離率22.5%であった。分離された果実と未分離での果実は、果梗痕緑化率で第7表に示すように25.9%と31.2%、果梗部からの腐敗率は25.9%と23.6%でわずかに差が認められた。果梗部の蒂枯れ程度と果実腐敗を検討したのが第8表であるが、蒂枯れの少ない果実が10%程度果実腐敗も少なかった。果梗痕の変色程度による果実腐敗は第9表に示すように、明らかに早く褐変した果実が腐敗も多かった。次に1984年11月29日に21樹を選定し、1樹から50果を果梗枝を付けて収穫した。翌日果梗枝をもぎ取り、果梗枝からの分離を行った。果実は果梗枝と一体化するようにラベルを付け、常法により果実の腐敗を12月24日に調査した。腐敗した果実については、病原菌を分離し腐敗菌を明らかにした。そして、果実腐敗と果梗枝との関係を検討したのが第10表である。最も相関が高かったのは、果梗枝の *Phomopsis* 菌の分

第7表 果梗部からの *Phomopsis* sp. 検出枝と果実軟腐病の発生

| 果梗枝での <i>Phomopsis</i> sp. | 供試果実 | 果梗痕緑化率 | 果実軟腐病発生率 (%) | 腐敗合計 |
|----------------------------|------|--------|--------------|------|
| 検出枝 | 27 | 25.9 | 25.9 | 81.5 |
| 未分離枝梗 | 93 | 31.2 | 23.6 | 75.3 |

第8表 果梗部の蒂枯れと果実軟腐病の発生 (1983)

| 果梗部の蒂枯程度 | 果梗部の蒂枯れ発生率 (%) | | | 果実軟腐病発生果率 (%) |
|----------|----------------|-------|-------|---------------|
| | 12/1 | 12/12 | 12/28 | |
| 少 | 7.7 | 16.7 | 55.0 | 71.7 |
| 多 | 23.3 | 46.7 | 75.0 | 83.3 |

第9表 果梗痕の変色と果実腐敗 (1983)

| 果梗痕の変色程度 | 果実軟腐病の発生果率 (%) | 果実軟腐病発生果率 (%) |
|----------|----------------|---------------|
| | 健全果実 | 果梗部腐敗 |
| 緑色 | 38.0 | 11.1 |
| 黄色 | 34.3 | 0 |
| 褐色 | 0 | 69.4 |
| | | 発生果率 (%) |
| | | 61.1 |
| | | 65.7 |
| | | 100.0 |

第10表 果梗（蒂部）の保菌と果実腐敗との関係（1984）

| X : 果梗からの病原菌分離数 | Y : 果実軟腐病分離果数 | 樹 数 | 相関係数 | 検 定 |
|----------------------------------|------------------------------|-----|------|--------------------|
| | | n | r | t |
| <i>Botryosphaeria</i> (Bsp) の分離数 | <i>Botryosphaeria</i> による腐敗数 | 21 | 0.53 | 3.21* |
| <i>Phomopsis</i> (Phs) の分離数 | <i>Phomopsis</i> による腐敗数 | 21 | 0.73 | 4.65** |
| Bsp. と Phs. の分離数 | Bsp. と Phs. による腐敗数 | 21 | 0.48 | 2.38* |
| <i>Phomopsis</i> の分離数 | 果梗部からの腐敗果数 | 21 | 0.34 | 1.57 ^{NS} |

注：1樹50果実につき、その果梗枝からの腐敗果実からの分離

第11表 園の環境による菌の生息状況

| 園の環境 | 調査園の No. | 主管の基部 | | 主管の中央部 | | 主管の先端部 | | 亜主枝中央部 | |
|--------------|-------------|--------------------|--------------------|--------|------|--------|-------|--------|------|
| | | Bsp. ¹⁾ | Phs. ¹⁾ | Bsp. | Phs. | Bsp. | Phs. | Bsp. | Phs. |
| 湿潤な 排水不良園 | 1 | 58.3 ²⁾ | 8.3 | 0 | 66.7 | 0 | 100.0 | 41.7 | 58.3 |
| | 2 | 41.7 | 58.3 | 25.0 | 58.3 | 0 | 0 | 100.0 | 0 |
| | 3 | 41.7 | 58.3 | — | — | 66.7 | 33.3 | 100.0 | 0 |
| 排水良好園 | 1 | 0 | 25.0 | 8.3 | 0 | 0 | 16.7 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.0 |

注) 1) Bsp. : *Botryosphaeria* sp. Phs. : *Phomopsis* sp. 2) 供試枝に対する菌分離率

第12表 園内での病原菌の生息状況

| 調査樹の状況 | 病原菌の種類 | 樹 体 の 分 離 部 位 | | | | |
|-------------|--------|---------------|------|------|------|------|
| | | 台 木 | 主 幹 | 主 枝 | 亜主枝 | 結果枝 |
| 健全樹 (3樹) | Bsp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.0 |
| | Phs. | 79.2 | 81.3 | 66.7 | 64.6 | 42.5 |
| 立枯樹 (3樹) | Bsp. | 83.3 | 77.1 | 79.2 | 72.9 | 43.8 |
| | Phs. | 12.5 | 22.9 | 20.8 | 27.1 | 52.1 |

注) 1) Bsp. : *Botryosphaeria* sp. Phs. : *Phomopsis* sp.

分離数と *Phomopsis* 菌による果実腐敗で、相関係数4.65 (t値0.73) と1%の推定で有意差が認められた。

考 察

カンキツの貯蔵病害に軸腐れ病があるが、これの発生は果梗部が蒂枯れを起こし、その後、蒂をとおして病原菌が果実内に侵入して腐敗する病気である。そのため、軸腐れ病の発生と果梗部の蒂枯れとの間には密接な関係がある。果実軟腐病の病徴にも果梗部から腐れる症状があるが、これが原因として果梗枝あるいは果梗部の蒂枯れと関係があるかどうかを検討した。その結果、概ね関係は見られたもののカンキツ軸腐病程の密接さは認めなかった。カンキツの軸腐れ病は黒点病菌と同じであるが、果実に黒点病が発生しても貯蔵中にそこから腐れる事はない。しかし、果実軟腐病は果実の病斑から腐敗する。蒂の周辺に1個でも病斑があると、蒂をとおして病原菌が侵入する前に腐敗することから、カンキツ軸腐病に比べ果梗枝あるいは蒂枯れとの関係が低いものと思われる。

4. 病原菌の生息場所

目 的

果実軟腐病の病原菌は *Botryosphaeria* sp. と *Phomopsis* sp. の2種類であるが、園内での発生環境及び病原菌の生息場所について検討する。

試験方法および結果

(1) 園の環境条件 1987年10月6日に三角町大口の水田転換園について、比較的地下水位の高い湿潤な園と排水良好な園を選定して、主幹、亜主枝での病原菌の生息状況を調査した。調査は枝の表皮からPDA培地で常法により分離した。その結果、第11表に示すように園による差、分離部位の差はあるが、全般に湿潤な園の方が保菌率は高く、病原菌は多く生息していることが伺われる。

(2) 園内での病原菌の生息 1987年11月9日に三角町大口の水田転換園に過湿による立枯樹が発生した。立枯れは梅雨明け頃から急激に萎凋したものであるが、このような立枯れ樹と健全樹をそれぞれ3樹選定し、樹体の各部位での保菌状況を調査した。結果は第12表のとおり

第13表 剪定枝での病原菌の保菌状況

| 園の環境 | <i>Botryosphaeria</i> sp. | | <i>Phomopsis</i> sp. | | <i>Botrytis</i> sp. | |
|-----------|---------------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|
| | 1991 | 1992 | 1991 | 1992 | 1991 | 1992 |
| 果 梗 枝 | * 9.2 | 2.2 | 36.1 | 27.2 | 0 | 0 |
| 結 果 枝 | 5.2 | 0.5 | 17.1 | 82.0 | 0.4 | 0 |
| 結 果 母 枝 | 1.1 | 0.8 | 23.9 | 60.0 | 0 | 0 |
| 垂 主 枝 | 2.1 | 2.2 | 11.5 | 75.9 | 0 | 0 |
| 主 幹 の 樹 皮 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 巻 つ る | 4.5 | 9.5 | 21.7 | 60.5 | 0 | 0 |

* : 病原菌の分離比率

第14表 剪定枝の品種、樹齢による保菌状況

| 品種名 | 樹 齢 | 分離枝数 | 分 離 菌 率 (%) | |
|---------|-----|------|---------------------------|----------------------|
| | | | <i>Botryosphaeria</i> sp. | <i>Phomopsis</i> sp. |
| Arison | 7 | 300 | 36.0 | 54.0 |
| Hayword | 7 | 200 | 27.5 | 64.5 |
| " | 14 | 300 | 31.0 | 52.3 |

第15表 剪定後の経過日数と保菌状況

| 病 原 菌 | 剪定枝の 放置場所 | 分 離 菌 率 (%) | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | 1 / 14 | 2 / 4 | 2 / 25 | 3 / 22 | 4 / 13 | 6 / 22 | 8 / 1 |
| <i>Botryosphaeria</i> sp. | 屋内 | — | 4.3 | 0 | 16.3 | 27.5 | 25.0 | 31.9 |
| | 野外 | 2.5 | 3.7 | 6.8 | 39.4 | 30.5 | 53.1 | 58.1 |
| <i>Phomopsis</i> sp. | 屋内 | — | 62.5 | 64.6 | 75.6 | 70.6 | 73.8 | 68.1 |
| | 野外 | 90.0 | 51.3 | 42.4 | 55.6 | 64.8 | 46.9 | 36.3 |

で、健全樹からは*Botryosphaeria* sp. はほとんど分離されなかったが、*Phomopsis* sp. は枝の各部位から認められた。これに対し立枯樹からは*Botryosphaeria* sp. が多量に分離された。

(3) 剪定枝での保菌調査 1991、'92年には松橋町曲野の農家は場の剪定枝について病原菌の生息状況を調査した。同一園の剪定枝であるが*Phomopsis* sp. の分離率が年によって大きく異なった。全般に*Botryosphaeria* sp. の保菌率は低かったが、*Phomopsis* sp. を含め主幹の樹皮をのぞいた全部位で確認された(第13表)。

(4) 剪定枝の保菌推移 1988年場内ほ場植栽のArison 7年生、Hayword 7年と14年生樹について、1月13日に剪定した枝を垂主枝、結果母枝、結果枝に区分し、それをそれぞれ2分して、一つは室内の雨の当たらないところ、もう一つは野外で地面にブロックを置いて降雨の当たる状態にした。枝からの菌の分離はPDA培地で、それぞれ適宜常法に従って行った。第14表は、剪定後野外に置いて8月まで随時分離し集計したものであるが、品種間、樹齢にはほとんど病原菌の保菌差は認めなかつ

た。また、剪定後の経過日数と保菌状況との関係は第15表に示すが、*Botryosphaeria* sp. は剪定間もない枝では保菌率は低く、剪定後40日目から急速に分離率が高くなった。これは室内よりも野外に置いた方が顕著であるが、保菌枝率の増加傾向は同じであった。*Phomopsis* sp. は剪定後からほとんど変わらないが、野外に置いた場合はむしろ若干低い傾向にあった。

考 察

Botryosphaeria sp. と *Phomopsis* sp. 菌は、もともと枝幹性の病原菌で枝の中に柄子殻あるいは子のう殻を作り、柄胞子または子のう胞子を形成する。果実軟腐病菌も全く同様で、キウイフルーツのどちらかという健全樹よりも枯死した枝や幹で繁殖する。剪定枝も剪除して間もない生枝よりも剪定後日数が経過した枝で保菌率は高い。これは両病原菌が活物寄生よりも死物寄生がより活性が強いと云う事ができる。健全樹では、品種や樹齢による保菌差が見られなかったが、むしろ枯れ枝の発生が伝染源に多く関与すると考えられる。また、園の環境条件では、病原菌が繁殖しやすい過湿条件のところ

で保菌率も高いことから果実軟腐病は発生しやすいといえよう。

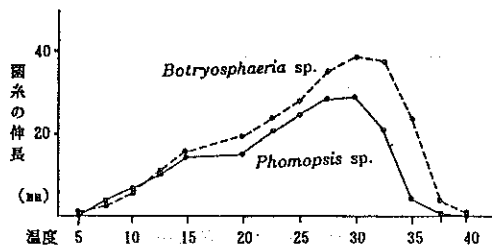
5. 病原菌の生態

目的

果実軟腐病菌の生育温度、湿度および発生環境条件を明らかにする。

試験方法および結果

(1) 病原菌の生育温度 寒天培地 (PDA) に3日間培養した菌叢を5mm²切りとり、寒天を入れたシャーレの中央に静置して5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 20.0 22.5 25.0 27.5 30.0 32.5 35.0 37.5 40.0℃の温度での病原菌の生育を調査した。結果は第1図のとおりである。Botryosphaeria sp.は5℃ではほとんど生育は見られず、7.5℃になるとわずかに菌糸伸長が認められた。30℃までは生育も漸増するが、32.5℃から徐々に低下し37.5℃でわずかに伸長して、40℃になるとほとんど菌糸の伸長は見られなかった。適温は30℃で、22.5~35℃の範囲で生育が良好であった。Phomopsis sp.は5℃でわずかに生育が見られ、その後30℃まで少しずつ増加した。32.5℃になると菌糸の生育も低下し、37.5℃でほと



第1図 培地上での病原菌の生育と温度

第16表 果実接種での温度別による病斑伸長

| 接種病原菌 | 培養温度 (°C) | | | | |
|--------------------|-----------|------|------|------|------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Botryosphaeria sp. | 0 | 1.6 | 4.2 | 12.4 | 29.5 |
| Phomopsis sp. | 0 | 0.06 | 0.8 | 2.0 | 9.3 |
| Botrytis sp. | 2.5 | 9.8 | 25.2 | 22.4 | 1.5 |

注：表中は病斑面積 (cm²)

第17表 果実軟腐病の発生と湿度との関係 (1986)

| 関係湿度 (%) | 塩類飽和溶液 | 果実硬度 | 腐敗率 (%) | |
|----------|---|------|---------|------|
| | | | 果梗腐敗 | 果腹腐敗 |
| 100 | H ₂ O | 1.2 | 32.5 | 90.0 |
| 95 | Na ₂ HPO ₄ | 1.5 | 30.0 | 92.5 |
| 90 | ZnSO ₄ | 1.5 | 62.5 | 80.0 |
| 84 | KBr | 1.2 | 62.5 | 95.0 |
| 81 | (NH ₂) ₂ SO ₄ | 1.6 | 62.5 | 87.5 |
| 75 | CH ₃ COONa | 2.6 | 35.0 | 85.0 |
| 66 | NaNO ₂ | 2.9 | 87.4 | 92.8 |
| 56 | Ca(NO ₃) ₂ | 2.5 | 12.5 | 65.0 |

んど菌糸伸長は見られなかった。適温は30℃で、22.5~32.5℃の範囲で良好な生育を示した。次に、キウイフルーツの果実に接種して、温度と果実腐敗の進展を調査したのが第16表である。処理温度の範囲が5℃から25℃であったため、適温を検討することは出来なかった。Botryosphaeria sp.は5℃では全く腐敗の進展は見られず、10℃から少しずつ進展し、25℃で最も腐敗は進んだ。Phomopsis sp.でも全く同様であったが、Botryosphaeria sp.に比べると腐敗の伸長は遅かった。参考にBotrytis sp.菌を調査したが、5℃で腐敗伸長が見られ15℃で最も進んだ。15~20℃が最も適温と考えられ、25℃になると病勢伸長はほとんど見られなかった。

(2) 果実腐敗と湿度との関係 1986年4月10日にガラス容器デシケータに塩類飽和溶液を入れて関係湿度を調整した。1処理15~20個の果実を入れて5月21日に果実の硬度と軟腐病発生を調査した。処理時の温度は常温の室内に置いたため概ね20℃程度であった。結果は第17表のとおりで、全般に腐敗が多く湿度との関係は判然としなかった。ただ、果実硬度については湿度100~81%で進んでいたが、さらに温度条件を少し低い状態にして検討する必要がある。

(3) 樹冠のビニル被覆と果実腐敗 品種Arison10年生を供試して、1989年は両サイドを1m開け、4月16日の開花期から10月26日の収穫日まで樹冠には全く降雨が当たらないようにして栽培した。また、1990年には3月25日の発芽前から10月26日の収穫日まで完全にビニルで被覆して栽培した。そして貯蔵はいずれも平底コンテナにエチレン吸着剤パックを入れビニルを折りたたんで7℃で貯蔵した。調査は、1989年が8月17日、1990年が5月22日までの累積腐敗であるが、第18表に示すように、ビニル被覆をしても果実軟腐病は露地栽培果実と全く変わらない率で発生した。

考察

果実軟腐病菌Botryosphaeria sp.とPhomopsis sp.の寒天培養器における適温と生育温度範囲は概ね同じであったが、培地上での菌叢の生育はBotryosphaeria sp.が活発で、これは果実接種による腐敗進展でも全く同じであった。両菌とも高温を好む病原菌と考えられ、参考に使用したBotrytis sp.菌(キウイ果実腐敗分離)とは適温だけでも10~15℃も異っている。腐敗の伸長と湿度との関係は、本試験では明らかにすることが出来なかった。果実そのものが高い湿度を持っており、容器全体の調節では果実の乾燥を促進するだけで、今後試験法からの検討が必要である。病原菌の性質から感染には降雨が関与すると考えられたので樹冠をビニルで被覆し雨に当たらないようにして栽培したが、果実軟腐病は著し

第18表 ビニール被覆による果実軟腐病の発生防止効果

| 試験年度 | ビニール被覆の方法及び処理期間 | 調査部位 | 果実軟腐病の発生 | |
|----------------|--|------|----------|---------|
| | | | 調査果数 | 腐敗率 (%) |
| 平成元年 (1990) | 樹冠被覆 4月16日～10月26日 (開花期)(収穫日) ビニールハウスの両サイドを1m 開ける。 | 中央部 | 176 | 59.7 |
| | | 内部 | 107 | 69.3 |
| | | 周辺部 | 211 | 78.0 |
| | | 露地 | 425 | 52.2 |
| 平成2年 (1991) | 完全被覆 3月25日～10月26日 (発芽期)(収穫日) 吸入、排気用換気扇のみの開閉 口で他は密閉。 | 中央部 | 149 | 17.7 |
| | | 内部 | 138 | 26.3 |
| | | 周辺部 | 200 | 11.0 |
| | | 露地 | 480 | 14.4 |

第19表 *Phomopsis* sp. 菌の接種による果実腐敗 (1989)

| 接種月日 | 接種時の果実肥大 | | <i>Phomopsis</i> sp.菌による腐敗果発生 | <i>Botryosphaeria</i> sp.菌による腐敗果発生 |
|-------|----------|-----|-------------------------------|------------------------------------|
| 6月1日 | 189 | 128 | 36.2 % | 73.6 % |
| 8 | 319 | 189 | 77.9 | 94.7 |
| 17 | 457 | 263 | 40.9 | 80.4 |
| 24 | 513 | 279 | 17.2 | 58.7 |
| 7月2日 | 569 | 341 | 26.3 | 57.9 |
| 12 | 562 | 338 | 42.0 | 47.3 |
| 15 | 556 | 353 | 5.2 | 34.7 |
| 8月10日 | 671 | 356 | 45.2 | 38.7 |
| 18 | 674 | 371 | 45.2 | 44.7 |
| 9月21日 | 720 | 418 | 29.2 | 22.7 |

く発生した。これが原因については判然としないが、降雨時はハウス内湿度が高くなり、換気扇からの雨滴侵入が考えられる。

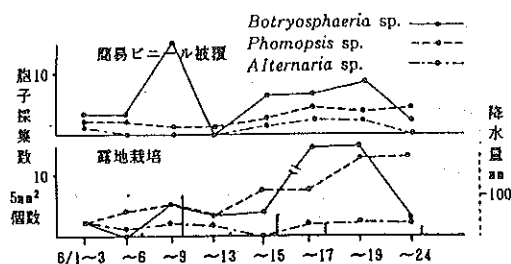
6. 感染時期

目的

果実軟腐病は貯蔵中に発生するが、感染は圃場での生育期間中に行われる。病原菌の飛散及び感染時期を明らかにする。

試験方法および結果

(1) 孢子飛散調査 1983年6月1日にスポアトラップを設置して、6月24日まで圃場での孢子飛散状況を調査した。*Botryosphaeria* sp.と*Phomopsis* sp.はいずれの期間とも孢子の飛散を認めたが、特に降雨時にや多い傾向にあった。調査は簡易ビニール被覆内でも行った

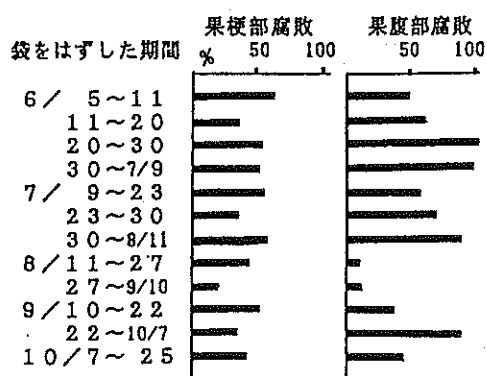


第2図 スポアトラップによる孢子採集状況 (1989)

が、露地栽培園同様に孢子飛散が確認された。

(2) 時期別接種 1983年簡易ビニール被覆をした果実に6月1日から*Phomopsis* sp.の孢子懸濁液を1回20果あて噴霧接種した。接種後は1週間パラフィン袋を付け、その後除袋した。収穫は10月26日に行い常法に従って5℃に貯蔵した。調査は5月22日、6月26日、7月11日の3回触診で調査し、直ちにPDA培地で腐敗部について分離した。結果は第19表のとおりで、*Phomopsis* 菌を接種したにも関わらず、*Botryosphaeria* 菌による腐敗が多量に発生したため、接種による感染時期は明らかにすることは出来なかった。

(3) 時期別除袋による果実腐敗 1986年5月22日に防菌パラフィン紙小袋(トリカ09-5)をArisonの落花したばかりの幼果に被袋し、さらに、6月20日に小袋の上からクラフト紙防虫防菌合せ大袋(トリカ65-M)を被袋した。そして、6月5日から定期的に一定期間(ほぼ10日間隔)1回20~30果について除袋し、その後トリカ65-Mを収穫期まで被袋した。収穫は10月25日に行い、平底コンテナにビニール袋を敷き、新聞紙を果実の上・下に置き枠を段ボールで囲み、ビニールの口は折りたたんで常温庫に保存した。調査は11月27日に程度別に行い、腐敗果実の一部については収穫後菌の分離を行った。その結果は第20表、第3図に示す。6月20日から7月9日期



第3図 時期別除袋による発病 (アリソン)

間の除袋が最も腐敗が多く、感染の時期としては6月11日から8月11日と9月22日から10月7日に発生が見られた。腐敗果実から分離した結果Phomopsis菌によるものが大部分であったが、Botryosphaeria菌による腐敗を含めて降雨の多いときに最も感染するようである。1987年5月22日にも同様に防菌パラフィン紙小袋掛け、6月23日に小袋の上から二重に大袋を被袋した。そして、6月13日からほぼ10日間隔で1回50果について除袋し10日後にまた大袋をかけた。収穫は10月26日に行い、常法

により貯蔵し、1月6日、28日、2月29日、3月14日、4月5日の5回果実軟腐病を触診で調査した。腐敗果実については、その都度菌の分離を行い病原菌を明らかにした。なお、Botryosphaeria菌とPhomopsis菌が同時に分離されたものは、分離菌の優劣にかかわらず、両方の菌による腐敗とした。その結果は第4図のとおりである。両菌による腐敗はほとんど同じ傾向で、6月13日から7月13日までの除袋で最も発生し、8月3日から9月14日までは少ないが9月24日から10月15日までの除袋でまた増加した。

(4) 時期別被袋による果実腐敗 1986年6月7日から定期的に防虫防菌合せ大袋(トリカ65-M)を1回20果ずつ被袋した。10月25日に収穫して常温庫で貯蔵し、調査は11月27日に腐敗状況を程度別に行った。結果は第21表のとおりである。早期に被袋したものほど発生は少なかったが、それでも6月19日の被袋で発生率35.8%であった。7月23日以降から発生率とともに発生度も高くなった。

(5) 果実からの時期別病原菌の分離 1989、'90、'91年の3ヶ年間で、6月から10月まで適宜果実からの病原菌

第19表 Phomopsis sp.菌の接種による果実腐敗 (1989)

| 接種月日 | 接種時の果実肥大 | Phomopsis sp.菌による腐敗果発生 | Botryosphaeria sp.菌による腐敗果発生 |
|-------|----------|------------------------|-----------------------------|
| 6月1日 | 189 | 128 | 36.2 % |
| 8 | 319 | 189 | 77.9 |
| 17 | 457 | 263 | 40.9 |
| 24 | 513 | 279 | 17.2 |
| 7月2日 | 569 | 341 | 26.3 |
| 12 | 562 | 338 | 42.0 |
| 15 | 556 | 353 | 5.2 |
| 8月10日 | 671 | 356 | 45.2 |
| 18 | 674 | 371 | 45.2 |
| 9月21日 | 720 | 418 | 29.2 |

第20表 果実軟腐病の時期別発生状況

| 試験区 | 除袋期間 | 降雨 (mm) | | 調査果数 | 果実軟腐病 | | 分離菌 | |
|-----|------------|---------|-------|------|-------|------|------|-------|
| | | 日数 | 降水量 | | 発生率 | 発病度 | Bsp. | Pho. |
| 1 | 6月5日~6月11日 | 2 | 16.0 | 27 | 48.1 | 11.1 | 0 % | 10.0% |
| 2 | 11日~20日 | 5 | 108.5 | 24 | 62.5 | 12.5 | 2.5 | 57.5 |
| 3 | 20日~30日 | 9 | 139.0 | 27 | 100 | 58.7 | 7.5 | 77.5 |
| 4 | 30日~7月9日 | 6 | 245.5 | 25 | 100 | 44.0 | 10.0 | 32.5 |
| 5 | 7月9日~23日 | 12 | 227.0 | 28 | 57.1 | 23.5 | 17.5 | 40.0 |
| 6 | 23日~30日 | 2 | 33.0 | 17 | 70.6 | 20.2 | 0 | 2.5 |
| 7 | 30日~8月11日 | 2 | 19.5 | 18 | 88.9 | 27.0 | 0 | 2.5 |
| 8 | 8月11日~27日 | 7 | 35.5 | 18 | 11.1 | 3.2 | 10.0 | 0 |
| 9 | 27日~9月10日 | 6 | 58.5 | 18 | 11.1 | 4.8 | 0 | 5.0 |
| 10 | 9月10日~22日 | 12 | 143.0 | 17 | 35.3 | 6.7 | 0 | 5.0 |
| 11 | 22日~10月7日 | 0 | 0 | 18 | 88.9 | 23.8 | 0 | 0 |
| 12 | 10月7日~25日 | 3 | 21.0 | 18 | 38.9 | 11.9 | 17.5 | 30.0 |

Bsp. : Botryosphaeria sp. Pho., : Phomopsis sp.

第21表 時期別袋掛けによる腐敗発生状況

| 試験区 | 袋掛けの時期 | 降雨(累積) | | 調査果数 | 果実軟腐病 | |
|-----|--------|--------|--------|------|-------|------|
| | | 日数 | 降水量 | | 発生率 | 発病度 |
| 1 | 6月7日 | 10 | 117.5 | 19 | 10.5 | 3.0 |
| 2 | 20日 | 14 | 187.0 | 13 | 38.5 | 5.5 |
| 3 | 30日 | 23 | 457.5 | 20 | 60.0 | 11.4 |
| 4 | 7月9日 | 29 | 703.0 | 20 | 75.0 | 17.8 |
| 5 | 23日 | 40 | 926.5 | 20 | 85.0 | 39.3 |
| 6 | 30日 | 41 | 946.0 | 18 | 100.0 | 61.9 |
| 7 | 8月11日 | 43 | 965.5 | 20 | 80.0 | 48.6 |
| 8 | 27日 | 50 | 1001.0 | 20 | 90.0 | 44.2 |
| 9 | 9月10日 | 56 | 1059.5 | 19 | 100.0 | 65.4 |
| 10 | 22日 | 67 | 1098.0 | 20 | 100.0 | 67.1 |
| 11 | 10月7日 | 67 | 1098.0 | 19 | 100.0 | 59.4 |

の分離を行った。供試果実は露地栽培とビニル被覆果実について1回5果、1果8カ所をPDA培地で常法により行った。その結果Botryoshaeria菌とPhomopsis菌の分離割合は、後半になるに従って、また、雨の多い年(1989年)でBotryoshaeria菌が多い傾向は見られたが、全体的に病原菌の分離率は変わらなかった。また、露地栽培とビニル被覆の差は雨の少ない1990年はビニル被覆で少なかったが、1989、'91は分離率、時期別分離推移とも大差なかった。

考 察

胞子の飛散は主として降雨時に認められ、これは被覆ビニル内においても同じであった。ハウス内での飛散は、換気扇による外部からの雨滴の取り込みと思われる。果実での時期別袋掛け及び時期別除去試験から感染時期は、6月下旬から7月上旬の梅雨期で最も多く、感染期間としては落花直後から収穫直前までの全生育期間が考えられる。菌の種類としては、比較的前半にPhomopsis菌が多く感染し、後半にBotryoshaeria菌が感染するよ

うであったが、これは菌の飛散ではなく果実の感受性に起因するものと思われる。

7. 薬剤散布および袋かけによる防除対策

目 的

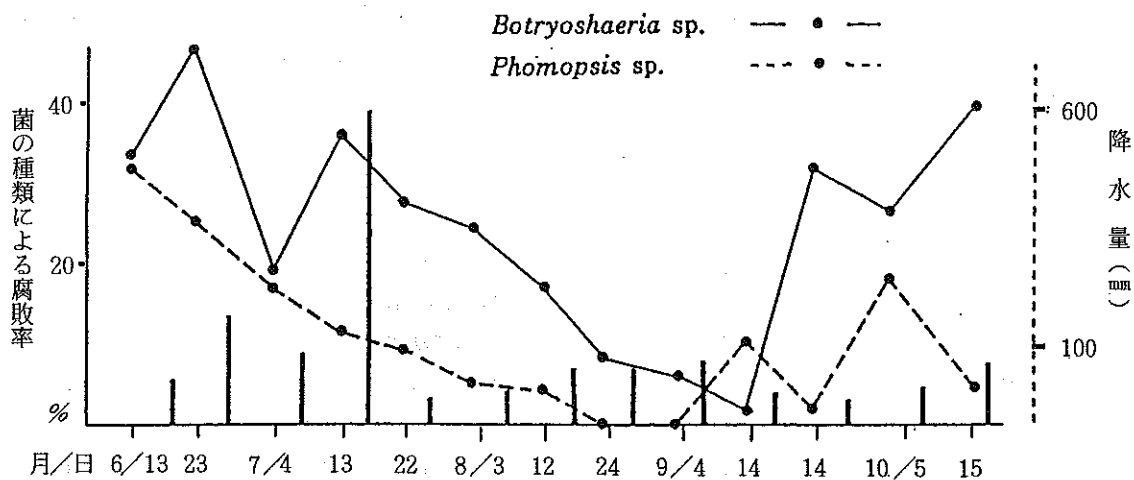
果実軟腐病は貯蔵して追熟しているときに発生するが、果実への病原菌の感染は、圃場で果実が生育肥大している時に行われる。圃場での感染防止として薬剤散布あるいは果実への袋かけ等による防除対策で発生を防止することが出来るかどうかを検討する。

試験方法および結果

(1) 薬剤の種類による防除効果 松橋町農家ほ場のHaywordを供試し、1984年5月29日、6月7日、18日、28日、7月9日、19日、27日、8月14日、27日、9月17日、27日の11回薬剤を動力噴霧機で散布した。10月26日に収穫して11月27日まで2℃の低温庫に置き、その後常温庫に移して11月29日、12月7日、18日、24日、1月11日の5回果実触診により果実軟腐病の発生を調査した。その結果ピンクロゾリン水和剤1,000倍とチオファネートメチル水和剤1,000倍の効果が認められた。

次に、所内ほ場のHaywordを供試し、1984年5月29日、6月7日、18日、29日、7月9日、19日、27日、8月14日、27日、9月17日の10回動力噴霧機で散布した。その後、収穫貯蔵して調査したが、8薬剤試験した中でチオファネートメチル水和剤、ホセチルマンゼブ混合剤の2剤で効果が見られた。

同様に、所内圃場で1985年5月22日、6月3日、14日、29日、7月8日、15日、30日、8月20日、9月13日の9回動力噴霧機で散布し、10月25日に収穫貯蔵して11月13日に触診で調査した。結果は、チオファネートメチル・ピンクロゾリン剤で効果が認められた。なお、本試験で



第4図 果実軟腐病の感染時期(除袋期間)

第22表 収穫後の果実浸漬による防除効果

| 供試薬剤 | 濃度(倍) | 調査果数 | 果梗痕の変色(%) | | | 軟腐病発生率 |
|---------|-------|------|-----------|------|------|--------|
| | | | 緑色 | 黄色 | 褐色 | |
| グアザチン溶液 | 2,000 | 30 | 26.7 | 30.0 | 43.3 | 70.1 |
| ベノミル水和剤 | 3,000 | 30 | 20.0 | 40.0 | 40.0 | 76.7 |
| MCPB乳剤 | 3,000 | 30 | 70.0 | 10.0 | 20.0 | 80.1 |
| 無処理 | — | 30 | 3.3 | 36.7 | 60.0 | 75.0 |

第23表 薬剤の時期別散布による効果(1984)

| 散布回数 | 5/ | | 6/ | | 7/ | | 8/ | | 9/ | | 果実軟腐病発生率(%) | | | |
|------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|-------|------|
| | 29 | 7 | 28 | 28 | 9 | 19 | 27 | 14 | 27 | 17 | 27 | 12/7 | 12/18 | 1/11 |
| 11 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 0 | 4.0 | 43.0 |
| 9 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 0 | 6.0 | 44.0 |
| 8 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 0 | 10.0 | 58.0 |
| 6 | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | 0 | 13.0 | 54.0 |
| 7 | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | | | | | | 1.0 | 8.0 | 40.0 |
| 4 | ○ | | ○ | | ○ | | | | | | | 3.0 | 23.0 | 75.0 |
| 5 | ○ | | ○ | | ○ | | | | | | | 2.0 | 21.0 | 82.0 |
| 4 | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | 8.0 | 25.0 | 85.0 |
| 0 | | | | | | | | | | | | 9.0 | 27.0 | 88.0 |

第24表 散布時期・回数と軟腐病の発生

| 処理区 | 散布濃度 | 散布回数 | 散布月日 | 調査果数 | 発病果率(%) | 発病度 |
|---------------|--------|------|--------------------------|------|---------|------|
| 梅雨期重点防除 | 2,000倍 | 6 | 6月4、13、24日 7月3、16、25日 | 100 | 35.6 | 21.8 |
| 入梅前1回散布 | 2,000倍 | 1 | 6月4日 | 100 | 84.0 | 54.0 |
| 収穫7~10日前の1回散布 | 2,000倍 | 1 | 10月15日 | 100 | 61.3 | 38.1 |
| | 5,000倍 | 1 | 10月15日 | 101 | 98.0 | 69.2 |
| 無散布 | — | 0 | | 100 | 97.0 | 71.6 |

の腐敗果実を分離したところ大部分がBotryoshaeria sp. によるものであった。

1986年6月4日、13日、24日、7月3日、16日、25日の6回動力噴霧機で6薬剤を散布し、8月1日に全果実に袋掛けをして薬剤散布と袋掛けによる防除試験を行った。収穫は10月25日に行い常法により11月26日に果実を剥皮して発生状況を調査した。その結果メプロニル水和剤とベテルタノール水和剤で効果が見られた。

以上は立木散布による薬剤試験であるが、次に収穫した果実を薬剤浸漬してその効果を検討した。1983年11月25日に果実を収穫して、各種薬剤に5分間浸漬し風乾後常法により貯蔵したが、第22表に示すように果実軟腐病の発生は全く抑えることは出来なかった。しかし、MCPB乳剤の果梗部変色防止効果は十分に認められた。

(2) 薬剤の散布時期、回数 1984年5月29日から9月27日まで第23表に準じて散布時期、回数を変えてチオファネートメチル水和剤1,000倍を動力噴霧機で散布した。収穫は10月26日に行い、その後常法により常温庫で

貯蔵した。調査は12月7日、18日、1月11日の3回触診により行った。その結果、5月下旬から7月下旬まで10日間隔で散布した区で効果が高かった。

1986年にはチオファネートメチル剤を使用して、第24表のような散布処理区により防除したが、梅雨期重点の4回防除が最も効果が高かった。

1984年は収穫前10月22日に1回動噴で薬剤を散布し10月29日に収穫、貯蔵したが無散布と大差なく全く効果は認めなかった。

(3) 補助剤加用の効果 1986年6月4日、13日、24日、7月3日、16日、25日の6回動噴でベノミル剤2,000倍に補助剤を混用して散布したが、第25表に示すようにアピオンE 200倍、リノー2,000倍、アトロシックスB 1,500倍の加用で果実軟腐病に対して効果の増進が認められた。

次に、各種薬剤にクミテン(展着剤)5,000倍を添加して1988年6月5日、16日、23日、7月8日、21日、30日、8月11日、21日、9月1日、22日、29日の11回動噴

で散布した。10月26日に収穫、常法により貯蔵し、1月6日までは2℃の低温貯蔵、1月7日から7℃貯蔵、3月1日以降は15℃に置いて触診で適宜調査して5月10日までの果実軟腐病の発生を累積算出した。結果は第26表に示すが、展着剤加用の効果が最も認められたのはペノミル剤であった。ペノミル剤の果実付着量を分析したが、展着剤加用区は3.80ppm に対し、無展着は1.84ppm と加用することにより2倍以上の付着量であった。

(4) 薬剤散布と袋かけを組み合わせた体系防除

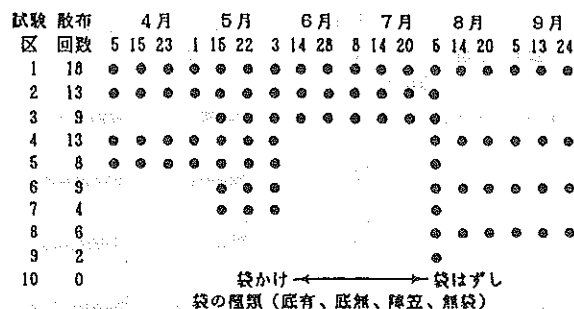
第25表 ペンレート水和剤 2,000倍混用による添加剤の効果

| 区 | 添加補助剤 | 濃度 | 腐敗果発生状況 | | |
|---|-----------|--------|---------|--------|------|
| | | | 調査数 | 発病率(%) | 発病度 |
| 1 | アピオンE | 500倍 | 100 | 48.0 | 30.9 |
| 2 | アピオンE | 200倍 | 95 | 11.6 | 6.8 |
| 3 | リノー | 2,000倍 | 93 | 11.8 | 6.6 |
| 4 | アトロシクスB | 500倍 | 65 | 15.4 | 10.5 |
| 5 | 硬度精製マツ油乳剤 | 400倍 | 100 | 56.0 | 28.0 |
| 6 | 単用 | — | 101 | 35.6 | 21.8 |

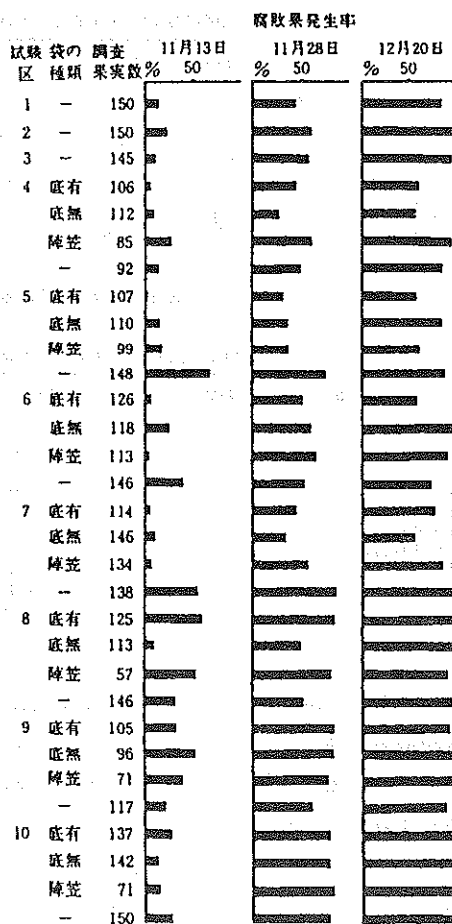
第26表 展着剤加用による果実軟腐病発生率(%)

| 供試薬剤 | 展着剤 | | 果実の腐敗部分 | | | 合計 |
|----------|-----|------|---------|------|------|----|
| | 有 | 無 | 果梗部 | 果腹部 | 果頂部 | |
| ペノミル水和剤 | 有 | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 5.7 | |
| | 無 | 7.8 | 1.9 | 5.9 | 15.7 | |
| ホセチル水和剤 | 有 | 18.7 | 0 | 12.5 | 31.2 | |
| | 無 | 11.5 | 3.8 | 15.4 | 30.7 | |
| メプロニル水和剤 | 有 | 31.9 | 6.4 | 0 | 38.2 | |
| | 無 | 20.8 | 15.1 | 15.1 | 50.9 | |
| 無散布 | — | 12.0 | 4.0 | 4.0 | 48.0 | |

Hayword 6年生を1区3樹供試し、薬剤散布と袋かけを組み合わせて試験区第5図を設定した。薬剤は1～3区はマンゼブ・ホセチル剤600倍、4区以降はペノミル剤2,000倍を供試し、4月5日(発芽期)から9月24日(収穫1ヶ月前)まで、ほぼ10日間隔に動力噴霧機で十分量を散布した。袋かけは6月3日に行い8月5日に取り除いた。袋の種類はろう引き一重の有底、無袋、陣笠(ブドウ用)の3種類を使用し、1樹50果に被袋した。収穫は10月24日に行い、平底コンテナに吸湿紙を敷きビニル袋に入れ常温庫で貯蔵した。調査は11月13日、28日、12月20日の3回果梗部の腐敗とそれ以外の果腹部腐敗に区分して行った。試験は薬剤の散布時期と袋との組み合わせで10区31処理の防除体系を検討した。結果は第6図に示した。試験区全体の分散分析では1%の水準で有為差を認めたが、体系による効果が判然とせず試験区の間で普及に移せるようなものはなかった。これは薬剤の効果、袋掛けをした期間に問題があったように思われる。

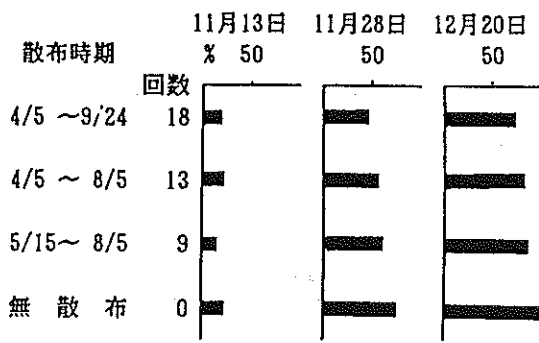


第5図 薬剤散布及び袋かけの時期



第6図 薬剤散布と袋かけを組み合わせた場合の腐敗果実発生率

そこで体系試験の中で腐敗別に各々処理要因について効果の検討を試みた。薬剤散布の効果と回数を知るために1～3区について検討した。結果は第7図のとおりで、散布回数18、13、9回でほとんど腐敗果の発生に差がなく、無散布と比較してもきわだった薬剤散布の効果は見られなかった。薬剤はマンゼブ、ホセチル混合剤を使用した。本剤の効果不足によるものと思われる。次に袋掛けの効果をも4区から10区について検討した。4区以降の散布薬剤はペノミル2,000倍であるが、果腹部腐敗での袋の種類と袋掛けの効果をも処理平方和の分割により多重比較したのが第27表である。薬剤散布6回以上の試験



第7図 薬剤散布の回数と腐敗果発生

第27表 果腹部腐敗についての袋掛け区での多重比較 (F値)

| 薬 剤 散 布 時 間 | 回数 | 4種の ^{a)} 比較 | 無袋と袋の袋掛け比較 |
|-------------|----|----------------------|----------------|
| 4月5日~9月24日 | 19 | 18.2 ** | 44.4 ** 10.2 * |
| 4月5日~8月5日 | 8 | 20.3 ** | 58.5 ** 7.4 * |
| 8月5日~9月24日 | 9 | 37.7 ** | 69.3 ** 13.4 * |
| 5月15日~8月5日 | 4 | 29.5 ** | 54.9 ** 8.6 * |
| 8月5日~9月24日 | 6 | 8.6 * | 17.3 ** 8.5 * |
| 6月3日~8月5日 | 2 | 4.1 | 5.9 * 0.2 * |
| — | 0 | 3.3 | 5.3 0.1 |

a) 底有、底無、陣笠、無袋

第28表 果梗部腐敗についての袋掛け区での多重比較 (F値)

| 薬 剤 散 布 時 間 | 回数 | 4種の ^{a)} 比較 | 無袋と袋の袋掛け比較 |
|-------------|----|----------------------|--------------|
| 4月5日~9月24日 | 13 | 4.2 | 6.0 * 8.7 * |
| 4月5日~8月5日 | 8 | 7.3 * | 9.9 * 12.0 * |
| 5月15日~9月24日 | 9 | 2.4 | 3.1 4.2 |
| 5月15日~8月5日 | 4 | 4.1 | 8.3 * 4.0 |
| 8月5日~9月24日 | 6 | 9.0 * | 1.0 5.9 * |
| 6月3日~8月5日 | 2 | 2.3 | 4.9 2.5 |
| — | 0 | 1.7 | 3.5 0.3 |

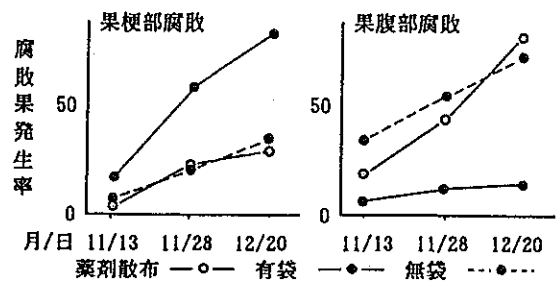
a) 底有、底無、陣笠、無袋

区で袋掛けの効果がはっきりしており、散布回数が少ない区では効果も判然としていない。これは薬剤散布だけでは効果が十分に発揮されないが、袋掛けとの体系である程度高くなるのが伺える。第28表は同様に果梗部からの腐敗について検討したが、薬剤散布との間に一定の傾向は認めなかった。袋掛けと袋の種類についての効果をまとめたのは第29表である。果腹部腐敗では無袋に比べて明らかに袋掛けの効果は認められ、果梗部腐敗は袋掛けをすることによってむしろ発生率は高くなった。これは第8図からも明らかである。

考 察

第29表 袋の種類による腐敗果の発生状況

| 袋の種類 | 調査果数 | 果梗部腐敗率 | | | 果腹部腐敗率 | | |
|------|------|--------|------|-------|--------|------|-------|
| | | 11/13 | 28 | 12/20 | 11/13 | 28 | 12/20 |
| 無 袋 | 1831 | 11.4 | 22.4 | 38.8 | 23.9 | 44.0 | 48.1 |
| 底 有 | 955 | 12.4 | 37.6 | 63.5 | 4.7 | 9.2 | 10.7 |
| 底 無 | 963 | 37.3 | 37.3 | 68.5 | 5.6 | 12.1 | 13.3 |
| 陣 笠 | 681 | 46.0 | 46.0 | 63.8 | 9.5 | 15.4 | 18.5 |



第8図 薬剤散布と袋かけによる効果

薬剤の種類によって防除効果に差が見られた。効果のある薬剤としては、チオファネートメチル剤、ペノミル剤、キャプタンホセチル混合剤の効果が優れ、他の薬剤でも一応の効果は見られるものの実用的ではなかった。ペノミル剤では展着剤加用で効果が増進された。通常、殺菌剤は作物の表面を薬剤が拡張するように調整されており展着剤を加用すると付着が悪くなるが、本試験では、展着剤加用により付着量が増加し効果も勝る結果であった。キウイ果実は毛茸で覆われており、薬剤が付きにくい事から展着剤加用の効果が現れたものと思われる。薬剤散布は、6月から7月の梅雨期を中心に9月までが防除の時期である。果実に袋かけをすると果梗部からの腐敗が多くなった。原因として果実に日が当たらないことから組織が軟弱となり果梗部の帯枯れを促進する事が考えられる。一方果腹部腐敗は袋掛けにより著しく発生は少なくなる。雨滴による病原菌の感染を防ぎその効果が果腹部腐敗を少なくしたものと思われる。

8. 追熟促進利用による発生防止

目 的

キウイフルーツは、果実を20℃以上の高温条件下に置かないと追熟しないが、同時に果実軟腐病も高温条件下で著しく発生してくる。しかし、追熟促進剤を使用すると、20℃以下の低い温度条件下で果実を追熟させることが出来て、しかも果実軟腐病の発生も少なくなる。追熟剤を利用して果実の追熟を図り、さらに果実軟腐病の発生を防止する事が出来ないかを検討する。

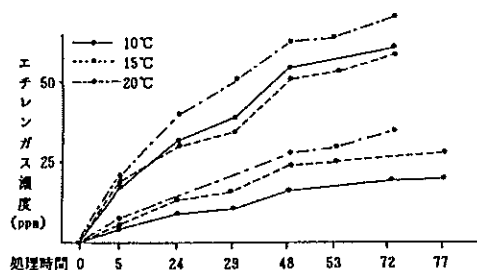
試験方法および結果

(1) 追熟剤からのエチレングス、アセトアルデヒドガスの発生濃度測定 アクリル製容器(容量45リットル、底部ファン付)に追熟剤2個の他に100 mlの純水を入れたものと果実70個を入れたものについてそれぞれエチレングス、アセトアルデヒドガス発生濃度をガスクロマトグラフィ (F I D) で測定した。処理温度は10℃、15℃、20℃とし、測定時は、底部ファンを30秒間回し容器内を攪拌してからガスを採集した。エチレングスの発生は、第9図に示すように純水、果実入庫とも最終測定72時間後まで漸増し、純水のみでは10℃で19.9ppm、15℃

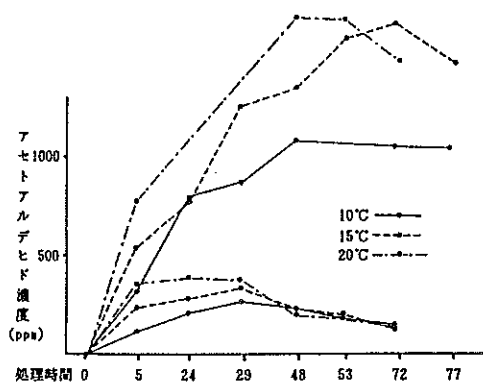
第30表 果実軟腐病感染果実からのエチレンガス発生

| 果実軟腐病接種菌 | 供試果実 | エチレンガスの濃度(ppm) | 接種病斑からの分離率 (%) | | |
|------------------------------|------|----------------|----------------|------|-----------|
| | | | Bsp. | Phs. | Botrytis. |
| 1) 無接種 1831 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1) <i>Botryosphaeria</i> sp. | 20 | 2.1 | 100 | 0 | 0 |
| 2) <i>Botryosphaeria</i> sp. | 21 | 36.1 | 100 | 0 | 0 |
| 3) <i>Phomopsis</i> sp. | 21 | 26.2 | 0 | 100 | 0 |
| 3) <i>Botryosphaeria</i> sp. | 18 | 16.7 | 100 | 0 | 0 |
| 3) <i>Botrytis</i> sp. | 18 | 22.1 | 11.1 | 5.5 | 83.4 |

1) 接種直後から1週間 2) 接種15日後から5日間 3) 接種21日後から5日間



第9図 追熟剤によるエチレンガスの発生



第10図 追熟剤処理によるアセトアルデヒドガスの発生

で27.4ppm、20°Cで36.8ppmであったが、果実を入れるとそれぞれ55.8ppm、56.3ppm、69.7ppmと高くなった。また、アセトアルデヒドガスの発生は、第10図であるが入庫後50時間に発生濃度のピークがあり、10°Cで1,115ppm、15°Cで1,602ppm、20°Cで1,741ppmであった。しかし、果実をいれると24時間後が発生ピークで、それぞれ264ppm、391ppm、406ppmと純水だけを入れたものより著しく低下した。全般に容器内の温度が高いほどエチレンガス、アセトアルデヒドガスの発生は多かった。

(2) 果実軟腐病果実からのエチレンガスの発生 1993年3月3日に果実の中央部にコルクボーラで直径1cm、深さ3mmの傷を付け果実軟腐病菌の寒天培養切片を接種した。果実からのエチレンガス発生濃度の測定は3月3日～8日、3月18日～23日、3月24日～29日の3回行い、測定後は、接種した果実の腐敗部分から寒天培地で病原菌を分離した。結果は第30表に示す。無接種果

実からはエチレンガスの発生は全く認めなかったが、*Botryosphaeria* sp.菌接種果実からは接種後から5日間に2.1ppm/20果、接種15日からの5日間では36.1ppm/20果と腐敗が進んでくるとエチレンガスの発生濃度は高くなった。*Phomopsis* sp. 接種果実でも接種15日から5日間で26.2ppm/20果のエチレンガスが発生した。

(3) 追熟剤処理温度と果実軟腐病の発生 キウイフルーツ出荷用30個入り段ボール箱に追熟剤1個を入れたものと、入れないものを設定して5°C、10°C、15°C、20

第31表 追熟剤使用による腐敗防止効果

| 項 目 | 追熟処理温度 (°C) | | | | |
|----------------------------|-------------|----|------|------|------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Hayword (露地) (1.20~2.5) | | | | | |
| 使用 | 0 | 0 | 13.0 | 93.3 | 100 |
| 無 | 0 | 0 | 3.3 | 33.3 | 43.3 |
| Arison (被覆) (3.84~4.2) | | | | | |
| 使用 | 0 | 0 | 6.7 | 23.3 | 66.7 |
| 無 | 0 | 0 | 0 | 43.3 | 54.0 |

第32表 追熟剤使用による効果

| 項 目 | 追熟処理温度 (°C) | | | | |
|---------------------------|-------------|------|------|------|------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Hayword (1.20~2.5) | | | | | |
| 追熟程度 (硬度) | | | | | |
| 有 | 0.87 | 0.43 | 0.39 | 0.22 | 0.20 |
| 無 | 1.65 | 1.34 | 1.05 | 0.75 | 0.65 |
| kg/5mm ² 1.0以下 | | | | | |
| 有 | 76.7 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 無 | 6.7 | 20.0 | 56.5 | 93.3 | 96.5 |
| Arison (3.18~4.2) | | | | | |
| 追熟程度 (硬度) | | | | | |
| 有 | 0.70 | 0.52 | 0.55 | 0.53 | 0.29 |
| 無 | 0.92 | 0.73 | 0.68 | 0.57 | 0.41 |
| kg/5mm ² 1.0以下 | | | | | |
| 有 | 86.7 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 無 | 46.7 | 90.0 | 93.3 | 96.7 | 100 |

有：追熟剤使用 無：追熟剤なし

°C、25°Cの5段階の温度に置いた。試験は、露地栽培のHaywordとビニル被覆栽培のArisonで行った。1992年10月25日に収穫して2°Cで低温貯蔵した果実を供試し、Haywordは1月20日から2月5日までの16日間、Arisonは3月18日から4月2日の15日間処理して果実軟腐病の発生と果実硬度を調査した。その結果は第31、32表であるが、果実軟腐病の発生は、追熟剤を入れた区

においては5℃、10℃で全く見られず、15℃でHayword 13.3%、Arison 6.7%の腐敗で発生も少なかったが、20℃、25℃になると著しく多くなった。果実硬度は5℃で平均0.87kg/5mm²と可食状態に達しているがなかには硬いものもあり、処理温度10℃以上で1.0kg/5mm²以下が100%となり追熟状態も揃っていた。追熟剤を使用すると10℃で15~16日間処理で果実軟腐病の発生を完全に抑え、果実の追熟も可能であった。追熟剤無添加の果実は、5℃、10℃で腐敗は全く見られず15℃でも3.3%と少なかったが、全般に追熟状態が悪くHaywordでは25℃でも果実硬度1.0kg/5mm²以下の比率が96.5%と不十分であった。なお、果実品質(Brix、酸度)については、第33表であるが処理間の差は認めなかった。

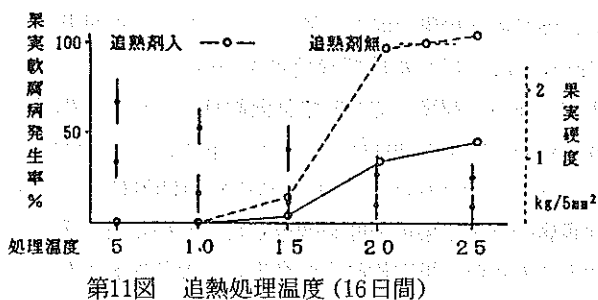
(4) 追熟処理日数と果実軟腐病の発生 キウイフルーツ出荷用包装箱(30果入り)に追熟剤を1個入れ処理経過日数ごとに1箱ずつ取り出して果実の追熟状況(硬度)、果実軟腐病(全果実剥皮)、果実品質(Brix、酸

第33表 追熟剤使用による果実品質

| 項 目 | 追熟処理温度(℃) | | | | | |
|--------------|-----------|------|------|------|------|------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | |
| Hayword (露地) | | | | | | |
| Brix | 使用 | 12.9 | 13.7 | 13.2 | 12.5 | 12.8 |
| | 無 | 12.7 | 12.8 | 13.1 | 13.3 | 12.5 |
| 酸度 | 使用 | 1.53 | 1.54 | 1.48 | 1.42 | 1.49 |
| | 無 | 1.54 | 1.59 | 1.63 | 1.58 | 1.41 |
| Arison (被覆) | | | | | | |
| Brix | 使用 | 18.8 | 20.3 | 20.4 | 18.2 | 18.3 |
| | 無 | 18.2 | 19.6 | 18.2 | 19.1 | 18.8 |
| 酸度 | 使用 | 1.79 | 1.86 | 1.92 | 1.76 | 1.81 |
| | 無 | 1.68 | 1.82 | 1.69 | 1.85 | 1.98 |

第34表 温度15℃でも処理日数との関係

| 項 目 | 処 置 日 数 | | | | |
|-----------------------------|---------|------|------|------|------|
| | 5 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| 追熟程度(硬度) | 1.54 | 1.15 | 0.89 | 0.88 | 0.60 |
| kg/5mm ² 1.0以下比率 | 0 | 6.7 | 50.0 | 63.3 | 100 |
| 果実軟腐病(発生率%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.0 |
| 果実品質 Brix | 11.9 | 11.5 | 11.9 | 12.5 | 12.3 |
| | 酸度 | 1.46 | 1.35 | 1.36 | 1.58 |



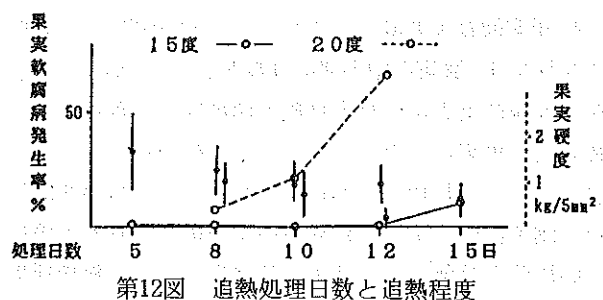
第11図 追熟処理温度(16日間)

第35表 温度20℃でも処理日数との関係

| 項 目 | 処 置 日 数 | | |
|-----------------------------|---------|------|------|
| | 8 | 10 | 12 |
| 追熟程度(硬度) | 0.90 | 0.73 | 0.27 |
| kg/5mm ² 1.0以下比率 | 56.7 | 73.3 | 100 |
| 果実軟腐病(発生率%) | 6.7 | 20.0 | 63.3 |
| 果実品質 Brix | 12.1 | 11.4 | 11.8 |
| | 酸度 | 1.27 | 1.09 |

度)を調査した。追熟温度15℃では、処理日数を5、8、10、12、15日とし、追熟温度20℃では、処理日数を8、10、12日について行った。その結果は第34表で追熟温度15℃では、処理日数12日までは全く腐敗は見られないが、硬度1.0kg/5mm²以下の比率が63.3%と追熟が完全ではなく処理日数15日では、追熟は完全に出来ているが果実軟腐病が20%発生した。追熟温度20℃では、第35表に示すように処理日数8日からすでに果実軟腐病が発生しており、20度での追熟剤処理は不可能であった。

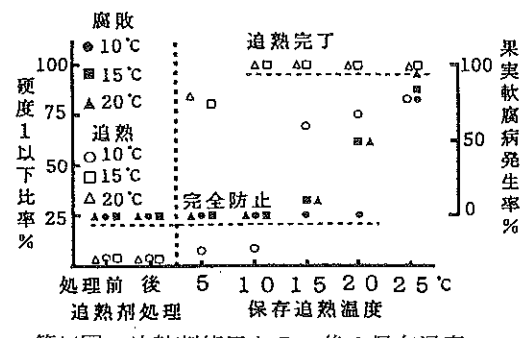
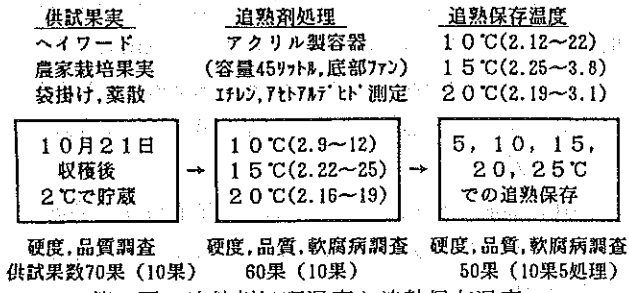
(5) 追熟剤使用温度と保存追熟温度による体系 品種 Hayword 70果を供試し、あらかじめ、その内の10果を取り出して果実の品質と硬度を測定した。次に、残り60果についてはアクリル製容器(容量45リットル、底部ファン付)に追熟剤2パックと一緒に72時間入れ追熟剤処理をした後、全果実を触診で果実軟腐病の発生状況を調査した。同時に10果については、果実の品質、硬度を調査した。残り50果を10果ずつ0.03mmのビニル袋に入れ、保存追熟温度5℃、10℃、15℃、20℃、25℃で10日間処理後、果実軟腐病、果実硬度及び果実品質の最終調査を行った。追熟剤による処理温度は10℃、15℃、20℃について行った。その結果は第13図に示すが、追熟が完全に出来たのは、追熟剤処理温度15℃、20℃でその後の保存追熟温度は10℃~25℃の範囲であった。また、果実軟腐病の発生を完全に抑えたのは、追熟剤処理温度10℃で保存追熟温度5℃~20℃と追熟剤処理温度15℃、20℃で保存追熟温度5℃、10℃であった。この事から完全に追熟ができてしかも果実軟腐病の発生を抑えたのは、追熟剤処理温度15℃または20℃でその後の保存追熟温度を10℃で行った処理であった。



第12図 追熟処理日数と追熟程度

摘 要

1. キウイフルーツは、クライマクテリック・ライズ型の果実で緑熟した固い果実を収穫し、一定期間貯蔵庫で追熟をして可食状態にしてから市場に出荷するが、果実軟腐病はこの追熟期間中に発生する腐敗病である。
2. 本病は、果実を手で触ると指で押したように腐敗した部分がくぼみを生じ、このような果実の表皮を剥ぐと中心部が乳白色、その周囲2~3mmが淡黄色、最外部が濃緑色に軟化した円形病斑、これが最も典型的な病徴で、その他、発生部位によって様々な症状がある。
3. 熊本県では、キウイフルーツを栽培している全産地で本病の発生は認められ、発生が少ないところで7.3%、多いところでは80.0%の発生であった。
4. 病原菌は*Botryosphaeria* sp. と*Phomopsis* sp. の2種類があり、両菌とも枝幹に寄生して増殖するが、生枝よりも枯死した枝でより多く検出された。剪定枝は、経過日数とともに保菌率が高くなり、後になるほど*Botryosphaeria* sp. の分離割合が多くなった。
5. 病原菌の生育は両菌とも最低温度7.5℃、最高温度37.5℃、適温が30℃であった。なお、22.5℃~32.5℃の範囲で生育は良好で*Botryosphaeria* sp. が*Phomopsis* sp. より菌糸の伸長、病勢伸展は活発であった。
6. 胞子の飛散は降雨時に多く、果実への被袋と除袋試験から感染は落花直後から収穫時期まであり、6月から7月の梅雨期と9月に最も感染する。
7. 本病の防除で効果のある薬剤は、チオファネートメチル剤、ベノミル剤、キャプタンホセチル混合剤で、展着剤を加用するとさらに効果の増進が見られた。
8. 果実の袋かけは、果腹部での腐敗を抑えるが果梗部からの腐敗が多くなった。
9. 果実からのエチレングス発生は、健全果実では全く認めなかったが、*Botryosphaeria* sp. 菌接種果実からは接種後15日からの5日間で36.1ppm/20果、*Phomopsis* sp. 接種果実では接種15日から5日間で26.2ppm/21果のエチレングスの発生を認めた。
10. 追熟促進剤(エチレン発生剤)を使用すると10℃で15~16日間処理、また、追熟剤処理温度15℃、20℃で3日間、その後保存追熟温度を10℃で10日間行くと果実軟腐病の発生を完全に抑え追熟も可能であった。



第14図 追熟剤使用とその後の保存温度

第36表 追熟保存による果実品質

| 項目 | 追熟剤 処理 温度 | 追熟剤処理 | | 追熟処理温度(℃) | | | | |
|------|-----------------|-------|------|-----------|------|------|------|------|
| | | 前 | 後 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Brix | 10℃ | 11.0 | 11.9 | 11.9 | 11.6 | 11.7 | 11.6 | 11.5 |
| | 15℃ | 12.3 | 12.5 | 12.0 | 12.2 | 12.1 | 12.3 | 12.6 |
| | 20℃ | 11.1 | 11.9 | 11.6 | 12.2 | 11.4 | 11.7 | 11.8 |
| 酸度 | 10℃ | 1.39 | 1.36 | 1.36 | 1.31 | 1.35 | 1.29 | 1.33 |
| | 15℃ | 1.38 | 1.35 | 1.31 | 1.33 | 1.24 | 1.29 | 1.27 |
| | 20℃ | 1.35 | 1.33 | 1.23 | 1.25 | 1.15 | 1.22 | 1.26 |

考 察

追熟促進剤は、エチレングスを発生して果実の追熟を促進するが、追熟剤からのエチレン発生には湿度を必要とする。通常、追熟剤は果実と一緒に入れることから湿度は十分保たれむしろエチレンが果実に感作して果実からもエチレンが発生するようになる。そのため、10℃では、追熟剤からのエチレン発生はやや不足状態であるが果実表皮からのエチレン発生により15日間処理することにより追熟が出来る。もちろん低温処理であるから果実軟腐病の発生はほとんど見られない。追熟促進剤は、エチレンの他にアセトアルデヒドガスを発生するが、家城⁸⁾によるとこれが果実軟腐病菌の生育を抑制する作用を報告している。山下⁹⁾らは20℃でエチレングス濃度50ppmに24時間処理し、その後10~15℃に置くと追熟が出来るとしている。追熟剤を利用して変温条件での処理を行ったが、追熟剤で15℃または20℃で3日間処理して、その後10℃で10日間置くことにより追熟が出来て、しかも果実軟腐病の発生は全く認めなかった。

引用文献

- 1) 伊庭慶昭・福田博之・垣内典夫・荒木忠治(1993) 果実の成熟と貯蔵: 養賢堂
- 2) 永田賢嗣・栗原昭夫(1980) キウイフルーツの果実を加害する害虫に関する試験: 果樹試報

- 3) 橘 泰宣・佐川正典・大森尚典 (1981) キウイフルーツ果実軟腐症に関する試験：成績概要
- 4) 高屋茂雄・永田賢嗣・栗原昭夫 (1982) キウイ果実軟腐症に関する研究：果樹試報
- 5) Pennycook, S. R. (1981) Ripe rot of kiwifruit, caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Orchardist of Newzeland*, 54 (11)
- 6) 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：九病虫研究会報
- 7) 磯田隆晴・上村道雄 (1987) キウイフルーツ果実軟腐症の防除について：九病虫研究会報
- 8) 家城洋之 (1991) キウイフルーツ果実軟腐病発病防止を考慮した追熟及び長期貯蔵法の確立：成績概要集
- 9) 山下純隆・平野稔彦・松本昭芳・茨木俊行 (1987) キウイフルーツの追熟に関する研究 (第1報)：福岡総農試研報
- 10) 山下純隆・茨木俊行・平野稔彦・松本昭芳 (1988) キウイフルーツの追熟に関する研究 (第2報)：福岡総農試研報

Summary

Ripe rot of kiwifruit breaks out primarily at the shipping time after a given period for ripeness post harvest. A typical symptom is a rot of ripe circle, but some kinds of disease symptom develop. If we touch the ripe cuticle, it become depressed, and baring the cuticle, we can look at a circle lesion in flesh. The center of them are milky white, the parts, 2~3 mm from them are light yellow, and the parts of outside are dark green and softend. Pathogen are two kinds, *botryosphaeria* sp. and *phomopsis* sp. separated from lision, and the infectious source lives at kiwi bark or dead branch. As a preventive major, we carried out chemical spray, sacking fruits and the preventive examination of being covered with a plastic bag. Some treatments were effective, but others couldnt suppress the occurrence thoroughly. Using ripeners of occurring etylene, we dealt with kiwifruits by ripeners at 10 °C for 15 days or at 15 °C or 20 °C for 3 days, and we kept and ripened them at 10 °C for 10 days. Finally, we could suppress the occurrence of Ripe rot thoroughly, and ripen kiwifruits.