

Rhizopus 属菌によるトマト収穫果の腐敗

本 多 範 行・江 端 真 智 恵・川 久 保 幸 雄*

Noriyuki HONDA, Machie EBATA and Yukio KAWAKUBO* :
Occurrence of postharvest decay of tomato caused by *Rhizopus* sp

近年、消費者の嗜好の多様化、高級品化から青果物の長距離輸送、プラスチックフィルムによる包装や病害抵抗性の弱いとされている完熟果の収穫が行われ、市場病害に対する関心が高まっている。

1991年6月、福井県内の市場でトマト収穫果(品種:桃太郎)の腐敗が発生した。トマトの果実を腐敗させる病原菌としては、根腐萎ちょう病菌、バラ色かび病菌、褐色腐敗病菌、炭そ病菌および灰色かび病菌等が知られている。しかし、本症状はこれらの病原菌による病徴と異なっていたので、病斑部から菌の分離を試み、分離菌の病原性、性質、および防除法について試験を行ったので、その結果を報告する。

材料および方法

1. 病原菌の分離

菌の分離はトマト果実の病斑部を常法により0.5%次亜塩素酸ナトリウムで表面殺菌後、殺菌水で3回洗浄し、素寒天(WA)培地に置く方法と殺菌水で3回洗浄し、WA培地に置く方法で行った。25℃で培養し、伸長してきた菌糸を、ジャガイモ・ブドウ糖寒天(PDA)培地に移植した。

2. 接種

接種は果実表面と果梗部に行った。トマト果実への接種は、PDA培地で25℃、48時間培養した分離菌の菌叢ディスク(直径5mm)を、果実表面に100本針束で傷を付けた部位、または無傷の部位にのせる方法で行った。トマト果梗への接種は、PDA培地で7日間培養し、気中菌糸上に形成した胞子を殺菌水に懸濁した接種液に、はさみで組織をつぶすように切り戻した果梗を、1~2秒間浸漬する方法および果梗に菌叢ディスクをのせる方法で行った。接種後は25℃に保ち、腐敗の状況を調査した。接種に供したトマトは、場内のガラス室で栽培し

た品種桃太郎である。

3. 病原菌の形態

分離菌の所属を明らかにするためにPDA培地上に形成した胞子の形態を観察した。

4. 生育温度

菌叢生育はPDA培地に菌叢ディスクを移植し、10、15、20、25、30および35℃の6段階の温度で24時間培養後に菌叢の直径を測定する方法で行った。胞子発芽にはPDA培地上で形成させた胞子を、蒸留水に懸濁させた胞子液を用いた。さらに磨砕したトマト果実を、遠心分離して得た上澄液を蒸留水で希釈し、希釈濃度別に上記の胞子液に等量加え、湿室シャーレ内のスライドグラス上で発芽させた。6時間後に約100個の胞子について発芽率を調査した。

5. 有効薬剤の検索

トマトで使用されているTPN剤、トリフルミゾール剤、チオファネートメチル剤およびペノミル水和剤を用いた。PDA培地で前培養した菌叢のディスクを、各薬剤の通常使用濃度、2倍および10倍希釈になるように添加したPDA培地上に置き、25℃36時間培養後の菌叢直径を測定し、以下の式から菌叢生育阻止率を算出した。

$$\text{菌叢生育阻止率(\%)} = 100(A - B) / A$$

A : 薬剤無添加培地での菌叢直径

B : 薬剤添加培地での菌叢直径

結 果

1. 病徴と病原菌の分離

腐敗果の症状は第1図に示した。トマト果頂部の菌の侵入部から3~4本の裂皮が走り、病斑部は水浸状を呈し、急速に軟化腐敗した。表皮はそのまま残り、病斑部には白色の菌糸と黒粉状の胞子が認められた。また、軟腐病とは異なる悪臭を発生した。

病斑部からは、次亜塩素酸ナトリウムによる表面殺菌および殺菌水による洗浄による両法で、*Rhizopus*属菌のみが分離された。

福井県農業試験場 Fukui Agricultural Experiment Station,
Ryo, Fukui 910

* 現在 福井県園芸試験場 Fukui Horticultural Experiment
Station, Mihama, Fukui 919-11

2. 分離菌の病原性

トマトの完熟果実に傷を付けて菌叢を接種すると、24時間後には接種部から裂皮が見られ、病斑部は水浸状を呈した。72時間後には果肉は急速に軟化腐敗し、表面は白色の菌糸で覆われ、その上に多数の黒粉を生じ、病徴が再現された。分離した11菌株は、有傷接種ではすべて病原性を示したが（第1表）、無傷接種では病原性を示さなかった。対照の無接種区では、針の傷痕が見られるだけであった。

果梗部では菌叢ディスクを接種すると、腐敗は認められず、孢子懸濁液に浸漬する方法でも腐敗果率は低かった（第2表）。

3. 果実の熟度との関係

トマト果実の熟度と腐敗の発生との関係を明らかにするために、緑熟果、半熟期、完熟期および過熟期のトマトに菌叢ディスクを接種した結果、有傷接種でのみ果実腐敗が認められ、熟度による差は見られなかった（第3表）。

第1表 トマトから分離した *Rhizopus* 属菌の病原性^{a)}

分離菌番号	供試果数	腐敗果数
水1-2	2	2
水2-1	2	2
水2-2	2	1
水3-1	2	2
水3-2	2	2
水4-1	2	1
水4-2	2	2
水5-1	2	2
水5-2	2	2
ア1-1	2	1
ア1-2	2	1
無接種	2	0

注 a) 菌叢ディスクを有傷接種し、25°C24時間静置

第1図 *Rhizopus* 属菌によるトマト腐敗果の症状

4. 病原菌の形態

本菌は第2図に示すようにほふく枝から仮根と孢子のう柄を形成した。孢子のう柄は1~6本（平均3.4本）叢生し、長さは1,040 μm~3,920 μm（平均2,082 μm）で、分枝は認められなかった。孢子のうは暗褐色球形で、直径96~304 μm（平均171 μm）。柱軸は垂球形で直径70~180 μm（平均110 μm）、孢子を放出後は、杯をかぶせた形につぶれた。孢子のう孢子は暗褐色で表面に線状模様が認められ、角張った楕円形~楕円形であった。大きさは6~18.4 μm × 5.8~11.6 μm（平均8.6 μm × 10.3 μm）であった。

5. 生育温度

本菌の菌叢の生育は早く、10~35°Cで生育し、生育適温は20~25°Cであった（第3図）。孢子の発芽適温は25°C前後であった。孢子の蒸留水中での発芽率は低く、

第2表 トマト果梗への接種による腐敗果の発生^{a)}

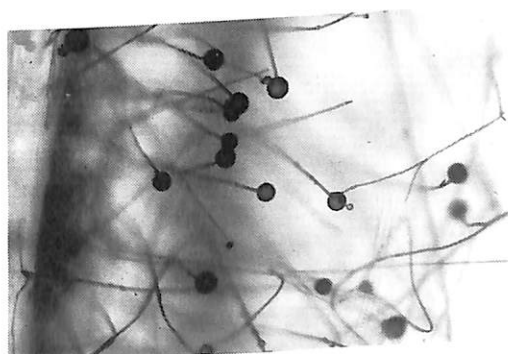
接種方法	腐敗果数/供試果数
孢子懸濁液を果梗切り口に接種	1/3
菌叢ディスクを果梗切り口に接種	0/3
菌叢ディスクを果実表面に有傷接種	3/3
無接種	0/3

注 a) 菌株：ア1-1、接種後25°C72時間静置

第3表 トマトの熟度と果実腐敗との関係^{a)}

トマトの熟度	接種		無接種	
	有傷	無傷	有傷	無傷
緑熟期	+	-	-	-
半熟期	+	-	-	-
完熟期	+	-	-	-
過熟期	+	-	-	-

注 a) 菌株：ア1-1、菌叢ディスクを果実表面に接種後、25°C72時間静置

第2図 トマト収穫果の腐敗を引き起こす *Rhizopus* 属菌

トマト果汁濃度が高くなるほど発芽率が高くなった。発芽適温下(25℃)における6時間後の発芽率は孢子液と果汁原液を等量加えた2倍希釈液中で、約90%であったが、蒸留水中では約10%であった(第4図)。

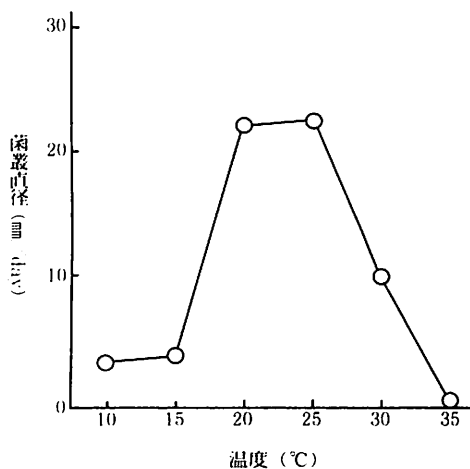
6. 有効薬剤

TPN 剤, トリフルミゾール剤は通常散布濃度 (TPN 剤: 1,000 倍, トリフルミゾール剤: 4,000 倍), 2 倍および 10 倍希釈濃度でも菌叢の生育阻止効果が高かった。チオファネートメチル剤, ペノミル剤は通常散布濃度 (チオファネートメチル剤: 1,500 倍, ペノミル剤: 2,000 倍) でも阻止率は低かった(第4表)。

考 察

わが国に発生する市場病害については、すでに赤井・河野¹⁾、赤井・久能²⁾などが広汎な作物にわたって報告しているが、トマトの *Rhizopus* 属菌による病害の発生については明らかにしていない。また、日本有用植物病名目録(1993)によれば、*Rhizopus* 属菌は、イチゴ、ピーマンなどの収穫果実の腐敗を引き起こすことが知られているが、トマトについては記載がない³⁾。近年では、永田ら⁴⁾は東京都中央卸売市場神田市場における市場病害調査を行い、トマトの腐敗部分から *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizopus stolonifer* を分離し、同定しているが、接種による症状再現試験は行っていない。今回、県下で発生したトマトの腐敗果から *Rhizopus* 属菌が分離され、接種によって症状が再現されたことから、*Rhizopus* 属菌によるトマト果実の腐敗が生じることが明らかになった。

市場病害は病原菌の感染時期から2つのタイプに分け



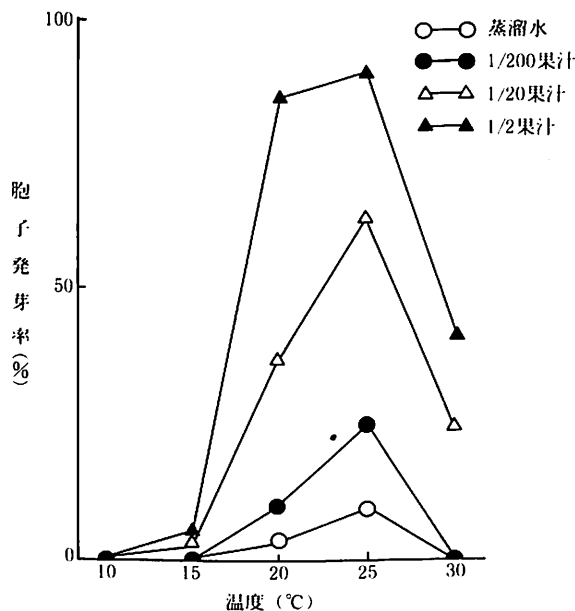
第3図 *Rhizopus* 属菌の菌叢生育温度

られている。一つは病原菌の感染が圃場で生育中に起こるもの、もう一つは収穫後に切り口や傷口から感染するタイプのものである。本研究におけるトマトの腐敗果は、市場で発生し、果実頂部から腐敗したこと、無傷接種では腐敗しなかったことから、後者のタイプと考えられる。ピーマンへた腐病を起こす *Rhizopus stolonifer* は果梗の切り口から侵入し、流通過程で腐敗させる⁵⁾。本研究におけるトマト果実の腐敗は、果梗への病原菌の接種

第4表 *Rhizopus* 属菌に対する各種薬剤の菌叢生育阻止効果³⁾

薬 剤 名	希釈倍率 (倍)	成分濃度 (ppm)	菌叢生育阻止率 (%)
TPN 剤	1,000	400	83
	2,000	200	80
	10,000	40	66
トリフルミゾール 剤	4,000	75	98
	8,000	37.5	92
	40,000	7.5	62
チオファネートメチル 剤	1,500	467	8
	3,000	234	5
	15,000	46.7	0
ペノミル 剤	2,000	250	27
	4,000	125	12
	20,000	25	6

注 a) 25℃36時間培養



第4図 *Rhizopus* 属菌孢子の発芽に対する温度とトマト果汁の影響

では少なく、果実への直接接種で多くなることから、果実への直接感染によって引き起こされると考えられる。

市場病害の防除法としては、低温、低湿、適期収穫および農業の利用等があげられる。本病原菌の胞子発芽、菌叢生育は15℃以下では低下することから、低温に保つことは発病を防止するうえで効果的である。また、傷口さえあれば本病原菌は、トマトの熟度に関係なく感染、発病するので収穫、選果および輸送中のトマト果実の損傷を少なくすることによって、本病を防ぐことができると考えられる。

収穫後に腐敗防止のために用いられる薬剤は、食品衛生法によって規制され、使用できる薬剤、その使用方法が制限されている。しかし、収穫前に安全使用基準に基づいた農業散布は腐敗防止効果が期待できる。*Rhizopus* 属菌は腐生性が強く、植物残渣などで増殖する。TPN 剤やトリフルミゾール剤は *Rhizopus* 属菌の菌叢生育阻止効果が認められるうえに、葉かび病や灰色かび病防除に有効である。圃場でこれらの薬剤を用いれば、同時防除によって圃場内の *Rhizopus* 属菌密度低下に効果があると考えられる。

摘 要

1. 福井県内の市場で *Rhizopus* 属菌によるトマト収穫果の腐敗が発生した。
2. 病徴は侵入部から表皮が裂け、病斑部は水浸状を

呈し、急速に軟化腐敗するものであった。表皮は腐敗せず、果実表面は白色の菌糸で覆われ、その上に黒粉状の胞子のうが認められた。

3. 病斑部からは *Rhizopus* 属菌のみが分離され、PDA 培地で培養した菌叢を果実表面に有傷で接種すると病徴が再現された。

4. 本菌の胞子発芽適温は25℃付近であり、トマト果汁は本菌胞子の発芽を促進した。

5. TPN 剤とトリフルミゾール剤は、本菌の菌糸の生育を抑制した。

引用文献

- 1) 赤井重恭・河野又四(1952) 京都卸売市場に於ける青果腐敗の調査と対策についての考察. 植物防疫 6: 403~407.
- 2) 赤井重恭・久能 均(1968) 京都中央市場における市場病害の調査. 関西病虫研報 10: 64~67.
- 3) 倉田宗良・古谷真二・山本 啓・斎藤 正(1975) *Rhizopus* 属菌によるピーマン収穫果の腐敗に関する研究. 高知農林研報 7: 15~20.
- 4) 永田英明・山下修一・土居養二(1984) 青果物市場病害研究の現状. 植物防疫 38: 415~420.
- 5) 日本植物病理学会(1993) 日本有用植物病名目録第2巻第3版. 12~16, 東京, 176pp.
(1994年8月15日受領)