

ユズのかいよう性虎斑症とステムピット病との関係

山口県大島柑きつ試験場 むら もと かず ゆき
村 本 和 之

はじめに

ユズの果面に“かいよう性虎斑症”と呼ばれるかさぶた状や、果皮が小陥没を起こす“こはん様”の傷害が多発生し、問題となっている。この傷害によって果実の外観が大きく損なわれるため、商品価値は著しく低下する。

本症状は、トゲによる刺し傷ときわめてよく似ているが、試験的に袋掛けをした果実でも発生する（倉田ら，1977）ことから、外部からの傷だけではその原因を説明できない。イヨカンに発生するかいよう性虎斑病はユズの症状とは少し異なるが、カンキツトリステザウイルス seedling yellows 系（CTV-SY）の強毒系統によって引き起こされることが明らかになっている（大森ら，1985）。ユズに発生するかいよう性虎斑症においても、CTV によるステムピット病との関連が示唆されている（宮川，1975；牛山ら，1977；倉田ら，1977；中田，1985；倉田ら，1986；辻，1989）が、その発生機構についてはいまだ不明な点が多い。

本稿では、ステムピット病と本症状との関連について紹介したい。

I かいよう性虎斑症の症状

かいよう性虎斑症は、その症状から凸型症状と凹型症状に分類されている。その症状は以下のとおりである。

1 凸型症状

凸型症状の発生初期は、果面の一部が陥没して油浸状となり、その後、かさぶた状の隆起症状となる。形状は円形に近いものから、だ円形や多角形のものまで様々である（口絵写真①，②）。この症状は7月から8月にかけて多く発生し、果実が緑色時でも、また黄色でも目立つため、発生数の多いものは一果売りの商品とはならず、加工用の原料となる。

2 凹型症状

発生初期の症状は凸型症状と同様であるが、その後、

かさぶた症状に発達しない。障害部にある油胞の周囲が陥没するため、油胞がやや盛り上がって見える。発生は9月以降で、収穫期まで連続的に発生する。

II 山口県内における発生状況

山口県川上村および菊川町において発生状況を調査した結果、発生はすべての調査園で認められた。1果当たりの凸型症状の発生数は1.6～7.0個、凹型症状の発生数は0.3～1.7個であり、いずれも園によって異なった（表-1）。

III ステムピット病とかいよう性虎斑症との関係

1 ステムピット病（SP）との関係

ユズの果皮に障害を起こし外観を損なう原因には、風ずれや刺し傷、害虫による被害、そうか病などがあるが、最も大きい被害をもたらすのはかいよう性虎斑症である。そのため、ユズ産地を持つ各県の試験場では原因解明と防除対策について試験を進めている。

その結果、カンキツトリステザウイルス（CTV）によるステムピット病との関係が示唆され、SP発生度の高い樹や、また同じ樹内でも果梗枝のSP発生度の高い果実で凸型症状の発生数が多いことを報告している。筆者らの調査でも、同様な結果が得られ、発生度が高い樹ほど、1果当たりの発生数も多い傾向が認められ

表-1 山口県におけるかいよう性虎斑症の発生状況（1985）

調査園	凸型症状		凹型症状		
	発生果率(%)	発生数 ^{a)}	発生果率(%)	発生数 ^{a)}	
川上村	A	47.5	1.6	20.5	0.7
	B	88.8	4.9	12.7	0.5
	C	56.5	2.5	16.0	0.5
	D	58.9	2.2	13.3	0.4
	E	99.2	7.0	44.5	1.7
	F	92.3	5.4	40.3	1.6
	G	76.5	3.5	25.6	0.8
菊川町	H	55.4	2.2	29.3	0.7
	I	74.6	3.4	28.8	1.0
	J	87.5	4.9	8.8	0.3
	K	67.0	2.7	9.0	0.4

^{a)}：1果当たり発生数。

Relationship between Ulcerous Kohansho on Yuzu (*Citrus junos* Sieb. ex TANAKA) Fruit and Stem Pitting Disease. By Kazuyuki MURAMOTO

（キーワード：CTV，ユズ，かいよう性虎斑症，ステムピット病）

表-2 かいよう性虎斑症(凸型症状)の発生数とステムビットティング発生度との関係

調査園	調査年月日	樹数	相関係数	発生数 ^{a)}	
				平均	SD
N 園	'88 年 10 月 9 日	27	0.613**	1.49	1.157
	'89 年 10 月 13 日	30	0.653**	1.20	1.707
	'90 年 11 月 8 日	14	0.577**	1.43	0.970
U 園	'88 年 10 月 27 日	24	0.551**	1.17	0.697
	'90 年 10 月 10 日	26	0.648**	0.60	0.318

調査園全樹のうち、着果数が 10 以下の樹は除いた。

ステムビットティング発生度 N 園 ($\bar{x}=27.6$, $SD=26.954$),

U 園 ($\bar{x}=38.0$, $SD=27.694$).

^{a)}: 1 果当たりの発生数の平均と標準偏差 (SD).

表-3 かいよう性虎斑症(凹型症状)の発生数とステムビットティング発生度との関係

調査園	調査年月日	樹数	相関係数	発生数 ^{a)}	
				平均	SD
N 園	'89 年 10 月 13 日	30	0.439*	0.18	0.118
	'90 年 11 月 8 日	14	0.232 ^{ns}	2.50	1.329
U 園	'90 年 10 月 15 日	26	0.256 ^{ns}	0.47	0.247

調査園全樹のうち、着果数が 10 以下の樹は除いた。

ステムビットティング発生度 N 園 ($\bar{x}=27.6$, $SD=26.954$),

U 園 ($\bar{x}=38.0$, $SD=27.694$).

^{a)}: 1 果当たりの発生数の平均と標準偏差 (SD).

た(表-2)。一方、凹型症状と SP 発生度との間には、一定の関係は認められなかった(表-3)。

2 果実のアルベド層にみられる褐変組織との関係

かいよう性虎斑症は紙袋で被袋した果実にも発生することから、その発生原因は果実の内部にあることが考えられる。そこで、凸型症状の発生している果実を切断し、果皮の断面を観察した結果、果実のアルベド層に褐色斑点状の組織が多く認められた(口絵写真③)。この褐変組織の分布はアルベド層の内側に近い部分に多かったが、油胞の周辺にも少数認められた(口絵写真④)。また、アルベド層に褐変組織が多く認められる果実では、果心部分が維管束に沿って褐変しているものが多かった(口絵写真④)。

次に、アルベド層の褐変組織と凸型症状との関係を明らかにするため、SP 発生程度の異なる各樹から果実を採取した。調査は凸型症状の発生盛期である 8 月上旬に行い、下記の基準により、褐変組織の発生程度を算出した。

無: アルベド層に全く褐変組織が見られない。

軽: アルベド層に微小な斑点状の褐変組織が 1~数個ある。

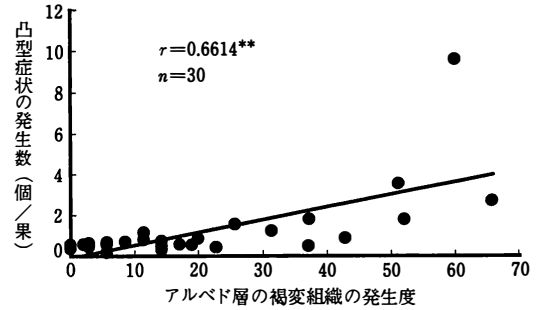


図-1 かいよう性虎斑症凸型症状発生数とアルベド層の褐変組織発生度との関係

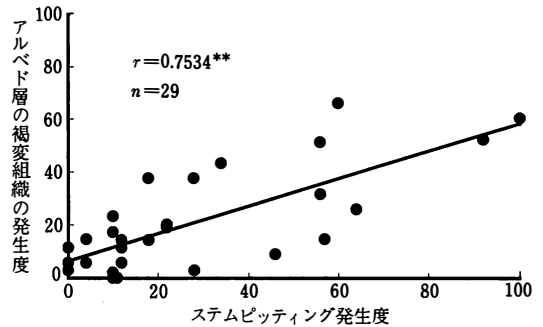


図-2 ステムビットティング発生度とアルベド層の褐変組織発生度との関係

中: アルベド層に微小な斑点状の褐変組織が多数ある。または大型のものが 1~3 個ある。

甚: アルベド層に大型の斑点状の褐変組織が 4 個以上ある。

$$\text{発生程度} = \frac{(\text{軽} \times 1) + (\text{中} \times 3) + (\text{甚} \times 5)}{\text{調査果数} \times 5} \times 100$$

その結果、アルベド層の褐変組織の発生度と凸型症状の発生数との間、並びに SP 発生度との間に高い正の相関が認められ(図-1, 2), 凸型症状の発生への関与が示唆された。

3 凸型症状と褐変組織の発生推移

圃場の栽培樹と網室内のウイルスフリー樹の果実について、各果の凸型症状の発生数と果実内部の変化を時期別に調査した。その結果、SP 発生度の高い樹 (SP=100) ではアルベド層の褐変組織は 5 月下旬の幼果においてすでに認められ、その程度はしだいに激しくなった。凸型症状はこれより遅れて 7 月から発生し、しだいに数が増加して収穫期の 11 月には 1 果当たり 10.0 個の発生数となった。一方、SP 発生度の低い樹 (SP=28) ではアルベド層の褐変組織の発生は 7 月から認められたが、その程度は軽く、9 月にはほとんど目立たなくなった。なお、ウイルスフリー樹では、アルベド層の褐変組

表-4 かいよう性虎斑症(凸型症状)とアルベド褐変組織の発生消長

調査項目	ステムピッチング病 の状況	調査月日			
		5/31	7/21	9/1	11/21
かいよう性虎斑 凸型症状の発生数 ^{a)}	重症樹 ^{c)} (SP=100)	0.0	0.8	8.7	10.0
	軽症樹 ^{c)} (SP 28)	0.0	0.0	0.6	1.2
	ウイルスフリー樹 ^{d)}	0.0	0.0	0.7 ^{e)}	
アルベド層の褐変 組織発生程度 ^{b)}	重症樹 (SP=100)	14.3	57.1	67.6	
	軽症樹 (SP 28)	0.0	11.4	8.6	
	ウイルスフリー樹	0.0	0.0	0.0	

^{a)}: 1果当たりの発生数。 ^{b)}: 発生程度を4段階に分けて算出。

^{c)}: 山口県萩柑きつ試験場圃場で栽培。 ^{d)}: 網室内で栽培。

^{e)}: 10月9日調査。

組織の発生は全く認められなかった。しかし、凸型症状はウイルスフリー樹でも1果当たり0.7個の発生が見られ、これは、SP発生度が低い樹と同程度の発生数であった(表-4)。

4 褐変組織および凸型症状の顕微鏡観察

アルベド層の褐変組織を光学顕微鏡により観察した結果、維管束を中心とした組織のえ死が認められ(口絵写真⑤)、凸型症状部分にある油胞に接した組織でもえ死が認められた(口絵写真⑥)。

また、凸型症状の発生部分を観察すると、障害部中央の油胞内部の褐変が観察された(口絵写真⑥)。

5 かいよう性虎斑症の発生原因について

矢野ら(1997)は、かいよう性虎斑症、類似症状について組織学的な観察を行い、かいよう性虎斑症では表皮表面に向けて広がった扇状の変成域が観察され、その変成域の内部末端には維管束組織が存在することを報告している。

筆者らの調査では、かいよう性虎斑症の凸型症状の多い果実では、果実アルベド層に多数のえ死組織が発生しており、凸型症状の発生に何らかの関与をしている可能性が考えられた。このえ死組織の発生度はウイルスフリー樹の果実では認められず、SP発生度と高い相関が認められることから、CTVが枝の節部にステムピッチングを生じさせるメカニズムと同様にして発生したと推察される。しかしながら、今回の調査ではアルベドや油胞周辺のえ死組織がかいよう性虎斑症の発生にどのように関与するのかは明らかとならなかった。

かいよう性虎斑症の凸型症状の発生原因の大部分は、CTVが関与していると考えられる。しかしながら、ウイルスフリーの樹でも、少数ながら発生が認められたことから、ウイルス以外の関与も考えられ、今後、凹型症状の発生原因も含めて、解明していく必要がある。

表-5 ユズにおけるステムピッチング病の発生状況(1987~1988)

調査園	調査 樹数	ステムピッチング発生度					樹齢
		0~19	20~39	40~59	60~79	80~100	
1	37	3	12	12	7	3	23
2	7	1	3	3	0	0	20
3	40	3	26	10	1	0	20
4	29	3	8	13	4	1	10
5	40	7	22	10	0	1	23
6	46	3	14	15	9	5	10
7	55	6	12	17	14	6	23
8	52	21	20	8	1	2	23
9	29	16	5	4	2	2	8
10	30	11	6	4	6	3	8
計	365	74	128	96	44	23	
割合%		20.3	35.1	26.3	12.1	6.3	

ステムピッチング発生度が高い樹ほど、樹勢低下が顕著となる。

表-6 カルシウム剤によるかいよう性虎斑の軽減(宮田, 1988)

処理区 ^{a)}	健全果率%	果実当たり発生数		
		凸型症状	凹型症状	合計
BP-40 ^{b)}	17.8	1.32	1.23	2.55
無処理	5.1	5.05	1.82	6.87

^{a)}: 散布月日: 7/4, 7/11, 7/18, 7/25の4回、枝別処理、3反復、調査果数60~70。

^{b)}: CaCl₂として0.4%で散布。

IV 防 除 対 策

かいよう性虎斑症の防除対策としては、CTVの弱毒系統を利用した防除法が検討されている。ユズは日本で栽培されるカンキツの中でも最もステムピッチング病に弱い品種に分類されており(宮川ら, 1977)、かいよう性虎斑症の発生以外にも樹勢の低下、果実肥大の障害等が見られ、山口県の産地でも被害が発生している(表-5)。そのため、弱毒系統の探索により、有望な弱毒系統を選抜し、実用化の準備を進めている。

一方で、ウイルスフリー樹でも凸型症状の発生が認められたことや、凹型症状についてはSP発生度との間に明確な関係が認められなかったことから、ウイルス対策以外からの軽減対策も必要である。その一つとして、かいよう性虎斑症の発生が少ない品種・系統を選抜することが考えられる。また、樹へのカルシウム剤散布により、かいよう性虎斑症の軽減効果が認められた例があり(表-6)、カルシウム剤の種類や効果、散布時期について試験を進め、既存園における対策として実用化されることを期待している。

お わ り に

矢野ら (1997) は、かいよう性虎斑症、類似症状について組織学的な観察を行い、トゲ傷や果皮粗汁塗布による類似症状とは区別できるとしている。これまで、かいよう性虎斑症はその外見のみから判断しており、発生原因の異なったいくつかの症状を同一のものとしている可能性があったが、今後、類似症状と区別して調査することが可能となり、CTV との関連についてもより明確になってくるものと思われる。

引 用 文 献

- 1) 大森尚典ら (1985): 日植病報 51: 81.
- 2) 倉田宗良ら (1977): 高知農技研報 9: 57~63.
- 3) ———ら (1986): 同上 18: 9~21.
- 4) 宮川経邦 (1975): 農及園 50 (4): 540~544.
- 5) ———・佐々木篤 (1977): 原色柑橘のウイルス病診断, p. 16.
- 6) 村本和之・中田栄一郎 (1991): 山口農試研報 43: 68~74.
- 7) 中田栄一郎 (1985): 日植病報 51: 361.
- 8) 辻 雅人 (1989): 今月の農業 (8): 115~117.
- 9) 牛山欽司ら (1977): 神奈川園試報 24: 9~15.
- 10) 矢野 隆ら (1997): 園芸学会雑誌 66: 489~493.

人 事 消 息

(4 月 1 日付)

榎藤昭博氏 (九州農業試験場畑地利用部長) は農業研究センター総合研究官に
 藤澤一郎氏 (北陸農業試験場水田利用部長) は農業研究センター病害虫防除部長に
 執行盛之氏 (技会事務局筑波事務所研究交流管理官) は北陸農試水田利用部長に
 小川 奎氏 (農研センター病害虫防除部長) は九州農試企画連絡室長に
 仙北俊弘氏 (技会事務局研究開発官) は九州農試畑地利用部長に
 新保 博氏 (技会事務局首席研究調査官) は技会事務局研究管理官 (目標・運営担当) に
 八巻 正氏 (技会事務局研究管理官 (目標・運営担当) は同研究管理官 (研究開発担当) に
 喜多村啓介氏 (技会事務局研究管理官 (研究開発担当) は同研究開発官に
 佐々木昭博氏 (九州農試水田利用部麦育種研究室長) は技会事務局首席研究調査官に
 上田義治氏 (果樹試企画連絡室研究技術情報官) は農研センター研究情報部研究技術情報科長に
 水久保隆之氏 (九州農試地域基盤研究部線虫制御研主研) は農研センター病害虫防除部線虫害研究室長に
 肥後健一氏 (農業生物資源研遺伝資源第二部上席研究官) は同研企画調整部研究交流第 1 科長に
 安田耕司氏 (農環研環境生物部昆虫管理科昆虫分類研主研) は同研企画調整部企画科主研に
 筒井 等氏 (農環研企画調整部企画科主研) は同研企画調整部業務科長に
 月星隆雄氏 (草地試験環境部作物病害研主研) は農環研環境生物部微生物管理科微生物特性・分類研主研に
 守屋成一氏 (国際農林水産業研究センター生産利用部主研) は農環研環境生物部昆虫管理科個体群動態研究室長に
 原口和朋氏 (食品総合研応用微生物部酵素利用研主研) は農環研資材動態部農薬動態科殺菌剤動態研主研に
 井村 治氏 (農環研環境生物部昆虫管理科個体群動態研究室長) は草地試験環境部上席研究官に
 大久保博人氏 (農環研環境生物部微生物管理科微生物特性・分類研主研) は草地試験環境部作物病害研主研に
 鈴木大助氏 (農研センター研究情報部研究技術情報科長) は果樹試企画連絡室研究技術情報官に
 足立 礎氏 (果樹試企画連絡室企画科主研) は果樹試保護部虫害研究室長に
 大平喜男氏 (福岡県農業総合試験場生産環境研究所病害虫部果樹害虫研究室長) は果樹試験場カンキツ部害虫研究室長に (指定試験交流復帰)
 工藤和典氏 (果樹試験場育種部遺伝資源研究室長) は果樹試リング支場主研に
 河合 章氏 (野菜・茶業試験場茶栽培部虫害研究室長) は野菜茶試環境部虫害研究室長に
 安藤幸夫氏 (鹿児島県農試大隅支場畑作病虫害研究室長) は野菜茶試茶栽培部虫害研究室長に (指定試験交流復帰)
 白田 昭氏 (蚕糸・昆虫農業技術研究所生産技術部桑病害研究室長) は蚕昆研企画連絡室研究交流科長に
 伊藤 充氏 (農環研資材動態部農薬動態科殺菌剤動態研主研) は食品総合研食品工学部流通工学研主研に
 清水 啓氏 (農研センター病害虫防除部線虫害研究室長) は国際農林水産業研究センター生産利用部主研に
 塚本貴敬氏 (蚕昆研生産技術部桑病害研) は横浜植物防疫所業務部植物防疫官 (種苗担当) に
 (3 月 31 日付)
 渡辺裕文氏 (蚕昆研生体情報部共生媒介機構研) は科学技術振興事業団 (海外派遣研究員オーストラリア・シドニー大学) へ
 山中正博氏 (果樹試験場保護部虫害研主研) は福岡県農業総合試験場生産環境研究所病害虫部果樹害虫研究室長に (指定試験交流復帰)
 尾崎克巳氏 (果樹試験場カンキツ部病害研究室長) は退職 (南九州大学教授園芸学部)
 岩波節夫氏 (農業生物資源研究所企画調整部研究交流第 1 科長) は退職
 野津裕三氏 (農業生物資源研究所分子遺伝部上席研究官) は退職
 奥村隆史氏 (草地試験環境部上席研究官) は退職
 高木一夫氏 (果樹試験場保護部虫害研究室長) は退職
 八木繁實氏 (国際農林水産業研究センター生産利用部主任研究官) は退職