

## ハッサク萎縮病に関する研究

(第1報) ハッサク萎縮病樹における

ウイルスの検出

佐々木 篤

Studies on Hassaku dwarf

1. Detection of citrus viruses in a Hassaku tree (*Citrus hassaku* Hort. ex Y. Tanaka ) severely affected by Hassaku dwarf

by

Atsushi Sasaki

## Ⅰ 緒 言

ハッサク萎縮病は俗に「こぶ病」とも呼ばれ木質部に激甚な stem pitting を生ずると同時に主幹ならびに枝の表面におうとつを生ずるのを主な特徴とするが、さらには樹体全身の萎縮、著しい果実の肥大阻害及び結実不良なども起因するきわめて実害の高い病害である。本病の発生はハッサクの主産地である広島県では相当古くから認められていたものようであるが、被害がとくに増大したのは1950年代になってからと云われている。最近における被害状況は1960年広島県が実施した実態調査によれば、県下およそ500haのハッサク園のほぼ80%に相当する園が被害を受けている。<sup>(16)</sup>

本病の病原については、田中らによりウィルス性の病害であると指摘されその後田中らは病原ウィルスを *tristeza virus* の severe strain であろうと報告した。<sup>(11)</sup>

著者もまた1961年より各種カンキツ類実生苗を検定植物として本病罹病ハッサク樹が保毒するカンキツウィルスについて検定を試みてきた。その一部はすでに発表したが、未発表の分を加えまとめてここに報告する。<sup>(10)</sup>

本報告を発表するにあたって校閲を賜った玉川大学教授田中彰一博士、実験の遂行上終始懇篤なる指導を賜った農林省園芸試験場興津支場病害研究室長山田峻一博士、ならびに供試植物の学名について教示賜った大阪府立大学名誉教授田中長三郎博士の各位に感謝の意を表す。

## Ⅱ 実験材料および方法

接種源：広島県御調郡向島町安保幸一氏所有のハッサク園より萎縮病罹病度の最も高いと思われる成木を1本選定し接種源とした(供試番号No.46)。

供試植物：播種後およそ1年余のカンキツ類実生苗を径15cmの素焼鉢に1本ずつ植えて供試した。これらはすべて実験の前後を通じてガラス室内で一般的な方法で管理されたが、害虫発生時には5～7日おきに殺虫剤散布を行ない害虫とくにアブラムシ類の防除に留意した。

接種方法：接種源たるハッサク樹の当年生枝の芽を用い1芽腹接ぎ法による接木接種を行なった。対照としては無接種のものあるいは供試植物自体の芽を接木したものをこれに当てた。接種終了後は直ちに地際部から15～20cmの部分で強剪定し新梢の発生を促した。

## Ⅲ 実験結果

### 1. 1961～1962年における接種試験

第1表に示す如く、カラタチ、バレンジャ、温州ミカンを除く9品種のものに病徴が認められた。最も強度の反応を示したものは金柑子温州、ユズであり試験終了時には顕著な全身萎縮症状を呈していた。また新葉においては透過光線下で脈が透明に見える反応を生じ、木質部においては黄褐色のゴム質物を含む細溝の発生が認められた。これらは、wallace<sup>(14)</sup>が *tristeza virus* に感染したメキシカンライム実生苗上で認めた vein clearing ならびに stem pitting と同質の反応と考えられる。金柑子温州ではさらに生育の進み完全に硬化した葉の脈が強度にコルク化する傾向を示したが、この症状は Olson<sup>(9)</sup>が *tristeza virus* の severe strain に感染したメキシカンライム実生苗上で、また田中らがハッサク萎縮病を接種したメキシカンライム実生苗ならびにマルメラ実生苗上で認めた vein corking の症状と同一のものと考えられる。

その他の品種においては症状は全般に軽度で竜眼山キコク、船床ミカン、マルチーズブラッドで軽くないしは中位と思われる生育阻害と vein clearing および stem pitting を示したほかは vein clearing あるいは stem pitting のいずれか一方もしくは両者を生ずるのみで生育は正常であった。

**Table 1. Reactions of Citrus seedlings inoculated with the Hassaku dwarf, in 1961 to 1962.**

Citrus varieties	No. of plants inoculated	No. of plants infected and their symptoms			
		Vein-clearing	Vein-corking	Stem-pitting	Stunting
金柑子温州 (a possible chimera <i>C. obovoidea</i> and <i>C. unshiu</i> )	3	2###	2###	2###	2###
ユズ ( <i>C. junos</i> Sieb. ex Tanaka)	3	3###	0	3++~###	3###
竜眼山キコク (?)	3	3+~###	0	3###	3++
船床ミカン ( <i>C. funadoko</i> Hort. ex Y. Tanaka)	3	1+	0	3+~###	3+
マルチーズブラッド ( <i>C. sinensis</i> Osbeck)	3	1++	0	3+	3+
夏橙 ( <i>C. natsudaikai</i> Hayata)	3	3+~++	0	3+~###	0
カブス ( <i>C. aurantium</i> Linn. form Kabusu)	3	3++~###	0	3+~++	0
セントミカエル ( <i>C. sinensis</i> Osbeck)	3	3###	0	0	0
春光柑 ( <i>C. shunkokan</i> Hort. ex Tanaka)	3	0	0	3+	0
カラタチ ( <i>Poncirus trifoliata</i> Raf.)	4	0	0	0	0
温州ミカン ( <i>C. unshiu</i> Marc..)	4	0	0	0	0
バレンジャオレンジ ( <i>C. sinensis</i> Osbeck form Valencia)	3	0	0	0	0

a + : very mild, ++ : mild, ### : severe.



**Fig.1** Affected (center & right) and healthy seedlings of Kinkoji unshiu.



Fig.2 Stem pitting on a main stem of Kinkoji-unshiu (Left : normal.)



Fig.3 Vein corking on mature leaves of Kinkoji-unshiu.

## 2. 1962~1964年における接種試験

第2表に示すように供試20品種中スンキ、タンカン、ダンシータンゼリンを除いた17品種に病徴が認められた。とくにメキシカンライムの反応が強く、前試験における金柑子温州が示したとほぼ同一と認められる症状を示した。

またグレープフルーツにおける反応も相当激甚で顕著な萎縮症状のほか明瞭な vein clearing ならびに強度の stem pitting を生じていた。しかし vein corking は認められていない。

その他の品種では前試験における多くの品種同様 vein clearing および stem pitting のいずれか一方あるいは両者を示すのみで生育は全般に正常であった。



Fig.4 Vein clearing on a young leaf of M. lime.



Fig.5 Vein corking on mature leaves of M. lime.

Table 2. Reactions of Citrus seedlings inoculated with the Hassaku dwarf, in 1962 to 1964.

Citrus varieties	No. of plants inoculated	No. of plants infected and their symptoms			
		Vein-clearing	Vein-corking	Stem-pitting	Stunting
メキシカンライム ( <i>C. aurantifolia</i> (Chritm) Swing.)	5	5卅	3卅	5卅	5卅
グレープフルーツ (Marsh) ( <i>C. Paradisi</i> Macf.)	3	3卅	0	3卅	3卅
カブス ( <i>C. aurantium</i> Linn. form. Kabusu)	5	4+~卅	0	3+~卅	0
潮州橙 ( <i>C. aurantium</i> Linn.)	5	5+~卅	0	5卅	0
回青橙 ( <i>C. aurantium</i> L. var. <i>cyathifera</i> Y. Tanaka)	5	4+~卅	0	4+~卅	0
ワシントンネーブル ( <i>C. sinensis</i> Osbeck)	5	1+	0	4+	0
ルビーブラッド (do.)	5	5+~卅	0	2+	0
ギリミカン ( <i>C. tardiva</i> Hort. ex Tanaka)	5	3+~卅	0	5+~卅	0
四季桔 ( <i>C. madurensis</i> Lour.)	5	5卅	0	5+~卅	0
小根占 ( <i>C. neo-aurantium</i> Tanaka)	5	5+~卅	0	5卅	0
カラモンジン ( <i>C. madurensis</i> Lour.)	3	3+~卅	0	2+	0
ボンカン ( <i>C. reticulata</i> Blanco)	5	3+~卅	0	3+	0
日向夏 ( <i>C. tamurana</i> Hort. ex Tanaka)	4	4+~卅	0	2+	0
福原オレンジ ( <i>C. sinensis</i> Osbeck form. <i>fukuhara</i> )	4	0	0	2+~卅	0
ユレカレモン (Euleka) ( <i>C. limon</i> (Linn.)Burm.)	5	0	0	5+	0
シトレンジカット (trigeneric cross between <i>Citrus</i> , <i>Poncirus</i> and <i>Fortunella</i> )	5	0	0	5+~卅	0
シークワシャー ( <i>C. depressa</i> Hayata)	5	4+	0	0	0
スンキ ( <i>C. sunki</i> Sakurai)	5	0	0	0	0
タンカン ( <i>C. tankan</i> Hayata)	3	0	0	0	0
ダンシータンゼリン ( <i>C. tangerina</i> Tanaka)	4	0	0	0	0

a. See Table 1.

## 3. 1963~1965年における接種試験

第3表に示すごとく供試7品種中スタンダードサワーオレンジを除く6品種に反応が認められ、とくにグレープフルーツの反応が強度であった。すなわち前試験同様強い全身萎縮, vein clearing, stem pittingを生じたほかに vein corking の症状を5本中1本ではあるが生じていた。前試験と同一の接種源を用いているのでウィルス自体には相異がなく供試植物の個体差もしくは試験の環境条件の微妙な差異がこの結果の相異をもたらしたものと考えられる。

Table 3. Reactions of Citrus seedlings inoculated with the Hassaku dwarf, in 1963 to 1965

Citrus varieties	No. of plants inoculated	No. of plants infected and their symptoms <sup>a</sup>			
		Vein-clearing	Vein-corking	Stem-pitting	Stunting
グレープフルーツ (Marsh) ( <i>C. paradisi</i> Macf.)	5	5+~III	1+	5+~III	5+~III
三宝柑 ( <i>C. sulcata</i> Takahashi)	6	0	0	6+~III	5+
タンゼロ (Wekiwa) ( <i>C. reticulata</i> Bla. × <i>C. paradisi</i> Macf.)	2	2+	0	2+~III	0
タンゼロ (Orlando) (do.)	5	0	0	2+~III	0
ラングブアライム ( <i>C. limonia</i> Osbeck)	5	0	0	2+	0
スウィートライム (Palestine) ( <i>C. limettioides</i> Tanaka)	5	0	0	5+~III <sup>b</sup>	0
スタンダードサワーオレンジ ( <i>C. aurantium</i> Linn.)	5	0	0	0	0

a. See table 1.

b. accompanied with wood discoloration.

またパレスティンスウィートライムの木質部には stem pitting のほかに木質表面の褐変が認められた。しかしこれに対応する樹皮内面は正常であり、Calavan<sup>(2)</sup>ら、Childs<sup>(4)</sup>が Xyloporosis virus に感染した同一植物上で認めた phloem discoloration および gummy peg の症状は認められなかった。

#### IV 考 察

1961年7月より1965年5月まで3回にわたり37種のカンキツ類実生苗に対しハッサク萎縮病の接種を試みたとところ上述の如き結果が得られた。すなわちカラタチ、温州ミカン、バレンジャ、スンキ、タンカン、ダンシータンゼリンおよびスタンダードサワーオレンジを除く30種のものに反応が認められ、その主なる病徴は全身萎縮、新葉における vein clearing、木質部における stem pitting 等であり、ほかにはパレスティンスウィートライムの木質部表面が褐変症状を呈した以外とくに注目すべき反応は認められなかった。

Wallace, Grant<sup>(14)</sup>らによればメキシカンライム実生上に vein clearing を起因するウィルスは未知のウィルスを除いては tristeza virus 以外に未だ知られていない。また Olson<sup>(9)</sup>はメキシカンライム実生苗に激甚な生育阻害と vein corking をひき起すウィルスを認めこれを tristeza virus の severe strain であるとした。しかるに stem pitting については tristeza virus のほかにも xyloporosis virus によって生ずることが知られている<sup>(1)(2)(4)</sup>。しかしながらこの場合はタンゼロ類、スウィートライム類の樹皮内面にゴム質物の蓄積 (= phloem discoloration) ならびに小突起 (= gummy peg) を併発する。

著者の実験においてはオーランドおよびウェキワタンゼロとパレスティンスウィートライムに対して接種した結果すでに上述のごとく stem pitting と木部表面の褐変は認められたものの gummy peg ならびに phloem discoloration の両者は生じていない。このことはハッサク萎縮病と xyloporosis virus とは無関係であることを示すと考えられる。

psorosis 系のウィルスに感染したスウィートオレンジ類、レモン類、ライム類が新葉に flecking, zonation 等の当ウィルス群特有の反応を呈することは周知のところであり<sup>(15)</sup>、またこれらの反応が温州萎縮病に感染した温州ミカンの実生上でも認められることは田中<sup>(11)</sup>らにより報告されている通りである。著者の実験ではハッサク萎縮病を接種したワシントンネーブルなどのスウィートオレンジ類あるいはユレカレモン、温州等において flecking および zonation と思われる反応は全く認められていない。このことはハッサク萎縮病と psorosis

rosis 系 virus あるいは温州萎縮病との間に関係がないことを示すものと考えられる。

exocortis virus と rangpure lime disease を起因するウィルスは同一のウィルスと推察されるものであるが、その主なる病徴はカラタチ、ラングブアライムが台木に使用された場合に生ずる台部における樹皮の剥離現象であるとされている。<sup>(8)</sup> 当実験においてはカラタチとラングブアライムに対しても接種が行なわれたがその樹皮はいずれも正常であった。実験の観察期間が必ずしも十分でなく速断は許されぬが、従来よりの圃場観察すなわちカラタチ台ハッサクの萎縮病罹病樹を数多く観察した経験をも考慮すれば、これら病害とハッサク萎縮病は関係はないものと考えられる。

stubborn disease はグレープフルーツ、スウィートオレンジ類で被害の大きいウィルス性の病害であるが、それが単一のウィルスによるかあるいはウィルスの複合感染によるかは未だ不明でありかつ適当な検定植物も知られていない。<sup>(3)</sup> したがってハッサク萎縮病との関係について論議することは困難である。しかしながら stubborn disease の一病徴とされている果実のアルベドの青変が未だ萎縮病罹病ハッサク樹の果実には認められた記録がないとより両者の関係はうすいものと推察される。

山田<sup>(12)</sup>は我国のカンキツ類には広く vein enation virus が保毒されていることを報告した。また田中らによりこのことはハッサク萎縮病樹についても示された。しかるに著者の実験においてはいずれの品種にも vein enation の主病徴である葉脈上の小突起は認められていない。これはおそらく接種源の相異によるものと推定されるが、然りとすれば vein enation virus とハッサク萎縮病との関係はきわめて低いものと考えられる。

以上のことよりハッサク萎縮病樹が保毒するウィルスは未知ウィルスを除けば<sup>(3)</sup> tristeza virus のみと考えられるが、これには各種の strain の存在が知られている。すなわち Grant は very mild strain, mild strain, severe strain の3系統を認め、Olson は mild strain と severe strain の2系統を認めている。この場合 severe strain についてはメキシカンライム上での vein corking の有無の点で両者の間に相異があり、著者の実験結果ではハッサク萎縮病樹に保毒される tristeza virus は Olson の severe strain と著しく類似するか同一のようにみられる。これよりハッサク萎縮病は tristeza virus の severe strain と称すべきものと密接な関係を有し同時にハッサク萎縮病自体が激甚な stem pitting を有していることから推察してこれが疾病発現に重要な役割を果しているものと考えられる。

## V 摘 要

ハッサク萎縮病罹病樹を接種源として37種のカンキツ類実生苗に対し接木接種を試みたところ主として tristeza virus の反応が得られた。

1. 金柑子温州、メキシカンライムに強度の vein clearing, vein corking, stem pitting, 全身萎縮等の諸症状を呈し、グレープフルーツもまたほぼ同様な症状を示した。
2. カブス、ユズなど27種のものには vein clearing, stem pitting, 生育阻害の症状が認められたが、症状の種類、程度は品種により相異することが認められた。
3. 温州ミカン、カラタチ、スタンダードサワーオレンジなど7種のものには何等の異常も認められていない。

以上のことよりハッサク萎縮病は tristeza virus もしくはその severe strain と称すべきものに密接な関係があり同時にこれが疾病発現にきわめて重要な役割を演ずるものと考えられる。

## 引用文献

1. Amizet, L. (1959). Contribution to the study of xyloporosis. "Citrus Virus Disease". 125-128. Univ. Calif. Div. Agr. Sci.
2. Calavan, E. C., Christensen, D. W. and Weathers, L. G. (1961). Comparative reaction of Orlando tangelo and Palestine sweet lime to cachexia and xyloporosis. "Proc. 2nd Conference of I. O. C. V.". 150.

158. Univ. Florida.

3. Carpenter, J. B. (1959). Present status of some investigations on stubborn disease of citrus in United States. "Citrus Virus Disease". 101-107. Univ. Calif. Dev. Agr. Sci.
4. Childs, J. F. L. (1959). Xyloporosis and cachexia—their status as citrus virus disease. "Citrus Virus Disease". 119-124. Univ. Calif. Div. Agr. Sci.
5. Grant, T. J., Klotz, L. J. and Wallace, J. M. (1953). The tristeza disease of citrus. Yearbook of Agr. 2495; 730-734.
6. Grant, T. J. (1959). Tristeza virus strain. "Citrus Virus Disease" 45-55. Univ. Calif. Dev. Agr. Sci.
7. Grant, T. J., Moreira, S. and Salibe, A. A. (1961). Tristeza and stem pitting in Brazil. "proc. 2nd Conference of I. O. C. V. ". 116-120. Univ. Florida.
8. Knorr, L. C. and Preitz, H. T. (1959). Exocortis in Florida. "Citrus Virus Disease." 141-150. Univ. Calif. Div. Agr. Sci.
9. Olson, E. O. (1959). Mild and severe strains of trsteza vius in Texas citrus. Phytopath. 46(6); 336-341.
10. 佐々木篤 (1963). ハッサク萎縮病の寄主範囲について. 日植病報28(2); 88.
11. 田中彰一, 山田峻一, 佐々木篤 (1960). 我が国における柑橘のバイラス性病害の検定. 日植病報25(1); 21.
12. 田中彰一, 山田峻一 (1964). ハッサク萎縮病に関する研究. 第1報 病徴および病原ウイルス. 園試報告 B3.67—78.
13. 山田峻一, 田中彰一 (1961). わが国における柑橘の vein enation virus について. 日植病報26(2); 70.
14. Wallace, J. M. (1951). Recent developments in studies of quick decline and related disease. Phytopath. 41(9); 785-793.
15. Wallace, J. M. (1959). A half century of research on psorosis. "Citrus Virus Disease." 5-21. Univ. Calif. Div. Agr. Sci.
16. 広島県農地経済部農業技術課 (1961). はっさく萎縮病に関する実態調査成績書. 1—25.

## Studies on Hassaku dwarf

## 1. Detection of citrus viruses in a Hassaku tree

(*Citrus hassaku* Hort. ex Y. Tanaka)

severely affected by Hassaku dwarf

by

Atsushi Sasaki

**Summary**

Citrus seedlings of thirty seven varieties including the indicator plants for citrus viruses were inoculated by tissue graft with the affected buds of Hassaku dwarf, in 1961 to 1965, and most of them demonstrated the typical symptoms of tristeza virus as follows.

(1) Mexican lime, Kinkoji-unshiu (a possible chimera between *Citrus obovoidea* and *Citrus unshiu*) and Marsh grapefruit exhibited severe symptoms of vein clearing on young leaves, vein corking on mature leaves and stem pitting on main stems and branches. They also entirely showed severe stunting.

(2) Twenty seven varieties including Kabusu (*Citrus aurantium*) and Yuzu (*Citrus junos*) demonstrated one to three of symptoms such as vein clearing, stem pitting and stunting. Types and severities of those symptoms were variable depend on the varieties.

(3) Seven varieties including Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*), Standard sour orange and Karatachi (*Poncirus trifoliata*) showed no symptoms and normal growth.

Based on these reactions, the causal virus of Hassaku dwarf is supposed to be tristeza virus or its strain.