

奈良県におけるアブラムシ伝搬性イチゴウイルス病の発生とその防除対策

小 嶋 博 文 ・ 杉 浦 哲 也 ・ 峰 岸 正 好

Occurrence of the Aphid Transmitted Strawberry Viruses and its Control in Nara Prefecture

Hirofumi KOBATAKE, Tetsuya SUGIURA and Masayoshi MINEGISHI

緒 言

イチゴウイルス病は1922年にアメリカで Horne¹²⁾ によってウイルス病によるものと思われる症状が報告され、1926年に Plakidas²⁰⁾ がこの症状を Yellows と命名したのが最初の記録である。その後、1932年に Harris¹¹⁾ がウイルス検定方法としてランナー接ぎ法を考案し、1956年には Bringhurst ら⁴⁾ が小葉接ぎ法を考案してから欧米諸国で次つぎとイチゴウイルス病が報告された。そして、以前から原因不明とされていたイチゴの草勢の減退や生産力の低下などの現象はウイルス病が主因となっていることが、Becker ら²⁾、Craig⁵⁾、McGrew ら¹⁷⁾、Freeman ら⁹⁾ によって次つぎと明らかにされた。また、このころから、ウイルス病対策として検定により各地からウイルスフリー株が選抜され、また、熱処理や組織培養法によってウイルスフリー株が育成されて、生産者への供給がなされた。

わが国では1956年頃からイチゴの退化現象が論議され1958年に阿部ら¹⁾ によってウイルス検定が行われて多くの栽培株がウイルス病にかかっていることが報告された。その後、西¹⁹⁾、高井²³⁾、近藤¹³⁾ らによってわが国のイチゴにもウイルス病が広く蔓延していることが明らかにされた。奈良県でのイチゴウイルス病は、1964年に高井²⁴⁾ によって「幸玉」で確認されたのが最初である。1966年には近藤¹⁴⁾ により「宝交早生」で Strawberry mottle virus が検出されたが、単独感染であり、ほぼ宝交早生一色となった奈良県では栽培上問題にされなかった。その頃、新病害「萎黄病」の出現でウイルス病は益々軽視され、徐じよに蔓延していった。そして、1972年頃には各地でわい化株がみられ、それらから2種以上のウイルスが検出され、収量にも影響をおよぼしてきた。

そこで、筆者らは奈良県におけるイチゴのウイルス病

の発生実態を明らかにするとともに、その対策として1974年に始まった国庫補助によるイチゴ無病苗育成事業のなかで、「宝交早生」のウイルスフリー株を育成、増殖して県下の生産団体へ配布してきた。また、事業の一環として、育成したウイルスフリー株の生産性および再感染防止に関する研究を行ったので、ここにこれらの成果を報告する。

試験材料および方法

1. ウイルス検定

イチゴウイルスの検定植物は *Fragaria vesca* (uc-4) (uc-5)、を主体とし、必要に応じて *F. vesca* (uc-6)、(uc-10)、(uc-12)、を用いた。接木方法は小葉接ぎ法で、素焼鉢に移植した検定植物1株について被検定植物の葉を2枚それぞれの葉に接木し、Frazier⁸⁾ が行ったように、接木しなかった葉は葉柄から除去した。そして、接ぎ穂の活着をよくするためにポリエチレン袋で密閉して暗室(25℃)に1日保置した。その後、植物育成用蛍光灯の照明下に置き、ポリエチレン袋を徐じよに開放して約1週間後にポリエチレン袋を除去し、ガラス温室内で発病状況を観察した。病徴調査は接種後40～50日まで継続観察を行い、保有ウイルスの有無および種類を第1表に示した判定基準によって判別した。

2. ウイルスフリー株の育成

1) 生長点組織培養による育成

「宝交早生」を材料としてランナーの芽先を2～3cm切り取り、次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素10%)20倍液に5分間浸漬して表面殺菌を行ったのち、殺菌水で

第1表 ウイルスの種類と検定植物での病徴

ウ イ ル ス	<i>Fragaria vesca</i> (uc-4, uc-5) の病徴
mottle virus	不整形の黄白色まだら斑紋(小葉の一部に黄白色斑紋が現われた場合その小葉は軽いねじれをともなう小さくなる), 矮化
veinbanding virus	初期に小葉の後方反転 葉脈および葉脈ぞいの帯状または不連続の退緑時にえそ条斑
mild yellow edge virus	新葉以外の若い葉に退緑斑点、条斑のちえそとなって枯死、古い葉は早期紅葉
crinkle virus	不整形の黄色斑点 斑点は葉脈に集まることが多く、えそとなってその部分が縮み、葉がねじれる

洗滌し、両刃カミソリで作製した小刀を用いて解剖顕微鏡下で生長点近傍組織(約0.3mm)を切断して培地に置床した。培地はMurashige & Skoog の培地を用いた。培養は恒温室(25~27°C)で植物育成用蛍光灯下に静置して1日12時間照明した。

2) 検定選抜による育成

奈良県下で生産性の高いイチゴ圃場を調査し、肉眼観察により生育の良い株を採集してウイルス病および萎黄病の検定を行って無病株を選抜した。ウイルス病の検定は前述の方法で行い、萎黄病の検定は被検定株の導管部近傍組織を摘出し、フザリウム属菌の選択培地(駒田培地)に置床して感染の有無を調べた。

3. ウイルスフリー株の生産性

1) ウイルスフリー株と在来株との生産性の比較(1975~'76年試験)。

ウイルスフリー株は奈良県下から検定選抜して得られたものを用い、在来株は當場で従来から栽培されていたものを用いて各々の生産性を促成栽培で調べた。栽植密度は畦幅120cm, 株間15cmとして9月17日に定植した。施肥量は10アール当り窒素で15kg, リン酸で12kg, カリで15kgとした。ビニール被覆は10月20日に行い、ジベレリン処理は10月21日と10月29日にそれぞれ10ppmを株当たり5mlとした。また、11月上旬から16時間日長になるように電照処理した。調査は生育、開花状況および収量について調べた。

2) ウイルスフリー株とウイルス株との生産性の比較

(1976年~'77年試験)

ウイルスフリー株は県下から検定選抜して得られたものと生長点組織培養で育成したものを用い、ウイルス株は1~2種類のウイルスが感染している軽症株と3~4種類のウイルスが感染している重症株とを用いて、各々の生産性を促成栽培で調べた。栽植密度、施肥量は前試験と同様とし、ビニール被覆は10月21日に行い、ジベレリン処理は10月26日に10ppmを株当たり5mlとした。また、11月上旬から16時間日長になるように電照処理した。調査は前試験と同様に行った。

4. ウイルスフリー株の再感染

1) 奈良県下のウイルスフリー株の再感染状況

イチゴ無病苗育成事業で奈良県下に配布されたウイルスフリー株について、作付け1年目のウイルス感染状況を検定植物 *F. vesca* (uc-4) または (uc-5) に接木接種して調べた。保有ウイルスの有無および種類は第1表の判定基準によって判別した。

2) イチゴウイルスの感染時期とアブラムシの発生との関係。

橿原市鳥屋町および五条市野原町のイチゴ栽培地帯において、1977年から3か年毎年4月から10月まで鉢植された *F. vesca* (uc-5) を指標植物として1回につき40株約10日間暴露した。暴露終了後着生したアブラムシを調査したのち、殺アブラムシ剤を散布して網室内に隔離し、発病調査を行った。また、両試験地に *F. vesca* (uc-5) 25株を4月20日に植え付けてウイルスによる発病状況を調べた。

5. イチゴウイルスの感染防止対策

ウイルス感染が多いイチゴ苗増殖期間中、親株を寒紗(クレモナ白1000番)被覆することでウイルスフリー株のウイルス再感染がどの程度防止できるかについて奈良県下のイチゴ産地で検討した。

また、ランナーが伸長してくると苗増殖期間中完全に被覆することが困難となるので、その対策として殺アブラムシ剤によるウイルス感染の防止効果を最も感染の多い mottle virus について検討した。供試薬剤としてD DVP 乳剤(成分量50%), アセフェート水和剤(成分量50%), スミサイジン+マラソン水和剤(成分量スミサイジン10%, マラソン30%)を用いた。試験方法は各薬剤の殺虫力効果を把握するためにイチゴ葉に薬剤散布した

のち、*Chaetosiphon fragaefolii* を着生してその生死を経時的に調べた。つぎに、各薬剤を散布して3時間目の *F. vesca* (uc-5) に mottle virus 罹病 *F. vesca* (uc-5) で保毒させた *C. fragaefolii* を各株10頭着生してウイルス感染の有無を調べた。また、*C. fragaefolii* の mottle virus 獲得吸汁時間および接種吸汁時間について検討した。

試 験 結 果

1. 奈良県におけるイチゴウイルス病の発生状況

奈良県では1976年に近藤によって「宝交早生」ではじめてウイルスが確認され、感染株率24%で mottle virus の単独感染であった。その後、ウイルス病は徐々に蔓延して1972年には県下各地でわい化株がみられ、それらの株から2種類以上のウイルスが検出された。また、地域によっては加工用品種「マーシャル」も栽培されており、これらにもウイルスの重複感染が非常に多かった。そして、1974年にはイチゴウイルス病は県下全地域に発生し、県下の平均感染株率は87.5%と高く、重複感染株が

ほとんどであった。また、地域によってはほとんどがわい化株の圃場が多く、これらの株のほとんどから3~4種類のウイルスが検出され、著しい減収となった。小葉接ぎ法で検出されたウイルスは、mottle virus がもつとも多く、ついで、veinbanding virus の検出頻度が高かった。その他、mild yellow edge virus, crinkle virus も認められた(第2表)。その後、ウイルス感染株はイチゴ無病苗育成事業でフリー株が供給されて年々減少し、1979年には感染株率が24.0% (重複感染株率9.0%) となった。

2. ウイルスフリー株の生産性

1) 検定選抜によるウイルスフリー株と在来株との生産性の比較(1975年~'76年試験)

ウイルスフリー株は検定選抜したものをを用い、在来株はウイルス感染株率が75% (重複感染株率60%) のものをを用いてそれぞれの生産性を調べた。

ウイルスフリー株は供試したいずれの系統も在来株に比べ葉柄長、葉長、葉幅とも優った。開花始期はウイルスフリー株が11月18日~22日であり、在来株より4~8

第2表 奈良県におけるイチゴのウイルス感染状況(1974,'75年)

採 集 地	検 定 株	感染株数	感染程度別株数			推定されるウイルスの検出頻度
		検定株数	0	I	II	
御 所 市	任 意 株	10/10	0	3	7	Mo = Vb > Cr > YE
"	わ い 化 株	5/5	0	0	5	Mo = Vb > Cr > YE
五 条 市	任 意 株	19/20	1	4	14	Mo > Vb > Cr = YE
"	" a)	10/10	0	3	7	Mo > Vb > YE > Cr
"	わ い 化 株	5/5	0	0	5	Mo > Vb > Cr = YE
"	" b)	3/3	0	1	2	Mo > Vb = YE = Cr
北 葛 城 郡	任 意 株	4/8	4	4	0	Mo > Cr
桜 井 市	任 意 株	3/5	2	1	2	Mo = Vb > Cr
"	"	2/5	3	2	0	Mo > Cr
天 理 市	"	2/5	3	1	1	Mo > Cr = YE
"	肉眼的健全株	5/30	25	5	0	Mo > Cr = YE
大和郡山市	任 意 株	4/5	1	1	3	Mo > Cr = YE > Vb
"	わ い 化 株	5/5	0	0	5	Mo = Vb > Cr = YE
"	"	3/3	0	2	1	Mo > Vb = YE
"	任 意 株	5/5	0	2	3	Mo = Vb > Cr = YE
奈 良 市	"	4/5	1	2	2	Mo = Vb > Cr > YE
北 葛 城 郡	"	5/5	0	1	4	Mo = Vb > Cr
"	"	3/5	2	2	1	Mo > Cr = YE
生 駒 郡	"	5/5	0	2	3	Mo > Vb > Cr = YE
"	わ い 化 株	3/3	0	3	0	Mo = YE
高 市 郡	任 意 株	4/5	1	1	3	Mo > Vb > Cr > YE
宇 陀 郡	"	16/20	4	11	5	Mo > Vb > Cr = YE

感染程度 0 : ウイルスなし, I : 1~2種類のウイルス, II : 3種類以上のウイルス
 Mo : mottle virus, Vb : veinbanding virus, Cr : crinkle virus
 YE : mild yellow edge virus a) マーシャルの検定, b) 1972年調査

日遅く、収穫最盛期は在来株で1月中、下旬であったが、ウイルスフリー株では1月下旬から2月上、中旬であった。総収量はウイルスフリー株が在来株に比べて27~39%多く、1果平均重も前者が後者の1.4倍であった(第3表)。

2) ウイルスフリー株とウイルス感染株との生産性の比較(1976年~'77年試験)

ウイルスフリー株は検定選抜によるものと生長点培養によるものを用い、ウイルス感染株は1~2種類のウイルス感染株(軽症株)と3~4種類のウイルス感染株(重症株)とを用いてそれぞれの生産性を調べた。

ウイルスフリー株は供試したいずれの系統もウイルス感染株に比べて葉柄長、葉長、葉幅、葉数、果梗長とも

第3表 ウイルスフリー株と在来株の生育および生産性の比較(1975~'76年)

調査項目		試験区		a) ウイルスフリー株					
		在来株		F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
展開第2葉 の葉柄長 (cm)	11月14日	6.4	10.4	8.6	8.3	6.2	9.1	7.8	
	1月1日	5.4	13.0	10.1	7.2	6.2	7.2	6.4	
	2月13日	5.3	7.2	5.9	4.9	5.2	5.5	5.5	
開花始 開花そろい	(月日)	11.14	11.22	11.18	11.22	11.14	11.22	11.22	
	(月日)	11.22	12.12	11.26	11.29	12.4	12.4	12.4	
10株当り の収量(g)	12月下旬	194	28	64	67				
	1月上旬	289	164	359	178	23	166		
	中旬	342	384	445	500	372	270	306	
	下旬	306	402	359	315	434	351	254	
	2月上旬	283	470	436	450	311	451	480	
	中旬	89	373	278	337	411	455	459	
	下旬	16	116	29	117	173	151	264	
	3月上旬	11	87	76	90	186	129	146	
	中旬		18	85	38	128	49	24	
	下旬		19		28	49		8	
	合計	1530	2059	2131	2120	2087	2022	1941	
1果平均重(g)		8.6	11.6	11.0	11.1	10.9	12.0	12.3	
収量指数		100	135	139	139	137	132	127	

a) 在来株のウイルス感染株率75% (重複感染株率60%)

第4表 ウイルスフリー株とウイルス株の生育および生産性の比較(1976~'77年)

調査項目		試験区		ウイルス株								ウイルスフリー株								
		sVI	mVI	VF-1	VF-2	VF-3	VF-4	VF-5	VF-6	VF-7	VF-8	VF-1	VF-2	VF-3	VF-4	VF-5	VF-6	VF-7	VF-8	
葉柄長(cm)		5.1	8.8	12.8	13.1	12.6	13.4	14.1	13.9	13.7	12.7									
葉長(cm)		6.1	7.2	8.3	8.6	8.7	8.3	8.5	8.4	8.6	8.3									
葉巾(cm)		5.5	6.5	7.2	7.2	7.1	6.8	7.1	7.1	7.2	7.1									
葉数(枚)		8	11	15	13	12	14	15	14	14	14									
果梗長(cm)		19.1	23.6	26.1	26.8	25.7	24.7	24.9	27.9	26.1	27.7									
開花結実数(個)		26	19	17	16	15	15	17	19	15	17									
開花始(月日)		10.28	11.1	11.11	11.12	11.10	11.11	11.8	11.10	11.12	11.9									
40株当り の収量(g)	12月	1340	261		197	85	87	252	288	396	282									
	1月	2678	2656	3666	3297	3895	3727	3932	3774	3423	3645									
	2月	1802	3367	3838	3716	3569	3259	3591	3293	3407	3425									
	3月	266	899	2159	1733	1858	1698	1563	1358	1730	1859									
	合計	6086	7183	9663	7943	9407	8771	9338	8713	8956	9211									
1果平均重(g)		7.3	9.9	10.7	10.2	10.8	9.6	9.8	9.7	9.7	9.7									
収量指数		100	118	159	147	155	144	153	143	147	151									

生育調査12月24日, mVI: 1~2種類のウイルス感染株, sVI: 3~4種類のウイルス感染株,
VF-1~VF-7: 検定選抜によるウイルスフリー株, VF-8: 生長点培養によるウイルスフリー株

優っており、葉柄長ではウイルスフリー株が重症株の2倍以上であった。また、ウイルス感染株は収穫始期より展開葉の黄化、下位葉の紅化がみられ、根の発育も悪かった。とくに、重症株でこの現象が著しかった。開花はウイルス感染株がウイルスフリー株より約10日早く、10月下旬であった。収穫はウイルス感染株が12月7日から始まったのに対してウイルスフリー株は12月20日と遅れたが、収量でウイルスフリー株は軽症株の21~35%、重症株の43~59%増収となった。また、ウイルスフリー株間での収量差が多少認められた(第4表)。

3. ウイルスフリー株の再感染

1) 奈良県下のウイルスフリー株の再感染状況

ウイルスフリー株は1年間の作付けで再感染が容易に行われ、ウイルスフリー株が産地で栽培されはじめた1977年に再感染株率が42.5%(重複感染株率18.9%)と高かった。その後、再感染は年々減少し、1978年には33.1%(15.4%)、1979年には24.0%(8.3%)となったが、50%以上の感染株率を示す圃場がまだ認められた(第5、6、7表、第1図)。また、再感染は周囲の作付けイチゴのウイルス感染状況による影響が大きいようであった(第5表)。

2) イチゴウイルスの感染時期とアブラムシの発生との関係、

鉢植した *F. vesca* (uc-5) を指標植物として約10日間圃場に暴露してウイルス感染時期と着生アブラムシを

調べた。感染はいずれの年度も橿原市および五条市で4月上旬から7月中旬まで認められ、感染が最も多かった時期はいずれの調査地点とも5月上旬から6月上旬であった(第2図)。また、感染したウイルスの頻度は1977年に橿原市で mottle virus (MoV) > veinbanding virus (VbV) > mild yellow edge virus (YEV) > crinkle virus (CrV) であり、五条市では MoV > YEV > VbV > CrV であった。1978年および1979年にはいずれの調査地点とも MoV > VbV であった。

F. vesca (uc-5) に着生したイチゴウイルスの媒介虫とされているアブラムシは、*C. fragaefolii*、*Acyrtosiphon solani*、*Aphis gossypii*、*Myzus persicae* であり、その中でも *C. fragaefolii* の成虫の着生とウイルス感染とは高い相関がみられた(第3図)。

また、4月20日に植え付けられた *F. vesca* (uc-5) の発病は、橿原市で6月下旬まで、五条市では7月上旬まで多く、その後の発病は少なくなった(第4図)。

以上の試験を行った圃場に隣接した2圃場についてウイルス感染状況を調べた結果、感染株率がそれぞれ46.7%(重複感染株率26.7%)、20%(10%)であった。また、重要媒介虫である *C. fragaefolii* の着生が多かった(第8表)。

4. ウイルスの感染防止対策

ランナーが伸長してくると親株の寒冷紗被覆が困難になるが、ウイルス感染が多いイチゴ苗増殖期に親株を寒

第5表 作付け1年目のウイルスフリー株の再感染(1977年)

調査場所	感染株数 検定株数	感染程度別株数			推定されるウイルス (検出ウイルス数)	調査圃場 周囲の汚染程度
		0	I	II		
五条市 A 圃場	16/20	4	9	7	Mo(0)、YE(9)、Vb(5)、Cr(1)	多
B "	4/20	16	2	2	Mo(4)、Vb(2)、Cr(1)	中
C "	14/25	11	7	7	Mo(12)、YE(8)、Vb(5)	多
御所市 A 圃場	5/8	3	2	3	Mo(4)、YE(3)、Vb(2)	多
B "	6/8	2	4	2	YE(4)、Mo(3)、Vb(2)	多
C "	3/5	2	2	1	Mo(2)、YE(1)、Cr(1)	中
北葛城郡 A 圃場	3/10	7	3	0	Mo(2)、YE(1)	
B "	7/15	8	1	6	Mo(8)、Vb(5)、YE(4)、Cr(2)	
C "	11/16	5	6	5	Mo(7)、Vb(5)、YE(5)、Cr(2)	
桜井市 A 圃場	2/20	18	2	0	Mo(1)、YE(1)	少
B "	3/21	18	2	1	Mo(2)、Vb(1)、YE(1)、Cr(1)	中
天理市 A 圃場	8/20	14	3	3	Mo(3)、Vb(3)、YE(2)、Cr(2)	少
B "	10/20	11	4	5	Mo(5)、Vb(5)、YE(2)、Cr(2)	多
C "	5/20	16	3	1	Mo(2)、Vb(2)、YE(1)	少
宇陀郡 A 圃場	1/40	39	1	0	YE(1)	微

感染程度 0 : なし、I : 単独、II : 重複、Mo : mottle virus、
Vb : veinbanding virus、YE : mild yellow edge virus、Cr : crinkle virus

第6表 作付け1年目のウイルスフリー株の再感染 (1978年)

調 査 場 所	感染株数 検定株数	感染程度別株数			推定されるウイルス (検出ウイルス数)	親 株 の 寒冷紗被覆
		0	I	II		
五条市A 圃場	7/24	17	4	3	Mo(6)、Vb(3)、YE(1)、Cr(1)	無
" B "	13/25	12	9	3	Mo(10)、Vb(5)、Cr(3)、YE(1)	無
" C "	17/23	6	7	10	Mo(11)、Vb(9)、Cr(4)、YE(2)	無
御所市A 圃場	12/13	1	6	6	Vb(10)、Mo(8)	無
" B "	2/10	8	2	0	Mo(2)	有
" C "	3/20	17	2	1	Mo(2)、Vb(2)	無
橿原市A 圃場	3/22	19	1	2	Mo(3)、Vb(2)、Cr(1)	有
" B "	3/20	17	2	1	Mo(3)、YE(1)	有
桜井市A 圃場	10/20	10	6	4	Mo(8)、Vb(4)、YE(4)、Cr(1)	無
" B "	7/10	3	1	6	Mo(5)、Vb(3)、YE(2)	無
" B "	10/10a)	0	0	10	Mo(9)、Vb(7)、YE(6)、Cr(3)	無
" C "	2/10	18	1	1	Mo(2)、YE(1)	—
郡山市A 圃場	1/20	19	1	0	Mo(1)	—
" B "	2/20	18	1	1	Mo(2)、YE(1)	—
" B "	10/10a)	0	2	8	Mo(10)、YE(8)	—
生駒郡A 圃場	2/20	18	1	1	Mo(2)、YE(1)	—

感染程度 0：なし、I：単独、II：重複

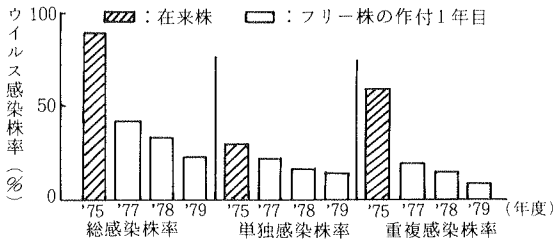
Mo：mottle virus、Vb：veinbanding virus、YE：mild yellow edge virus
Cr：crinkle virus、a) 作付け2年目

第7表 作付け1年目のウイルスフリー株の再感染 (1979年)

調 査 場 所	感染株数 検定12株	感染程度別株数			推定されるウイルス (検出ウイルス数)	親 株 の 寒冷紗被覆
		0	I	II		
五条市A 圃場	1	11	1	0	Mo(1)	有
" B "	4	8	3	2	Mo(4)、Vb(1)、YE(1)	有
" C "	3	9	2	1	Mo(3)、Vb(1)	無
" D "	7	5	4	3	Mo(5)、YE(4)、Vb(1)	無
" E "	6	6	3	3	Mo(6)、YE(3)	無
" F "	6	6	2	4	Mo(6)、YE(3)、Vb(2)	無
御所市A 圃場	1	11	0	1	Mo(1)、YE(1)	有
" B "	7	4	2	5	Mo(7)、Vb(4)、YE(2)	無
北葛城郡A 圃場	5	7	4	1	Mo(2)、Vb(2)、YE(2)	無
" B "	0	12	0	0		有
" C "	2	10	2	0	Mo(2)	無
" D "	3	9	1	2	Mo(3)、Vb(2)	
桜井市A 圃場	3	9	3	0	Mo(2)、Vb(1)	無
" B "	1	11	1	0	Mo(1)	無
磯城郡A 圃場	3	9	3	0	Mo(3)	無
橿原市A 圃場	0	12	0	0		有
" B "	2	10	1	1	Mo(2)、Vb(1)、YE(1)	無
高市郡A 圃場	3	9	3	0	Mo(3)	
天理市A 圃場	1	11	1	0	YE(1)	有
" B "	0	12	0	0		有
" C "	1	11	1	0	YE(1)	有
" D "	3	9	2	1	YE(3)、Mo(1)、Vb(1)	有
" E " a)	7	5	5	2	Mo(4)、YE(3)、Vb(1)	無
郡山市A 圃場	4	8	4	1	YE(4)、Mo(1)、Vb(1)	有
" B "	2	10	1	1	Mo(1)、Vb(1)、YE(1)	有
" C "	3	9	2	1	Mo(2)、YE(1)、Vb(1)	有
生駒郡A 圃場	4	8	4	0	YE(3)、Mo(1)	有
" B " a)	3	10	3	0	YE(3)	無

感染程度 0：なし、I：単独、II：重複

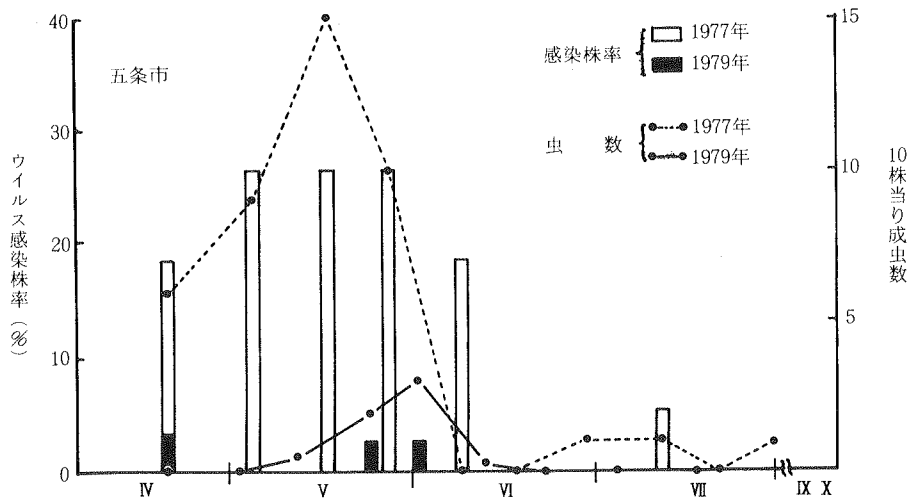
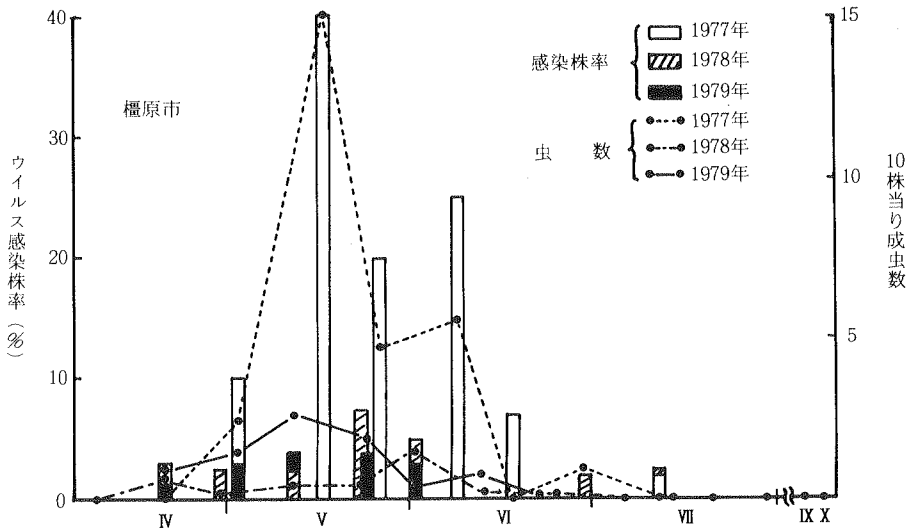
Mo：mottle virus、Vb：veinbanding virus YE：mild yellow edge virus
a) 作付け2年目の株も混在



第1図 ウイルスフリー株の年度別再感染状況

冷紗(クレモナ白1000番)被覆することによるウイルスフリー株の再感染防止効果について奈良県下のイチゴ栽培地で検討した。被覆されなかった場合はウイルス感染株率が34.1%であったが、被覆された場合は被覆状態が不明であるが、15.4%と感染が少なかった(第6, 7表)。

つぎに、感染が最も多い mottle virus について、薬剤のアブラムシ防除による感染防止を検討した。まず、供試薬剤の殺虫効果を検討するため、供試薬剤を散布して3時間目の *F. vesca* に *C. fragaefolii* を着生させ

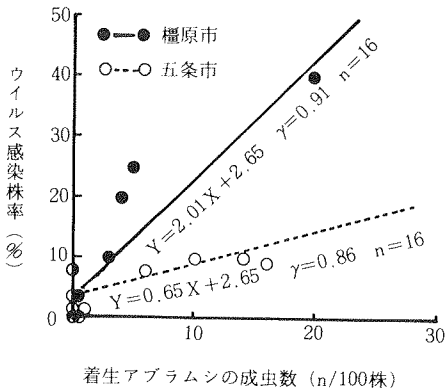


第2図 *F. vesca* (uc-5) での時期別ウイルス感染と *C. fragaefolii* の発生

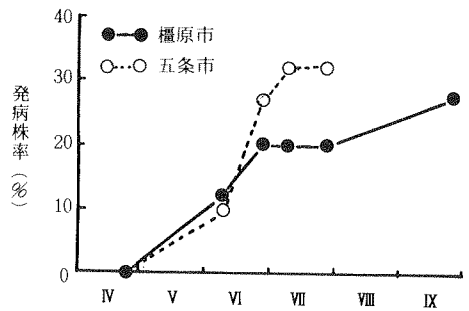
た結果、DDVP 乳剤1000倍およびアセフェート水和剤1000倍散布区では着生1時間後でもすべての虫が生存し、2時間後にDDVP 乳剤散布区で死亡率13.2%となり、アセフェート水和剤散布区では84.4%とほとんどの虫が死亡(含落下虫)した。しかし、スミサイジン+マラソン水和剤1000倍散布区では着生後10分頃から苦悶するものがあり、30分後には死亡率(含落下虫)96.7%と高い殺虫効果を示した。また、散布後3時間目の *F. vesca*(uc-5)にmottle virusを保毒した *C. fragaefolii* を株当たり10頭着生した結果、無散布区でウイルス感染株率が86.4%であったのに対して、スミサイジン+マラソン水和剤散布区ではウイルス感染株率が15.4%と高い感染防除効果が認められた。しかし、DDVP 乳剤散布区

では感染株率が85.7%であり、アセフェート水和剤散布区では89.5%と高く、防止効果が認められなかった(第9表)。そこで、殺虫効果が高かったスミサイジン+マラソン水和剤の持続効果を検討した結果、散布後3日目の *F. vesca* (uc-5)に30分間 *C. fragaefolii* を着生すると死亡率(含落下虫)89.1%と高い殺虫効果が認められた。しかし、散布後4日目、5日目では30分間の着生で死亡率(含落下虫)がそれぞれ43.1%、27.6%と殺虫効果がかなり劣った(第10表)。

また、供試した mottle virus は *C. fragaefolii* の30分吸汁で獲得され、10分吸汁で伝搬されたが、30分以上の吸汁でより高率に伝搬された(11, 12表)。



第3図 *F. vesca* (uc-5) でのウイルス感染と *C. fragaefolii* の発生との関係



第3図 *F. vesca* (uc-5) ウイルス病の発生推移

第8表 栽培末期圃場でのイチゴウイルスの発生状況(1980年4月調査)

調査圃場	感染株数 検定株数	感染程度別株数			推定されるウイルス (検出ウイルス数)	<i>C. fragaefolii</i> の着生株率(%)		
		0	I	II		4月7日	5月8日	8日
A 圃場	7/15	8	3	4	Mo(6)、YE(3)、Vb(2)	16	25	
B 圃場	4/20	16	2	2	Mo(4)、YE(1)、Vb(1)	—	—	

感染程度 0：なし、 I：単独、 II：重複
Mo：mottle virus、 Vb：veinbanding virus
YE：mild yellow edge virus

第9表 供試薬剤による殺アブラムシ効果と mottle virus の感染防止効果

処 理	供試 虫数	A B O T T O 補正による死亡率(%)				<i>F. vesca</i> (uc-5) の発病株率(%)
		15分後	30分後	1時間後	2時間後	
DDVP 乳剤 × 1000	30	0	0	0	13.2	85.7 (n=7)
アセフェート水和剤 × 1000	20	0	0	0	84.4	89.5 (n=19)
スミサイジン+マラソン水和剤 × 1000	30	20	96.7	100	—	15.4 (n=13)
無 処 理	25	0	0	0	0	86.4 (n=22)

アブラムシは *C. fragaefolii* を用い、薬剤散布後3時間目に着生させた。
死亡率はイチゴ葉から落下したものも含む。感染試験には10頭の保毒虫/株を用いた。n：供試個体数

第10表 スミスサイジン+マラソン水和剤の殺アブラムシ効果

薬剤散布薬におけるアブラムシの発生時期	供試虫数	ABOTTO 補正による死虫率(%)		
		15分	30分	1時間
散布後 3時間	30	20.0	96.7	100
" 1日	40	21.6	86.0	95.0
" 2日	100	22.4	85.4	94.1
" 3日	80	21.0	73.7	89.1
" 4日	50	2.0	43.1	74.5
" 5日	40	1.0	27.6	62.1

アブラムシは*C. fragaefolii* を用い、死虫率はイチゴ葉から落下したものも含む。

第11表 *C. fragaefolii* の mottle virus 保毒吸汁時間

保毒吸汁時間	10分	30分	1時間	2時間
発病株数/接種株数	0/4	1/4	2/5	1/3

第12表 *C. fragaefolii* の mottle virus 接種吸汁時間

接種吸汁時間	10分	30分	1時間	1日
発病株数/接種株数	1/6	2/4	4/5	9/10

保毒期間：2日

考 察

奈良県でのイチゴウイルス病は1964年に高井²⁴⁾により「幸玉」で確認されたのがはじめである。この頃、イチゴウイルス病は全国に広く発生しており、主要品種「幸玉」をはじめとして多くの品種でみられ、「福羽」のような古い品種では重症株が多く、生産障害が問題となっていた。本県では1967年に近藤¹⁴⁾により主要産地で「宝交早生」について検定されたが、感染株率が24%で mottle virus の単独感染であり、栽培上問題にならなかった。この少発生の要因の一つとして、本県では新品種「宝交早生」が1962年頃に導入されて数年間でほぼ「宝交早生」一色となり、ウイルス感染の多い品種「幸玉」が姿を消したことによるものと推察される。しかし、ウイルス感染の多い加工用品種「マーシャル」が栽培されていた地域ではウイルス病は早くから「宝交早生」に蔓延して発生が多くなったものと推察される。また、発生が少なかった地域でも新病害「萎黄病」の出現でウイルス病の存在が益々軽視されて徐じよに蔓延を許していったものと推察される。そして、1972年頃には県下各地でわい化株がみられ、生産力低下が問題になってきた。とくに、「マーシャル」の栽培が行われていた地域では草勢の減退が著しく、株がわい化し、収穫初期から下葉が紅葉して

枯死する株がみられ、著しい減収となった。そして、これらわい化株のほとんどから3種類以上のウイルスが検出された。また、近年にない減収となった1974年、'75年には奈良県下のイチゴウイルス病の発生は非常に多くなり、ほとんどの株がウイルスの重複感染であった。中でも mottle virus は調査したすべての株から検出され、ついで、veinbanding virus の検出頻度が高く、mild yellow edge virus, crinkle virus も認められた。

イチゴの草勢の減退や生産力の低下に関しては多くの報告があり、後藤ら¹⁰⁾は mottle virus, veinbanding virus, yellow edge virus を用いて、それぞれの単独感染では症状が軽く、生育の遅延がみられなかったが、これらのウイルスを組合せることで草勢の低下がみられたと述べている。また、吉野ら²⁵⁾は「ダナー」、「宝交早生」など4品種について、露地栽培でウイルスフリー株がウイルス感染株に比べて17~44%の増収になったと述べている。筆者らも「宝交早生」について、促成栽培でウイルスフリー株が軽症株より21~35%、重症株より43~59%の増収になることを確認した。また、国外でも、Freeman ら⁹⁾、Lawrence ら¹⁵⁾、McGrew ら¹⁷⁾は、ウイルスの重複感染によりその被害が助長されることを報告している。

ウイルス病対策として、本県では1974年から国庫補助によるイチゴ無病育苗成事業が始まり、ウイルスフリー株の育成が急がれた。当面の対策として、イチゴ産地から生育の優良な株を採集して検定によりウイルスフリー株の選抜を試み、また、生長点培養法による育成も併せて行った。こうして得られたウイルスフリー株は1年間作付けされただけでウイルス再感染が容易に行われ、ウイルスフリー株が産地で栽培され始めた1977年には感染株率が42.5% (重複感染株率18.9%)と多くの再感染が認められた。また、再感染は周囲の栽培イチゴの汚染の影響が大きいようであり、しかも、栽培管理によって大きく左右されることも明らかとなった。しかし、ウイルスフリー株が毎年供給されていることから、再感染は年々減少して1979年には再感染株率が24% (重複感染株率8.7%)となった。また、感染ウイルスは mottle virus が圧倒的に多く、ついで、mild yellow edge virus, veinbanding virus であった。ウイルスの再感染に関しては、吉野ら²⁵⁾も1年間の作付けで容易に行われることを報告しており、薬剤散布を励行しても1年目で14.3%の再感染株率となり、mottle virus の感染が圧倒的に多かったと述べている。また、古くは Posnette ら²¹⁾、McGrew ¹⁶⁾によっても周囲の汚染状況により再感染が容易であると報告されている。

イチゴウイルスの感染は *F. vesca* (uc-5) を指標植物とした暴露法によると、4月上旬から7月中旬までみられ、感染のピークは5月上旬から6月上旬であり、吉野ら²⁵⁾が埼玉県で調べた結果と一致している。また、Frazier⁷⁾が記載しているイチゴウイルスの媒介虫で暴露法により認められたアブラムシは *C. fragaefolii*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Acyrtosiphon solani* であり、その中でも *C. fragaefolii* は4月中旬から6月中旬に発生密度が高くなり、ウイルス感染と高い相関がみられた。*C. fragaefolii* は多くのイチゴウイルスを伝搬し、世界的に最も重要なイチゴウイルス病の媒介虫であるとされており、De Fluiter⁶⁾もオランダで著者らと同様な暴露法により、ウイルス感染と *C. fragaefolii* の発生との高い相関について報告している。

ウイルスフリー株の再感染防止対策として、奈良県ではウイルスの感染が多い時期に当る親株を寒冷紗被覆して効果を上げている。しかし、この方法はランナーの伸長が旺盛になるとイチゴ苗の増殖期間中完全に被覆することが困難となるので、殺アブラムシ剤の媒介虫防除による方法が必要となる。この防除方法は Breakey ら³⁾, Shanks²²⁾ が述べているように永続伝搬型の mild yellow edge virus や crinkle virus には有効であると考えられるが、mottle virus は非永続伝搬型のウイルスであり、感染に要するアブラムシの吸汁時間が短かく、一般に薬剤によるアブラムシ防除で感染防止が不可能であるとされている。

そこで、筆者らは殺アブラムシ剤を散布して3時間目の *F. vesca* (uc-5) に mottle virus 保毒 *C. fragaefolii* を着生して感染防止の可能性を検討した結果、DDVP 乳剤およびアセフェート水和剤では感染防止効果が認められなかったが、スミサイジン+マラソン水和剤で高い感染防止効果が認められた。この感染防止効果の差異は、供試した mottle virus がアブラムシの10分吸汁で伝搬されるが低率であり、30分以上の吸汁で高率に伝搬されたことから、DDVP 乳剤およびアセフェート水和剤では着生後1時間でもすべてのアブラムシが生存していたが、スミサイジン+マラソン水和剤では着生後10分頃から苦悶しはじめ、30分には死虫率(含落下虫)96.7%となったことによるものと考えられる。したがって mottle virus の感染防止にはアブラムシが薬剤散布葉に着生して10分頃から苦悶しはじめ、30分頃までには死亡(含落下虫)するような薬剤であれば効果的である。本実験においてスミサイジン+マラソン水和剤は速効的で mottle virus の防除に有効であり、処理後3日までは殺虫効果が高いことから実用性があるものと推察されるのでさらに検討

を加えたい。

以上の諸結果から、イチゴウイルス病の防除対策として、当面はウイルスフリー株の更新を毎年行うことが望ましい。また、ウイルス再感染防止対策として、ウイルス感染が多い時期に当るイチゴ苗の増殖は、イチゴ栽培地点から1 km以上離すことが望ましいとされているが、実用上困難な場合が多く、寒冷紗で被覆管理することが大切である。また、被覆もランナーが伸長してくると困難になるので定期的に薬剤散布を励行し、とくに、感染が多い mottle virus の防除には速効性で持続性のある薬剤が必要となる。また、圃場衛生として忘れてはならないことは、前作イチゴが伝染源になることが多いので、必ずアブラムシ防除を行ってイチゴ株を処分することが大切である。

摘 要

奈良県におけるイチゴウイルス病の発生実態を明らかにするとともに、その対策として1974年に国庫補助によるイチゴ無病育苗成事業がはじまり、ウイルスフリー株を育成、増殖して県下の生産団体に配布してきた。また、育成されたウイルスフリー株について生産性を検討し、その再感染防止に関する研究を行った。

1. 奈良県のイチゴでウイルス病による草勢の減退や生産力の低下が問題となってきたのは、1972年頃からであり、近年にない減収となった1974年、'75年には県下全域にウイルス病が蔓延し、調査したイチゴ株の87.5%がウイルスに感染しており、しかも、重複感染がほとんどであった。これらの株から検出されたウイルスは、mottle virus が多く、ついで veinbanding virus でありその他、mild yellow edge virus, crinkle virus も認められた。
2. ウイルスフリー株はイチゴ産地から生育の優良な株を採集し、ウイルス病と萎黄病との検定を行って選抜し、育成した。また、ランナーの先端部の生長点近傍組織(約0.3 mm)を Murashige & Skoog の培地に置床して25~27°Cの植物育成用蛍光灯下に静置して1日12時間照明で育成した。
3. 得られたウイルスフリー株は生育、生産力に多少差が認められたが、いずれのウイルスフリー株もウイルス株に比べて草勢、生産力で優っており、軽症株に比べて21~35%、重症株に比べて43~59%の増収となった。
4. ウイルスフリー株は1年間の作付けで再感染が容易に行われ、ウイルスフリー株が産地で栽培されはじめた1977年には再感染株率が42.5%、重複感染株率が18.9

％と高かった。毎年ウイルスフリー株が配布されたことから、その後、再感染は減少して1978年には感染株率が33.1% (重複感染株率15.4%)、1979年には24.0% (8.5%) となった。再感染していたウイルスは mottle virus が圧倒的に多く、ついで、mild yellow edge virus、veindanding virus であり、1979年には crinkle virus は認められなかった。

5. *F. vesca* (uc-5) を指標植物とする暴露法によると、ウイルス感染は4月上旬から7月中旬まで認められ、感染のピークは5月上旬から6月上旬であった。また、感染したウイルスは mottle virus の単独感染が多く、重複感染している場合でも mottle virus が必ず感染していた。

6. 暴露法で *F. vesca* (uc-5) に着生したイチゴウイルス媒介虫とされているアブラムシは、*C. fragaefolii* *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Acyrtosiphon solani* であり、その中でも *C. fragaefolii* の発生とウイルス感染とは高い相関が認められた。

7. 暴露試験圃場に隣接した栽培末期の圃場はウイルス感染したイチゴが多く、感染株率46.7% (重複感染株率26.7%) の圃場および20% (10%) の圃場がみられた。また、重要媒介虫である *C. fragaefolii* の発生も多かった。

8. ランナーが伸長してくると親株の寒冷紗被覆が困難になるが、ウイルス感染が多いイチゴ苗増殖期に親株を寒冷紗 (クレモナ白1000番) 被覆した場合無被覆に比べて感染が約50%減少し、実用上有効であった。

9. イチゴに最も感染が多い mottle virus は *C. fragaefolii* の30分吸汁で獲得され、10分吸汁で伝搬されたが、30分以上の吸汁でより高率に伝搬された。

10. スミサイジン+マラソン水和剤散布後3時間目にウイルス保毒 *C. fragaefolii* を接種したところ、アブラムシは10分頃から苦悶するものがあり、着生後30分には死虫率 (含落下虫) 96.7% と高い殺虫効果が認められ、mottle virus の感染防止効果が高かった。本剤散布後3日目でもアブラムシを30分間着生させると73.7% の死虫率 (含落下虫) となり、1時間着生させると死虫率 (含落下虫) 89.1% と高い殺虫効果が認められた。しかし、DDVP 乳剤およびアセフェート水和剤散布では着生後1時間でもすべてのアブラムシが生存しており、感染防止効果は認められなかった。

本研究を行うに当たり、滋賀県立短期大学近藤章教授には *F. vesca* の分譲および検定方法の御指導を賜わり、当試験場堀川健三氏ならびに奥田キヨエ氏には終始検定

植物の育成、接木検定に御協力いただいた。また、当試験場藤本幸平場長をはじめ本研究関係各位ならびに園芸農産課、農政課、各農業改良普及所、県イチゴ優良親苗増殖協議会等の各位には終止御援助を賜わった。これらの方々に深謝の意を表する。

引用文献

1. 阿部定夫・山川邦夫 1958. 本邦のイチゴ生産地におけるウイルス感染について、昭和33年度秋季園芸学会発表要旨 32.
2. BECKER, R. F., and A. E. RICH 1956. Increased runner production and fruit yield of virus-free strawberry plants over commercial stocks in New Hampshire. *Plant Disease Repr.* 40: 947 - 951.
3. BREAKEY, E. P., and L. CAMPBELL 1951. Suppression of strawberry yellows by controlling the aphid vector, *Capitophorus fragaefolii* (Ckll.) *Plant Disease Repr.* 35: 63 - 69.
4. BRINGHURST, R. S., and V. Voth 1956. Strawberry virus transmission by grafting excised leaves. *Plant Disease Repr.* 40: 596 - 600.
5. CRAIG, D. L. 1957. A two-year comparison of virus-free and commonstock strawberry plants. *Plant Disease Repr.* 41: 79 - 82.
6. FLUITER, H. J. de 1957. Aardbeiknotschaarluis en virus-verspreiding. *Rev. Appl. Mycol.* 36: 600
7. FRAZIER, N. W. (ed.) 1970. *Virus diseases of small fruits and grapevines*, Univ. of Calif. Div. Agric. Sci., Berkeley, Calif. pp.1-23.
8. ——— 1974. Detection of graft-transmissible diseases in strawberry by a modified leaf grafting technique. *Plant Disease Repr.* 58: 203 - 207.
9. FREEMAN, J. A., and C. M. FRANCES 1962. Influences of latent viruses on vigor, yield, and quality of British Sovereign strawberries. *Canadian Jour. Plant Sci.* 42: 602 - 610.
10. 後藤忠則・根本正康 1970. イチゴのウイルス病に関する研究 北海道におけるイチゴの退化現象について 北海道農試研報 109: 97 - 105
11. HARRIS, R. V. 1932. Grafting as a method for investigating a possible virus diseases of strawberry. *Jour. Pom. Hort. Sci.* 10: 35 - 41.
12. HORNE, W. T. 1922. *Strawberry troubles*. California

- Agr. Exp. Sta. Rept. 1921 - 1922: 122 - 123.
13. 近藤 章 1964. 草イチゴウイルスに関する研究. 検定植物の病徴による類別 日植病報 29 : 81.
 14. ——— 1966. イチゴウイルスに関する研究. mottle virus について. 日植病報 32 : 327.
 15. LAWRENCE, F. J., and P. W. MILLER 1968. Effect of virus infection on the strawberry cultivar Northwest. Plant Disease Repr. 52: 811 - 813.
 16. MCGREW, J. R., 1959. Strawberry diseases. U.S.A. Farm. Bull. 2140: 2 - 5.
 17. ———, and D. H. SCOTT 1959. Effect of two virus complexes on the responses of two strawberry varieties. Plant Disease Repr. 43: 385 - 389.
 18. MELLOR, F. C., and A. R. FORBES 1960. Studies of virus diseases of strawberry in British Columbia II. Transmission of strawberry viruses by aphids. Can. Jour. Bot. 38: 343 - 352.
 19. 西 貞夫 1957. アメリカにおけるイチゴ・ウイルスの現状と対策. 農及園 32 : 1301-1304, 1435-1440.
 20. PLAKIDAS, A. G. 1926. Strawberry "Yellows" a degeneration disease of the strawberry. Phytopath. 16: 423 - 426.
 21. POSNETTE, A. F., and R. CROPLEY 1954. Field studies on virus diseases of strawberries. II. Seasonal periods of virus spread. Ann. Rept. E. Mall. Res. Sta. 1953: 154 - 157.
 22. SHANKS, C. H., Jr. 1965. Seasonal populations of the strawberry aphid and transmission of strawberry viruses in the field in relation to virus control in Western Washington. Jour. Econ. Ent. 58: 316 - 322.
 23. 高井隆次 1964. イチゴウイルス病 (1), (2). 農及園 39 : 1501 - 1504, 1646 - 1651.
 24. ——— 1966. わが国におけるイチゴウイルス病に関する研究. 園芸試験場報告 C(8) : 59 - 105.
 25. 吉野正義・橋本光司 1975. 埼玉県におけるアブラムシ伝搬性イチゴウイルス病の発生実態ならびに生長点組織培養法による無病苗の育成 埼玉園試研報 5 : 46 - 61.

Summary

This paper deals with the results of field observations and experiments on the occurrence of strawberry virus diseases and these vector aphids, and with those of some trials to prevent the diseases. The present study was carried out in Nara Prefecture during the period of 1972-1979.

Strawberry virus diseases began to have an adverse effect on the vigor and yield of the plants, Hokowase variety, in about 1972. 86 per cent of plants of Hokowase variety collected at random in the field turned out to be infected with strawberry viruses and mostly with two or more virus complexes in 1974-1975. The causal viruses were mostly identified as strawberry mottle virus (SMoV), and the others as strawberry veinbanding virus, strawberry mild yellow edge virus and strawberry crinkle virus in excised leaf grafting method.

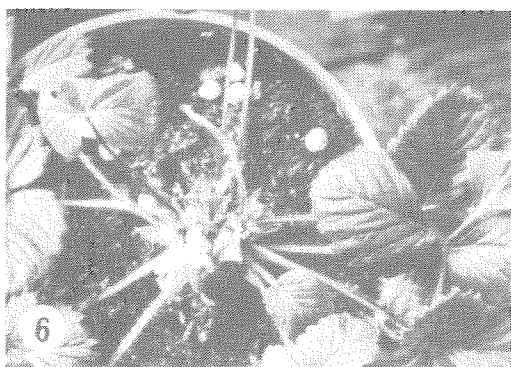
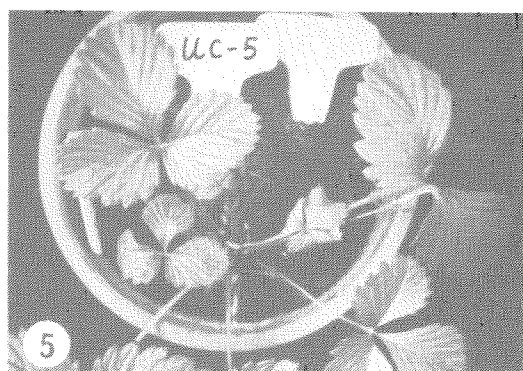
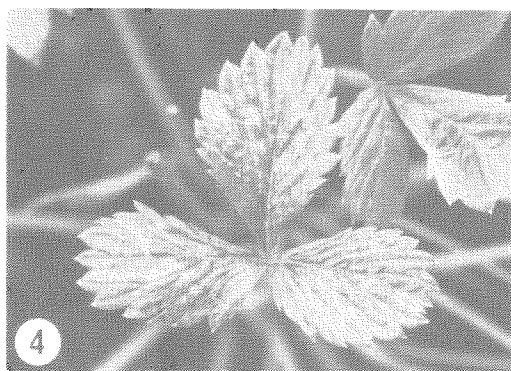
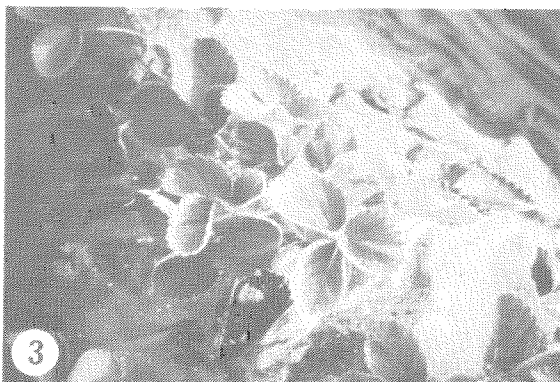
Virus-free stocks of Hokowase variety were collected in excised leaf grafting method from the strawberry plants in the field and obtained in meristem-tip cultural method during the period of 1975-1978. The virus-free stocks were more vigorous than the virus-infected ones, and their yield increased by 21-35 per cent compared with virus-infected stocks showing mild symptoms, and by 45-59 per cent compared with those which showed severe symptoms.

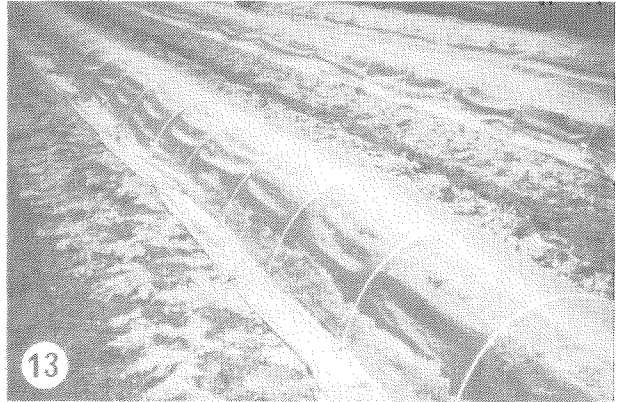
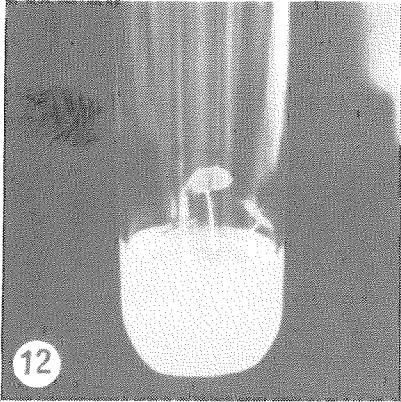
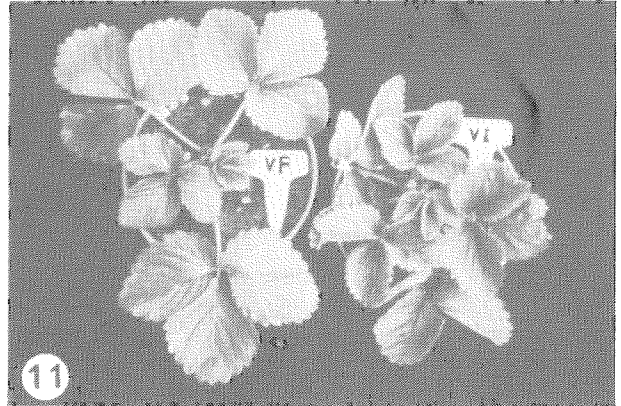
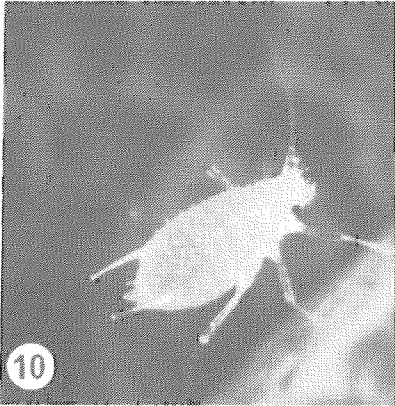
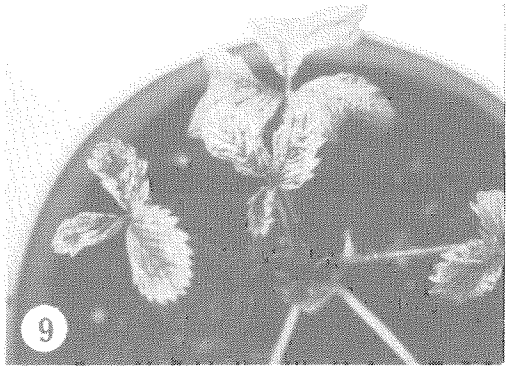
It was recognized that when virus-free stocks were cultivated for a year, their re-infection was 43 per cent in 1977, 33 per cent in 1978 and 24 per cent in 1979, and that most of re-infected viruses were SMoV.

For the purpose of determining the relation of aphids to the spread of strawberry viruses, each of 40 potted indicator plants, *Fragaria vesca* (uc-5), was exposed in the field one after another about 10 days' interval, and the experiment was thus continued from April till October.

Virus infection of the indicator plants was found during early April—middle July and the maximum infection during early May—early June. The detected viruses were mostly infected with SMoV. Aphids of strawberry virus vector found on the indicator plants were *Chaetosiphon fragaefolii*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* and *Acyrtosiphon solani*. The peak of *C. fragaefolii* population was found during early May—early June and it coincided with the period of maximum virus infection. Therefore, it was found highly effective against virus infection that mother plants were covered with Kuremona White No. 1000 (about 23 meshes) cheesecloth during the period of runner plant production.

For the purpose of obtaining information on the insecticidal control of non-persistent aphid borne virus, SMoV, potted indicator plants, *F. vesca* (uc-5), were inoculated with 10 viruliferous aphids, *C. fragaefolii*, at 3 hours after three kinds of insecticide were respectively sprayed. Application of Fenvalerate (10%) + Malathion (30%) was found to agonize them at about 5 minutes after inoculation and controlled 97 per cent of them at 30 minutes after the inoculation, and as a result of controlling the insect vector rapidly, the application was found highly effective against SMoV. But the application of DDVP (50%) or Acephate (50%) was not effective at all against aphids till an hour went by the inoculation, and consequently not effective against SMoV, either.





図版説明

1. ウイルスの重複感染により著しく草勢が減退し、早期に下葉の紅葉および枯死がみられた「宝交早生」栽培圃場
2. ウイルス病により株がわい化して葉柄が短かく、葉がねじれている「宝交早生」
3. ウイルス病により株がわい化して葉がカップ状になっている「宝交早生」
4. *F. vesca* (uc-5) における mottle virus の黄白色まだら斑紋症状
5. *F. vesca* (uc-5) における veinbanding virus の小葉の後方反転症状
6. *F. vesca* (uc-5) における mottle virus と veinbanding virus との重複感染による激しいわい化症状
7. *F. vesca* (uc-4) における mild yellow edge virus

の中葉の枯死症状

8. *F. vesca* (uc-5) における mottle virus と mild yellow edge virus との重複感染による株のわい化と葉縁の黄化
9. *F. vesca* (uc-5) における mottle virus と crinkle virus との重複感染による株のわい化と葉の退色(えそ) 斑点をともなうねじれ症状
10. イチゴウイルスの媒介虫で最も重要である *C. fragaefolii* (体は淡黄色で体長1.2~1.3mm, 体毛は釘状で腹部背面に2対有するのが特徴的である)
11. mottle virus と mild yellow edge virus との重複感染による「宝交早生」の生育抑制
VI: 罹病株, VF: ウイルスフリー株
12. 生長点組織培養したイチゴ
13. 現地圃場での寒冷紗被覆によるイチゴ苗の増殖