

鹿児島県の熱帯・亜熱帯性植物に見出された二本鎖 RNA

荒井 啓・賀来 望江・岩井 久・野口 勝三*

(植物保護学講座)

平成6年8月10日 受理

Double-stranded RNA Associated with Tropical and Subtropical Plants in Kagoshima Prefecture

Kei ARAI, Nozoe KAKU, Hisashi IWAI and Katsuzo NOGUCHI

(Laboratory of Plant Pathology and Entomology)

緒 言

近年、農林産物の海外からの輸入は増加の一途をたどり、消費者のニーズは多様化している。特に、熱帯・亜熱帯性果樹の需要は顕著で、わが国でも一部の地域で、その気候特性を利用して熱帯・亜熱帯性果樹を導入し、生産を開始したり、試験栽培を試みているものが多い。鹿児島県でも、奄美群島、種子島、屋久島や本土の南部地域ではパパイヤ、バナナ、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴーなどが栽培され、その栽培面積も増加しつつあるが、多くの病気が発生し問題になっている^{25,26,27,36}。

とりわけウイルス病は防除が困難なことから、一度発生すると植えかえざるを得ない。果樹等の永年性植物は、栄養体による繁殖・普及が主体をなしている。このような場合、親株がウイルスに感染していないことが望まれる。

植物ウイルスの簡易検定法として、抗血清が最もよく利用されているが、未知のウイルスに対しては効果がない。未知のウイルスに対しては、接種試験による生物検定、電子顕微鏡による粒子検定、電気泳動による核酸検定が挙げられよう。そのうちでも、核酸検定は近年多くの植物や菌類で利用され成果が認められている。特に、生材料から直接、二本鎖 RNA (dsRNA) を抽出する方法は効果的である⁶⁾。植物ウイルスの大部分はプラスの一本鎖 RNA (+

ssRNA) か dsRNA をゲノムに持っている。+ssRNA はその複製過程で dsRNA の形態をとることから、dsRNA を検出することによってウイルス感染を推定することが可能となる。

本実験は、今後、栽培の普及が予想される熱帯・亜熱帯性果樹を中心に dsRNA の検出を試み、いくつかの植物で dsRNA が検出された結果をとりまとめたものである。

材 料 と 方 法

供試植物

実験に用いた植物は Table 1 に示すとおりで、21科38種 (119植物) を用いた。材料は、主として名瀬市の鹿児島県農業試験場大島支場、指宿市の鹿児島大学農学部付属農場指宿植物試験場、鹿児島市の鹿児島大学農学部付属農場唐湊果樹園で試験的に栽培されていたものおよび奄美大島の各地で栽培されていたものである。各植物の若葉を採集し、-35℃のフリーザーに保存し、適宜実験に供した。

なお、植物の和名は文献^{8,24)}にしたがった。

DsRNA の抽出方法

凍結保存しておいた葉組織 2 g に液体窒素を加え、乳鉢と乳棒で磨砕し、Ververde らの方法³²⁾に従って抽出した。

電気泳動

5% ポリアクリルアミドゲル (90×75×1 mm³) を用い、85V、4時間泳動後、0.5% エチジウムブロミドで染色し、写真撮影した。抽出試料の分子量は、イネ萎縮ウイルスのゲノム dsRNA をマーカーに用い、算出した。

本論文の一部は第57回(平成4年2月)九州病害虫研究会において発表した。

*基礎生物学研究所, 愛知県岡崎市明大寺町西郷中38

National Institute for Basic Biology, 38 Saigo-naka Myodaijicho, Okazaki, Aichi 444

Table 1. Family, name, locality and use of plants tested.

Family	Japanese and Scientific names	Locality* ¹	Use* ²
Moraceae	Pannoki (<i>Artocarpus altilis</i> Fosb.)	N	P
	Paramitu (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.)	N	F
	Gajumaru (<i>Ficus retusa</i> L.)	N, I	O
	Benjamingomu (<i>Ficus benjamina</i> L.)	I	O
	Kuwa (<i>Morus bombycis</i> Koidz.)	K	O
Proteaceae	Makadamia (<i>Macadamia ternifolia</i> F.W.Muell.)	N	F
Annonaceae	Banreishi (<i>Annona squamosa</i> L.)	N, K	F
	Cherimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	N, I	F
	Yamatogebanreishi (<i>Annona montana</i> Macf.)	N	F
	Sonkoya (<i>Annona purpurea</i> Moc. et Sesse)	N	F
Lauraceae	Abokado (<i>Persea americana</i> Mill.)	I, K	F
Dilleniaceae	Biwamodoki (<i>Dillenia indica</i> L.)	K	F
Actinidiaceae	Kiwui (<i>Actinidia chinensis</i> Planch.)	I	F
Rosaceae	Taiwanume (<i>Prunus mume</i> Sieb. et Zucc.)	N	F
Leguminosae	Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.)	K	P
Oxalidaceae	Gorensi (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	N, I	F
Rutaceae	Wanpi (<i>Clausena lansium</i> Skeels)	N	F
Malpighiaceae	Aserora (<i>Malpighia emerginata</i> DC.)	N, I, K	F
Anacardiaceae	Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	N, I	F
	Bananamango (<i>Mangifera indica</i> L.)	I	F
Sapindaceae	Ryugan (<i>Euphoria longana</i> Steud.)	N	F
	Reishi (<i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	N, I, K	F
	Banryugan (<i>Pometia pinnata</i> Forst.)	I	F
Bombacaceae	Kaiennatto (<i>Pachira macrocarpa</i> Schlecht.)	N, I	P
Sterculiaceae	Pinpon (<i>Sterculia nobilis</i> R.Br.)	N, I	P
Passifloraceae	Passyonfurutu (<i>Passiflora edulis</i> Sims x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.)	N	F
Myrtaceae	Gurumichama (<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.)	K	F
	Oohutomomo (<i>Eugenia samarangense</i> Merr. et Perry)	N, K	F
	Pitanga (<i>Eugenia michelii</i> Lam.)	N, K	F
	Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i> Berg.)	N, K	F
	Jabochikaba (<i>Myrciaria cauliflora</i> Berg.)	N	F
	Terihabanjira (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine)	N, K	F
	Guaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	N, I, K	F
	Sapotaceae	Sapojira (<i>Manilkara zapota</i> (L.) Royen)	N, I, K
	Kudamonotamago (<i>Pouteria campechiana</i> Banheni)	N, I, K	F
Ebrenaceae	Burakkusapote (<i>Diospyros ebenaster</i> Retz.)	N	F
Rubiaceae	Arabiakohi (<i>Coffea arabica</i> L.)	N, I	P
Solanaceae	Pepino (<i>Solanum muricatum</i> Ait.)	I	F

*¹ N : Naze-shi; Kagoshima Agricultural Experiment Station, Ohshima Branch

I : Ibusuki-shi; Ibusuki Experimental Botanic Garden, Faculty of Agriculture, Kagoshima University

K : Kagoshima-shi; Toso Orchard, Faculty of Agriculture, Kagoshima University

*² F : To eat fresh fruit

P : To eat fruit processed

O : Other use

結 果

実験に用いた植物のうち、14科20種 (50植物体) で dsRNA が検出された (Table 2). Table 2 に示した葉の症状はいずれもウイルス感染によって現れる症状に似たものである。DsRNA が検出された植物のなかにはウイルス性症状を示したものが多かったが、ウイルス性症状を示していなかったものにも比較的多く認められた。逆に、ウイルス性症状を示

していたものでも dsRNA が検出されなかったものが 4 種類に認められた。供試本数は少なかったが、ガジュマル、アボガド、レイシ、フェイジョア、パッションフルーツでは dsRNA の検出頻度が高く、アセロラ、マンゴー、カイエンナットでは植物体によってばらつきがあった。

検出された dsRNA の数および分子量は植物の種類によって一定せず多様であった。Fig. 1 に示した結果を Table 3 にまとめた。若干の特徴を述べると

Table 2. The detection of dsRNA and leaf symptom.

Plant name and code* ¹	Presence of dsRNA* ²	Leaf symptom* ³	Plant name and code* ¹	Presence of dsRNA* ²	Leaf symptom* ³
Pannoki N	+	—	Wanpi N	+	M, R, VC
Paramitu N	—	—	Aserora N-1	—	R
Gajumaru N	+	—	〃 N-2	—	C
〃 I-1	+	C	〃 N-3	—	C
〃 I-2	+	C	〃 N-4	—	CS
〃 I-3	+	C	〃 N-5	—	VC
〃 I-4	+	C	〃 I-1	—	—
〃 I-5	+	C	〃 I-2	—	—
〃 I-6	+	C	〃 I-3	+	—
Benjamin I	+	C	〃 I-4	+	—
Kuwa K	+	—	〃 K-1	+	—
Makadamia N	+	Mal	〃 K-2	+	—
Banreishi N-1	—	—	Mango N	—	—
〃 N-2	—	—	〃 I-1	—	—
〃 K	+	—	〃 I-2	—	—
Cherimoya N	—	—	〃 I-3	—	—
〃 I	+	—	〃 I-4	—	—
Yamatogebanreishi N	±	—	〃 I-11	+	CS
Sonkoya N	±	—	〃 I-12	+	CS
Abokado I-1	+	VC	〃 I-13	+	CS
〃 I-2	+	VC	〃 I-14	+	CS
〃 K	+	—	〃 I-15	—	CS
Biwamodoki K	—	—	〃 I-16	+	CS
Kiwui I	—	—	〃 I-21	—	—
Taiwanume N	—	—	〃 I-22	—	—
Tamarindo K	—	—	〃 I-23	—	—
Gorenshi N-1	—	—	〃 I-24	—	—
〃 N-2	—	—	〃 I-25	—	—
〃 I-1	—	CS	〃 I-26	—	—
〃 I-2	—	CS	〃 I-31	—	—
〃 I-3	—	—	〃 I-32	—	—
〃 I-4	—	—	〃 I-33	—	—
〃 I-5	—	—	〃 I-34	—	—

(continued)

Table 2. (continued)

Plant name and code *1	Presence of dsRNA *2	Leaf symptom *3	Plant name and code *1	Presence of dsRNA *2	Leaf symptom *3
Bananamango I	+	—	Feijoa N-1	+	CS
Ryugan N-1	+	R	〃 N-2	+	Mo
〃 N-2	+	R	〃 K-1	+	—
Reishi N	—	R	〃 K-2	+	—
〃 I-1	+	—	Jabochikaba N	—	CS
〃 I-2	+	—	Terihabanjiro N-1	—	—
〃 I-3	+	—	〃 N-2	—	—
〃 I-4	+	—	〃 K	—	—
〃 I-5	+	—	Guaba I-1	—	—
〃 K	+	—	〃 I-2	—	—
Banryugan I	—	—	〃 I-3	—	—
Kaiennatto N-1	+	—	〃 I-4	—	—
〃 N-2	—	—	〃 I-5	—	—
〃 N-3	—	—	〃 I-6	—	—
〃 I	+	—	Guaba K-1	+	—
Pinpon N-1	—	—	〃 K-2	—	—
〃 N-2	—	—	〃 N	—	—
〃 I	—	R	Sapojira N	—	—
Passyonfurutu N-1	+	Mo	〃 I	—	—
〃 N-2	+	—	〃 K	—	—
〃 N-3	+	—	Kudamonotamago N	+	R
〃 N-4	+	—	〃 I	+	—
Gurumichama K	+	—	〃 K	+	—
Oohutomomo N	—	—	Burakkusapote N	+	—
〃 K-1	—	—	Arabiakohi N	—	—
〃 K-2	—	—	〃 I	+	—
			Pepino I	—	—

*1 N : Collected from Naze-shi

I : Collected from Ibusuki-shi

K : Collected from Kagoshima-shi

*2 + : DsRNA was detected, — : DsRNA was not detected, ± : DsRNA was unclear.

*3 C : Chrolosis, Mal : Malformation, VC : Vein clearing, CS : Chrolotic spot, M : Mottle, R : Rugose, Mo : Mosaic, — : Symptomless

以下のようになる。DsRNA が最も多く検出された植物はアラビアコーヒーで11本、ついでバンレイシで10本、ベンジャミンゴムで7本であった。6本認められたのはチャリモヤ、パンノキ、アボガドで、5本認められたのはレイシであった。大部分の植物では1-2本のdsRNAが検出された。検出されたdsRNAのうち、分子量が測定できたなかで、最も高いものはアボカドの4.6 ($\times 10^6$ daltons) で、低いものはバンレイシの0.08であった。ガジュマル、

アボカド、クダモノタマゴで検出されたdsRNAは採集地が異なったにもかかわらず同様な性状であった。また、マンゴー、アセロラおよびカイエンナットでは、検出されたdsRNAはいずれも一種類で、分子量もほぼ等しかった。

フェイジョア、リュウガン、ブラックサポテ、レイシ、マカダミア、カイエンナットではマーカー分子量よりかなり大きなdsRNA (L) が検出された。これらの分子量は測定しなかった。又、パッション

Table 3. The properties of dsRNA isolated

Number of plant name code	Number of dsRNA	Molecular weight of dsRNA (x10 ⁶ daltons)
1 * Feijoa N-1,2	1	L, not measured
2 Feijoa K-1,2	2	0.93, 0.85
3 Guaba K-1	2	3.69, 2.21
4 Kuwa K	1	3.96
5 Gurumichama K	1	2.86
6 Banreishi K	10	3.11, 1.19, 1.57, 1.23, 1.0, 0.80, 0.54, 0.30, 0.18, 0.08
7 Ryugan N-1,2	1	L, not measured
8 Burakkusapote N	1	L, not measured
9 Reishi I-1,2,3	2	L, 3.75, 2.92
10 Reishi I-4	5	3.75, 3.21, 2.21, 1.69, 0.88
11 Reishi K	5	3.99, 3.24, 2.58, 2.16, 1.14
12 Bananamango I	1	2.55
13 Arabiakohi I	11	3.56, 3.21, 2.43, 2.28, 1.69, 1.52, 0.92, 0.85, 0.51, 0.13, 0.11
14 Cherimoya I	6	3.21, 1.16, 1.33, 1.14, 0.60, 0.19
15 Mango I-11-14,16	1	3.1
16 Gajumaru N, I-1-6	4	3.8, 3.0, 2.2, 2.0
17 Makadamia N	2	L, not measured
18 Wanpi N	2	1.1, 0.86
19 Kudamonotamago I	3	0.97, 0.92, 0.86
20 Pannoki N	6	3.8, 3.3, 0.75, 0.66, 0.27, 0.12
21 Abokado I-1,2,K	6	4.6, 4.1, 2.3, 2.2, 2.0, 0.29
22 Passyonfurutu N-1,2	3	4.2, 3.2, Not measured
23 Passyonfurutu N-3	2	3.2, not measured
24 Passyonfurutu N-4	2	3.6, 2.9
25 Aserora I-3,4,K-1,2	1	3.05
26 Kaiennatto N-1,I	1	L, 3.1
27 Gorenschi I-3	3	3.35, 0.28, 0.25
28 Benjamingomu I	7	4.04, 3.20, 2.33, 0.64, 0.39, 0.31, 0.23

* This number agrees with the lane number of Fig. 1.

フルーツの一部ではバンドが均一に現れず、分子量を測定できないものがあった。

考 察

本実験の結果、供試材料でなんらかの dsRNA が検出されたのは50植物 (42%) であった。このうちウイルス性症状を示し dsRNA が検出されたものが22植物で、ウイルス性症状を示さないで dsRNA が検出されたものが28植物存在した。DsRNA の検出結果とウイルス性症状の有無とは特に高い相関は認められなかった。その理由としては以下のことが考えられる。①、一般に、樹木に感染しているウイル

スは植物体の部位や季節によって、その濃度に差があることはよく知られている。②、供試材料の症状は、必ずしもウイルス感染によるものとは限らず、栽培環境や他の病原によって起こることもあり得る。③、少数ではあるが、dsRNA を形成しないウイルス (例えば、マイナス鎖 ssRNA をゲノムにもつウイルス、DNA ウイルス) が感染している場合。④、dsRNA が存在しても、特殊な植物成分が関与し、抽出を困難にしている場合。また、ウイルス性症状の認められなかった植物で dsRNA が検出されたことについては2つのことが考えられる。1つは、ウイルス以外の植物由来の dsRNA (細胞性 dsRNA)

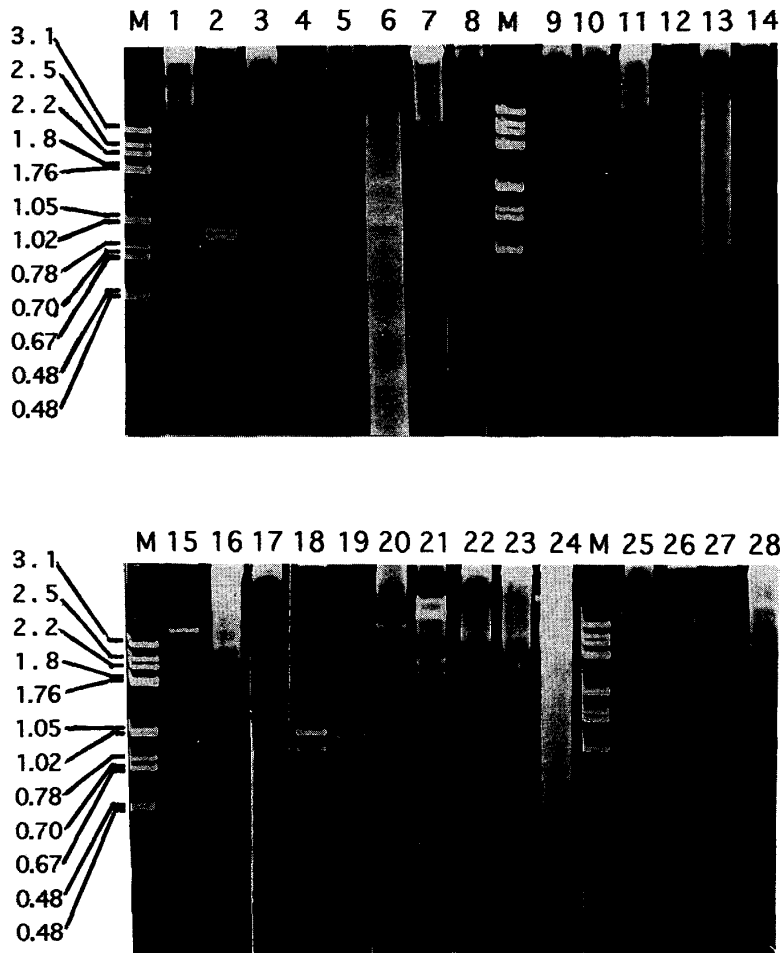


Fig. 1 Electrophoresis of dsRNA preparations from various sources.

Approximate molecular weights ($\times 10^6$ daltons) are indicated on the left. Lanes Ms are marker dsRNAs from rice dwarf virus genomic dsRNAs. Source materials of lane 1 to 28 agree with the plant code number of Table 3.

が存在していたこと。もちろんこの場合はウイルス性症状を示していた植物で dsRNA が検出された場合にも当てはまる。2つは、ウイルスが感染しているにもかかわらず病徴を示さなかったこと。いわゆる潜在ウイルスあるいは弱毒ウイルスの感染がこれに相当する。

本実験で dsRNA が検出されなかった植物に全く dsRNA が存在していないということは断定できないが、dsRNA が検出された植物にはウイルス性あるいは細胞性のものが存在していたと考えられる。細胞性 dsRNA は、近年、イネ^{10,35)}、オオムギ³⁹⁾、トウモロコシ²⁹⁾、インゲン^{33,34)}、ソラマメ¹¹⁾などで報告されており、それらはいずれも 10 kb 以上の大きなものである。これらの一部のものについては

雄性不稔との関連が考えられている¹⁷⁾が、否定された報告¹⁹⁾もあり、その意義については不明の点が多い。また、5 kb 前後の dsRNA が、アルファルファ²²⁾、ニンジン²³⁾などの植物から検出されている。これらの dsRNA は、不安定なウイルス様粒子を形成していると考えられている。さらに、dsRNA をゲノムに持つウイルスは、高等植物では本実験で分子量マーカーとして用いたイネ萎縮ウイルス (RDV) が含まれる Phytoreoviruses のほか Cryptoviruses がよく知られている^{2,28)}。また、藻類や菌類ウイルスの多くは dsRNA をゲノムとしている。菌類ウイルスの一部では 10 kb 以上の dsRNA が認められているが、植物ウイルスではほとんどが 5 kb 以下であり、Cryptoviruses では 2.5 kb より

小さなものが数本に分節している^{2,13)}。

一方、植物ウイルスの90%以上を占めると考えられている + ssRNA をゲノムに持つウイルスでは、RNA の大きさは多岐にわたっている。比較的大きなものでは、Closteroviruses に属する Tristeza virus の RNA は、その完全複製型の分子量は 13.3×10^6 daltons) と報告されており⁷⁾、これを 1 塩基対の分子量を約 600 daltons として換算すると約 22 kb となる。

本実験で検出された dsRNA の大きさは、測定できた分子量で最も大きなものはアボカドの 4.6 であった。本実験で分子量マーカーとして用いた RDV は 12 の分節ゲノムを持ち、最も大きいものは 3.1 で小さいものは 0.48 である²⁸⁾。相対移動度による試料の分子量は、この範囲ではかなり正確に算出できるが、その範囲外では、正確な値を算出するのは困難で、得られた dsRNA のサイズはこの点を考慮に入れる必要があろう。また、本実験で検出された dsRNA の数は植物によって異なり、1 本から多いものでは 11 本検出された。植物ウイルスには単一ゲノムを持つものと、複数の分節ゲノムを持つものが知られている。また、+ ssRNA ウイルスは複製過程で完全複製型の外に複製中間型としてさまざまな分子量サイズの dsRNA が検出される場合がある。DsRNA のバンドの数が複数認められたものの中にはこれらを反映しているものがあると考えられる。

本実験で用いた植物のうちいくつかの植物で、すでにウイルスが報告されているものがある。たとえば、パッションフルーツやトケイソウでは、Cucumber mosaic virus (CMV)³⁷⁾、Passiflora latent virus¹⁴⁾、Passionfruit woodiness virus^{4,18,20,27)}、Passionfruit yellow mosaic virus⁵⁾、Tobacco mosaic virus (TMV)²¹⁾、Tomato ringspot virus (TRV)¹⁶⁾、クワでは、Mulberry ringspot virus¹²⁾、Mulberry latent virus³¹⁾、アボカドでは、TMV¹⁾、アラビアコーヒーでは、Coffee ringspot virus³⁾ などである。これらのうち、ゲノム RNA の性状が調べられているものは、CMV (1.27, 1.13, 0.82)⁹⁾、TMV (2.0)³⁸⁾、TRV (2.8, 2.4)³⁰⁾ だけで、他のウイルスについては不明である。また、アボカドでは、3 種のウイルス性 dsRNA (#1; 6.0-6.5, #2; 3.0, #3; 2.0, 1.9, 1.7) の存在が示唆されている¹⁵⁾。これら既知のウイルス RNA や dsRNA と本実験で得られた dsRNA の性状と似たものは認められたが、完全に一致するものはなかった。

以上のことを考慮に入れて考えると、本実験で検出された dsRNA の大部分はウイルス性のものと考えて差し支えないように思われる。特に、症状の認められなかった植物で dsRNA が検出されたものも比較的多かった。多数のバンドが得られた植物では複数のウイルスが感染している可能性も示唆された。以上の点を含め、今後は、本実験で検出された dsRNA の由来について、個々の植物でウイルスの検定等を行い、さらに確かめる必要がある。また、測定できなかった高分子の dsRNA が細胞性のものかどうかについても、今後検討する必要があると思われる。

本実験の結果より、亜熱帯性植物を導入し、新たに普及栽培する場合には個々の植物のウイルス性症状の有無を確認することが不可欠であると考えられる。また、ウイルス性の症状の認められない植物でも潜在ウイルス感染の可能性が考えられ、dsRNA の検定をすると同時に一定期間隔離栽培し数種検定植物を用いた生物検定を併用することが望ましいと考えられる。

要 約

鹿児島県で栽培あるいは試験栽培されている熱帯・亜熱帯性果樹を中心に 21 科 38 種 119 植物について二本鎖 RNA (dsRNA) を検出することによりウイルス感染の有無を推定した。その結果、14 科 20 種 50 植物から dsRNA が検出された。得られた dsRNA の数や大きさは植物によって異なったが、大部分はウイルス由来の dsRNA である可能性が考えられた。

謝辞 本実験を行うに当たり、供試材料の採集にご協力頂くと同時に本論分の校閲をして頂いた鹿児島大学農学部石畑清武教授に深謝致します。また材料の採集にご協力頂いた同学部串間俊文助手ならびに鹿児島県農業試験場の時任俊廣、牟田辰朗、野島秀伸、鹿児島県庁の熊本修の各氏に感謝致します。

引用文献

- 1) Alper, M., Bar-Joseph, M., Salomon, R. and Loebenstein, G.: Some characteristics of an avocado strain of tobacco mosaic virus. *Phytopathology*, **68**, 15-20 (1978)
- 2) Boccardo, G., Lisa, V., Luisoni, E. and Milne, R. G.: Cryptic plant viruses. *Adv. Virus Res.*, **32**, 171-214 (1987)
- 3) Chagas, C. M., July, J. R. and Alba, A. P. C.: Mechanical transmission and structural features of coffee ringspot virus (CRV). *Phytopath. Z.*, **102**, 100-106 (1981)
- 4) Chagas, C. M., Kitajima, E. W., Lin, M. T., Gama, M. I. C. S. and Yamashiro, T.: A serious disease of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) in Bahia State, caused by isolate of passion fruit woodiness. *Fitopat. Brasil.*

- 6, 259-268 (1981)
- 5) Crestain, O. A., Kitajima, E. W., Lin, M. T. and Marinho, V. L. A. : Passionfruit yellow mosaic virus, a new tymovirus found in Brazil. *Phytopathology*, **76**, 951-955 (1986)
- 6) Dodds, J. A., Morris, T. J. and Jordan, R. L. : Plant viral double-stranded RNA. *Ann. Rev. Phytopath.*, **22**, 151-168 (1984)
- 7) Dodds, J. A. and Bar-Joseph, M. : Double stranded RNA from plants infected with closteroviruses. *Phytopathology*, **73**, 419-423 (1983)
- 8) 園芸学会 : 園芸学用語集, 園芸作物名編, 第1部 果樹名., P. 1-8, 養賢堂, 東京 (1979)
- 9) Francki, R. I. B., Mossop, D. W. and Hatta, T. : Cucumber mosaic virus. *AAB Descriptions of Plant Viruses*, No. 213 (1979)
- 10) Fukuhara, T., Moriyama, H., Pak, J. Y., Hyakutake, H. and Nitta, T. : Enigmatic double-stranded RNA in Japonica rice. *Plant Mol. Biol.*, **21**, 1121-1130 (1993)
- 11) Grill, L. K. and Garger, S. J. : Identification and characterization of double-stranded RNA associated with cytoplasmic male sterility in *Vicia faba*. *Proc. Ntl. Acad. Sci. USA*, **78**, 7043-7046 (1981)
- 12) Hibino, H., Tsuchizaki, T., Usugi, T. and Saito, Y. : Fine structure and developmental process of tubules induced by mulberry ringspot virus and satsuma dwarf virus infections. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.*, **43**, 255-264 (1977)
- 13) 平井篤造・四方英四郎・高橋壮・都丸敬一 : 新編植物ウイルス学, pp.351, 養賢堂, 東京 (1988)
- 14) 井上成信 : 鑑賞用トケイソウのモザイク病株から分離されたウイルスについて. *日植病報*, **42** : 83 (1976)
- 15) Jordan, R. L., Dodds, J. A. and Ohr, H. D. : Evidence for virus-like agent in avocado. *Phytopathology*, **73**, 1130-1135 (1983)
- 16) Koenig, R. and Fribourg, C. E. : Natural occurrence of tomato ringspot virus in *Passiflora edulis* from Peru. *Plant Dis.*, **70**, 244-245 (1986)
- 17) Lefebvre, A., Scalla, R. and Pfeiffer, P. : The double-stranded RNA associated with '447' cytoplasmic male sterility in *Vicia faba* is packaged together with its replicase in cytoplasmic membranous vesicles. *Plant Mol. Biol.*, **14**, 477-490 (1990)
- 18) Lin, N. S., Chen, Y. K., and Hsu, Y. H. : Immunological detection of passionfruit woodiness virus. *Botanical Bull. Acad. Sinica, Taiwan*, **30**, 31-37 (1989)
- 19) Mackenzie, S. A., Pring, D. R. and Bassett, M. J. : Large double-stranded RNA molecules in *Phaseolus vulgaris* L. are not associated with cytoplasmic male sterility. *Theor. Appl. Genet.*, **76**, 59-63 (1988)
- 20) McKnight, T. : The woodiness virus of the passion vine (*Passiflora edulis* Sims). *Qd. J. Agric. Sci.*, **10**, 4-35 (1953)
- 21) Mali, V. R. and Vyanjane, N. T. : Occurrence of tobacco mosaic virus on passion-flower (*Passiflora caerulea*). *Ind. J. Mycology Plant Path.*, **10**, 112-114 (1980)
- 22) Natsuaki, T., Natsuaki, K. T., Okuda, S., Teranaka, M., Milne, R. G., Boccoardo, G. and Luisoni, E. : Relationships between the cryptic and temperate viruses of alfalfa, beet and white clover. *Intervirol.*, **25**, 69-75 (1986)
- 23) Natsuaki, T., Muroi, Y., Okuda, S. and Teranaka, M. : Carrot temperate cryptoviruses and RNA-RNA hybridization among their double-stranded RNA segments. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.*, **56**, 354-358 (1990)
- 24) 熱帯植物研究会 : 熱帯植物要覧, pp.734, 大日本山林会, 東京 (1986)
- 25) 日本植物病理学会 : 日本有用植物病名目録, 第3巻, 果樹. P. 115, 日本植物防疫協会, 東京 (1984)
- 26) 日本植物病理学会 : 日本有用植物病名目録追録, 7-12, 果樹. *日植病報*, 53-58 (1987-1992)
- 27) 大森拓・岩井久・荒井啓 : パッションフルーツから分離された passionfruit woodiness virus (PWV) の1系統について. *日植病報*, **58**, 619 (1992)
- 28) Reddy, D. V. R., Kimura, I. and Black, L. M. : Co-electrophoresis of dsRNA from wound tumor and rice dwarf viruses. *Virology*, **60**, 293-296 (1974)
- 29) Sisco, P.H., Garcia-Arenal, F., Zaitlin, M., Earle, E. D. and Garcen, V. E. : LBN, a male-sterile cytoplasm of maize, contains two double-stranded RNA's. *Plant Sci. Lett.*, **34**, 127-134 (1984)
- 30) Stace-Smith, R. : Tomato ringspot virus. *AAB Descriptions of Plant Viruses*, No. 290 (1984)
- 31) 土崎常男 : クワから分離されたクワ潜在ウイルス. *日植病報*, **42**, 304-309 (1976)
- 32) Valverde, R. A., Nameth, S. T. and Jordan, R. L. : Analysis of double-stranded RNA for plant virus diagnosis. *Plant Dis.*, **74**, 255-258 (1990)
- 33) Wakarchuk, A. D. and Hamilton, R. I. : Cellular double-stranded RNA in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Mol. Biol.*, **5**, 55-63 (1985)
- 34) Wakarchuk, A. D. and Hamilton, R. I. : Partial nucleotide sequence from enigmatic dsRNA in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Mol. Biol.*, **14**, 637-639 (1990)
- 35) Wang, B., Li, Y. N., Zhang, X. W., Hu, L. and Wang, J. Z. : Double-stranded RNA and male sterility in rice. *Theor. Appl. Genet.*, **79**, 556-560 (1990)
- 36) 与那覇哲義 : パパヤのウイルス病. *植物防疫*, **41**, 578-582 (1987)
- 37) Yonaha, T., Tamori, M., Yamanoha, S. and Nakasone, T. : Studies on passion fruit virus disease in Okinawa. 1. Cucumber mosaic virus isolated from diseased *Passiflora edulis* and *Passiflora foetida* plants. *Science Bull. Coll. Agric. Univ. Ryukyu*, **26**, 29-38 (1979)
- 38) Zaitlin, M. and Israel, H. W. : Tobacco mosaic virus (type strain). *AAB Descriptions of Plant Viruses*, No. 151 (1975)
- 39) Zabalgeazcoa, I. A. and Gildow, F. E. : Double-stranded ribonucleic acid in 'Barsoy' barley. *Plant Sci.*, **83**, 187-194 (1992)

Summary

For the purpose of investigating the virus infection the presence of double-stranded (ds) RNAs was examined in the tropical and subtropical fruit - and industrial-trees cultivated in Kagoshima Prefecture normally and tentatively. Detections of dsRNAs were confirmed in 50 plants including 20 species of 14 families out of 119 plants including 38 species of 21 families.

The number and size of the detected dsRNAs were varied in accordance with the variations in the species and plants.

Most dsRNAs were suggested to be viral RNA.