

## 鹿児島県黒島の在来カンキツ

# Local Citrus Grown on Kuroshima Island, Kagoshima Prefecture

YAMAMOTO Masashi\*, TANI Kanami and KOZAI Naoko

*Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-21-24:  
Korimoto, Kagoshima, Kagoshima 890-0065, Japan*

*\*Corresponding author: e-mail: yamasa@agri.kagoshima-u.ac.jp*

山本雅史\*・谷 佳那美・香西直子

鹿児島大学農学部, 890-0065 鹿児島市郡元1-21-24

### Abstract

We identified eight local citrus accessions grown on Kuroshima Island (approx. N 30°, E 129°, 15 km<sup>2</sup>), Kagoshima Prefecture. Cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) analysis and fruit characteristic investigation were combined for their identification. The results were as follows: ‘Kuroshima-mikan’ was Shimamikan (Amami Oshima) (*Citrus* sp.), ‘Kozumikan’ was Shiikuwasha (*C. depressa*), ‘Hachigatsu-mikan’ was Kabuchii (*C. keraji*), ‘Kawabata’ (B) was Kawabata-mikan (*C. aurea*), ‘Kinebu’ was Kunenbo (*C. nobilis*), ‘Yurimikan’ was citron (*C. medica*), and ‘Akamikan’ was pummelo (*C. maxima*). Although ‘Kawabata’ (A) was closely related to the Chinese mandarin *C. sunki*, it was not clear whether they were the same. Although Kuroshima is small, it was identified as an island with various local citrus genetic resources.

**Key words:** CAPS, Citron, DNA, Mandarin, Pummelo, the Ryukyu Islands

## 要 旨

鹿児島県の黒島（約北緯30度，東経129度，15km<sup>2</sup>）の在来カンキツ8系統を同定した。CAPS（cleaved amplified polymorphic sequence）分析と果実特性調査を組み合わせて実施した。結果は以下の通りである。‘黒島ミカン’は奄美大島の‘シママミカン’（*Citrus* sp.），‘コズミカン’はシクワサー（*C. depressa*），‘八月ミカン’はカーブチー（*C. keraji*），‘カワバタ’（B）は川畑ミカン（*C. aurea*），‘キネーブ’はクネンボ（*C. nobilis*），‘ユリミカン’はシトロン（*C. medica*）および‘赤ミカン’はブンタン（*C. maxima*）と考えられた。‘カワバタ’（A）は中国のマンダリンの sunki（*C. sunki*）と近縁であったが，同一か否かは解明できなかった。以上，黒島は小面積であるものの，豊富な在来カンキツ遺伝資源が存在する島であることがわかった。

キーワード：ブンタン，CAPS，DNA，マンダリン，南西諸島，シトロン

## 緒 言

黒島は鹿児島県鹿児島郡三島村に属する約15km<sup>2</sup>の島である。北緯30度，東経129度に位置し（Fig. 1），南西諸島最北となる。黒島の主要な農産物はシイタケやタケノコであるが，栽培規模は小さいものの在来カンキツの‘黒島ミカン’が特産品として有名であり，加工品等も開発されている。

筆者らは‘黒島ミカン’の研究を目的に現地調査を実施したところ，その他にも様々な在来カンキツが栽培されていることを確認した（山本ほか 2021）。しかし，鳥害等で‘黒島ミカン’以外の果実は調査できなかった。

その後，収集した穂木に由来する複製樹を鹿児島大学農学部で栽培したところ，すべてではないものの果実が結実を開始し，その特性の調査が可能となった。既に，‘黒島ミカン’，‘コズミカン’および‘キネーブ’についてはDNA分析と現地における果実特性から，その種類を特定した（YAMAMOTO *et al.* 2021a, b, 2022）。本研究ではそれをさらに発展させ，新たに果実を調査して，前述の3系統も含めた黒島在来カンキツ8系統について，果実特性とDNA分析の結果を組み合わせ，それらの同定を実施した。南西諸島の在来カンキツ研究において果実特性とDNA分析を組み合わせることの有効性は既に報告されている（YAMAMOTO *et al.* 2021a, b）。

DNA分析としてはCAPS（cleaved amplified polymorphic sequence）分析を実施した。CAPS分析は電気泳動で遺伝子型が検出できる簡便な手法であるが，信頼性は極めて高い（KONIECZNY and AUSUBEL 1993）。SHIMADA *et al.*（2014）によってカンキツ用の多数のマーカーが開発され，在来カンキツの類縁関係解明にも利用されている（YAMAMOTO *et al.* 2021a, b, 2022）。

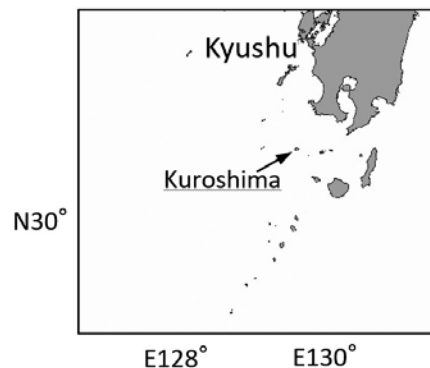


Fig. 1. Location of Kuroshima Island.

本研究において得られた結果は、小面積ながら黒島には多様な在来カンキツが栽培されていることを示すものであり、南西諸島および鹿児島県の在来カンキツの分布についての新知見を含むものであった。ここにその結果を報告する。

## 材料および方法

### 植物材料

黒島の現地調査は2016年2月に実施した（山本ほか 2021）。「カワバタ」は名称が同一でも異なるものが存在するとのことであったので、本研究では「カワバタ」(A) および「カワバタ」(B) とした。穂木を採取してカラタチに接木し、2018年2月に鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園に定植し、一般的な方法で管理した。

### DNA 分析

CAPS 分析においては、定植した黒島の8系統および Table 1 に示した対照48系統を供試した。DNA は ISOPLANT II（ニッポンジーン、東京）を用いて葉から抽

Table 1. Citrus accessions grown on Kuroshima Island and their control used in the DNA analysis.

Accession	Latin name
Local citrus grown on Kuroshima Island	
Kuroshima-mikan	
Kozumikan	
Hachigatsu-mikan	
Kawabata (A)	
Kawabata (B)	
Kinebu	
Yurimikan	
Akamikan	
Control	
Melanesian papeda	<i>Citrus macroptera</i> Montr.
Khasi papeda	<i>C. latipes</i> (Swingle) Tanaka
Swangi	<i>C. hystrix</i> DC.
Citron 'Marubusshukan'	<i>C. medica</i> L.
Mexican lime	<i>C. aurantifolia</i> (Cristm.) Swingle
Lemon 'Eureca'	<i>C. limon</i> (L.) Burm f.
Rangpur	<i>C. limonia</i> Osb.
Meyer lemon	<i>C. meyeri</i> Y. Tanaka
Bergamot	<i>C. bergama</i> Risso et Poit.
Pummelo 'Banpeiyu'	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.
Pummelo 'Mato Anyu'	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.
Pummelo 'Chandler'	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.
Pummelo 'Otachibana'	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.
Hassaku	<i>C. hassaku</i> hort. ex. Tanaka
Nastudadai	<i>C. natsudaidai</i> Hayata

Sour orange	<i>C. aurantium</i> L.
Chinotto	<i>C. myrtifolia</i> Raffin
Rokugatsu mikan	<i>C. rokugatsu</i>
Shiiku	<i>C. sp.</i>
Sweet orange 'Hamlin'	<i>C. sinensis</i> (L.) Osb.
Tankan	<i>C. tankan</i> Hayata
Iyo	<i>C. iyo</i> hort. ex. Tanaka
Hyuganatsu	<i>C. tamurana</i> hort. ex. Tanaka
Kawabata-mikan	<i>C. aurea</i> hort. ex. Tanaka
Hetsuka Daidai	<i>C. sp.</i>
Ichang papeda	<i>C. ichangensis</i> Swingle
Yuzu	<i>C. junos</i> Siebold ex Tanaka
King	<i>C. nobilis</i> Lour.
Kunenbo	<i>C. nobilis</i> Lour.
Satsuma mandarin	<i>C. unshiu</i> Marcow.
Keraji	<i>C. keraji</i> hort. ex. Tanaka
Kabuchii	<i>C. keraji</i> hort. ex. Tanaka
Oto	<i>C. oto</i> hort. ex. Tanaka
Tarogayo	<i>C. tarogayo</i> hort. ex. Tanaka
Ponkan	<i>C. reticulata</i> Blanco
Genshokan	<i>C. genshokan</i> hort. ex. Tanaka
Clementine	<i>C. clementina</i> hort. ex. Tanaka
Tachibana	<i>C. tachibana</i> (Mak.) Tanaka
Kishu mikan	<i>C. kinokuni</i> hort. ex. Tanaka
Shimamikan (Amami Oshima)	<i>C. sp.</i>
Sunki	<i>C. sunki</i> hort. ex. Tanaka
Cleopatra	<i>C. reshni</i> hort. ex. Tanaka
Koji	<i>C. leiocarpa</i> hort. ex. Tanaka
Shiikuwasha 'Ogimi Kuganii'	<i>C. depressa</i> Hayata
Shiikuwasha 'Shiikunin' (Ama)	<i>C. depressa</i> Hayata
Shiikuwasha 'Ishikunibu'	<i>C. depressa</i> Hayata
Shiikuwasha 'Shiikuribu'	<i>C. depressa</i> Hayata
Calamondin	<i>C. madurensis</i> Lour.

---

出した。16種類のマーカー (Table 2) (SHIMADA *et al.* 2014) を用いた。PCR の反応液は 1 点当たり 12.5  $\mu$ L であり、10 ng の DNA、10 pmol の各プライマー、0.2 mM の dNTP、0.5unit の Prime Taq DNA polymerase (GenetBio 社, 韓国)、1/10量の 10 $\times$  Buffer を含んだ。PCR 反応にはサーマルサイクラー Veriti200 (Applied Biosystems, アメリカ) を用い、はじめに 94 $^{\circ}$ C で 3 分間、続いて 94 $^{\circ}$ C の熱変性を 30 秒間、62 $^{\circ}$ C のアニーリングを 30 秒間、72 $^{\circ}$ C の伸長反応を 1 分間の増幅サイクルを 2 回繰り返し、その後アニーリング温度を 60 $^{\circ}$ C、58 $^{\circ}$ C、56 $^{\circ}$ C にして、各アニーリング温度で 2 回繰り返し返した。さらに、94 $^{\circ}$ C の熱変性を 30 秒間、54 $^{\circ}$ C のアニーリングを 30 秒間、72 $^{\circ}$ C の

Table 2. Characteristics of the CAPS markers used in this study and the genotype combinations for the CAPS analysis of citrus accessions grown on Kuroshima Island and their control.

Marker <sup>2</sup> name	Restriction enzyme	Approximate size of polymorphic		Genotype									
				Kuroshima- mikan	Kozumikan and Shiikuribu'	Hachigatsu- mikan and Kabuchii	Kawabata (A) and Sunki	Kawabata (B) and Kawabata- mikan	Kinebu and Kunenbo	Yurimikan and Citron 'Maru- busshukan'	Akamikan and Pummelo 'Otachibana'		
		allele (bp)											
		a	b										
Cp1143	<i>Hha</i> I	800	500	bb	bb	bb	bb	bb	ab	aa	aa		
Gn0029	<i>Hinf</i> I	450	250	bb	bb	bb	bb	ab	ab	aa	bb		
Tf0001	<i>Msp</i> I	650	300	ab	bb	bb	bb	bb	ab	bb	aa		
Tf0042	<i>Hha</i> I	300	200	bb	ab	ab	bb	ab	bb	aa	bb		
Tf0154	<i>Hae</i> III	1100	900	bb	ab	ab	bb	bb	ab	bb	aa		
Tf0168	<i>Rsa</i> I	1200	600	aa	aa	aa	ab	bb	ab	aa	aa		
Tf0235	<i>Hae</i> III	700	450	aa	aa	aa	aa	ab	aa	aa	ab		
Tf0300	<i>Bam</i> HI	700	500	aa	aa	ab	aa	aa	ab	bb	bb		
Tf0315	<i>Hinf</i> I	300	200	bb	bb	bb	bb	bb	bb	aa	aa		
Tf0350	<i>Dra</i> I	900	650	aa	aa	aa	aa	aa	ab	aa	bb		
Tf0364	<i>Hinf</i> I	800	400	bb	ab	ab	bb	ab	bb	aa	aa		
Tf0368	<i>Rsa</i> I	350	250	aa	aa	aa	aa	ab	ab	ab	ab		
Tf0386	<i>Msp</i> I	550	300	aa	aa	aa	aa	ab	aa	bb	bb		
Tf0396	<i>Eco</i> R V	600	300	ab	ab	aa	aa	aa	aa	aa	aa		
Tf0419	<i>Pvu</i> II	700	400	bb	ab	bb	ab	bb	bb	bb	bb		
Tf0420	<i>Hae</i> III	400	200	ab	ab	ab	ab	ab	ab	aa	aa		

<sup>2</sup>SHIMADA *et al.* (2014).

伸長反応を2分間の増幅サイクルを35回繰り返し、最後に72℃を7分間とした。

PCR後のDNA増幅産物を用いて、制限酵素処理を行った。4 µLの増幅産物に1 µLの反応緩衝液、2～3ユニットの制限酵素に滅菌水4.8 µL混合して10 µLとし、10× Buffer 1 µL、各制限酵素を0.2 µL混合し、制限酵素反応液を作製した。制限酵素反応は37℃で4時間以上とした。

制限酵素処理したDNAは、1.5%アガロースゲル電気泳動を実施し、GelRed (Biotium, アメリカ)で染色して出現バンドを確認した。その結果に基づいて、遺伝子型(aa, abまたはbb)を決定した。黒島の在来カンキツと対照系統の遺伝子型を比較することによって、在来カンキツ系統同定の一助とした。

## 果実特性

定植後、2020年度から6系統において果実の結実が認められたので、適宜調査した。カワバタ(B)およびキネーブは樹体成長が芳しくなく、2021年度まで未結実であった。1系統あたり1樹を供試し、成熟に近いと判断した時期に果実を5果採取して、直ちに調査した。系統毎の調査日および調査項目はTable 3の通りであった。八月ミカン以外の5系統では5果の果汁を混合して糖度および滴定酸含量を測定した。八月ミカンでは1果ずつ定量した。また、'赤ミカン'のみは2022年1月24日に自然受粉果5果の種子数を追加調査した。

Table 3. Fruit characteristics of local citrus collected on Kuroshima Island.

	Kuroshimamikan	Kozumikan	Hachigatsumikan	Kawabata (A)	Yurimikan	Akamikan
Date of analysis	Dec. 16, 2021	Dec. 22, 2020	Nov. 26, 2021	Dec. 16, 2021	Feb. 25, 2021	Feb. 25, 2021
Fruit weight (g)	35.1±3.8 <sup>y</sup>	27.0±1.2	49.1±2.3	40.1±2.4	436.5±36.8	487.9±32.1
D/H index <sup>z</sup>	130.0±4.1	133.8±7.9	131.0±2.0	128.4±3.5	73.5±9.2	122.7±1.9
Skin color	Orange	Orange	Yellow	Reddish orange	Orange	Yellow
Fruit surface	Smooth	Slightly smooth	Medium	Smooth	Medium	Smooth
Flavor	Kuroshimamikan	Shiikuwasha	Kabuchii	Unknown	Citron	Pummelo
Puffing	None	Little	Medium	None	None	None
Peeling	Easy	Easy	Easy	Easy	Difficult	Difficult
Granulation	None	None	None	None	None	None
Flesh color	Orange	Orange	Yellowish orange	Deep orange	Yellowish orange	Yellow
No. of segments per fruit	8.6±0.9	8.9±0.3	9.6±0.2	8.3±0.3	10.7±0.9	14.7±0.9
Pulp firmness	Soft	Soft	Soft	Soft	Hard	Medium
Brix	11.7	9.8	10.7±0.2	13.0	12.2	10.1
Titrateable acid content (%)	1.20	2.50	0.98±0.03	2.30	0.18	1.27
Bitterness	None	None	None	None	None	Bitter
Average number of seeds per fruit	10.0±1.6	9.7±1.5	12.2±1.7	3.3±0.9	37.3±12.7	6.0±3.1
Cotyledon color	Pale green, Green	Pale green	Pale green	Pale green, Green	Cream	Cream
Seed embryony	Poly	Poly	Poly	Poly	Mono	Mono

<sup>z</sup> (Diameter/height)×100.

<sup>y</sup> Standard error.

## 結果

### DNA 分析

CAPS 分析の結果、黒島の在来カンキツ 8 系統の遺伝子型はすべて異なった (Table 2)。対照 48 系統ではサワーオレンジ (ダイダイ) とキノット (マートルリーフ) の遺伝子型が 16 種類のマーカーすべてで一致したが、他は相互に区別できた (データ未掲載)。黒島の在来カンキツと対照系統の遺伝子型を比較したところ、'黒島ミカン' は奄美大島の 'シمامikan' (*Citrus* sp.), 'コズミカン' は沖永良部のシクワーサーである 'シークリブ' (*C. depressa*), '八月ミカン' はカープチー (*C. keraji*), 'カワバタ' (A) はスンキ (*C. sunki*), 'カワバタ' (B) は川畑ミカン (*C. aurea*), 'キネーブ' はクネンボ (*C. nobilis*), 'ユリミカン' はシトロンの 'マルブッシュukan' (*C. medica*) および '赤ミカン' はブントンの 'オオタチバナ' (*C. maxima*) と 16 種類の遺伝子型が一致した (Table 2)。

### 果実特性

結実した 6 系統の果実写真を Fig. 2 に、果実調査の結果は Table 3 に示した。'黒島ミカン', 'コズミカン', '八月ミカン' および 'カワバタ' (A) の果実重はい

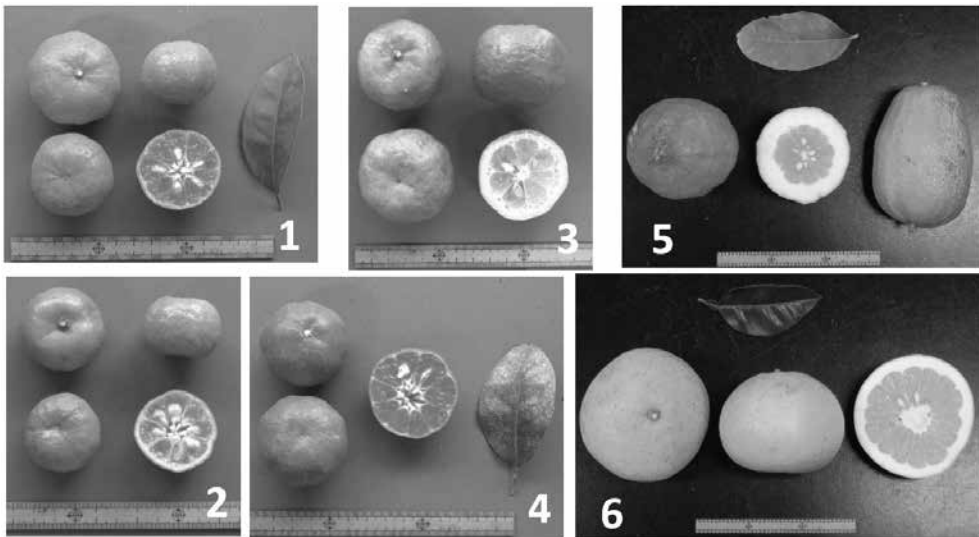


Fig. 2. Photographs of fruit of accessions grown on Kuroshima Island. 1: Kuroshima-mikan, 2: Kozumikan, 3: Hachigatsu-mikan, 4: Kawabata (A), 5: Yurimikan, 6: Akamikan.

ずれも50g以下と小果で、剥皮性に優れ苦みもなく、多胚性であるなど典型的なマンダリンの特性を示した。詳細に観察すると、外観、香りおよび果汁特性のいずれもが‘黒島ミカン’はシマミカン、‘コズミカン’はシクワサー、‘八月ミカン’はカーブチーと同様であった。‘カワバタ’ (A) については、小果で果皮の赤みが強く、比較的高酸で、香りは弱く、やや臭みがあり、南西諸島の在来カンキツでは該当するものがなかった。一方、‘ユリミカン’はシトロンおよび‘赤ミカン’はブンタンと考えられた。‘ユリミカン’の外観および香りは典型的なシトロンであった。単胚性であることもシトロンと同様であった。滴定酸含量が0.18%であり、無酸系統だと考えられた。‘赤ミカン’は果実重が約500gとブンタンとしては小果であったが、その他の果実特性は典型的なブンタンであった。ただし、種子数が少なかった。子細に観察すると、完全種子は少ないものの多数の不完全種子が認められた。そのため、翌年に再度果実を調査したところ、完全種子が $40.8 \pm 0.8$ 個で、不完全種子は少なかった。

### 考 察

本研究においてDNA分析および果実特性の結果を組み合わせた結果、黒島の在来カンキツ系統の同定を進展させることができた。CAPS分析において、対照48系統はサーワーオレンジとキノットが同じ遺伝子型を示したことを除いてすべて区別可能であったことから、その識別能は高いものと考えられた。結果に基づいた各8系統の特徴は以下の通りである。

‘黒島ミカン’は鹿児島県の多くの島嶼でクロシマミカンやシマミカンと呼ばれる在来カンキツであり、これについては既に報告した (YAMAMOTO *et al.* 2021a)。既報 (YAMAMOTO *et al.* 2021a) の現地における栽培樹と本研究で供試した保存樹の果実特性はほぼ同じであった。

CAPS 分析の結果に基づき、‘コズミカン’がシクワサーであることは報告済みである (YAMAMOTO *et al.* 2022)。しかし、その果実特性は本研究で新たに確認できた。小果で果皮が橙色、シクワサーの香りを備え、高酸で、子葉 (胚) 色が緑色で多胚性と、シクワサーの特性を示した。CAPS 分析の遺伝子型だけでなく、果実特性からも ‘コズミカン’ がシクワサーであることが確認できた。既報の通り (YAMAMOTO *et al.* 2022)、知られている限り最北に分布するシクワサー遺伝資源である。

‘八月ミカン’がカーブチーであることは本研究で初めて明らかとなった。CAPS 分析ではカーブチーと区別できず、果実特性もカーブチーと一致した。本種は南西諸島に広く分布している。カーブチーは沖縄県での呼称である。トカラの中之島の ‘シヨウコウ’ が最北に分布するカーブチーと考えられていたが (YAMAMOTO *et al.* 2021b)、本研究の結果、在来カンキツとしてのカーブチーの分布の北限が更新された。また、種子島で ‘バカミカン’ と呼ばれるカンキツも果実特性からカーブチーの可能性もある。このようなことから、カーブチーは南西諸島の北端まで分布しているものと推察できた。これらは、何らかの形で南方から伝播したものと考えられた。

‘カワバタ’ (A) は DNA 分析ではスンキと区別できなかったが、果皮色等、果実特性は鹿児島大学農学部で保存しているスンキとは異なるものと考えられた。本研究で用いた CAPS マーカー 16 種類は品種系統の識別に有効であるが、これですべての品種系統が区別できるものではない。‘カワバタ’ (A) はスンキと極めて近縁なカンキツと考えられるが、スンキではない可能性が強い。スンキは中国に自生するカンキツである (田中 1948)。筆者らの調査において南西諸島では ‘カワバタ’ (A) と類似する在来カンキツは見つかっていない (山本ほか 2006, 2021)。このことから、本系統は中国に由来するカンキツの可能性が強い。さらに多数のマーカーを用いることで、‘カワバタ’ (A) とスンキとの関係が明らかになるものと考えられる。

一方、‘カワバタ’ (B) は川畑ミカンと同一の遺伝子型を示した。このことから、黒島においては ‘カワバタ’ が複数のカンキツの呼称として用いられていることが DNA レベルで確認できた。‘カワバタ’ (B) は果実を確認できなかったが、DNA 分析の結果およびその呼称から川畑ミカンの可能性が強い。川畑ミカンは鹿児島県の加世田原産とされる (田中 1948)。以前は鹿児島県内で広く栽培されていた。何らかの形で鹿児島県本土から黒島に持ち込まれたものと考えられる。‘カワバタ’ (B) については今後、果実特性の調査が必要である。

‘キネーブ’も結実していない。この CAPS 遺伝子型がクネンボと同様であることは、既報 (YAMAMOTO *et al.* 2021b) で報告した。現地調査での聞き取り調査から、形態的特性はクネンボのものであり、DNA 分析の結果と総合してクネンボと考えられる。クネンボはベトナム原産の導入種であるが (田中 1948)、南西諸島では重要な在来カンキツである (山本ほか 2006, 2021)。

‘ユリミカン’は CAPS 遺伝子型がシトロン ‘マルブッシュカン’ と同一で、形態的にも典型的なシトロンであったことから、シトロンと考えて間違いはない。ただし、‘マルブッシュカン’ と同一か否かについては、さらなる研究が必要である。本研究の CAPS 分析において ‘マルブッシュカン’ は他のカンキツと区別できたが、



供試したシトロンが‘マルブッシュカン’のみであり、シトロン内での多様性が未解明のままである。シトロンにも多様性があるので(田中 1946), ‘ユリミカン’の同定には詳細な形態的特性の解明や複数のシトロンの品種系統との比較が必要である。筆者らは南西諸島において約200点の在来カンキツ系統を調査したが(山本ら 2006, 2021), シトロン遺伝資源は確認できなかった。‘ユリミカン’は初めて確認できたシトロンである。シトロンはインド原産で、江戸時代の文献に記載されており(田中 1946), 古くから日本に伝播したが、寒さに弱いため(山本ほか 2017), 日本の多くの地域では露地栽培は困難である。しかし、冬季温暖な南西諸島では越冬も可能である。そのため、黒島では‘ユリミカン’の栽培が続けられていたと考えられる。ただし、黒島は南西諸島の北端に位置し、黒島よりも冬季の気温が高い奄美群島や沖縄諸島、先島諸島ではシトロンが確認されていない。現地調査において、黒島では‘ユリミカン’の果実を正月に飾ることがあることを確認した。‘ユリミカン’が現在まで残っていたのは自然的要因だけでなく、社会的・文化的要因に拠るのかもしれない。

‘赤ミカン’はCAPS 遺伝子型がブンタン ‘オオタチバナ’ と同一で、やや小果であるものの形態的にも典型的なブンタンであったことから、ブンタンと考えられる。本研究で供試したブンタン4品種はCAPS分析で相互に区別できた。その中で‘赤ミカン’は‘オオタチバナ’と遺伝子型が同一であった。‘オオタチバナ’もブンタンとしては果実が小さめで‘赤ミカン’の特性とも一致した。2021年2月の調査果実では完全種子数が少なく、不完全種子が多かったことから、翌年1月に種子数のみを再度調査したところ、 $40.8 \pm 2.6$ 個の完全種子が確認できた。‘オオタチバナ’では完全種子数が約60個以上、不完全種子数が約20個であった(山本ほか 2015)。このことから、2021年に完全種子が少なく不完全種子が多かったのは開花期の天候や訪花昆虫の活動など環境条件によるものと推察できた。以上から、‘赤ミカン’の方がやや種子数は少ないものの、‘赤ミカン’と‘オオタチバナ’は同一の可能性はある。‘オオタチバナ’の起源は不明であるが、鹿児島県本土で発生したようである(桑波田 1993)。おそらく、‘赤ミカン’は本土から導入されたのであろう。

本研究の結果、黒島における在来カンキツの分布の一部を解明することができた。黒島には‘コズミカン’(シクワサー), ‘キネーブ’(クネンボ)や‘八月ミカン’(カーブチー)のように南西諸島に広く分布するもの、鹿児島県の島嶼部に広く分布する‘黒島ミカン’(シマミカン/クロシマミカン)や、‘カワバタ’(B)(川畑ミカン)のように鹿児島県本土に分布するカンキツが確認できた。また、‘ユリミカン’は筆者らの南西諸島在来カンキツにおけるこれまでの調査で唯一確認できたシトロンであった。その他、‘カワバタ’(A)(マンダリン)は他では見つかっていない貴重な遺伝資源の可能性はある。以上、黒島は小面積であるものの、シクワサーやカワバタミカン等、南西諸島および鹿児島県本土、両者の在来カンキツが生育する遺伝資源的に極めて興味深い島であることがわかった。今後は遺伝資源の分布や利用に関する歴史的または社会的な研究も進める必要がある。

## 謝 辞

供試樹の管理においては鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園の福留弘康氏、廣瀬 潤氏、西澤 優氏および川口昭二氏の協力を得た。ここに感謝する。本研究の一部は「世界自然遺産候補地・奄美群島におけるグローバル教育研究拠点形成」予算で実施した。

## 引用文献

- KONIECZNY, A. and AUSUBEL, F. 1993. A procedure for mapping *Arabidopsis* mutations using co-dominant ecotype-specific PCR-based markers, *Plant J.*, 4: 403–410.
- 桑波田竜沢 1993. 鹿児島県における大橋栽培の概況. 「特産のくだもの ぶんとん2」, 81–89, 日本果樹種苗協会, 東京.
- SHIMADA, T., FUJII, H., ENDO, T., UEDA, T., SUGIYAMA, A., NAKANO, M., KITA, M., YOSHIOKA, T., SHIMIZU, T., NESUMI, H., IKOMA, Y., MORIGUCHI, T. and OMURA, M. 2014. Construction of a citrus framework genetic map anchored by 708 gene-based markers, *Tree Genet. Genomes*, 10: 1001–1013.
- 田中諭一郎 1946. 日本柑橘図譜 (上巻). 249頁, 養賢堂, 東京.
- 田中諭一郎 1948. 日本柑橘図譜 (下巻). 537頁, 養賢堂, 東京.
- 山本雅史・川口昭二・福留弘康・廣瀬 潤 2017. 2016年の寒波による被害から見た常緑果樹類の耐寒性, 鹿児島大学農場研報, 38: 11–16.
- 山本雅史・松島健一・伊地智 告・上地義隆・川口昭二・中野八伯・野村哲也・谷村音樹・久保達也・富永茂人 2006. 奄美諸島における在来カンキツ遺伝資源の調査とその保存. 鹿児島大学農場研報, 29: 5–11.
- 山本雅史・長渡愛奈・西口奈月 2015. 軟 X 線照射花粉の利用によるカンキツ ‘スイートスプリング’ および ‘大橋’ の無核果実生産, 農生技管誌, 22: 31–39.
- YAMAMOTO, M., TANI and K., KOZAI, N. 2021a. The fruits and genetic characteristics of the Kuroshima-mikan or Shimamikan (*Citrus* sp.) grown on islands in Kagoshima Prefecture, Japan, *Trop. Agr. Develop.*, 65, 169–176.
- YAMAMOTO, M., TANI and K., KOZAI, N. 2021b. The morphological and genetic characteristics of local citrus grown on the Ryukyu Islands, Japan. *Trop. Agr. Develop.*, 65, 206–215.
- YAMAMOTO, M., TANI and K., KOZAI, N. 2022. Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) grown on Yakushima and Kuroshima, Kagoshima Prefecture, Japan. *Trop. Agr. Develop.*, 66, 73–76.
- 山本雅史・寺本さゆり・喜多正幸・北島 宣・川口昭二・福留弘康・広瀬 潤・西澤 優・香西直子 2021. 鹿児島県島嶼部および沖縄県の在来カンキツの調査とその保存. 鹿児島大学農場研報, 42: 7–15.