

奄美諸島在来のマンダリン (*Citrus* spp.) であるケラジとカブチーとの混同について

山本雅史・根角博久^{*1}・松本亮司^{*2}・富永茂人

(園芸生産学講座)

平成14年8月9日 受理

Confusion between Two Mandarin (*Citrus* spp.) Cultivars (Keraji and Kabuchi) that Originated on the Amami Archipelago

Masashi YAMAMOTO, Hirohisa NESUMI^{*1}, Ryoji MATSUMOTO^{*2} and Shigeto TOMINAGA

(Laboratory of Fruit Science)

キーワード: アイソザイム, 奄美, カンキツ, ケラジ, マンダリン

緒 言

奄美大島の東側に位置する喜界島では様々な在来カンキツが栽培されており, その中でもケラジとキカイミカン(別名クリファー)が有名である。このうち, ケラジの来歴には不明な点があるものの, 約200年前から喜界島の花良治(けらじ)地区で栽培が始まったようである。果実はやや小さいが, 特有の芳香を備え, 減酸が早く, 無核性であるなど, 優れた品質を備えており, 喜界島や奄美大島ではその商品価値は極めて高い。奄美諸島以外では経済栽培は行われていないが, 古くから研究機関や大学では標本用として保存され, 数種の研究に供試されてきた^{2, 9)}。また, 日本原産のマンダリン類の一つとして, 種々の文献で紹介されている^{3, 7, 10, 12)}。しかしながら, これらの文献の中には, 果面が粗い, 種子が多いことをケラジの特徴としているものもあり, 喜界島で栽培されているケラジの特徴とは必ずしも一致しない。

一方, キカイミカンは沖縄のカブチーと同じ種類のカンキツであり, 一般名としてはカブチーの名が用いられている。これはケラジの変種とされているが, 来歴は不明である。カブチーもケラジ同様, 小果のマンダリンであるが, 果面が粗く, 種子が多い

点等, ケラジとは明確に区別できる。

前述した一部の文献にみられるケラジの特徴はカブチーの特徴と一致し, ケラジとカブチーが混同されている可能性がある。しかし, 一方では果面が粗く, 種子の多いケラジが存在する可能性もある。そのため, 筆者らは喜界島で調査・収集を行ない, 農林水産省果樹試験場(現 独立行政法人農業技術研究機構果樹研究所)および鹿児島大学農学部で保存しているケラジおよびカブチーの果実の特性調査およびアイソザイム分析を行なって, ケラジとカブチーとの混同について検討したのでここに報告する,

材料および方法

1. ケラジおよびカブチーの果実特性

1999年9月27, 28日に喜界島の佐手久地区においてケラジを, 佐手久, 島中, 中間, 滝川および城久(ぐすく)地区においてカブチーの果実と葉を採取した。果実は鹿児島大学農学部を持ち帰り, 直ちに果実特性を調査した。現地調査の時期は慣行的な収穫時期よりもやや早かったため, 1999年12月に喜界島からケラジ(以下ケラジ(喜界)と略)およびカブチー(以下カブチー(喜界))を鹿児島大学農学部へ送付してもらい同様に果実特性を調査した。同

*1 農業技術研究機構果樹研究所カンキツ研究部(興津), 静岡県清水市興津

Department of Citrus Research, Okitsu, National Institute of Fruit Tree Science, Shimizu, Shizuoka

*2 農業技術研究機構果樹研究所カンキツ研究部(口之津), 長崎県南高来郡口之津町

Department of Citrus Research, Kuchinotsu, National Institute of Fruit Tree Science, Kuchinotsu, Nagasaki

年11月には農学部附属農場唐湊果樹園で保存している約20年生のケラジ（以下ケラジ（唐湊））の果実特性を調査した。

また、2000年11月には、わが国におけるカンキツ遺伝資源保存の中心地であり、前述の研究^{2, 9)}で用いられたケラジの保存場所である農林水産省果樹試験場カンキツ部（興津）（現 独立行政法人農業技術研究機構果樹研究所カンキツ研究部）のケラジ（興津）およびカブチー（興津）並びに同カンキツ部（口之津）で保存中のケラジ（口之津）の果実特性も調査した。なお、果実特性の調査にはいずれも各5果を供試した。

2. アイソザイム分析

材料として1において果実特性を調査した12種類のうちケラジ（喜界）およびカブチー（喜界）を除いた10種類のアイソザイム分析を実施した。

葉を抽出液（95mM トリス、9.5mM ジチオスレイトール、4.3mM EDTA、1% トリトンX100、pH 7.5）⁸⁾で摩砕し、遠心分離した上清を試料とし、7.5% ポリアクリルアミドゲル電気泳動を行なった。グルタミン酸オキサリ酢酸トランスアミナーゼ（Got）の染色は Hirai et al.¹⁾に準じ、Got の対立

遺伝子名は Hirai et al.²⁾に従った。

結果と考察

喜界島においてケラジは接ぎ木繁殖されており、その変異は認められていなかった。そのため、果実および葉は佐手久地区のみから採取した。カブチーについても変異は把握されていなかったが、ほとんどが実生繁殖であったので、佐手久、島中、中間、滝川および城久の5地区から果実と葉を採取した。

これらのケラジ（佐手久）およびカブチー（佐手久、島中、中間、滝川、城久）の果実形質は Table 1 に示した。いずれの果実も約50gと小さかったが、カブチー（島中）は若干大きく（72g）、カブチー（城久）は最も小さかった（35g）。果実試料を採取した9月27、28日は熟期にはやや早かったため、どの果実の果皮も着色していなかった。ケラジとカブチーとの間では、果面の粗滑、果肉色、種子数、香りに差異が認められた。果面はケラジがカブチーよりも滑らかで、果肉色はケラジが濃く、種子はカブチーで多かった。カブチー5種類の香りには区別がつかなかったが、ケラジとは明瞭に区別ができた。本論文においてはこのケラジ（佐手久）の香りをケ

Table 1. Fruit characteristics of Keraji and Kabuchi used in this study

Cultivar	Source	Date of analysis	Fruit weight (g)	Shape index of fruit* ¹	Rind color	Rind texture	Rind thickness (mm)	Flesh color	No. of segments	No. of seeds per fruit	Aroma
Keraji	Sadeku, Kikaijima	Sep. 30, 1999	54±2	112±3	Green	Slightly smooth	3.0±0.1	Yellowish orange	9.0±0.6	0.4±0.4	Keraji
Keraji	Kikaijima	Dec. 27, 1999	101±5	124±2	Yellowish orange	Slightly smooth	3.7±0.1	Yellowish orange	9.2±0.4	0.6±0.4	Keraji
Keraji	Fac. Agr., Kagoshima Univ.	Dec. 8, 1999	84±3	121±1	Pale orange	Smooth	3.5±0.8	Yellowish orange	10.1±0.3	1.2±0.3	Keraji
Keraji	Okitsu, NIFTS* ²	Nov. 28, 2000	64±4	126±3	Yellow	Coarse	4.1±0.1	Yellow	8.0±0.5	7.3±1.5	Kabuchi
Keraji	Kuchinotsu, NIFTS* ²	Nov. 13, 2000	62±3	133±2	Yellow	Slightly coarse	3.9±0.1	Yellow	8.5±0.2	8.8±1.3	Kabuchi
Kabuchi	Sadeku, Kikaijima	Sep. 30, 1999	54±4	119±2	Green	Medium	2.5±0.1	Yellow	7.6±0.3	4.6±1.2	Kabuchi
Kabuchi	Shimanaka, Kikaijima	Sep. 30, 1999	72±4	127±2	Yellowish green	Medium	3.4±0.2	Yellowish orange	9.0±0.3	11.4±0.8	Kabuchi
Kabuchi	Nakama, Kikaijima	Sep. 30, 1999	51±3	132±3	Green	Medium	3.4±0.2	Yellowish orange	8.8±0.8	8.5±1.0	Kabuchi
Kabuchi	Takigawa, Kikaijima	Sep. 30, 1999	51±7	129±5	Green	Medium	2.8±0.3	Yellow	8.3±0.3	9.3±2.8	Kabuchi
Kabuchi	Gusuku, Kikaijima	Sep. 30, 1999	35±3	123±1	Green	Medium	1.8±0.0	Yellow	8.0±0.4	5.0±0.6	Kabuchi
Kabuchi	Kikaijima	Dec. 27, 1999	52±4	134±4	Yellow	Slightly coarse	2.6±0.2	Yellow	8.5±0.3	5.8±2.3	Kabuchi
Kabuchi	Okitsu, NIFTS* ²	Nov. 28, 2000	74±4	141±3	Yellow	Coarse	4.0±0.1	Yellow	9.8±0.5	8.7±1.7	Kabuchi

*¹ (Width/height) x100

*² National Institute of Fruit Tree Science

ラジ香、カブチー5種類に認められた香りをカブチー香とした。

12月下旬に喜界島から送付を受けたケラジ（喜界）は、果実が101gと大きく、果皮色も黄橙であった。しかし、他の形質は9月に採取したものと変わらず、果面はやや滑で、種子は極めて少なく、香りはケラジ香であった。一方、カブチー（喜界）の果実は、着色しても果皮は黄色で、ケラジ（喜界）よりも淡く、果面はやや粗で、種子はやや多く、香りはカブチー香であった（Table 1）。

農学部附属農場唐湊果樹園で保存しているケラジ（唐湊）の果実形質は、果皮色が淡橙で果面が滑であったことを除けば、ケラジ（佐手久）およびケラジ（喜界）とほとんど同じであった（Table 1）。

一方、果樹試験場カンキツ部（興津）および（口之津）のケラジ（興津）およびケラジ（口之津）の果実形質は両者とも喜界島のカブチーの形質に極めて類似していた（Table 1）。また、カブチー（興津）の果実形質は喜界島のカブチーと変わりがなかった。

アイソザイム分析の結果はTable 2に示した。供試した全ての種類において *Got-1* の遺伝子座は *SS* で差異は認められなかった。しかし、*Got-2* においては、ケラジ（佐手久）およびケラジ（唐湊）の遺伝子座が *MM* であったのに対して、全てのカブチー並びにケラジ（興津）およびケラジ（口之津）の遺伝子座は *MA* であった。

果実形質は環境条件である程度変異するため、亜熱帯である喜界島で生産された果実と温帯の果樹試験場カンキツ部（興津）および（口之津）で生産された果実との間には違いが生じる可能性がある。しかし、鹿児島市内で生産されたケラジ（唐湊）の果

実形質が喜界島産のものとはほとんど違いがなかったことから、ケラジ（興津）およびケラジ（口之津）の果実形質が喜界島産のケラジと異なっことは遺伝的な差異によるためと考えられる。更に、*Got* アイソザイムは安定しており、環境条件によって変化することはほとんどない。このことからケラジ（興津）およびケラジ（口之津）は喜界島のケラジとは異なっ種類のカンキツである。但し、喜界島ではケラジの変異は知られていないものの、この変異がケラジ内の変異とみなせる可能性もある。しかし、ケラジ（興津）およびケラジ（口之津）は、喜界島のカブチーとは果実の生産された環境条件が異なるにもかかわらず果実形質には相違点は認められず、アイソザイム分析の結果もカブチーと同一であった。

以上の結果から、従来ケラジとして保存されていたもののうち、鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園で保存しているケラジ（唐湊）は、果実形質およびアイソザイム分析の結果からも喜界島のケラジと同じ種類であるが、果樹試験場カンキツ部（興津）および同（口之津）で保存しているケラジ（興津）およびケラジ（口之津）は、カブチーと同じものであると考えることが妥当であった。

田中長三郎はその著書「柑橘の研究」⁵⁾においてケラジとキカイミカンと同じものとし、これらがカブチーと同種類に属すると述べている。この時点ではこれらに学名が無いと記しているが、その2年後にはケラジに *Citrus keraji* の学名を与えている⁶⁾。田中諭一郎⁷⁾もケラジとカブチーとの間にはほとんど差異を認めていない。おそらく、田中長三郎は喜界島のキカイミカン（カブチー）をケラジ、沖縄の同種類のカンキツであるカブチーをその変種とみなして *Citrus keraji* var. *kabuchii* の学名をつけたものと考えられる。現在でも奄美諸島では喜界島のケラジとは全く異なるカンキツがケラジと呼ばれていることが知られており⁴⁾、これらの地域における在来カンキツ呼称の混同がうかがわれる。ケラジ（興津）は1921年に鹿児島県から果樹試験場カンキツ部（興津）に導入され、ケラジ（口之津）はケラジ（興津）の穂木から増殖したものである。果樹試験場カンキツ部（興津）には、キカイミカン（カブチー）がケラジとして導入されたのであろう。以上のような歴史的な混同はあるものの、現在、喜界島や奄美大島においてはケラジとカブチーは明確に区別されており、速やかに呼称の混同を整理する必要がある。今

Table 2. Isozyme genotypes of Keraji and Kabuchi

Cultivar	Source	Genotype	
		<i>Got-1</i>	<i>Got-2</i>
Keraji	Sadeku, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MM</i>
Keraji	Fac. Agr., Kagoshima Univ.	<i>SS</i>	<i>MM</i>
Keraji	Okitsu, NIFTS*	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Keraji	Kuchinotsu, NIFTS*	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Sadeku, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Shimanaka, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Nakama, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Takigawa, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Gusuku, Kikaijima	<i>SS</i>	<i>MA</i>
Kabuchi	Okitsu, NIFTS*	<i>SS</i>	<i>MA</i>

* National Institute of Fruit Tree Science

後は喜界島で一般にケラジと呼ばれているものをケラジとし、喜界島のキカイミカンおよび沖縄のカブチーをカブチーとすることが適当だと考えられる。ただし、その場合、田中長三郎が *C. keraji* としたものと喜界島におけるケラジが一致しない可能性が強いため、その学名をどうするかという課題は残る。従来、ケラジそのものを対象とした研究は極わずかであったが¹¹⁾、カンキツ分類やその多様性を検討する研究にはケラジも供試されてきた^{2, 9)}。これらの研究ではケラジ(興津)をケラジとして用いている。実際 Hirai et al.²⁾ はケラジの *Got-2* 遺伝子型をカブチーと同様の *MA* と報告している。今後はこれらの研究におけるケラジをカブチーと読みかえることが必要であろう。

このように、本研究においてはケラジとカブチーとの間に歴然とした遺伝的な差異があることやその呼称に混乱があったことを明らかにしたが、これらの起源や変異については触れなかった。今後は奄美諸島の他のカンキツも含めて、その起源や分類上の位置について明らかにする予定である。

要 約

種々の研究や文献でカブチーがケラジとされてきた可能性があるため、喜界島、農林水産省果樹試験場(現 独立行政法人農業技術研究機構果樹研究所)および鹿児島大学農学部で保存されているケラジおよびカブチーの果実特性調査およびアイソザイム分析を行なった。供試したものは果実特性から2群に大別できた。1つは喜界島のケラジに代表され、果面が滑らかでほぼ無核であった。もう一方は喜界島のカブチーと同じく、果面が粗く種子が多かった。さらに両群は果実の香りが明確に違った。前者には喜界島および鹿児島大学農学部のケラジが、後者には果樹試験場カンキツ部(興津)および(口之津)のケラジ並びに喜界島および果樹試験場カンキツ部(興津)のカブチーが含まれた。この2群はアイソザイム分析によっても区別できた。前者の *Got-2* 遺伝子型が *MM* であったのに対して後者は *MA* であった。以上の結果から、各種の研究で用いられてきた果樹試験場カンキツ部のケラジはカブチーと同じものであることが明らかとなった。

謝辞：喜界島における調査に協力していただいた喜界町役場の伊地智 告氏および豊 富喜雄氏に感謝

の意を表す。また、Summaryの校閲を賜ったThe University of GeorgiaのProf. G. Couvillonに謝意を表す。

文 献

- 1) Hirai, M., Kozaki, I. and Kajiura, I.: The rate of spontaneous inbreeding of trifoliate orange and some characteristics of the inbred seedlings. *Japan. J. Breed.*, **36**, 138-146 (1986)
- 2) Hirai, M., Kozaki, I. and Kajiura, I.: Isozyme analysis and phylogenetic relationships of citrus. *Japan. J. Breed.*, **36**, 377-389 (1986)
- 3) 岩政正男：柑橘の品種。P. 140, 静柑連, 静岡 (1976)
- 4) 中野睦子・根角博久・吉田俊雄：南西諸島におけるカンキツ類遺伝資源の探索収集。植探報, **17**, 39-48 (2001)
- 5) 田中長三郎：柑橘の研究。P. 427-440, 養賢堂, 東京 (1933)
- 6) 田中長三郎：柑橘種類学講義。柑橘研究, **7**, 63-79 (1935)
- 7) 田中論一郎：日本柑橘図譜(下巻)。P. 414-416, 養賢堂, 東京 (1948)
- 8) 津村義彦：スギのアイソザイムの遺伝分析に関する研究。筑波農林学研, **5**, 1-63 (1989)
- 9) 上野 勇・岩政正男・西浦昌男：カンキツ属および近縁属品種の胚数。園試報, **B7**, 11-21 (1967)
- 10) 山口勝市・大和田 厚・水谷恒雄：話題の柑橘100品種。P. 63, 愛媛青果連, 愛媛 (1977)
- 11) Yamamoto, M. and Tominaga, S.: Relationship between seedlessness of Keraji (*Citrus keraji* hort. ex Tanaka) and female sterility and self-incompatibility. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **71**, 183-186 (2002)
- 12) 吉田俊雄：特産のくだもの マンダリン類1 (カブチー, オートー, ケラジ, タロガヨ, 島ミカン, 黄ミカン)。P. 13-26, 日本果樹種苗協会, 東京 (1995)

Summary

Some authors seem to have confused and incorrectly described the mandarin cultivars Kabuchi and Keraji. Both cultivars originated on the Amami Archipelago and have been cultivated on Kikaijima island located in Kagoshima Prefecture. Fruit of Keraji and Kabuchi harvested from trees growing on Kikaijima island and on the farms of the Kagoshima University Faculty of Agriculture and the National Institute of Fruit Tree Science were used in this study. An analysis of fruit characteristics and a determination and comparison of isozymes of Kabuchi and Keraji were initiated in the laboratories of the Kagoshima University Faculty of Agriculture to elucidate differences between the two mandarin cultivars so that any confusion resulting from erroneous descriptions of Kabuchi and Keraji might be eliminated. The fruit used in this study were separated according to fruit characteristics. Fruit of Keraji preserved on Kikaijima island and at Kagoshima University had a smooth rind texture and were nearly seedless (Keraji type) while fruit of Keraji preserved at the National Institute of Fruit Tree Science and Kabuchi preserved on Kikaijima island and at NIFTS had a rough rind texture and were seedy (Kabuchi type). The aromas of the two types also differed. Differences between the cultivars could also be determined by isozyme analysis. The *Got-2* genotype of Keraji type fruit was *MM* while that of Kabuchi type was *MA*. These data show that fruit from the mandarin trees growing on the National Institute of Fruit Tree Science Farm that were used in several studies and labeled as being Keraji are actually of the cultivar Kabuchi.

Key words: Amami, citrus, isozyme, keraji, mandarin.