

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 4 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580042

研究課題名(和文) キウイフルーツ近縁自生種に見出した両性花着生個体群の特性解明と育種の活用

研究課題名(英文) Characterization of the hermaphroditic population found in wild Actinidia and their utilization for breeding

研究代表者

片岡 郁雄 (Kataoka, Ikuo)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：60135548

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円、(間接経費) 1,290,000円

研究成果の概要(和文)：九州東部の温暖地で収集したActinidia四倍体自生個体の形態と生殖特性を調査した。形態的特徴はA. rufa(シマサルナシ)と似通っていたが、花弁数、がく片色や毛じ、果形などは明らかに異なった。四倍体自生個体は両性花のみを着生し、花粉発芽率は40～61%であった。自家受粉により大半が結実し、多数の正常種子を有し、81%以上が発芽した。四倍体自生個体とA. chinensisキウイフルーツの四倍品種との交配により多数の種子が得られ65～92%が発芽した。以上の結果から、四倍体自生個体が機能的な両全性で、自家結実性を有することが明らかとなり、育種素材としての活用の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Characteristics of the tetraploid plants of Actinidia collected in a warm Pacific region on Kyushu Island, Japan were investigated. Morphological characteristics of tetraploid plants, such as skin color and lenticel of fruit, were similar to those of A. rufa; however, the number of petals, color and hair of calyx, and shape of fruit were distinguished from A. rufa. All the tetraploid plants bore only morphologically hermaphroditic flowers. Pollens collected from these flowers germinated at a high rate of 40-61%. By self-pollination, the flowers of the tetraploid plant set fruit over 97%. The seeds obtained by self-pollination germinated at a high rate of 81%. By the cross between the tetraploid plant and tetraploid cultivars of A. chinensis, viable seeds were obtained. The seeds germinated at 65-92%. These results showed that the tetraploid Actinidia plants are functionally hermaphroditic and self-fruitful, implying a potential as breeding materials.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：マタタビ属 両性 自家結実 自生種 種間交雑 キウイフルーツ 育種

1. 研究開始当初の背景

キウイフルーツを含むマタタビ属植物の大半は雌雄異株性である。雌株には「みかけの両性花」が着生するが、花粉は退化しており発芽能力をもたない。このためキウイフルーツの栽培では、雄品種から採取した花粉を用いた人工授粉が行われている。しかし短期間に開花する全ての花に人工授粉する労力と経費は多大である。したがってキウイフルーツにおいて、自家結実性品種の育成は重要な育種目標の一つと考えられる。

我々は、これまで日本自生のマタタビ属植物の探索と形質評価を行い、九州東部自生種に、現地に自生分布する二倍体のシマサルナシとは花器や果実形質の異なる四倍体の個体群を発見した。この個体群は、全て両性花を着生するが、周辺に雄個体がみられないにも関わらず、安定した結実が得られることから機能的な両性性であり、自家結実性を有しているものと推察した。完全両性形質を持つ個体群の発見は、国内外を問わず、マタタビ属植物において極めて希なものであり、その分布特性や遺伝的類縁関係、両性形質発現の詳細を解明することにより、わが国固有の遺伝子資源の有用性を明確化できるとともに、自家結実性キウイフルーツ品種育成への展開が期待できると考え、本研究を着想するに至った。

2. 研究の目的

わが国の温暖地域で見いだした機能的両性花を着生する可能性のある個体群について、(1) 分布特性、(2) 遺伝的・分類学的位置付け、(3) 自家結実特性、(4) キウイフルーツとの種間交雑特性を明らかにし、果樹資源植物としての有用性を明確にするとともに、自家結実性キウイフルーツ品種の育成に向けた展開を図ることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 分布特性と形質調査

九州東部地域において、四倍体両性個体の分布状況について現地調査を行った。収集した個体について形態的特性を調査した。さらに、果実形質および果実の追熟特性を調査した。生態的特性として休眠芽の低温要求性を調査するため、7.2℃以下の自然低温遭遇350時間で新梢を採取し、2~3節の切枝を20℃で水挿しして発芽率を計測した。繁殖特性として、6月下旬に緑枝挿しを行い、2000ppmインドール酪酸50%エタノール溶液処理区と無処理区について発根の程度を調査した。

(2) 遺伝的・分類学的位置付け

中国科学院武漢植物園において収集保存している種について、四倍体両性個体との類似性を調査した。

(3) 自家結実特性

四倍体自生個体の花の雌雄性を個体毎に調査し、両性花の葯から得られた花粉の発芽率を人工培地上で調査した。シマサルナシの

雄および雌個体についても同様に調査した。

四倍体自生個体の両性花について、自家受粉を行い、受粉後の雌ずい内での花粉管伸長を蛍光顕微鏡で観察した。自家受粉した花について、結実率および着果した果実の形質を調査した。

(4) キウイフルーツとの種間交雑特性

チネンシス種キウイフルーツの四倍体の雄および雌品種を用いて、両性・四倍体個体との交雑を行い、結実率、種子形成および獲得種子の発芽を調査した。さらに得られた交雑実生の形態的特性を観察した。

4. 研究成果

(1) 分布特性と形質調査

現地調査により、二倍体のシマサルナシが西日本の太平洋沿岸を中心に広く分布しているのに対して、両性・四倍体個体は、九州東部の一部地域にのみ局在しているものとみられた(図1)。

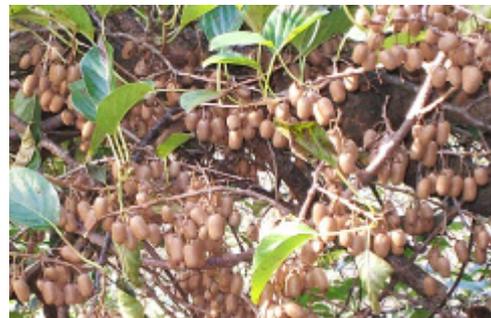


図1. 両性・四倍体個体の着果状況

両性・四倍体個体は、両性花のみを着生し、花卉が白く、開花後大きく外側に反転すること、ガク片が緑色で毛じをもたないこと(図2)、果形が長楕円形で果肉色が濃緑色であることなど、通常のシマサルナシ二倍体の雌花や果実とは明瞭に区別される特徴をもつことが明らかとなった(図3)。

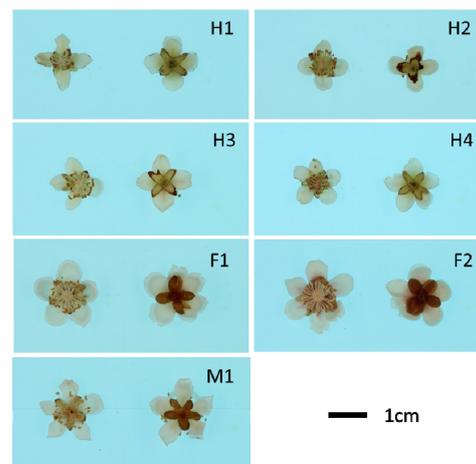


図2. 両性・四倍体(H1~4)およびシマサルナシ雌個体(F1,F2)、雄個体(M1)の花

果実形質については、二倍体シマサルナシは楕円形または円形であったのに対して、両性・四倍体系統は長楕円形で明らかに区別できた。



図3. 両性・四倍体 (H1~4) およびシマサルナシ (F1, F2) の果実

果実重は、5g前後で、二倍体シマサルナシに比べ小型であった。可溶性固形物含量は15.7~18.4%、滴定酸含量は1.0~2.0%であった(表1)。果皮は二倍体シマサルナシと同様茶褐色無毛であったが、果肉は深緑色で二倍体シマサルナシに比べクロロフィル含量が高かった。アスコルビン酸含量は7.4~12.1mg/100gFWで二倍体シマサルナシに比べ少なかった。プロテアーゼ活性は、0.1~1.5nmol pNA released/minで、二倍体シマサルナシと同様に著しく低かった。

表1. 両性・四倍体 (H1~4) とシマサルナシ (F1, F2) の果実形質

系統	果皮色	果肉色	果実重 (g)	果形	可溶性固形物含量 (%)	滴定酸含量 (%)
H1	茶褐	深緑	5.9 ± 1.1	長楕円	15.7 ± 0.4	2.0 ± 0.1
H2	茶褐	深緑	5.2 ± 1.1	長楕円	17.0 ± 0.6	1.8 ± 0.1
H3	茶褐	深緑	4.1 ± 0.8	長楕円	18.4 ± 0.4	1.8 ± 0.1
H4	茶褐	深緑	4.5 ± 1.2	長楕円	16.8 ± 0.6	1.6 ± 0.1
F1	茶褐	緑	15.4 ± 1.7	広楕円	17.5 ± 0.1	1.0 ± 0.1
F2	茶褐	緑	9.9 ± 1.2	広楕円	17.8 ± 2.5	1.2 ± 0.1

果実追熟特性について、収穫後の17°Cに保持した場合、対照区の果実硬度は25日目まで緩やかに低下したが、エチレン処理区の果実は5日までに著しく軟化した(図4)。可溶性固形物含量はエチレン処理により対照区と比べ速やかに上昇した(図5)。また対照区では滴定酸含量は収穫後25日まで高く維持されたがエチレン処理によりわずかに低下した。エチレン処理果実では、色彩計測定において、L値がやや低下し、a値が上昇し、b値が大きく低下し、果肉色は緑色から暗緑色に変化した。対照区の果実は、収穫25日後までエチレンを発生しなかったが、エチレン処理区の果実は、収穫6日後からエチレンを発生するものがあった。

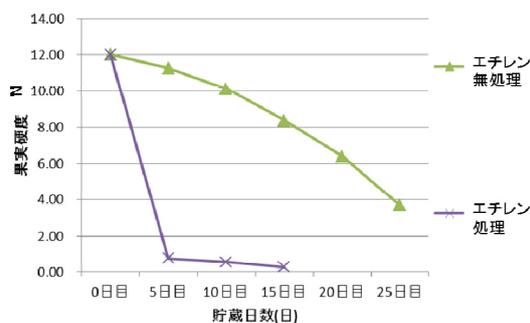


図4. 両性・四倍体 (H6 系統) の収穫後果実の果肉硬度に及ぼすエチレン処理の影響



図5. 両性・四倍体 (H6 系統) の収穫後果実の可溶性固形物含量に及ぼすエチレン処理の影響

生態的特性を把握するため、7.2°C以下の自然低温遭遇350時間での20°Cにおける切枝の発芽率を調査したところ、シマサルナシ2系統は処理開始3週間後には90%以上が発芽し、両性・四倍体2系統の発芽はやや遅れたが、5週間後には90%前後に達した(図6)。

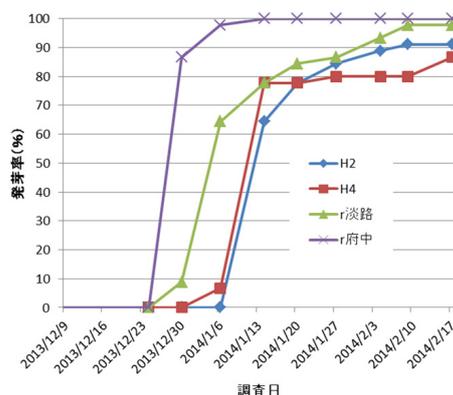


図6. 350時間低温遭遇時に採取し20°Cで水挿した両性・四倍体 (H2, H4) 及びシマサルナシ (淡路, 府中系統) の切枝の発芽率

繁殖特性について、6月下旬に緑枝挿しを行ったところ、発根促進剤の2000ppmインドール酪酸50%エタノール溶液処理の有無にかかわらず、すべて発根した(図7)。



図 7. 両性・四倍体 (H6) の緑枝挿しにおける発根 (上段: 無処理, 下段, IBA 処理)

(2) 遺伝的・分類学的位置付け

両性・四倍体の形態的特徴を, 中国科学院武漢植物園において収集保存している自生種と比較したところ, 亜熱帯性の種である *A. callosa* の変種である *var. discolor* が類似した特性を有していた. しかしながら, *A. callosa var. discolor* について, 雌株に着生した形態的両性花の花粉には稔性は全く認められなかった (図 8).



図 8. *A. callosa var. discolor* の新梢(上段), 着果 (中段), 果実 (下段)

(3) 自家結実特性

いずれの四倍体自生個体においても, 採取したすべての両性花の花粉が発芽した. 個々の花の花粉発芽率にはかなりの差異があったが, 各個体の平均発芽率は, 40~61%で (第 5 図), *A. rufa* の雄個体 (M1) の平均発芽率 53.2%と同等であった. (図 9).

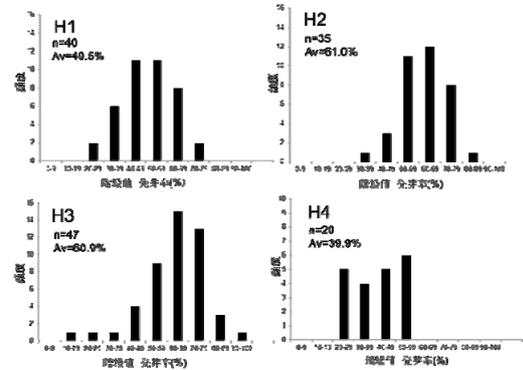


図 9. 両性・四倍体 (H1~H4) に着生した花の花粉発芽率の階級値における頻度分布

自家受粉 48 時間後の花粉管伸長の観察において, 多数の花粉が柱頭上で発芽し, 多くの花粉管が子房の下部まで達していた (図 10). 四倍体自生個体のいずれの系統においても, 自家受粉による結実率は 97%以上と極めて高かった. 果実当たり種子数は 54~82 個であったが, 種子の発芽率は, 81%以上と, いずれの系統においても高かった (表 2)

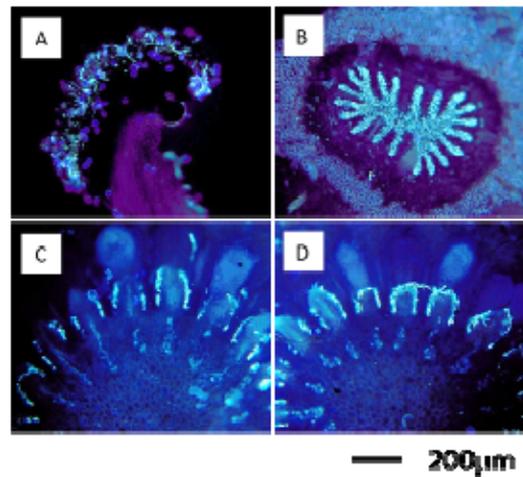


図 10. 両性・四倍体個体(H1)における自家受粉 48 時間後の雌ざい内での花粉管伸長 A: 柱頭, B: 花柱基部横断面, C: 子房中部横断面, D: 子房下部横断面

表 2. 四倍体自生個体における自家受粉による結実, 種子形成および獲得種子の発芽

年次	系統	結実率 (%)	果実重 (g)	果実当たり種子数	種子発芽率 (%)
2010	H1	100	7.4 = 1.4 ²	54 = 18	84.0 = 8.7
	H1	97.4	5.9 = 1.1	74 = 17	81.3 = 2.3
2012	H2	96.9	5.2 = 1.1	81 = 26	90.7 = 2.3
	H3	100	4.1 = 0.8	82 = 18	81.3 = 10.1
	H4	100	4.5 = 1.1	61 = 22	84.0 = 3.8

²平均値±標準偏差

(4) キウイフルーツとの種間交雑特性

四倍体自生個体 (H1) を種子親として, *A. chinensis* キウイフルーツ四倍体の雄品種 ‘孫悟空’ および ‘APC6’ の花粉を交配した場合, いずれの組合せでも 70%以上が結実し, 正常に発育した種子が得られた. 一方, *A. chinensis* キウイフルーツ四倍体の雌品種 ‘さぬきゴールド’ および ‘アップル’ を種子親として, 四倍体自生個体 (H1) の花粉を交配した場合にも結実がみられ, 正常種子が得られた. また, すべての交配組合せにおいて, 得られた種子は高率で発芽した (第3表). これらの発芽種子をバーミキュライトを用土としてビニルポットに移植したところ, 初期生育に生育異常はみられなかった.

表 3. 四倍体自生個体 (H1) と *A. chinensis* キウイフルーツの四倍体品種との交配における結実, 種子形成および獲得種子の発芽

種子親	花粉親	結実率 (%)	果実重 (g)	果実当たり種子数	種子発芽率 (%)
H1	‘孫悟空’	75	8.1 = 2.1 ²	51 = 21	79.3 = 2.3
H1	‘APC6’	71	9.4 = 2.1	65 = 19	85.3 = 2.3
‘さぬきゴールド’	H1	67	60.1 = 12	79 = 43	92.0 = 4.0
‘アップル’	H1	100	35.6 = 9.8	74 = 57	65.3 = 16

以上の結果より, 自生種に見出した両性・四倍体個体が, マタタビ属では極めて希な機能的な両性花のみを着生する両性個体であり, 自家結実性を有することが明らかとなった. 果実は暗緑色の果肉を持ち, エチレン処理に反応して追熟するが, 自然状態ではエチレンを発生しない特性をもつことが示された. また, *A. chinensis* 種のキウイフルーツ四倍体品種との間に高い交雑親和性があり, 多くの実生が得られたことから, キウイフルーツに自家結実性を導入するための育種素材としての活用の可能性が示唆された.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

①松本 曜・別府賢治・片岡郁雄: 日本の温暖地に自生する *Actinidia* 属植物に見いだした両性形質と自家結実性の検証, 査読有, 12 巻, 2013, 361-366

〔学会発表〕 (計 1 件)

①松本 曜・清水晴菜・別府賢治・片岡郁雄: マタタビ属自生植物に見出した両性花着生個体の形質, 園芸学会平成 23 年度春季大会, 2011 年 3 月 28 日, 大阪府立大学

〔その他〕

ホームページ等

日本自生のマタタビ属研究—評価と活用—
http://www.ag.kagawa-u.ac.jp/kataoka%20labo/ik.actinidia_research.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片岡郁雄 (KATAOKA IKUO)

香川大学・農学部・教授

研究者番号: 60135548