

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20580034

研究課題名(和文) カンキツ類におけるアミトーシス細胞の視覚化とその細胞融合雑種の遺伝学的解析

研究課題名(英文) The visualization of amitosis cells and genetic analysis of somatic hybrids in *Citrus* species

研究代表者

國武 久登(KUNITAKE Hisato)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：80289628

研究成果の概要(和文): 長期間継代培養を行ったウンシュウミカンの胚形成カルスにコルヒチン処理を行い、四倍体細胞を得た。しかしながら、アミトーシス現象を視覚化することはできなかった。また、マンダリンとL-1グレープフルーツの組合せから作出された三倍体体細胞雑種の遺伝的評価を行ったところ、マンダリンの半数性ゲノムが導入された雑種であることを確認した。さらに、SG1は無核と単為結果性の形質を示し、有望なグレープフルーツであることが示唆された。

研究成果の概要(英文): Tetraploid culture cells were induced successfully from the long term-subcultured embryogenic calli of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.), although it was not possible to observe the amitosis cells. Genetic analysis of the putative triploid somatic hybrid SG1 obtained from electrofusion between Shougun mandarin (*C. reticulata* Blanc., $2n=2x=18$) and L-1 grapefruit (*C. paradisi* Macf., $2n=2x=18$) were investigated. Results of flow cytometry and RAPD analyses suggested that this was a hybrid with the haploid genome of the shougun mandarin. This triploid somatic hybrid SG1 was also the grapefruit with excellent characteristics such as seedless and parthenocarpy.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

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：カンキツ，細胞融合，アミトーシス，育種，染色体

1. 研究開始当初の背景

カンキツは、世界の重要な果樹の一つとして亜熱帯から温帯に至る広い地域で栽培されている。その生産量は現在でも増加傾向にあり、現在約1億854万トンと報告されており、果樹の中で世界一の生産量である(FAO,

2005)。一方、我が国のカンキツ産業は、輸入果実の増加、国内での消費の減少、生産者の高齢化や担い手不足など、厳しい状況にある。特に、カンキツにおいては、ウンシュウミカンの過剰生産とも相俟って、極めて困難な環境にあるため、市場の拡大を目的とし

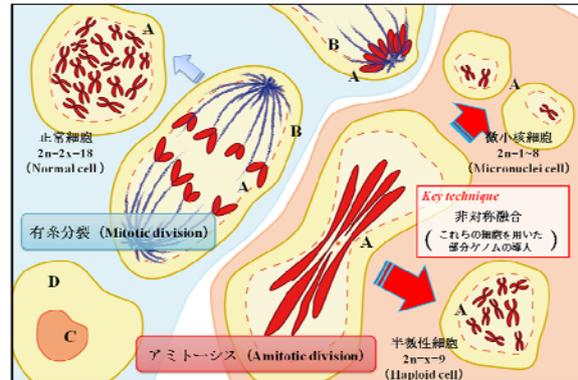
た優良品種の育成が強く望まれている。カンキツの育種目標は、その種類数の多さもあり、無核性以外に、高糖度、耐寒性、耐乾性、剥皮性、耐病性、早晩性および貯蔵性など多岐にわたっている。最近では食生活の多様化と健康志向の高まりにより、美味しい果実であるとともに、その機能性食品としての二次代謝成分に対する関心が高まっており、健康機能性に着目した成分育種も行われている（Kato ら, 2004; 山本ら, 1998; Ogawa ら, 2000）。

カンキツ類の主な育種方法には、ウンシュウミカンに代表される「枝変り」などを利用した突然変異育種法や「清見」、「津之香」および「不知火」などを育成した交雑育種法があげられる（岩崎ら, 1966; 松本ら, 1991; 西浦ら, 1972; 1983）。これらの育種法が現在栽培されているほとんどのカンキツ品種を育成したといっても過言ではない。この他に、特徴的な育種法として「小林ミカン」などで知られる接ぎ木キメラを利用した育種法、三倍体育種法や細胞融合、遺伝子組換えなどのバイオテクノロジーによる育種法などがある（Kobayashi ら, 1988; 1991; 1995; Ohgawara ら, 1985; 1989; Sugawara ら, 2002）。遺伝子組換えによる育種が安全性や環境負荷等の理由で積極的に使用できない今、上記のような育種目標を達成していくためには、それ以外の育種法の特徴を効果的に利用していく必要がある。

細胞融合による育種は、遺伝子組換え育種と比較すると安全性が高く、画期的な品種を生み出す可能性を持っている。カンキツ類における細胞融合による体細胞雑種の育成例は、選抜方法の容易さから現在300例以上にもなっている（Liu ら, 2005）。しかしながら、これまでに実用的な品種が育成されていない。この原因として二倍体間融合で作出される複二倍体が劣悪な形質を生み出すことが考えられる。そこで、米国や中国の研究グループは、現在、細胞融合により部分的に有用ゲノムを導入し、三倍体や異数体を作成するために、微小核を持つマイクロプロトプラストや花粉プロトプラストの単離、紫外線による核の断片化などを試みているが（Xu ら, 2007; Zhang ら, 2006）、効率的な方法まで至っていない。

我々の研究グループは、「ショウゲン」マンダリンの長期間継代培養したカルスプロトプラストとグレープフルーツの葉肉プロトプラストを細胞融合することにより、予期しない三倍体体細胞雑種を育成した（Kunitake, 2002）。この原因として、遠縁種間に発生する融合後の染色体脱落ではなく、アミトーシス現象により発生する半数性核の関与を挙げている。アミトーシス（無系

分裂）とは、真核細胞の細胞分裂において、核が餅をくびるように中央でくびれて二つに分かれ、それから細胞質が分かれるような細胞分裂をする現象である（第1図）。



第1図 長期間継代培養を行った培養細胞内で起こっていると推測される核分裂様式

A:染色体(Chromosome), B:紡錘系(Spindle fiber), C:核(Nuclei), D:細胞質(Cytoplasm)

このような現象は、イネ科植物やナス科植物の培養細胞で多数報告されている（Pickering, 1989; Pijnacker ら, 1989; Valente ら, 1998）。このような分裂を高頻度起こさせるような培養細胞系を確立し、単為結果性を有する二倍体優良品種と細胞融合すれば、容易に無核性を有する多様性に富んだ品種を育成できる可能性がある。そこで、本研究では、アミトーシス現象を視覚化し、その発生頻度の高い培養細胞システムを開発する。また、その培養細胞由来プロトプラストと二倍体または半数体葉肉プロトプラストとを細胞融合し、雑種の遺伝的解析を行う。さらに、既に育成している三倍体体細胞雑種の染色体構成を明らかにし、果実品質について調査を行い、本技術の有効性について考察する。

2. 研究の目的

本研究期間内において、木本性植物であるカンキツ類では品種育成まで到達することは困難であるので、まず、長期間継代培養を行ってきたウンシュウミカンカルス内に発生するアミトーシス現象を視覚化することを第1の目的とする。また、第2の目的として、アミトーシスが高頻度に発生する培養細胞を利用して細胞融合を行い、小植物体を育成し、三倍体や異数体を選抜する。最後に、既に育成している二倍体間細胞融合により得られた「予期しない三倍体体細胞雑種 SG1」（第2図）の遺伝的特性を明らかにし、アミトーシス現象が関与した可能性を調査する。



第2図 予期しない三倍体体細胞雑種 SG1

3. 研究の方法

実験1. 染色体変異誘導物質等によるアミトース現象の誘発

植物材料には、長期間継代培養を行ったウンシュウミカン‘大津4号’の胚形成カルスを供試した。このカルスは、 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ スクロース、 $500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Malt Extract、6-Benzylamino-purine (6-BA)および $2.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ グランガムを含む Murashige and Tucker (MT) 培地 (1969) (pH5.7) において、GRORTH CABINET (SANYO) 内で連続照射・25 の条件下で1ヶ月ごとに継代培養したものである。実験に際し、まずカルスを $0.5\text{ ml}\cdot\text{pcv}^{-1}$ に調整し、2,4-Dを添加した $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ スクロース、 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BAを含むMT液体培地 (pH5.7) で、ROTARY SHAKER NR-20(TAITEC)により120 rpmで振とう培養した。コルヒチンの処理試験は、終濃度(0, 0.01, 0.05, 0.1%)と処理時間(2, 4, 6, 8週間)を組み合わせた16処理区とした。なお、各処理区につき3反復で行った。

処理8週後の懸濁培養細胞は Flow cytometry (EPICS XL SYSTEM, Beckman Coulter, 以後 FCMと略す) 分析と細胞核の蛍光染色法により倍数性変異やアミトース現象を評価した。

実験2. 予期しない染色体構成を有する体細胞雑種の誘導

材料は、長期継代培養を行ったウンシュウミカン‘鹿児島早生’の懸濁培養細胞および半数体ブタンの葉を供試した。対照材料として、葉肉親に倍加半数体ブタン(二倍体)および‘晚白柚’ブタン(二倍体)を用いた組合せの細胞融合も行った。プロトプラストの単離および融合条件は、Kunitake ら(2002)の条件で行った。

培養1ヶ月後に、融合プレート内のコロニー形成率を調査した。その後、胚発生を促すために可視できるコロニーが形成されたシャーレに関しては、連続照射・25 の条件下

の GRORTH CABINET (SANYO) 内に順次移動し、引き続き培養した。その後、観察を続けるとともに、胚形成率の調査を行った。

実験3. 体細胞雑種 SG1 の遺伝解析による発生起源の解析

(1)ゲノムサイズの測定

植物材料として、体細胞雑種 SG1 およびその両親である‘ショウゲン’マンダリン(*C. reticulata* Blanc., $2n = 2x = 18$) および L-1 グレープフルーツ (*C. paradisi* Macf., $2n = 2x = 18$) の葉を供試した(第4-2図)。ゲノムサイズの測定は FCM 分析により行った。ゲノムサイズ分析の内部標準には、宮崎大学ほ場にて鉢栽培を行っている半数体ブタン(Yahata ら, 2005, 391 Mbp/2C; $2n = x = 9$)を用いた。なお、この半数体ブタンのゲノムサイズは、タヒチライム($1.17\text{ pg}/2C$, $2n = 3x = 27$)との比較から算出されたものである(安田, 2010)。FCM 分析は、第2章の実験3と同様の手法で行い、それぞれ5反復を行い、ゲノムサイズ(= ((sample G1 peak position) / (standard peak position)) × standard DNA content (Mbp/2C)) を算出した。

(2)DNA マーカーを用いた雑種性解析

植物材料として、体細胞雑種 SG1 (Kunitake ら, 2002) およびその両親である‘ショウゲン’マンダリン(*C. reticulata* Blanc.) および L-1 グレープフルーツ (*C. paradisi* Macf.) を供試した。Random amplified polymorphic DNA (RAPD) と cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) 分析による雑種性解析を行うために、QIAGEN DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN Co., Ltd)を用いて各供試材料の成葉から全 DNA を抽出した。RAPD 分析は、William ら(1990)の手法を適用し、Operon random 10-mer primers OPA1-20 と OPH1-20 (Operon Technology Inc., CA, USA) の40種類のプライマーを用いた。

雑種性解析のための CAPS 分析は、核およびいくつかの葉緑体(cp) DNA とミトコンドリア(mt) DNA の非コード領域について行った。核 DNA のリボソーム RNA 遺伝子領域上に構築されたプライマー *ITS1* および *ITS4* (Yasui・Ohnishi, 1998) を使用した。

次に、細胞質遺伝子の構成を調査するために、CAPS 分析によるオルガネラ DNA 解析を行った。cpDNA の分析は、葉緑体遺伝子領域上に構築された3種のプライマーの組合せ(*trnK-3914F-trnK-2R*, *rbcL-PSA* および *trnD-trnT*)を用いた。反応液の組成、DNA の増幅および分析は、核 DNA 解析と同様の手法で行った。mtDNA の分析は、ミトコンドリア遺伝子領域上に構築された4種のプラ

イマーの組合せ (*18SrRNA-5SrRNA*, *nad5/1-nad5/2r*, *nad7/1-nad7/2r* および *nad4 exon 1-nad4 exon 2*) を用い、増幅を行った。反応液の組成、DNA の増幅および分析は、核 DNA 解析と同様の手法で行った。

(3) 体細胞雑種 SG1 における果実品質の解析

植物材料として、12 月初旬に採集した三倍体体細胞雑種 SG1 およびその両親である‘シヨウゲン’マンダリンの果実および市販のグレープフルーツを供試した。なお、SG1 と‘シヨウゲン’マンダリンは、奥野安弘氏（宮崎県宮崎市古城）のカンキツハウスにおいて平成 18 年度宮崎県栽培指導指針に基づいてハウス栽培したものである。また、片親である L-1 グレープフルーツは結実しなかったため、参考として市販のグレープフルーツを供試した（ルビー、ホワイトの 2 品種）。さらに、参考試料として、三倍体グレープフルーツ‘オロブランコ’を用いた。果実の形態調査は、果実重、果実の直径および高さ、果皮の厚さ、室数、果肉色、種子数（完全種子・不完全種子）、種子重、果皮色（簡易型分光色差計 NF333, 日本電色工業株式会社）および可用性固形物含量および酸度（酸糖度分析装置 NH-2000, 日園連）の 11 項目について、それぞれ 10 反復で行った。

4. 研究成果

実験 1. 染色体変異誘導物質等によるアミトース現象の誘発

コルヒチン処理 8 週間後の懸濁培養細胞の FCM 分析を行ったところ、対照区では残渣を示すピークが目立ったものの二倍体を示すピークも観察された。コルヒチン処理区では、0.01% の処理区で二倍体を示すピークが示され、0.5% の処理区では二倍体と四倍体を示すピークが確認された。0.1% の処理区では二倍体を示すピークとともに残渣を示すピークも確認され、細胞の大部分は死滅しているものと考えられた。しかしながら、四倍体細胞が確認されたコルヒチン濃度 0.05% 処理区をコルヒチン無添加の培地に継代した後、その細胞の FCM 分析した結果、二倍体もしくは残渣を示すピークのみであり、四倍体を示すピークは観察されなかった。Bennett (1972) は、DNA 含量と細胞の分裂速度には関連性があり、DNA 含量が高くなると分裂速度は抑制されると報告している。本実験において、四倍体細胞が確認された 0.05% コルヒチン処理区では、二倍体の細胞と四倍体の細胞の増殖に差異が生じ、四倍体細胞の増殖が抑制され、二倍体の細胞が処理区の大部分を占める結果になったと考えられる。この結果から、コルヒチン処理において変異した懸濁培養細胞の維持はコルヒチン無添加の培地では困難であると考えられ、再度コルヒチン添加の培地で培養する必要があると

思われる。

以上のように、本実験ではコルヒチン濃度 0.05% で四倍体の培養変異を誘起させることができたが、アミトースの視覚化はできなかった。

実験 2. 予期しない染色体構成を有する体細胞雑種の誘導

‘鹿児島早生’懸濁培養細胞プロトプラストと半数体ブンタン葉肉プロトプラストの単離、電気融合を行った。電気融合を行う前のチャンパー内のプロトプラストは均等に散らばっており、交流電流の誘導泳動後、パールチェーンが形成された。続いて、パルスの印加後、プロトプラストの融合が観察された。パルス印加 10 分後には、球状の形をしたヘテロカリオンが観察された。

融合後 1 週間で分裂が観察され、約 1 ヶ月後にはコロニーが形成された。融合 1 ヶ月後コロニーが形成されたシャーレにおいて、対照材料も含めそれぞれのコロニー形成率を算出した。コロニー形成率に関しては、倍加半数体ブンタンの組み合わせで最も高く、11.7% であった。続いて、‘晚白柚’、半数体ブンタンの順であり、それぞれ、8.3%、6.4% であった。培養 4 ヶ月後、‘鹿児島早生’と半数体ブンタンのプレートにおいて、初期段階の胚様体が観察された。胚様体は、濃緑色で約 350 × 400 μm の楕円形であった。一方で、胚様体が観察されたシャーレにおいて、肥大したコロニーもまた観察された。対象材料として用いた倍加半数体ブンタンおよび‘晚白柚’ブンタンでは、胚様体の形成は観察されなかった。胚様体が観察されている半数体ブンタンを葉肉に用いた細胞融合では、融合後 5 ヶ月後の胚形成率は 0.02% であった。

実験 3. 体細胞雑種 SG1 の遺伝解析による発生源の解析

(1) ゲノムサイズの測定

FCM 分析によって体細胞雑種 SG1 およびその両親の倍数性を調査した。その結果、両親は二倍体のピークを示したのに対し、SG1 は三倍体のピークを示した。また、両親と SG1 のゲノムサイズについて、内部標準として半数体ブンタンを用いて算出したところ、‘シヨウゲン’マンダリンおよび L-1 グレープフルーツの推定ゲノムサイズが、それぞれ 758.3 Mbp/2C と 768.3 Mbp/2C であったのに対し、SG1 の推定ゲノムサイズは、1146.1 Mbp/2C であった。以前の報告 (Kunitake ら, 2002) と同様に、SG1 は二倍体間の細胞融合において予期される四倍体性ではなく三倍体性のゲノムサイズが示された。そこで、SG1 の遺伝的背景の構成を推測した。この推測から、SG1 は、‘シヨウゲン’マンダリンと L-1 グレープフルーツが 2:1 で構成され

たものより(1142.5 Mbp/2C), 'ショウゲン' マンダリンと L-1 グレープフルーツが 1:2 で構成されたと推測したものの方が(1147.5 Mbp/2C), 実際の SG1 の推定ゲノムサイズ(1146.1 Mbp/2C)に近似していた。つまりは, カルス親である 'ショウゲン' マンダリンが培養期間中にアミトースなどの分裂変異から, 半数性の核を有した細胞を生じ, それとの融合細胞から SG1 が発生したと推測した Kunitake ら(2002)の報告を立証する結果が得られた。

(2)DNA マーカーを用いた雑種性解析

雑種性を再度確認するために SG1 およびその両親の RAPD および核の CAPS 分析を行った。RAPD 分析により SG1 の雑種性を解析した結果, プライマー OPA4, OPH19 において, 両親に特異的なバンドが観察され, 体細胞雑種であることが確認された。さらに, SG1 の雑種性をより確実なものにするために, CAPS 分析により, 核 DNA の雑種性を解析した。ITS 領域を増幅したところ, SG1 および両親ともに約 700 bp のバンドが増幅された。その増幅産物を 10 種類の制限酵素で消化した結果, *Msp* において, SG1 は両親に特異的なバンドを併せ持ち, 体細胞雑種であることが証明された。

(3)体細胞雑種系統 SG1 の果実評価

SG1 およびその両親である 'ショウゲン' マンダリンならびグレープフルーツ(片親である L-1 グレープフルーツは結実しなかったため, 参考として市販のグレープフルーツを供試した)に関して, 果実の形態的調査を行った。SG1 は, 果実重, 果実の大きさ, 果皮の厚さにおいて両系統より大きな特徴を示し, 室数に関しても両系統よりも多かった。果実重に関しては, SG1 は 601.5 g で, 'ショウゲン' マンダリン(100.0 g), グレープフルーツ(ホワイト:334.5 g, ルビー:310.5 g)であった両親系統の果実に比べ有意に大きかった。果形指数より, 'ショウゲン' マンダリンが 109.5, グレープフルーツが 107(ホワイト)および 113.5(ルビー)であったのに対し, SG1 は 120.7 であり, 両親に比べ扁平であったといえる。また, 果実の中身について調査したところ(第 2 表), 果皮の厚さに関しては 'ショウゲン' マンダリンが 2.9 mm, グレープフルーツが 8.6 mm(ホワイト)および 113.5 mm(ルビー)であったのに対し, SG1 が 120.7 mm であり, 有意に厚かった。室数に関しても, 'ショウゲン' マンダリンが 9.7, グレープフルーツが 11.3(ホワイト)および 12.6(ルビー)であったのに対し, SG1 が 13.2 と多かった。続いて, 種子数について調査したところ, 'ショウゲン' マンダリンが 12.1, グレープフルーツが 3.7(ホワイト)および 1.4(ルビー)であったのに対し, SG1 は種子を形成していなか

った。これは, 対照材料として用いた無核の三倍体グレープフルーツ品種 'オロブランコ' を下回る結果で, SG1 が完全な無核であったことが示され, 単為結果性を有している可能性が示唆された。

以上のように, 本研究では, SG1 の果実が完全な無核であり, 果実重ならびに果実の大きさに関しても, 融合親系統の 'ショウゲン' マンダリン, 市販のグレープフルーツおよび 'オロブランコ' より有意に大きく, 実用栽培品種として期待ができる。しかしながら, 果実品質として, 可溶性固形物含量が低い値であったことに関してはより詳細に調査する必要があると考え, 今後, 再調査を行っていく予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 11 件)

Yahata, M., H. Kunitake, K. Yasuda, T. Yabuya, K. Yamashita, H. Komatsu, Morphological characteristics of fruit in a haploid pummel. Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, 57:57-61, 2011

Yahata, M., T. Sekimoto, K. Yasuda, H. Komatsu and H. Kunitake, Relationship between Weight of Seeds and the Ploidy Level of the Seedlings Obtained from the Cross Between 'Banpeiyu' Pummelo and Somatic Hybrid 'Citrus parental line No.4'. Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, 57:63-70, 2011

糠谷綱希・太田知宏・安田喜一・八幡昌紀・國武久登・小松春喜・新居直祐・向井啓雄・原田久・高木敏彦・ニンポウキンカン珠心胚へのコルヒチン処理によって得た倍数体の特性とそれらの三倍体育種への利用。園芸学研究、10 巻 1 号、1-8 頁、2011 年

Yahata M., H. Kunitake, K. Yasuda, T. Hirai, T. Yabuya, K. Yamashita and H. Komatsu., Abnormality of gamete formation in a pummelo [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.] haploid. J Japan Soc Hort Sci., 80(1):14-18, 2011

Yahata, M., K. Yasuda, K. Nagasawa, S. Harusaki, H. Komatsu and H. Kunitake. Production of Haploid Plant of 'Banpeiyu' Pummelo [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.] by Pollination with Soft X-Ray Irradiated Pollen. J Japan Soc Hort Sci., 79(3): 239-245, 2010

Yasuda K., M. Yahata, H. Komatsu, and H. Kunitake. Phylogeny and classification of *Fortunella* (Aurantioideae) inferred from DNA polymorphism. Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of

Miyazaki, 56:103-110, 2010

Yasuda K., M. Yahata, H. Komatsu, Y. Kurogi and H. Kunitake. Triploid and Aneuploid Hybrids from Diploid-Diploid Intergeneric Crosses between Citrus Cultivar 'Kiyomi' Tangor and Meiwa kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) for Seedless Breeding of Kumquat. J Japan Soc Hort Sci., 79(2):129-134, 2010

Yasuda, K., M. Yahata, M. Shigyo, R. Matsumoto, T. Yabuya, H. Kunitake. Identification of Parental Chromosomes in Sexual Intergeneric Hybrid Progenies between Citrus Cultivar 'Nanpu' Tangor and *Citropsis schweinfurthii* in the Subfamily Aurantioideae. J Japan Soc Hort Sci., 79(1):16-22, 2010

Nukaya, T. M. Yahata, K. Suzuki, K. Yasuda, H. Kunitake, H. Komatsu, H. Mukai, H. Harada, T. Takagi. Fruit characteristics in autotetraploid meiwa kumquat induced by colchicine treatment to nucellar embryos. Kor. Soc. Hort. Sci., 50(3):188-190, 2009

Yasuda, K., H. Kunitake, M. Yahata and R. Matsumoto, Investigation of sexual intergeneric hybrid progenies between Citrus cultivar and *Citropsis schweinfurthii*. Proc. Int. Soc Citricur, 1:121-125, 2008

安田喜一、國武久登、中川匠子、黒木宏憲、八幡昌紀、平田力也、吉倉幸博、川上郁夫、杉本安寛「ニンポウキンカン「勇紅」の倍数性周縁キメラの証明とその形態的特性」園芸学研究、7巻2号、165-171頁、2008年

〔学会発表〕(計7件)

轟貴智、廣田聡、安田喜一、八幡昌紀、國武久登、カンキツ懸濁培養細胞へのコルヒチン処理による四倍体培養細胞の誘導、平成22年度園芸学会秋季大会、2010.9.20 大分大学

糠谷綱希、八幡昌紀、安田喜一、國武久登、小松春喜、新居直祐、向井啓雄、原田久、高木敏彦、ニンポウキンカン珠心胚へのコルヒチン処理から誘導された倍数体植物の形質特性、平成21年度園芸学会秋季大会、2009.9.26-28 秋田県秋田市

安田喜一、八幡昌紀、執行正義、松本亮司、藪谷勤、國武久登、カンキツ栽培品種「南風」タンゴールとミカン亜科植物 *Citropsis schweinfurthii* 間の有性属間雑種における両親の染色体の同定、平成21年度園芸学会秋季大会、2009.9.26-28 秋田県秋田市

八幡昌紀、安田喜一、糠谷綱希、向井

啓雄、原田久、高木敏彦、國武久登、小松春喜、倍加半数体ブンタンの形態的特徴とその生殖機能、平成21年度園芸学会春季大会、2009.3-19-20 東京都

八幡昌紀、糠谷綱希、鈴木謙作、仲條誉志幸、安田喜一、國武久登、小松春喜、向井啓雄、原田久、高木敏彦、珠心胚へのコルヒチン処理から誘導された四倍体キンカンの形質特性、平成20年度園芸学会秋季大会、2008.9.27-29 三重県津市

安田喜一、八幡昌紀、小松春喜、國武久登、「清見」タンゴールとニンポウキンカンとの属間雑種におけるCMA核型分析、平成20年度園芸学会秋季大会、2008.9.27-29 三重大学

安田喜一、國武久登、中川匠子、黒木宏憲、八幡昌紀、平田力也、吉倉幸博、川上郁夫、杉本安寛、平成20年度園芸学会秋季大会、2008.9.27-29 三重大学

取得状況(計1件)

名称: ニンポウキンカン等のミカン科植物における2X-4X-4Xの組織起源層からなる倍数性周縁キメラ植物体、及びその作出方法

発明者: 國武久登

権利者: 菅沼龍夫(宮崎大学)

種類: 特許

番号: 特許4670038号

取得年月日: 平成23年1月28日

国内外の別: 国内

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

國武久登(KUNITAKE Hisato)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号: 80289628

(2) 研究分担者

研究者番号

(3) 連携研究者

研究者番号