

# ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の雌性型を利用した 品種開発に関する研究\*

## Studies on breeding using the gynocious inbred line in bitter melon (*Momordica charantia* L.)

岩本英伸

Eishin IWAMOTO

目次	
	総合考察・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
緒論・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2	要旨・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
第1章 硝酸銀による雌性型ニガウリの両性花誘起 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4	謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
緒言・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4	引用文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
材料および方法・・・・・・・・・・ 4	
結果および考察・・・・・・・・・・ 5	Summary・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
摘要・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10	
第2章 ニガウリの発芽に及ぼすエセフオンの効果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10	
緒言・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10	
材料および方法・・・・・・・・・・ 10	
結果および考察・・・・・・・・・・ 11	
摘要・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14	
第3章 ニガウリにおける雌性型内婚系統の育成・・ 15	
緒言・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15	
材料および方法・・・・・・・・・・ 15	
結果および考察・・・・・・・・・・ 16	
摘要・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18	
第4章 雌性型内婚系統を種子親とした多雌花性ニガウ リ‘熊研 BP1 号’の育成と作型適応性・・ 18	
緒言・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18	
材料および方法・・・・・・・・・・ 19	
結果および考察・・・・・・・・・・ 19	
摘要・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23	

\*宮崎大学大学院博士学位論文. 本論文の一部は園学研. 4: 391-395 (2005), 園学研. 4: 401-404 (2005), 園学研. 5: 101-104 (2006), 園学研. 8: 143-147 (2009)において発表した.

結論

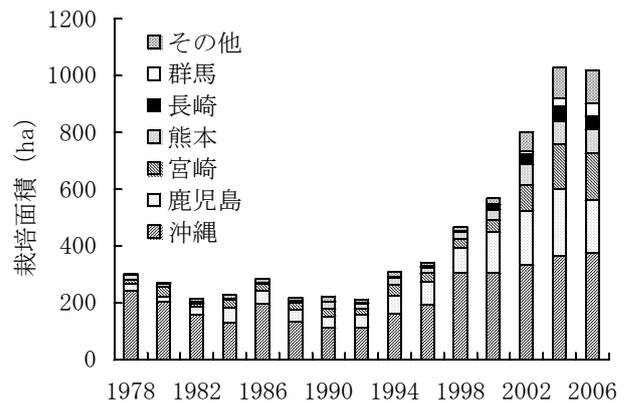
ニガウリ (*Momordica charantia* L., 別名ツルレイシ) は雌雄同株, 1 年生草本のウリ科野菜である。雌雄異花で, 葉腋に雌花または雄花を単生する。果実は長さが 5 ~ 60 cm で, 卵形, 紡錘形, 円筒形などの果型を示し, 果色も白色から濃緑色まであり品種や系統による変異が大きい。また, 果実表面の突起も鋭いものから丸いものまでが存在する (坂本, 2002)。果実に苦味成分 cucurbitacin を含むことが特徴であるが, 苦味の強弱の系統による変異も著しい。原産地は熱帯アジアで, 高温多湿の気候に適し, 乾燥にも耐え, これらの地域では周年栽培されており重要な野菜となっている。日本への渡来は 16 世紀末と推定されている (藤枝, 1993)。

ニガウリは従来, 九州・沖縄の地方野菜であったが, 近年は全国的に生産と消費が拡大している。隔年で実施されている農林水産省による野菜生産状況表式調査 (農林水産省農産園芸局野菜振興課, 1996, 1998, 2000; 農林水産省生産局園芸課, 2008; 農林水産省生産局野菜課, 2002, 2005, 2006; 農林水産省食品流通局野菜振興課, 1979, 1981, 1983, 1986, 1988, 1989, 1992, 1994) によると, 国内の栽培面積は 1978 ~ 1992 年は 210 ~ 300 ha で推移していたが, その後急激に増加し, 2004 年には 1,028 ha に達している (第 1 図)。これに伴い収穫量も 1978 ~ 1992 年の 4,000 ~ 6,100 t が 2004 年には 25,218 t に増加している (第 2 図)。2006 年の栽培面積は 1,019 ha, 収穫量は 25,065 t である。栽培地域としては 2000 年までは沖縄県, 鹿児島県, 宮崎県および熊本県の 4 県で全国の栽培面積の 90 % 以上を占めていたが, 近年は北部九州や群馬県をはじめとする関東地域を中心に全国的に栽培が拡大し, 沖縄などの前述の 4 県の割合は 80 % 程度に低下している。また, 消費の面でも, 沖縄県や九州以外では従来緑化植物としての栽培が主で, 食用とすることは少なかったが (藤枝, 1993), ビタミン C が可食部 100 g 当たり 76 mg と多く含まれ (文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 2005), 苦味成分には健胃と鎮静作用がある (藤枝, 1993) ことなどから, 機能性・健康野菜として近年全国的に広がっている。関東地域においても消費が増加しており, 東京都中央卸売市場における 2007 年のニガウリの入荷量は 3,814 t で, 果菜類ではトマト (ミニトマトを除く) およびキュウリの各 5 %, ピーマンの 15 %, ミニトマトの 29 % に相当し, トウガンやオクラより多い (東京都中央卸売市場事業部業務課, 2008)。ニガウリの機能性としては, 抗ガン, 抗ウイルス, 血糖降下などの生理作用が認められており, 今後予防医学的な食素材として期

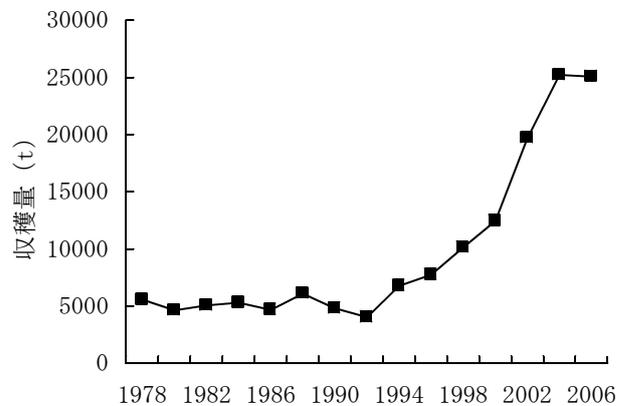
待されている (與儀, 2000)。また, 最近ではコレステロールや中性脂肪, 内蔵脂肪量の低下作用が報告されるなど (Chen ら, 2003; Jayasooriya ら, 2000; Senanayake ら, 2004a, b; 柚木崎ら, 2008), 脂質代謝調節効果も注目されている。

ニガウリは耐暑性が強く, 沖縄県や九州地域においては夏期に露地で広く普通栽培が行われている。また, 施設やトンネルを利用した促成栽培, 半促成栽培, 早熟栽培, 抑制栽培の各作型が分化し, 周年的な栽培・出荷が可能となっている。仕立て法は普通栽培では棚仕立てが, 施設栽培ではネットを利用した立体仕立てが一般的である (市, 1998; 石原, 1988; 坂本, 2002)。熊本県では半促成スイカの後作として栽培されるハウス早熟栽培が多く, この場合には, 固定式内張用のアーチパイプに横ひもを張り, つるを誘引する仕立て方が行われている (第 3 図)。

我が国ではニガウリの生理生態や栽培方法に関する研



第1図 日本におけるニガウリの栽培面積の推移  
野菜生産状況表式調査 (農林水産省) を基  
に作成した



第2図 日本におけるニガウリの収穫量の推移  
野菜生産状況表式調査 (農林水産省) を基  
に作成した



第3図 熊本県におけるニガウリのハウス早熟栽培

究は 1995 年頃まではほとんど行われておらず、性表現（米盛・藤枝, 1985a, b）および種子発芽（中村ら, 1992, 1993）に関する報告があるのみである。しかし、その後生産の拡大に伴い研究も増加し、これまでに挿し木育苗（市・江口, 1999）、接ぎ木栽培（杉下ら, 2002）、栽植密度および仕立て法（橋田・小松, 2008；橋田ら, 2009；神崎ら 2008；加藤, 2007；田中ら, 2007a）、性表現（福元ら, 2004, 2008b；西村ら, 2008；田中ら, 2007b）、開花数（登野盛ら, 2009）、花粉の発芽および保存（川上ら, 2005；中島・東郷, 2001, 2003；登野盛ら, 2009）、人工交配方法（田中ら, 2007b, 2008）、着果開始節位および適正着果数（田中ら, 2007b；林田ら, 2008b）、養分吸収特性および施肥（有村ら, 2009；甲斐ら, 2009；久場, 2004；永田ら, 2005）、土壌水分（加藤, 2007）、養液栽培（福元ら, 2008a；浦山ら, 2007）、果実生育（岩本ら, 2009；中原・藤田 1999）、鮮度保持（広瀬・前田, 2008；中原・藤田, 1999）、果実の種衣の着色（林田ら, 2008a）などに関する報告がある。また、品種や栽培条件とビタミン C などの果実の機能性成分含有量との関係についての報告もある（赤木ら, 2005, 2007；比屋根ら, 2004a, b, 2005；池田, 2000；井野ら, 2007；サーカーら, 2003；山口・荒木, 2004, 2005；柚木崎ら, 2005）。

現在のニガウリ品種は、公立試験研究機関および種苗会社で育成されたもので、濃緑、紡錘形の果実で苦味の弱いものが主流である。以前から生産が多い沖縄県、宮崎県、鹿児島県では公立の試験研究機関で育種が行われており、育成された品種がそれぞれの県内で普及している。それまで栽培されていた在来種は果実形質が不均一であったが、これら育成品種は品質面での改善が図られている。また、在来種は雌花の着生が少ないため収量の少ないものが多かったが、育成品種では雌花節の割合（以下、雌花節率）を高めることで収量性の向上が図られている。ニガウリの雌花節率には系統により著しい差異が

あり、雌花節率が高く節成り性を示す系統が存在することから（米盛・藤枝, 1985a）、多雌花性系統が育種素材として利用されている。

公立試験研究機関でこれまでに育成された品種はすべて一代雑種である。最初に育成された品種は宮崎県の‘宮崎緑’（河原ら, 1983）で、果実が濃緑色、円筒形である。次いで宮崎県では‘宮崎緑’より果色が濃く、雌花節率をさらに高めた円筒形の‘宮崎こいみどり’（八反田ら, 1992）が育成された。この品種はこぶ状突起の尖りがまったく無く、輸送中に果実が傷みにくいことが特徴とされている。‘佐土原 3 号’（宮崎県総合農業試験場, 2002）は濃緑色、紡錘形の果実で、‘宮崎こいみどり’と同様にこぶ状突起が丸い。さらに、果皮色等を改善した‘宮崎 N1 号’（宮崎県総合農業試験場, 2005a）および‘試交 2 号’（井野ら, 2008）が育成されている。また、宮崎県では近年の多様な市場ニーズに対応した品種として、果実が小型の‘宮崎 N2 号’（宮崎県総合農業試験場, 2005b）、白色の‘宮崎 N3 号’（宮崎県総合農業試験場, 2005c）および突起が無く輸送性に優れる‘宮崎 N4 号’（宮崎県総合農業試験場, 2005d）を発表している。沖縄県でも雌花節率の高い多収品種‘群星’（坂本, 1995, 1996）および‘汐風’（坂本, 1996）が育成され、現在も沖縄県内の主要品種となっている。これらの 2 品種は濃緑色、紡錘形の果実で、‘汐風’は促成栽培用である。その後、露地栽培用に雌花節率を抑えた‘試交 4 号’（沖縄県農業試験場園芸支場, 2003）が育成されている。鹿児島県でも果実が濃緑色、紡錘形の‘か交 5 号’（市ら, 2004）が育成され普及している。

種苗会社からも品種が販売されているが、公立試験研究機関で育成された品種と同様に雌花節率を高め、収量性を向上させたものが多い。沖縄、宮崎、鹿児島 の 3 県以外では種苗会社の品種が主に栽培されている。

前述のように、生産性を向上させるには雌花節率を高めることが重要であるが、ウリ科野菜の性表現は化学的な手法によって調節できることが知られている（藤枝, 1982b；斎藤, 1978, 1979）。ニガウリにおいてもジベレリン（GA<sub>3</sub>）（Banerjee・Basu, 1992；Ghosh・Basu, 1982, 1983；Hossain ら, 2006；Khan・Chaudhry, 2006；Thomas, 2008；Wang・Zeng, 1997a, b）、NAA（Bisaria, 1974；Prakash, 1976；米盛・藤枝, 1985b）、IAA（Ghosh・Basu, 1983）、エセフォン（Banerjee・Basu, 1992；福元ら, 2008b；Ghosh・Basu, 1983；西村ら, 2008；Prakash, 1976；Thomas, 2008；米盛・藤枝, 1985b）、BA（Ghosh・Basu, 1982；米盛・藤枝, 1985b）、モルファクチン（Kaushik・Sharma, 1974；Prakash, 1976；米盛・藤枝, 1985b）、CF-125（米盛・藤枝, 1985b）、CCC（Ghosh・Basu, 1982

; Wang・Zeng, 1997b), MH (maleic hydrazid) (Ghosh・Basu, 1982), HMO (3-hydroxymethyl oxindole) (Ghosh・Basu, 1983) の各処理により雌花数が増加すると報告されている。また, Hossain ら (2006) は 25 ~ 40 ppm のジベレリン (GA<sub>3</sub>) 処理により収量が増加するとしている。しかし, 我が国では化学的手法によるニガウリの増収技術は実用化されていない。

熊本県は 2006 年のニガウリの栽培面積が 85 ha で全国の 8.3 % を占め, 沖縄県, 鹿児島県, 宮崎県に次ぐ第 4 位の生産県である (農林水産省生産局園芸課, 2008)。しかし, これまで上位 3 県のような県独自の品種を持たなかったため, 2000 年頃の生産の急激な拡大を背景に生産現場から品種育成の要望が熊本県農業研究センターに寄せられた。そこで, 筆者らは 2002 年に当センターにおいてニガウリの育種研究を開始し, 2005 年に雌性型系統を種子親とした一代雑種 ‘熊研 BP1 号’ を公表した。本論文は ‘熊研 BP1 号’ の育成経過と特性, および育成過程で得られた新たな知見について取りまとめたものである。

雌性型系統の育成と維持には, 雌性型個体に雄花あるいは両性花を人為的に誘起して交配のための花粉を得る必要がある。そこで, 第 1 章では雌性型キュウリに雄花を誘起し (Atsmon・Tabbak, 1979; Beyer, 1976a; 藤野ら, 1995; 藤田, 1982; Kalloo・Franken, 1978; 小山, 2008; Takahashi・Suge, 1980; Tolla・Peterson, 1979), また, カクロール (*Momordica dioica* Roxb.) の雌株に両性花を誘起する (Ali ら, 1991, Hossain ら, 1996) 硝酸銀処理のニガウリにおける両性花誘起効果を確認するとともに, 雌性型系統育成のための処理方法について明らかにした。また, 品種育成の期間を短縮するには採種後ただちに播種して世代を進める必要がある。しかし, 採種後間もないニガウリ種子に難発芽性が認められたことから, 第 2 章においてエセフォンの播種前処理による発芽促進効果と処理方法を明らかにした。第 3 章では第 1 章で開発した硝酸銀処理による両性花誘起法および第 2 章で開発した発芽促進法を用いた雌性型内婚 (近交) 系統の育成経過を述べ, 得られた雌性型内婚系統の一代雑種の種子親としての実用性について検討を加えた。第 4 章では第 3 章で育成した雌性型内婚系統を種子親とした一代雑種 ‘熊研 BP1 号’ の育成経過と果実特性, および作型適応性について取りまとめた。

## 第 1 章 硝酸銀による雌性型ニガウリの両性花誘起

### 緒言

ニガウリの雌花節率には品種や系統により大きな差異

が見られる (Dey ら, 2006; 福元ら, 2004; 米盛・藤枝, 1985a)。品種の生産性を向上させるためには雌花節率を高めることが重要である。これまでに沖縄県, 鹿児島県および宮崎県の公立試験研究機関で育成された品種の多くは, 高い雌花節率を示すことが報告されている (八反田ら, 1992; 市ら, 2004; 井野ら, 2008; 河原ら, 1983; 宮崎県総合農業試験場, 2002, 2005b; 坂本, 1995, 1996)。キュウリでは ‘夏節成’ や ‘彼岸節成’ (藤枝ら, 1965), ‘MSU713-5’ (Peterson, 1960) などの雌性型系統が育成され, これらを一代雑種の種子親とすることで, 周年的に雌花節率の向上が図られている (藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Peterson・DeZeeuw, 1963)。ニガウリにおいても雌性型の存在が報告されており (Behera ら, 2006; Ram ら, 2002a, b), 雌性型系統を利用した育種は品種の雌花節率や生産性の向上に有効であると考えられる。

雌性型系統の育成と系統の維持には, 雌性型個体に雄花あるいは両性花を人為的に誘起して交配のための花粉を得る必要がある。キュウリではジベレリン処理により雌性型個体に雄花が誘起されることから (Atsmon・Tabbak, 1979; Bhattacharya・Tokumasu, 1970; 藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Kalloo・Franken, 1978; Peterson, 1960; Peterson・Anhder, 1960; Pike・Peterson, 1969), ジベレリン処理による雄花誘起法を用いて雌性型系統の育成が開始された。その後, 硝酸銀処理によりジベレリン処理より効果的に雄花を誘起できることが見いだされ (Atsmon・Tabbak, 1979; Beyer, 1976a; 藤野ら, 1995; 藤田, 1982; Kalloo・Franken, 1978; 小山, 2008; Takahashi・Suge, 1980; Tolla・Peterson, 1979), この手法が利用されている。また, ニガウリと同属で雌雄異株のカクロール (*Momordica dioica* Roxb.) では, 雌株を硝酸銀処理することで両性花が誘起され, 誘起された両性花の花粉を用いることで自殖や交雑が可能になることが報告されている (Ali ら, 1991, Hossain ら, 1996)。

そこで本章では, ニガウリの個体選抜中に発見した雌性型個体に硝酸銀処理することで両性花が誘起できることを確かめるとともに, 雌性型系統育成のための硝酸銀の処理方法について検討した。

### 材料および方法

#### 実験 1. 硝酸銀処理による両性花の誘起とその花粉稔性

ニガウリ ‘青中長’ 系から発見された雌性型 4 個体を供試した。2002 年 5 月 23 日に長さ約 1 m の側枝を個体当たり 2 本選び, 先端の約 30 cm に硝酸銀 250 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液を滴り落ちる程度 (以下, 十分量) 散布した。その処理で両性花が誘起され 6 月 8 日から開花が始まったの

で、供試した4個体から1個体を選び、6月11日および12日に両性花と雌花の開花時の子房および花弁の大きさを測定した。また、雌性型個体に誘起された両性花の自家受粉、雌性型個体の雌花×同じ個体に誘起された両性花（自家受粉）、混性型系統の雌花×雌性型個体に誘起された両性花（他系統受粉）、および混性型系統の雌花×異なる混性型系統の雄花（他系統受粉）の各組み合わせで6月11日から18日にかけて人工交配を行い、正常に肥大しているものを着果とみなして6月25日にその有無を調査した。また、成熟果実中の種子数を数えた。これらの中の混性型系統の雌花×両性花（他系統受粉）、および混性型系統の雌花×混性型系統の雄花（他系統受粉）の交配組み合わせについては、得られた種子の発芽能力について調べた。すなわち、各4個の果実から得られた種子の中から充実した10粒ずつ、計40粒を選び、採種後約45日の8月30日にチウラム・ベノミル水和剤20倍液に30分間、続けて脱イオン水に12時間浸漬後、脱イオン水で湿らせたろ紙を敷いたシャーレに並べ、30℃暗黒条件の恒温器内に静置して13日後の発芽率を調査した。

#### 実験2. 硝酸銀の処理濃度が両性花誘起に及ぼす影響

‘青中長’系から発見した雌性型1個体から側枝の先端を採取して穂木とし、カボチャ‘新土佐一号’に割接ぎして苗を育成した。これらの苗をガラス温室内の1/2000 aワグネルポットに1個体ずつ定植し、摘心後長さが同程度の側枝を個体当たり3～8本生育させた。硝酸銀の処理濃度として、0, 50, 100, 200および400 mg・L<sup>-1</sup>の5区を設け、1区当たり側枝4本ずつを供試した。展開葉数が6枚程度となった2002年9月20日に側枝上位の展開葉3枚と茎頂部に所定の硝酸銀水溶液を十分量散布し、処理枝に誘起され開花した両性花の着生節位と開花日を毎日調査した。

#### 実験3. 硝酸銀の処理葉数が両性花誘起に及ぼす影響

実験2と同様に育てた側枝を用い、硝酸銀の処理葉数の影響を検討した。茎頂部を含む側枝上位の展開葉1, 3, 5枚および無処理の4区を設け、1区当たり4本ずつ供試した。2002年9月20日に硝酸銀250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を十分量散布し、実験2と同様に調査した。なお、実験1において無処理の側枝には両性花が誘起されず、処理枝以外への硝酸銀の影響は小さいものと推察されたことから、実験2および実験3では同一個体の複数の側枝にそれぞれ異なる処理を行った。

#### 実験4. 気温が硝酸銀処理による両性花誘起に及ぼす影響

実験2と同様に育苗して定植し、摘心後長さが同程度の側枝を個体当たり2～3本生育させた。展開葉数が6

枚程度となった2002年9月9日に昼温/夜温を35/25℃および25/15℃とした自然光型環境制御温室に2ポットずつ搬入し、9月10日に硝酸銀250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を側枝上位の展開葉3枚と茎頂部に十分量散布した。実験2と同様に調査した。

### 結果および考察

#### 実験1. 硝酸銀処理による両性花の誘起とその花粉稔性

側枝への硝酸銀処理は雌性型ニガウリの性表現に影響を及ぼした。しかし、キュウリ (Atsmon・Tabbak, 1979; Beyer, 1976a; 藤野ら, 1995; 藤田, 1982; Kalloo・Franken, 1978; 小山, 2008; Takahashi・Suge, 1980; Tolla・Peterson, 1979) のように雄花を分化することはなく、カクロール (Aliら, 1991; Hossainら, 1996) と同様に硝酸銀を処理した側枝で両性花が誘起された (第1-1図)。両性花の開花は処理時における最下位の未展開葉節を1として数えて8節目前後から認められ始め、開花開始節から10～16節で終了した。また、開花は処理16日後から始まり、11～20日間続いた。西村ら (2008) は多雌花性混性型ニガウリ品種‘長福’の幼苗への硝酸銀処理でも両性花が誘起されることを報告している。

キュウリの混性型は雌性型に比べ、内生ジベレリン活性が高く (Atsmonら, 1968; Friedlanderら, 1977; Hayashiら, 1971; Hemphillら, 1972; Rudichら, 1972b), エチレン生成量は少ない (Fujita・Fujieda, 1981; Makusら, 1975; Rudichら, 1972a, 1976) ことが報告されている。また、雌性型キュウリに硝酸銀を処理すると、エチレン生成が一時的に高まり (Atsmon・Tabbak, 1979; 藤田,



第1-1図 硝酸銀処理により誘起されたニガウリの両性花

左2個：雌花 右2個：両性花

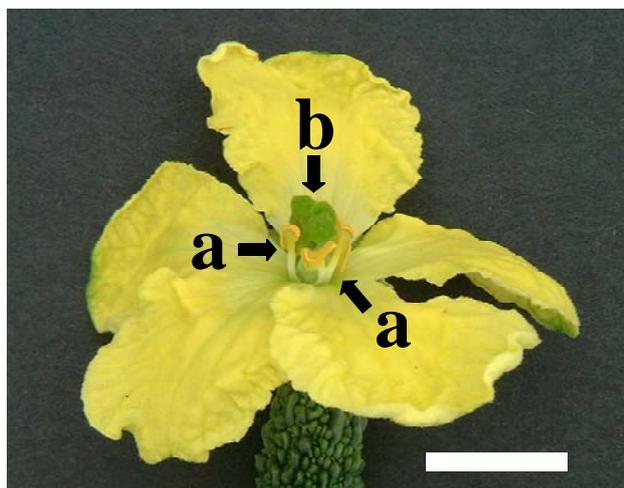
スケールは3 cm

1982), ジベレリン活性の低下が抑制される(藤田, 1982). 一方, Beyer (1976a, b) はキュウリを含む複数の植物で銀イオンが外生エチレンの活性を抑制することを見いだしている. これらのことから, 藤田 (1982) は硝酸銀による雌性型キュウリの混性化について, 硝酸銀処理でエチレンの生成能は高まるが銀イオンの作用でその生理活性が抑えられ, また, 内生ジベレリンは活性低下が抑

えられて高いレベルで推移するために, ジベレリン/エチレン・バランスが高まり, 混性型に似た生理状態で性分化が行われることが原因だと考察している. 雌性型ニガウリにおける両性花誘起についても, ジベレリン/エチレン・バランスの高まりが起こっている可能性があると考えられる. しかし, 雌性型キュウリでは両性花の上位節に雄花が発現するが, ニガウリでは雄花節は認められず, 両性花節に続き再び雌花節となったことから, ニガウリでは雌ずいを退化させるほどのジベレリン/エチレン・バランスの高まりは起こらないものと推察される.

誘起された両性花は, 雌花では痕跡程度にしか認められない雄ずいが雄花同様に発達していた(第1-2図). また, 両性花は雌花に比べて子房長が約1.5倍, 子房径が3倍, 花弁長が1.6倍あり大型であった(第1-1表, 第1-1図). このような両性花の大型化は‘長福’(西村ら, 2008)やカクロール(Aliら, 1991)においても認められている.

雌性型個体に誘起された両性花の花粉を同じ個体の雌花に交配した自家受粉は100%着果し, 混性型系統の雌花に交配した他系統受粉でも80%が着果した. これらの1果当たりの種子数は, 混性型系統の雌花に混性型系統の雄花の花粉を交配した他系統受粉と同程度であった. しかし, 両性花の自家受粉では果実が発達せず, 種子は得られなかった(第1-2表, 第1-3図). 西村



第1-2図 硝酸銀処理により誘起されたニガウリの両性花における雄ずいの発達  
a: 雄ずい, b: 雌ずい  
スケールは1 cm

第1-1表 ニガウリの雌花および硝酸銀処理<sup>2</sup>により誘起された両性花の大きさ(実験1)

花の性	調査花数 (個)	子房長 (mm)	子房径 (mm)	花弁長 (mm)
雌花	6	28.0 ± 1.3 <sup>y</sup>	3.7 ± 0.2	16.7 ± 0.7
両性花	7	40.6 ± 1.5	11.9 ± 0.6	29.6 ± 0.8

<sup>2</sup>長さ約1 mの側枝の先端約30 cmに250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した

<sup>y</sup>平均値±標準誤差 (n=6または7)

第1-2表 ニガウリの硝酸銀処理<sup>2</sup>により誘起された両性花の花粉による着果率<sup>y</sup>および1果当たり種子数(実験1)

交配組み合わせ (子房×花粉)	交配花数 (個)	着果数 (個)	着果率 (%)	種子数 (個・果 <sup>-1</sup> )
両性花(自家受粉)	7	0	0	—
雌花×両性花(自家受粉)	10	10	100	37.9 ± 2.5(10) <sup>x</sup>
雌花×両性花(他系統受粉)	5	4	80	30.5 ± 3.9(4)
雌花×雄花(他系統受粉)	5	5	100	36.0 ± 5.4(5)

<sup>2</sup>長さ約1 mの側枝の先端約30 cmに250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した

<sup>y</sup>交配後正常に肥大した果実を着果とした

<sup>x</sup>平均値±標準誤差(データ数)

ら(2008)も, ‘長福’に誘起された両性花は自家受粉または他家受粉により初期は着果するが, 中期以降は着果しないことを報告している。また, これらはカクロールにおける実験結果(Ali ら, 1991)とも一致した。混性型系統の雌花に誘起された両性花あるいは混性型系統の雄花の花粉を交配して得られた種子の発芽率は共に100%であった(第1-3表)。以上のように, 硝酸銀処理で誘起されたニガウリの両性花は十分な花粉稔性を有することが確かめられた。

**実験2. 硝酸銀の処理濃度が両性花誘起に及ぼす影響**

400 mg・L<sup>-1</sup>区では処理したすべての側枝で両性花が誘



**第1-3図** 両性花自家受粉の不着果の状況  
スケールは5 cm

起され, 側枝当たりの両性花開花数も8.0個と最も多かった。100および200 mg・L<sup>-1</sup>区では両性花が誘起されない側枝が認められ, 0および50 mg・L<sup>-1</sup>区では両性花は誘起されなかった(第1-4表)。西村ら(2008)も ‘長福’を用いた実験において, 高濃度処理が低濃度処理に比べ両性花誘起効果が大きいことを認めている。雌性型キュウリでは雄花誘起のための硝酸銀濃度は250 mg・L<sup>-1</sup>(Atsmon・Tabbak, 1979), 100~750 mg・L<sup>-1</sup>(Beyer, 1976a), 100~400 mg・L<sup>-1</sup>(藤野ら, 1995), 50~200 mg・L<sup>-1</sup>(藤田, 1982), 50~500 mg・L<sup>-1</sup>(Kalloo・Franken, 1978), 106~1,700 mg・L<sup>-1</sup>(小山, 2008), 400 mg・L<sup>-1</sup>(Takahashi・Suge, 1980)あるいは50~400 mg・L<sup>-1</sup>(Tolla・Peterson, 1979)であると報告されている。また, 雌株のカクロールでは300~600 mg・L<sup>-1</sup>(Ali ら, 1991)あるいは200~800 mg・L<sup>-1</sup>(Hossain ら, 1996)の硝酸銀濃度で両性花が誘起されると報告されている。処理時の生育ステージや処理部位などが異なるため単純に比較できないが, 雌性型ニガウリに両性花を誘起させるための硝酸銀濃度は, キュウリやカクロールの場合と大きく異なることはなかった。両性花の開花が始まった節位および時期に処理濃度の違いによる差は無かったが, 高濃度ほど終了した節位は高く, 時期は遅かった(第1-4表)。なお, 硝酸銀の処理葉に黄化や縮葉の葉害が発生し, その程度は高濃度ほど激しかった(第1-4図)。

**第1-3表** ニガウリの硝酸銀処理<sup>2</sup>により誘起された両性花を花粉親として結実した種子の発芽率<sup>3</sup>(実験1)

交配組み合わせ (子房×花粉)	供試種子数 (個)	発芽種子数 (個)	発芽率 (%)
雌花×両性花(他系統受粉)	40	40	100
雌花×雄花(他系統受粉)	40	40	100

<sup>2</sup>長さ約1 mの側枝の先端約30 cmに250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した  
<sup>3</sup>30℃暗黒条件

**第1-4表** 硝酸銀の処理<sup>2</sup>濃度がニガウリの両性花誘起に及ぼす影響(実験2)

処理濃度 (mg・L <sup>-1</sup> )	供試側枝数 (本)	両性花誘起側枝数 (本)	両性花開花数 (個・側枝 <sup>-1</sup> )	両性花開花節位 <sup>2</sup>		両性花開花日 <sup>3</sup>	
				開始 (節)	終了 (節)	開始 (日)	終了 (日)
0	4	0	0	—	—	—	—
50	4	0	0	—	—	—	—
100	4	3	2.5±1.3 <sup>4</sup>	8.0±0.0	10.7±1.2	17.3±0.3	21.0±1.5
200	4	3	5.8±2.0	9.0±0.6	15.7±1.3	17.0±1.0	26.0±1.7
400	4	4	8.0±0.4	8.8±0.6	15.8±0.5	17.5±0.6	27.8±0.8

<sup>2</sup>側枝上位の展開葉3枚と茎頂部に葉面散布した

<sup>3</sup>処理時の最下位未展開葉節を1として数えた

<sup>4</sup>処理後の日数

<sup>5</sup>平均値±標準誤差(n=4, ただし処理濃度100および200 mg・L<sup>-1</sup>の両性花開花節位および開花日はn=3)

しかし、葉害の生育への明確な影響は認められなかった。

**実験3. 硝酸銀の処理葉数が両性花誘起に及ぼす影響**

処理葉数が3枚区および5枚区では供試したすべての側枝に両性花が誘起され、側枝当たりの両性花開花数は5枚区が14.0個と多かった。無処理区および1枚区では両性花は誘起されなかった(第1-5表)。子葉~7葉

期のキュウリ苗を用いた実験では、硝酸銀処理葉数が多いほど誘起される雄花数の増えることが報告されているが(藤田, 1982)、ニガウリにおいても同様に処理葉数が多いほど効果が高まった。両性花の開花が始まった節位および時期に処理葉数の違いによる差は無かったが、5枚区が3枚区に比べ終了した節位は高く、時期は遅かった(第1-5表)。

本実験および実験2の結果から、硝酸銀による両性花誘起効果は処理濃度や処理葉数の違いによる硝酸銀の散布量に影響され、今回の処理の範囲内では散布量が多いほど効果は高く、上位節にまで及ぶことが明らかとなった。両性花の誘起数は処理濃度や処理葉数を変えることで調節できるが、散布量が少ないと効果は無く、両性花の誘起には閾値が存在することが示唆された。また、散布量の増加により両性花誘起効果は高まっても効果が現れ始める節位は低下せず、一定の発育ステージに達した花芽には散布量にかかわらず効果は及ばないものと考えられた。なお、本試験に供試した雌性型個体では250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を側枝先端の展開葉5枚に、あるいは400 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を展開葉3枚に茎頂部を含めて散布すれば、



0 mg・L<sup>-1</sup> 50 mg・L<sup>-1</sup> 100 mg・L<sup>-1</sup> 200 mg・L<sup>-1</sup> 400 mg・L<sup>-1</sup>  
処理濃度

**第1-4図** 硝酸銀処理により発生した葉害(実験2)  
スケールは10 cm

**第1-5表** 硝酸銀の処理葉数<sup>2</sup>がニガウリの両性花誘起に及ぼす影響(実験3)

処理 葉数 (枚)	供試側 枝数 (本)	両性花誘 起側枝数 (本)	両性花 開花数 (個・側枝 <sup>-1</sup> )	両性花開花節位 <sup>y</sup>		両性花開花日 <sup>x</sup>	
				開始 (節)	終了 (節)	開始 (日)	終了 (日)
無処理	4	0	0	—	—	—	—
1	4	0	0	—	—	—	—
3	4	4	5.5±1.3 <sup>w</sup>	8.8±0.5	13.5±1.3	17.8±0.9	24.5±1.6
5	4	4	14.0±0.9	7.8±0.5	20.8±1.3	16.3±0.6	32.8±2.2

<sup>2</sup>側枝上位の展開葉数とし、茎頂部を含めて250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した

<sup>y</sup>処理時の最下位未展開葉節を1として数えた

<sup>x</sup>処理後の日数

<sup>w</sup>平均値±標準誤差 (n=4)

**第1-6表** ニガウリの雌花および硝酸銀処理により誘起された両性花の開花日<sup>z</sup>(実験2, 3)

花の性	開花日 <sup>y</sup>							
	第8節 <sup>x</sup> (日)	第9節 (日)	第10節 (日)	第11節 (日)	第12節 (日)	第13節 (日)	第14節 (日)	第15節 (日)
雌花	12.7(23) <sup>w</sup>	14.1(16)	14.9(10)	16.5(20)	17.3(19)	18.6(21)	20.2(23)	21.5(20)
両性花	16.7(10)	18.8(14)	19.9(17)	21.1(15)	22.7(14)	23.9(15)	24.9(12)	26.2(12)
差	4.0	4.7	5.0	4.6	5.4	5.3	4.7	4.7
有意性 <sup>v</sup>	**	**	**	**	**	**	**	**

<sup>z</sup>実験2および3で供試した36本の側枝について、第8~15節に着生した雌花と両性花の開花日を集計した

<sup>y</sup>処理後の日数

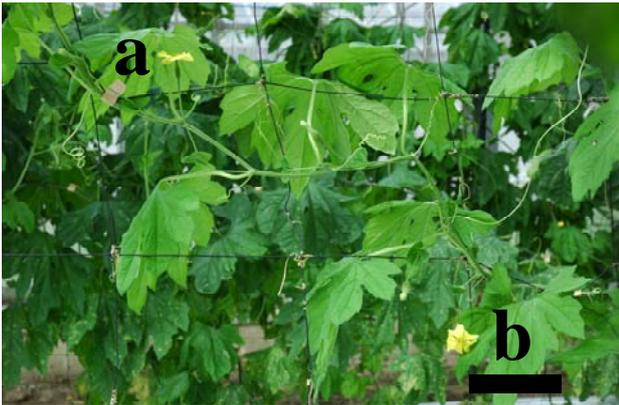
<sup>x</sup>処理時の最下位未展開葉節を1として数えた

<sup>w</sup>平均値(サンプル数)

<sup>v</sup>t検定により\*\*は1%水準で有意差有り

処理した側枝に10個程度の両性花が安定的に得られた。しかし、キュウリ (Kalloo・Franken, 1978) やカクロー (Hossain ら, 1996) で認められるように雌性型の硝酸銀に対する反応には品種・系統間差異があると考えられるので、処理濃度についてはそれぞれの品種・系統で好適範囲を確かめることが必要と推察される。

実験2および3で供試した合計36本の側枝の、第8～15節に着生した雌花と両性花の開花日を第1-6表に示す。両性花は同じ節位の雄花に比べ4.0～5.4日遅れて開花した。そのため、上位の両性花節の開花時には、その数節上の雌花が同時に開花することが観察された (第1-5図)。通常、雄花の開花は同じ節位の雌花の開花より数日遅れることから、雄花の雄ずいや花粉は雌花の雌ずいや子房、胚珠等に比べ成熟までに長期間を要するものと推察される。硝酸銀により誘起された両性花も雄ずいや花粉が成熟後に開花するため、雌花に比べ開花が遅れたものと考えられる。両性花では発育が開花まで継続した結果、花全体が大型化した可能性がある。ま

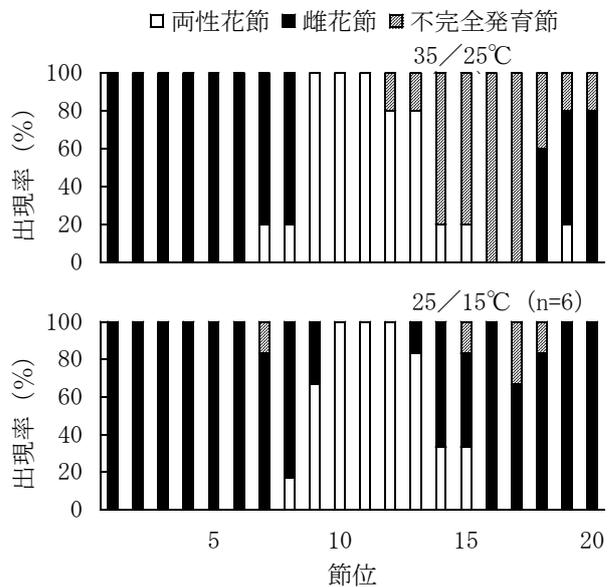


第1-5図 雌花および硝酸銀処理により誘起された両性花の開花状況  
a: 雌花, b: 両性花  
スケールは10 cm

た、実験1で両性花の自家受粉では着果しなかったが、開花時点では胚珠の成熟から数日が経過し、受精能力が低下していた可能性が考えられる。

実験4. 気温が硝酸銀処理による両性花誘起に及ぼす影響

35 / 25℃区, 25 / 15℃区共に供試したすべての側枝で両性花が誘起され、側枝当たりの両性花開花数に有意差は認められなかった (第1-7表)。藤田 (1982) は硝酸銀処理したキュウリの苗を異なる温度で1週間処理すると、高温ほど誘起される雄花数が増加するとしている。本実験では調査終了まで温度処理を継続したが、25 / 15℃区では両性花節からほぼ連続して雌花節となっ



第1-6図 気温がニガウリの硝酸銀処理枝の性表現に及ぼす影響 (実験4)  
硝酸銀処理は側枝上位の展開葉3枚と茎頂部に250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した  
節位は処理時の最下位未展開葉節を1として数えた

第1-7表 気温がニガウリの硝酸銀処理<sup>2)</sup>による両性花誘起に及ぼす影響 (実験4)

昼温/夜温 (°C)	供試側 枝数 (本)	両性花誘 起側枝数 (本)	両性花 開花数 (個・側枝 <sup>-1</sup> )	両性花開花節位 <sup>y)</sup>		両性花開花日 <sup>x)</sup>	
				開始 (節)	終了 (節)	開始 (日)	終了 (日)
35/25	5	5	5.6±0.5 <sup>v)</sup>	8.6±0.4	14.8±1.1	13.8±0.2	19.2±1.0
25/15	6	6	5.3±0.6	9.2±0.3	13.5±0.5	26.8±0.9	36.3±0.3

<sup>2)</sup>側枝上位の展開葉3枚と茎頂部に250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を葉面散布した

<sup>y)</sup>処理時の最下位未展開葉節を1として数えた

<sup>x)</sup>処理後の日数

<sup>v)</sup>平均値±標準誤差 (n=5または6)

たのに対し、35 / 25 °C区では数節の不完全発育節を経た後雌花節となった(第1-6図)。35 / 25 °C区では上位の両性花節が高温の影響で花蕾の発育が途中で止まり不完全発育節となったため、両性花開花数に差が無かった可能性がある。両性花の開花開始節位および終了節位に差は見られなかったが、開花開始日および終了日は35 / 25 °C区が25 / 15 °C区に比べ早く、開花期間も35 / 25 °C区が25 / 15 °C区に比べ短かった(第1-7表)。これらは35 / 25 °C区の生育が25 / 15 °C区に比べ速いことに起因するものと考えられる。

以上のように、栽培条件下で発見された雌性型ニガウリ個体に対し、硝酸銀処理で花粉稔性のある両性花を誘起できることが実証できた。従って、キュウリ(藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Peterson・DeZeeuw, 1963)で実用化しているような、雌花節率を安定的に高めるための雌性型系統を利用する育種がニガウリでも可能であることが明らかとなった。

### 摘要

雌性型系統を利用した育種は、ニガウリ品種の雌花節率や生産性の向上に有効であると考えられる。雌性型系統の育成と維持には、雌性型個体に雄花あるいは両性花を人為的に誘起して交配のための花粉を得る必要がある。そこで、個体選抜中に発見した雌性型個体に硝酸銀処理で両性花が誘起できることを確認するとともに、雌性型系統育成のための硝酸銀の処理方法について検討した。

まず、雌性型個体の側枝の先端約30 cmに硝酸銀250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を散布したところ、両性花が誘起された。誘起された両性花は、雌花では痕跡程度にしか認められない雄ずい雄花同様に発達していた。また、両性花は雌花に比べて大型であった。両性花の花粉を雌花に交配することで正常に着果し、発芽力のある種子が得られた。しかし、両性花の自家受粉では果実が発達せず、種子は得られなかった。

次に、硝酸銀の処理濃度および処理葉数の影響を検討した結果、250 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を側枝先端の展開葉5枚に、あるいは400 mg・L<sup>-1</sup>水溶液を展開葉3枚に茎頂部を含めて散布すれば、処理した側枝に10個程度の両性花が得られることが明らかとなった。また、昼温/夜温を35 / 25 °Cおよび25 / 15 °Cとした自然光型環境制御温室内で硝酸銀処理の効果を調査した結果、35 / 25 °C区、25 / 15 °C区共に供試したすべての側枝で両性花が誘起され、側枝当たりの両性花開花数に差は認められなかった。

以上のことから、雌性型系統を利用する育種がニガウリにおいて可能であることが明らかとなった。

## 第2章 ニガウリの発芽に及ぼすエセフォンの効果

### 緒言

ニガウリは種皮が厚く、また発芽適温が高いこともあって発芽が不揃いになりやすい。特に、採種後間もない新種子でその傾向の強いことが経験的に知られており、採種後早期に播種して世代を進める必要のある育種場面では、発芽を促進させる技術が望まれている。また、ニガウリは近年需要が伸び、作型の分化や生産の急増に伴い新種子も流通しており、斉一な発芽が要求される接ぎ木育苗などではその対策に苦慮している。

ニガウリ種子の発芽に関するこれまでの報告には、ブライミング処理や温湯処理による発芽促進法(Chenら, 2001; Hsuら, 2003; Lin・Sung, 2001; Linら, 2005; Wangら, 2003; Yehら, 2005)や低温貯蔵に対する耐性(中村ら, 1992, 1993)に関するものがある。しかし、植物ホルモンによる発芽促進法に関する報告は見当たらない。

ジベレリン等の植物ホルモンには植物種子の発芽促進効果が認められている(中村, 1985)。植物ホルモンの一つであるエチレンについては、内生および外生のエチレンが多く植物種子の一次休眠・二次休眠の覚醒並びに不適環境や抑制物質による発芽抑制を打破できることが報告されている(Kepczynski・Kepczynska, 1997)。そこで、本章ではニガウリ種子の難発芽性を確認するとともに、エチレン発生剤であるエセフォン(Ethephon)の播種前種子処理がニガウリ新種子の発芽に及ぼす効果を浸漬処理、ジベレリン(GA<sub>3</sub>)処理、種子割り処理および貯蔵種子との比較で調査した。また、エセフォン処理した苗の成長やエセフォン処理の効果の系統間差異を調べ、実用性について検討した。

### 材料および方法

#### 実験1. ニガウリ種子の貯蔵温度および期間が出芽に及ぼす影響

供試材料には、(株)トーホクから分譲を受けた‘青中長’を熊本県農業研究センターのガラス室内で2003年4月25日播種、5月14日定植で栽培し、7月14日から8月1日にかけて採種した乾燥種子を用いた。2003年8月6日に厚さ0.05 mmのポリエチレン製の袋20枚のそれぞれに種子20粒とシリカゲル4 gずつを入れて密封し、5, 15, 25 および 35 °Cの温度条件で各5袋ずつ貯蔵した。貯蔵開始から8, 16, 24, 32 および 40 (5 および 25 °C貯蔵では42) 週後に各貯蔵温度の各1袋から種子を取り出し、脱イオン水に12時間浸した後、市販の育苗培地を詰めた50穴セルトレイに播種した。ま

た、貯蔵開始日にも 20 粒を同様に播種した。播種したセルトレイは 25℃ 12 時間日長の恒温室内に置き、出芽の推移を毎日調査した。なお、種子を脱イオン水に浸した日を播種日とし、胚軸の一部が培地上に露出したものを出芽とみなした。

#### 実験 2. エセフォンなどの播種前処理が出芽に及ぼす影響

供試材料には、実験 1. と同じ‘青中長’をガラス室内で 2002 年 9 月 11 日播種、9 月 27 日定植で栽培し、12 月 24 日および 27 日に採種した乾燥種子を用いた。播種前処理として、エセフォン 200 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液、同 1000 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液、ジベレリン (GA<sub>3</sub>) 100 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液と水にそれぞれ 12 時間浸した各試験区、ペンチで種子の発芽孔を開いて水に 12 時間浸した種子割り区、および播種前処理を行わなかった無処理区を設けた。これら播種前処理には脱イオン水を用いた (実験 3. および 4. における播種前処理も同じ)。各区 20 粒を供試し、2003 年 1 月 10 日に所定の処理を行って実験 1. と同様に播種し、30℃ 暗黒条件の恒温器内に静置して実験 1. に準じて出芽の推移を調査した。なお、播種前処理開始日を播種日とし、無処理区は播種前処理開始と同時に播種した。

#### 実験 3. エセフォン処理が苗の成長に及ぼす影響

供試材料には、実験 2. と同じ栽培において 2003 年 1 月 6 日に採種した‘青中長’の乾燥種子を用いた。播種前処理として、エセフォン 200 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液、同 1000 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液と水にそれぞれ 12 時間浸した各試験区、および 2002 年 6 月に採種し最初の約 3 か月間は室温で、その後は 5℃ で合計約 7 か月間貯蔵した種子を水に 12 時間浸した貯蔵種子区を設けた。各区 20 粒を供試し、2003 年 1 月 16 日に所定の処理を行って実験 1. と同様に播種した。播種後は加温設定温度を 15℃ としたガラス室内の温床に置き、夜間はトンネル被覆をして培地の平均温度を 24℃ 程度で管理した。実験 1. に準じて出芽の推移を調査するとともに、各試験区内で出芽の早かったものから順に 10 個体について、それぞれ出芽 12 日後に生育調査を行った。

#### 実験 4. エセフォンの出芽促進効果の系統間差異

(株) トーホクより分譲を受けた‘青中長’と‘青大長’、独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンク事業により配布を受けた‘LCJ980084’と‘LCJ980120’および九州大学名誉教授藤枝國光博士より分譲を受けた‘Katmandu99’を供試した。ガラス室内で 2003 年 5 月 2 日 (‘青中長’は 4 月 25 日) 播種、5 月 21 日 (‘青中長’は 5 月 14 日) 定植で栽培し、7 月 14 日から 8 月 1 日にかけて採種した。2003 年 8 月 6 日にエセフォン 1000 mg

・L<sup>-1</sup> 水溶液および水に 12 時間浸す播種前処理を行って 20 粒ずつ播種し、25℃ 12 時間日長の恒温室内で実験 1. に準じて出芽の推移を調査した。

### 結果および考察

#### 実験 1. ニガウリ種子の貯蔵温度および期間が出芽に及ぼす影響

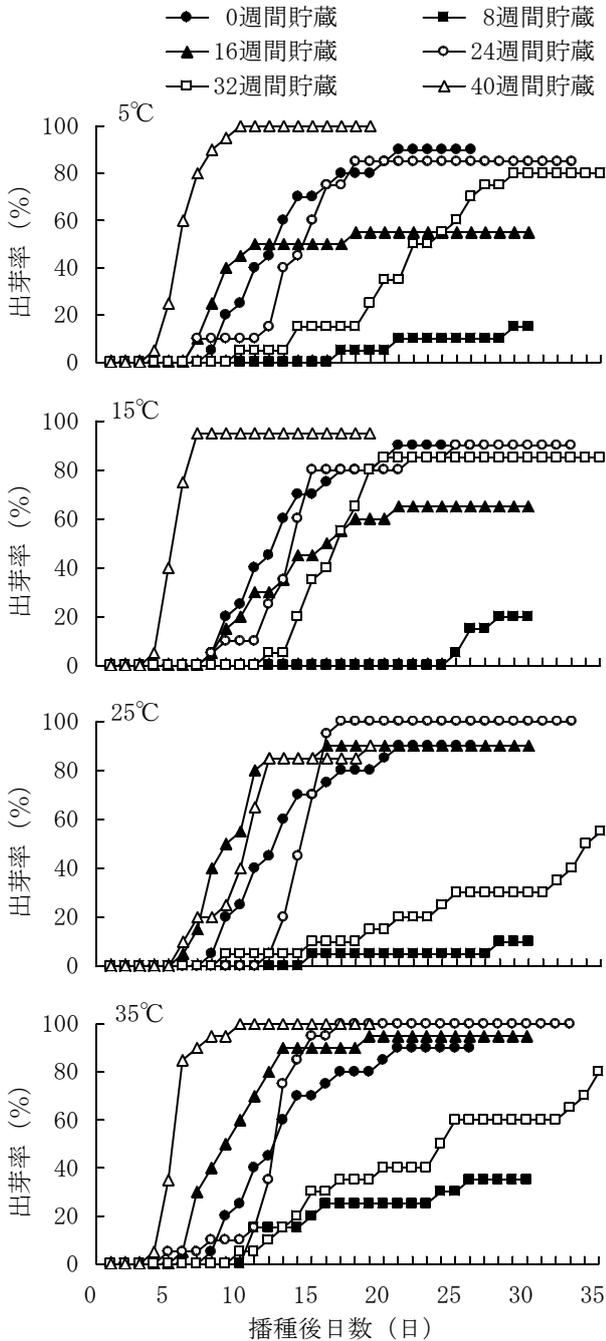
種子貯蔵の温度および期間と出芽率の推移の関係を第 2 - 1 図に示す。貯蔵開始日播種 (0 週間貯蔵) では播種 8 日後から出芽が始まり、その後の出芽率の上昇は緩やかで、出芽率が 80% に達した日 (以下 80% 到達日) は播種 17 日後であった。8 週間貯蔵ではいずれの貯蔵温度でも出芽率が著しく低く、播種 30 日後の出芽率は 10 ~ 35% にとどまった。16 ~ 32 週間貯蔵では貯蔵温度や貯蔵期間により出芽率推移の変動が大きく一定の傾向はなかったが、出芽率は 8 週間貯蔵に比べ高かった。一方、15 および 35℃ での 40 週間貯蔵および 5℃ での 42 週間貯蔵では播種 4 日後から出芽が認められ、32 週間までの貯蔵に比べ出芽開始が早まった。また、80% 到達日も 6 ~ 7 日後と早く、出芽の揃いが向上した。25℃ では 42 週間貯蔵においても貯蔵開始日播種や 16 週間貯蔵に近い出芽の推移であった。

多くの野生植物の種子は休眠性を示す (中山, 1960)。野菜でもゴボウ、チシャ、シュンギク、ホウレンソウ、カラシナおよび多くのアブラナ科野菜、タデ、シソなどの種子に休眠現象が存在する (杉山, 1978)。ウリ科野菜では、メロンにはほとんど休眠は認められないが (鈴木・野中, 1983)、キュウリでは採種直後の新種子に軽い休眠があり、発芽が不揃いになることが知られている (藤枝, 1982a)。ニガウリ種子における休眠の有無はまだ明らかにされていない。したがって本実験における低発芽率および発芽遅延現象は難発芽性と記述することにする。

ニガウリの発芽適温は 25 ~ 30℃ とされている (坂本, 2002)。本実験は 25℃ と発芽の好適条件下で実施したものであるにもかかわらず、いずれの貯蔵温度でも採種後しばらくは出芽開始が遅く、出芽率が低く、また、出芽の揃いも悪く、採種直後のニガウリ種子には難発芽性が確認された。また、この難発芽性は採種 8 週間後が最も顕著で、5、15 および 35℃ の貯蔵条件ではいずれも 40 ~ 42 週程度で認められなくなるものと推察された。多くの野菜種子の休眠は 2 ~ 3 ヶ月で覚醒することから (杉山, 1978)、ニガウリ種子の難発芽性が休眠によるものであれば、野菜の中では休眠の長い部類に含まれるものと考えられる。25℃ では 42 週後に至っても難発芽性を示したが、貯蔵条件がニガウリ種子の難発芽性もし

くは休眠に及ぼす影響については今後詳細に検討する必要がある。

なお、中村（1992）はニガウリの種子は低温に弱く、低温耐性の小さい品種は0℃に3～5日置くと発芽力を失うと報告しているが、今回実験を行った5、15、25および35℃の貯蔵温度の範囲内では採種約10か月後まで



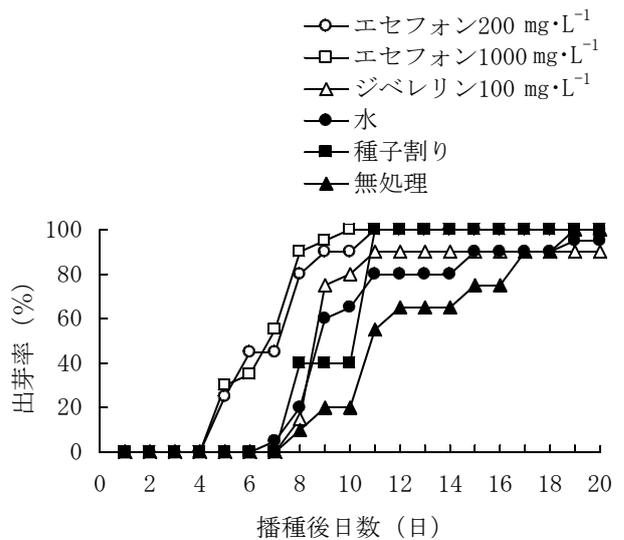
**第2-1図** 種子の貯蔵温度および貯蔵期間と出芽率の推移  
5および25℃の40週間貯蔵のデータは42週間貯蔵後播種し調査した

種子の寿命による発芽力の低下は認められなかった。

**実験2. エセフォンなどの播種前処理が出芽に及ぼす影響**

出芽率の推移を第2-2図に示す。無処理区の出芽は播種8日後から始まり、その後の出芽率の上昇は緩やかで、80%到達日は播種17日後であった。水浸漬区の出芽開始は播種7日後で無処理区と大差なかったが、80%到達日は播種11日後で無処理区より6日早かった。エセフォン200 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区、同1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区は共に出芽開始が播種5日後で無処理区より3日早く、80%到達日も播種8日後で無処理区より9日早かった。また、水浸漬区と比較しても出芽開始が2日、80%到達日が3日それぞれ早かった。ジベレリン100 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区および種子割り区の出芽開始は播種8日後で無処理区と差はなく、80%到達日は播種10～11日後で無処理区に比べ6～7日早まったが、水浸漬区との明確な差異は認められなかった。

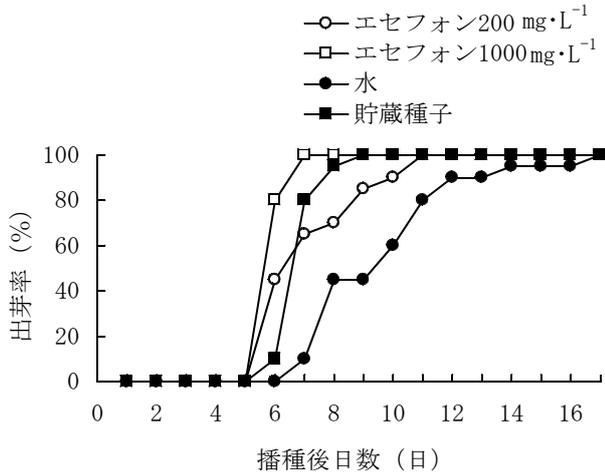
本実験は採種直後の新種子を供試して行われたもので、無処理区や水浸漬区の出芽の推移から、供試した種子は実験1.における32週までの貯蔵の場合と同様に難発芽状態にあったものと考えられた。エチレンあるいはエセフオンの種子処理はイチゴ(Iyerら, 1970; 中村, 1972; 柳ら, 2004)、ラッカセイ(Ketring・Morgan, 1969, 1970)、リンゴ(Kepczynskiら, 1977)、オナモミ(Egley, 1980; Katoh・Esashi, 1975)、アオビユ(Egley, 1980; Kepczynskiら, 1996)、アカザ(Sainiら, 1986)、サブタレニアンクローバ(Esashi・Leopold, 1969)などで一次休眠を覚醒し発芽を促進することが知られている。本



**第2-2図** エセフォンなどの播種前処理と出芽率の推移

実験のエセフォン処理も出芽の開始を早め、また、揃いを向上させており、ニガウリにおける発芽促進効果が確かめられた。

ニガウリの発芽促進には従来播種前の付傷処理が有効であるとされてきた(坂本, 2002)。また、キュウリでは種子割り処理(藤枝, 1982a)が、スイカでは種子割り処理や付傷処理(倉田, 1983)が発芽促進に効果があ



第2-3図 エセフォン処理区と貯蔵種子区の出芽率の推移



第2-4図 エセフォン処理による幼根の伸長抑制  
右5個体: エセフォン100 mg・L<sup>-1</sup>, 左端: 水  
エセフォン100 mg・L<sup>-1</sup>水溶液または水に12時間浸した後、水で湿らせたろ紙を敷いたシャーレに播種し発芽させた  
スケールは2 cm

るとされている。しかし、本実験では付傷処理と同様に吸水促進を目的に行った種子割り処理に発芽促進効果は認められなかった。また、ジベレリンによる播種前処理の発芽促進効果はナス等において知られているが(中村, 1959; 鈴木, 1963), ニガウリにおいては認められなかった。

実験3. エセフォン処理が苗の成長に及ぼす影響

出芽率の推移を第2-3図に示す。採種直後の種子を用いた水浸漬区では出芽開始が播種7日後、80%到達日が播種11日後で実験2.と同様の結果であったが、貯蔵種子区では播種6日後から出芽が始まり、80%到達日は播種7日後で共に水浸漬区に比べ早かった。一方、エセフォン1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区は出芽開始日、80%到達日がそれぞれ播種6日後で実験2.と同様に水浸漬区に比べ早く、貯蔵種子区と同程度であった。エセフォン200 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区は80%到達日が播種9日後で、エセフォン1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区に比べやや遅れた。

貯蔵種子区の出芽は、実験1.における15および35℃での40週間貯蔵および5℃での42週間貯蔵と同様に良好であり、貯蔵した種子に難発芽性は認められなかった。また、エセフォン1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区の出芽の推移は貯蔵種子区とほぼ等しく、エセフォンの播種前処理による発芽促進効果が本実験においても確認された。

メロンやイチゴなどで、エセフォン処理により幼根の伸長が抑制されることが報告されている(古川ら, 1997; 菅原ら, 1998; 柳ら, 2004)。筆者もニガウリにおける同様の現象を確認している(第2-4図)。そこで、エセフォンの種子処理による幼苗への影響が懸念されたため、苗の成長について調査した(第2-1表, 第2-5図)。その結果、エセフォン200 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区, 同1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区は水浸漬区に比べ大きく劣ることはなく正常に成長し、根部の乾物重は水浸漬区より重く、影響は認められなかった。なお、貯蔵種子区の最大葉の大きさや茎葉部の乾物重が他の区に比べ勝ったのは、採種時期が6月の好適条件下で、1月採種の他の区に比べ種子重が8%重く、充実していたためと考えられた。

第2-1表 苗の成長に及ぼすエセフォン処理の影響

試験区	葉数 (枚)	草丈 (cm)	根長 (cm)	最大葉		乾物重	
				葉長 (cm)	葉幅 (cm)	茎葉部 (mg)	根部 (mg)
エセフォン200mg・L <sup>-1</sup>	3.5±0.1 <sup>z</sup>	18.3±0.4	20.0±1.0	7.7±0.1	7.8±0.2	239±11	42±2
エセフォン1000mg・L <sup>-1</sup>	3.8±0.1	19.8±0.3	23.3±1.0	7.3±0.2	7.7±0.2	228±7	40±2
水	3.4±0.2	19.5±0.4	22.5±1.5	7.9±0.1	8.2±0.1	236±9	33±2
貯蔵種子	3.1±0.1	19.8±0.4	23.6±1.6	8.4±0.1	8.6±0.1	271±7	40±2

<sup>z</sup>平均値±標準誤差 (n=10)



貯蔵種子 水 エセフオン 200mg・L<sup>-1</sup> エセフオン 1000mg・L<sup>-1</sup>

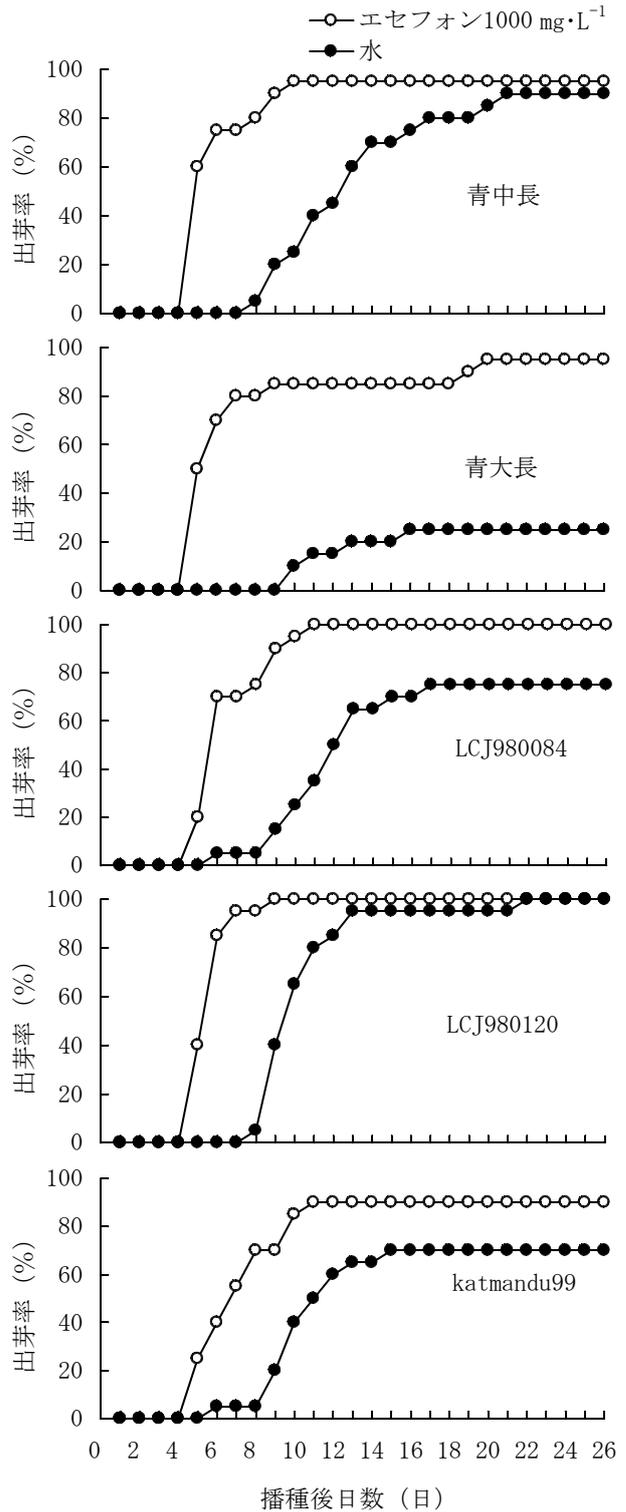
第2-5図 エセフオン処理して播種した苗の成長  
スケールは10 cm

実験4. エセフオンの出芽促進効果の系統間差異

供試した5系統について採種直後の出芽率の推移を第2-6図に示す. 水浸漬区の出芽は播種6~10日後から始まり, 播種26日後の出芽率は最も高い‘LCJ980120’が100%, 最も低い‘青大長’が25%で系統間に大きな差異が認められた. 80%到達日は‘LCJ980120’が播種11日後, ‘青中長’が播種17日後で, 他の系統は出芽率が80%に達しなかった. 一方, エセフオン1000 mg・L<sup>-1</sup>浸漬区ではいずれの系統も播種5日後から出芽が始まり, 80%到達日は播種6~10日後で系統間に差異が見られたものの, 播種26日後の出芽率は90%以上であった.

供試した5系統の中で, ‘青中長’, ‘LCJ980084’および‘LCJ980120’は紡錘形の果実で, 類似した沖縄在来種であるが, 雌花節率や果実形状に差異が認められる. ‘青大長’も沖縄在来種で, 雌花節率は中程度で果実は細長い. ‘Katmandu99’はネパール Katmandu 地方の在来種で, 草勢が強く, 雌花節率が極端に低く, 果実が白色の紡錘形である. このように本実験の供試系統は諸形質にかなりの変異があるが, エセフオンの播種前処理による発芽促進効果はいずれの系統においても一様に認められた.

以上のように, 採種後間もないニガウリの新種子は発芽が不揃いになるが, エセフオン200~1000 mg・L<sup>-1</sup>水溶液に12時間浸す播種前処理には発芽を促進する効果が認められた. また, 本処理による苗の成長への影響は見られず, 発芽促進効果が系統特異的なものでないことも確かめられた. これらのことから, エセフオンの播種前処理は世代を促進させたい育種場面や, やむを得ず新種子を利用する場合などの発芽促進法として利用できるものと考えられる. 特に, 斉一な発芽が要求される接ぎ木育苗の場面では有効な手法であると考えられる.



第2-6図 エセフオンの出芽促進効果の品種・系統間差

摘要

採種後間もないニガウリ種子は発芽が不揃いになりやすく, 採種後早期に播種して世代を進める必要のある育種場面では, 発芽を促進させる技術が望まれている.

そこで、ニガウリ種子の難発芽性を確認するとともに、エセフォン処理の発芽促進効果を水浸漬処理、ジベレリン処理、種子割り処理および貯蔵種子との比較で調査した。また、エセフォン処理した苗の成長やエセフォン処理の効果の系統間差異を調べ、実用性について検討した。

‘青中長’の種子は 5, 15, 25 および 35 °C のいずれの貯蔵温度でも採種後しばらくは出芽開始が遅く、出芽率が低く、また、出芽の揃いも悪く、採種直後のニガウリ種子には難発芽性が確認された。この難発芽性は 5, 15 および 35 °C の貯蔵条件では 40 ~ 42 週程度で認められなくなった。

‘青中長’の採種 2 週間後の無処理種子の出芽は播種 8 日後から始まり、その 80 % が出芽したのは 17 日後であった。12 時間の水浸漬区の出芽開始は播種 7 日後で無処理区と大差なかったが、80 % が出芽したのは 11 日後で無処理区より 6 日早かった。一方、エセフォン 200 mg・L<sup>-1</sup> あるいは 1000 mg・L<sup>-1</sup> に 12 時間浸した種子は、共に播種 5 日後から出芽が始まり、8 日後には 80 % が出芽し、無処理区や水浸漬区より出芽が促進された。ジベレリン 100 mg・L<sup>-1</sup> 浸漬区および種子割り区の出芽は水浸漬区と同様であった。また、エセフォン 1000 mg・L<sup>-1</sup> に浸した種子は 7 か月間貯蔵した種子と同様に発芽し、その後の成長は水浸漬区に比べ大きく劣ることはなく正常であった。エセフォン処理の発芽促進効果は、諸形質の異なる 5 系統に対し一様に認められた。

以上のように、エセフォンの播種前処理には発芽促進効果が認められた。また、本処理による苗の成長への影響はなく、発芽促進効果が系統特異的でないことも確かめられ、エセフォン処理は育種場面における発芽促進法として利用できることが明らかとなった。

### 第3章 ニガウリにおける雌性型内婚系統の育成

#### 緒言

ニガウリの生産性を向上させるには適度に雌花節率を高めることが必要であり、これまでに発表された育成品種の多くはこの特性が強調されている（八反田ら, 1992 ; 市ら, 2004 ; 井野ら, 2008 ; 河原ら, 1983 ; 宮崎県総合農業試験場, 2002, 2005b ; 坂本, 1995, 1996）。キュウリでは一代雑種の種子親に雌性型系統を用いることで、周年的に雌花節率の向上が図られているが（藤枝, 1963 ; 藤枝ら, 1965 ; Peterson・DeZeeuw, 1963）、この手法はニガウリにおいても有効であると考えられる。

Ram ら（2002a, b）は雌性型ニガウリ個体を発見し、その後雌花節率が 90 % 以上で雌性型個体を分離する多雌花性集団を育成している。Behera ら（2006, 2009）も

雌性型個体を見だし、同一集団内の混性型個体との兄弟交配で維持している。しかし、ニガウリにおいて雌性型系統を育成した事例は報告されていない。坂本（1995）は‘群星’および‘汐風’の種子親である‘OHB61-5’は雌花節率の高い株の自殖により得られた雌花型\*系統であると報告している。しかし、雌花節率のデータから‘OHB61-5’は完全な雌性型には固定していないものと推察される。\*報告の記載に従い雌花型と記述する。

筆者は品種育成の過程で雌性型個体の分離を認め、第 1 章において硝酸銀処理により雌性型個体に両性花が誘起されることを確認し、雌性型系統育成のための処理方法を明らかにした。また、採種後間もないニガウリ種子に難発芽性が認められたことから、第 2 章においてエセフォンの播種前処理による発芽促進法を開発した。本章ではこれらの手法を用いてニガウリの雌性型内婚系統を育成するとともに、育成した雌性型内婚系統の一代雑種品種の種子親としての実用性を検討した。

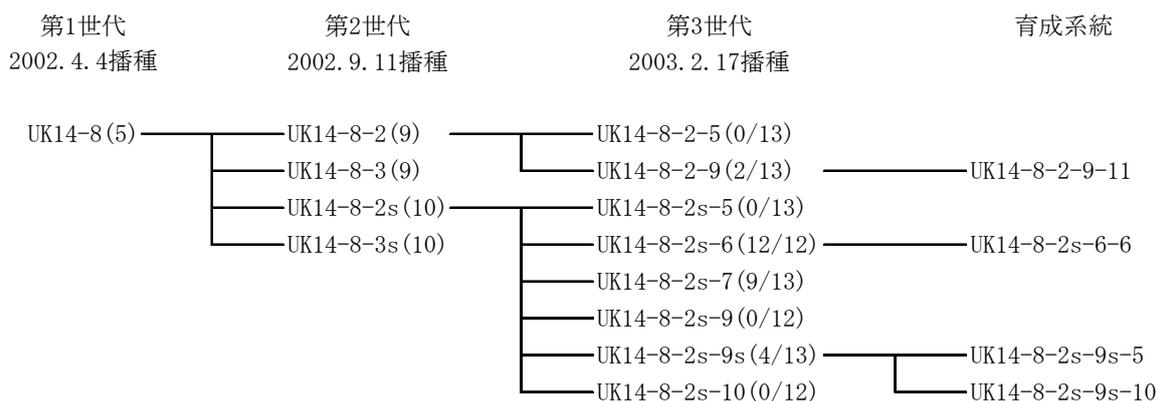
#### 材料および方法

##### 1. 雌性型内婚系統の育成

ニガウリの雌性型個体は、青中長系一代雑種の育成を目指し、多雌花性で果実形質に優れる種子親を選抜する過程で発見された。その育種素材は独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンク事業により配布を受けた LCJ980120 で、それに UK14-8 の系統名を付して供試した。第 3 - 1 図に示すように、第 1 世代は 2002 年 4 月 4 日に播種し、5 個体を栽培した。雌花節率の高い 3 個体を選抜し、系統内交配あるいは自殖により世代を進めた。

第 2 世代は 2002 年 9 月 11 日に播種し、4 系統 38 個体を栽培した。この世代では各系統 2 個体を花粉親として選抜して系統内の他の個体と交配し、その後形質調査を行って、それらの中から雌花節率が極めて高く果実形質に優れる個体間の交配系統を選んだ。また、形質調査後に自殖も行った。なお、下位節に雄花を欠くか、極少ない個体が見られたので、確実に花粉を得るため花粉親とする個体には硝酸銀処理を行い、交配には雄花の花粉あるいは硝酸銀処理により誘起された両性花の花粉を用いた。硝酸銀処理は長さ 1 m 程度に伸びた子づる 2 本仕立ての一方のつるに対して、上位 4 枚の展開葉と茎頂部に 400 mg・L<sup>-1</sup> 水溶液を葉面散布した。

第 3 世代は 2003 年 2 月 17 日に播種し、8 系統 101 個体を栽培した。雌花ばかりを着生する雌性型個体の分離が予想されたので、あらかじめすべての個体に対して第 2 世代に準じて硝酸銀を処理し、系統内交配を行った中から、無処理枝が雌性型で果実形質に優れる個体同士を組み合わせた 4 系統を選抜した。



### 第3-1図 雌性型系統の育成経過

第1および第2世代の ( ) 内は供試個体数

第3世代の ( ) 内は雌性型個体数/供試個体数

第2世代以降で系統名にsを付記したものは自殖系統，無いものは系統内交配系統を示す

次に，それら4系統が雌性型であることを確認するために，2003年6月30日に播種し，7月15日に硬質プラスチックハウスに各系統6個体ずつ定植して土耕栽培を行った。供試個体はすべて親づるとその下位節から分枝した子づる2本を伸ばして3本仕立てにし，それぞれ第30節までの性表現を調査した。なお，花蕾の発育が途中で止まり開花に至らなかった不完全発育節についても，花蕾の雌雄が目視で判別できた節は花蕾着生節を含めて調査の対象とした。

## 2. 雌性型と混性型とのF<sub>1</sub>の性表現

1. で雌性型が示唆された4系統の中で最も果実形質に優れたUK14-8-2-9-11(第3-1図)と青中長系で雌花節率の低い混性型系統KBPI，および両者のF<sub>1</sub>(UK14-8-2-9-11 × KBPI)を供試した。また，市販の‘えらぶ’(八江農芸株式会社)および‘ゴーヤ節成’((株)久留米原種育成会)も同時に供試した。2003年10月1日に播種し，10月20日に加温設定温度15℃のガラス温室にそれぞれ6個体ずつ定植して土耕栽培を行った。親づるを第7節で摘心し，子づる3本仕立てでそれぞれ第25節までの性表現を1. に準じて調査した。

## 結果および考察

### 1. 雌性型内婚系統の育成

第1世代は育種素材を選抜するために，UK14-8を含め25系統を供試した。UK14-8は雌花着生が多〜極多の多雌花性で，濃緑色・紡錘形の果実をつけ概して果実形質にも優れていたため，素材系統の一つに選抜し，雌花節率の高い個体を選んで系統内交配2系統と自殖2系統を得た(第3-1図)。

第2世代は4系統38個体を供試し個体選抜を行った。供試個体の中には雄花を欠き雌性型を想定させる個体もあったが確認できなかった。それらを含め雌花節率が極めて高く果実形質に優れた個体を選抜し，系統内交配7系統と自殖1系統を得た。

第3世代は8系統101個体を供試し，雌性型個体の分離を期待して各個体の性表現を観察した。その結果，第3-1図に示すようにUK14-8-2-9，UK14-8-2s-6，UK14-8-2s-7およびUK14-8-2s-9sの4系統において，雌花のみを着生する雌性型個体の分離が確認された。雌性型で果実形質に優れた個体を選抜し，系統内交配によるUK14-8-2-9-11，UK14-8-2s-6-6，UK14-8-2s-9s-5およびUK14-8-2s-9s-10を得た。

第3世代で得られた4系統について性表現を調べた結果を第3-1表に示す。4系統とも供試した6個体すべてが花蕾の雌雄を目視で判別できたすべての節に雌花のみを付け(第3-2図)，雌性型に固定していることが示唆された。なお，UK14-8-2-9-11およびUK14-8-2s-9s-10の2系統についてはその後代を栽培し，それらが雌性型系統であることを確認している。また，果実の形状は4系統とも青中長系の特徴を備えているが(第3-3図)，果形・色調・こぶ状突起の尖り程度などは系統間で異なり，若干の個体間差異も残している。

Ramら(2006)およびBeheraら(2009)はニガウリの雌性型性表現の遺伝解析を行い，雌性型が一つの劣性遺伝子支配であることを報告している。本研究においても内婚3世代で多くの雌性型個体が分離し，それら雌性型の系統内交配で得られた4世代目が雌性型を表現したことから，ニガウリの雌性型発現には主働遺伝子の関与

第3-1表 育成雌性型系統の性表現

系統	親づる			子づる		
	花蕾着生節数 <sup>z</sup> (節/個体)	雌花節数 (節/個体)	雌花節率 <sup>y</sup> (%)	花蕾着生節数 (節/個体)	雌花節数 (節/個体)	雌花節率 (%)
UK14-8-2-9-11	21.0±1.8 <sup>x</sup>	21.0±1.8	100.0	55.0±0.6	55.0±0.6	100.0
UK14-8-2s-6-6	23.8±0.5	23.8±0.5	100.0	57.5±0.6	57.5±0.6	100.0
UK14-8-2s-9s-5	24.8±0.4	24.8±0.4	100.0	58.7±0.2	58.7±0.2	100.0
UK14-8-2s-9s-10	24.0±0.6	24.0±0.6	100.0	57.8±0.5	57.8±0.5	100.0

<sup>z</sup>花蕾の雌雄が目視で判別可能な節数

<sup>y</sup>雌花節数/花蕾着生節数×100

<sup>x</sup>平均値±標準誤差 (n=6)



第3-2図 雌性型系統の雌花着生状況

すべての節に雌花のみを着生したが、未受粉のため着果していない  
スケールは10 cm



第3-3図 雌性型系統の着果状況

スケールは10 cm

が示唆された。素材系統はその遺伝子をヘテロの状態に保有して、内婚によって雌性型ホモ個体が分離し、そのホモ個体への硝酸銀処理により両性花が誘起され交配が可能となった結果、雌性型が固定したものと推察される。林田ら(2006)は本研究で育成された雌性型系統UK14-8-2-9-11を用いて雌性型性表現の遺伝解析を行い、UK14-8-2-9-11の雌性型が一つの主働遺伝子支配であることを確認している。ニガウリと同属で雌雄異株のカクロール(*Momordica dioica* Roxb.)の性分化も主働遺伝子の支配で、雌株が劣性ホモ、雄株がヘテロであることが知られている(Hossainら, 1996)。

また、キュウリの雌性型系統については‘夏節成’や‘彼岸節成’(藤枝ら, 1965)、『MSU713-5’(Peterson, 1960; Peterson・Anhder, 1960)などが報告されているが、これらの性表現の温度・日長感受性には差異が認められている。すなわち、‘夏節成’は日長の影響を受けないが高温条件で、‘彼岸節成’は高温・短日条件でいずれもわずかであるが雄花節を発現する。一方、『MSU713-5’の雌性型は温度・日長の影響を受けにくく安定していることが報告されている。ニガウリの性表現は高温・長日条件で雌花分化が抑えられて雄花節が増えるが(Kaushik・Sharma, 1974; 田中ら, 2007b; 米盛・藤枝, 1985a)、本研究で得られた雌性型4系統は高温・長日条件にハウス内で栽培したにもかかわらず雄花の分化を確認できなかった(第3-1表)、キュウリの‘MSU713-5’と同様に安定した雌性型と考えられる。

## 2. 雌性型と混性型とのF<sub>1</sub>の性表現

性表現の調査結果を第3-2表に示す。種子親のUK14-8-2-9-11は雌花節率が100%で、雌性型に固定していることが再確認された。一方、花粉親のKBP1は雌花節率が9.9%で、‘えらぶ’や‘ゴーヤ節成’に比べ雌花節率の低い混性型であった。両者のF<sub>1</sub>の雌花節率は39.1%で、両親の中間値をやや下回った。しかし、‘えらぶ’や‘ゴーヤ節成’と同程度の集約的な施設栽培に

第3-2表 雌性型系統と混性型系統およびこれらのF<sub>1</sub>の性表現

品種・系統	花蕾着生節数 <sup>z</sup> (節/個体)	雌花節数 (節/個体)	雌花節率 <sup>y</sup> (%)
えらぶ	72.3±0.6 <sup>x</sup>	31.0±6.9	42.9
ゴーヤ節成	68.3±0.7	30.5±3.9	44.6
UK14-8-2-9-11	68.2±0.9	68.2±0.9	100.0
KBP1	65.5±0.6	6.5±1.1	9.9
UK14-8-2-9-11×KBP1	67.3±1.8	26.3±1.8	39.1

<sup>z</sup>花蕾の雌雄が目視で判別可能な節数

<sup>y</sup>雌花節数/花蕾着生節数×100

<sup>x</sup>平均値±標準誤差 (n=6)

は好ましい雌花着生密度であり、雌性型系統が実用的な多雌花性品種の種子親として有望なことが示唆された。なお、F<sub>1</sub>における雌花節数の個体間変異は‘えらぶ’や‘ゴーヤ節成’に比べ小さかった。

前述のように、Ramら(2006)およびBeheraら(2009)は雌性型性表現が一つの劣性遺伝子支配であることを報告しているが、雌花節率についての検討は行っていない。本研究におけるF<sub>1</sub>の性表現は混性型を示したが、雌花節率は花粉親に比べて高く、雌性型は部分優性に発現するものと考えられた。キュウリでは、雌性型系統と混性型系統とのF<sub>1</sub>は、‘MSU713-5’が種子親の場合には雌性型がほぼ完全優性に発現し(Peterson・DeZeeuw, 1963)、『夏節成’や‘彼岸節成’の場合には部分優性に発現することが報告されている(藤枝ら, 1965)。本研究の雌性型ニガウリと混性型とのF<sub>1</sub>における性表現は、‘夏節成’や‘彼岸節成’が種子親の場合に似かよっている。なお、高温・長日条件で雌花分化が抑えられて雄花節の増える通常の混性型ニガウリの温度・日長感受性が、雌性型とのF<sub>1</sub>の性表現にどのように発現するかは今後解明したい。

以上のように、ニガウリの雌性型内婚系統が育成され、それと混性型とのF<sub>1</sub>は、雌性型が部分優性に発現し多雌花性を示すことが確かめられた。

### 摘要

硝酸銀処理による両性花誘起法およびエセフォンの播種前処理による発芽促進法を用いて、ニガウリの雌性型内婚系統を育成するとともに、育成した雌性型内婚系統の一代雑種の種子親としての実用性を検討した。

育種素材は独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンク事業により配布を受けたLCJ980120で、それにUK14-8の系統名を付して供試した。UK14-8は多雌花性で、濃緑色・紡錘形の果実をつけ、果実形質も優れていた。第1世代では雌花節率の高い個体を選んで系統内交

配2系統と自殖2系統を得た。第2世代は4系統38個体を供試し個体選抜を行った。雌花節率が極めて高く果実形質が優れた個体を選抜し、系統内交配7系統と自殖1系統を得た。第3世代は8系統101個体を供試したが、4系統51個体中に27個体の雌性型の分離が確認されたため、雌性型で果実形質が優れた個体を選抜し、系統内交配によりUK14-8-2-9-11, UK14-8-2s-6-6, UK14-8-2s-9s-5およびUK14-8-2s-9s-10の4系統を得た。これら第3世代で得られた4系統を6個体ずつ栽培し性表現を調査した結果、4系統とも雌性型に固定していた。なお、第2世代および第3世代では硝酸銀処理で両性花を誘起させ、その花粉を交配に用いた。

育成された雌性型4系統中のUK14-8-2-9-11と混性型系統KBP1、および両者のF<sub>1</sub>(UK14-8-2-9-11×KBP1)の雌花節率を調査した結果、UK14-8-2-9-11が100%、KBP1が9.9%、F<sub>1</sub>が39.1%で、F<sub>1</sub>の雌花節率は両親の中間値をやや下回った。

以上のように、ニガウリの雌性型内婚系統を育成し、それと混性型とのF<sub>1</sub>は、雌性型が部分優性に発現し多雌花性を示すことを確かめた。

### 第4章 雌性型内婚系統を種子親とした多雌花性ニガウリ‘熊研BP1号’の育成と作型適応性

#### 緒言

ニガウリにおいてもキュウリで実用化している(藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Peterson・DeZeeuw, 1963)雌性型系統を利用した育種は、品種の雌花節率や生産性の向上に有効であると考えられる。坂本(1995)は‘群星’および‘汐風’の種子親である‘OHB61-5’が雌花節率の高い株の自殖により得られた雌性型系統であると述べている。また、Zhouら(1998)も雌性型系統を用いた一代雑種が高い生産性を示すことを報告している。一方、Beheraら(2009)は同一集団内の混性型個体との兄弟交

配で維持している雌性型個体と混性型品種との  $F_1$  の特性を調査し、早生性や多収性に優れるとしている。このようにニガウリの雌性型利用育種に関するいくつかの報告があるが、これまでに種子親にケミカルコントロールの手法で育成された雌性型系統を用いた実用品種は報告されていない。

第3章において、第1章で明らかにした硝酸銀処理による両性花誘起法を用いて雌性型内婚系統を育成した。また、育成した雌性型系統と少雌花混性型系統との  $F_1$  が多雌花性を示し、雌性型系統が一代雑種の種子親として有望であることを明らかにした。本章では、育成した雌性型系統の組合せ能力を検定し、選抜した1系統を種子親として実用的な  $F_1$  品種‘熊研 BP1 号’が得られたことから、育成経過と果実の特性および作型適応性について述べる。

## 材料および方法

### 1. ‘熊研 BP1 号’の育成

育種目標は果実が濃緑色・紡錘形の青中長系で、こぶ状突起の尖りが鈍く、苦みの弱い形質を持ち、強健で多収穫が期待できる一代雑種とした。収量性を高めるためには雌花節率を向上させる必要があると考え、多雌花性系統を種子親に、少雌花性系統を花粉親とする組合せの育成を目指し、2002年4月4日播種の栽培から開始した。種子親の育成には独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンクより配布を受けた LCJ980120 に UK14-8 の系統名を付して供試したが、第3章で述べたように育成過程で雌性型個体が分離したことから、硝酸銀処理で誘起した両性花を利用した内婚による採種法を適用することで、雌性型系統を種子親として用いることとした。また、花粉親の育成には同様に配布を受けた LCJ980084 に UK14-5 の系統名を付して供試した。この素材系統は果実が濃緑色・紡錘形の少雌花性であった。両系統とも個体間変異が認められたため、系統内交配あるいは一部自殖により世代を進めて固定を図った。両親系統の固定後に組合せ能力を検定し、系統選抜を行い‘熊研 BP1 号’を育成した。

### 2. ‘熊研 BP1 号’の特性と作型適応性

#### 1) 早熟栽培

‘熊研 BP1 号’と筆者らが同時期に育成した他の一代雑種（以下、育成系統）5 系統および市販品種の‘えらぶ’（八江農芸株式会社）を供試した。育成系統の3系統の種子親は雌性型、2系統の種子親は混性型である。また、すべての育成系統の花粉親には‘熊研 BP1 号’の花粉親を用いた。2004年3月8日に播種し、3月29日に畝幅 2.5 m、株間 1.0 m、1 条植えで 6～7 個体ずつ

無加温ガラス温室に定植した。反復は設けなかった。熊本県内で主に行われる単棟ビニルハウス用のアーチパイプを利用した棚栽培（第3図）で子づる3本仕立てとし、85 節前後で摘心した。子づるの先端から 2～3 本の孫づるは伸ばして放任し、それ以外の孫づるはすべて除去した。着果過多を防ぐために交配数を調節して人工交配を行った。果実形質、すべての子づる第 25 節までの性表現および収量を調査した。性表現については花蕾の発育が途中で止まり開花に至らなかった不完全発育節についても、花蕾の雌雄が目視で判別できた節は調査の対象とした。

#### 2) 半促成栽培

‘熊研 BP1 号’および‘えらぶ’を供試して 2005 年 1 月 20 日に播種し、2 月 25 日に各 6 個体の 2 反復で無加温ガラス温室に定植した。1) の早熟栽培に準じて栽培し、生育初期はカーテンやトンネルで保温した。子づるの摘心は 120 節前後で行った。性表現の調査は生育初期には子づる第 25 節までについて、生育後期の 6 月 28 日には子づる先端の 25 節について行った。‘熊研 BP1 号’については 2006 年および 2007 年に 4 個体の 2 反復で 2005 年に準じて栽培し、2006 年には 4～6 月の雌雄別開花数を毎日記録した。

#### 3) 抑制栽培

‘熊研 BP1 号’および‘えらぶ’を供試して 2005 年 7 月 1 日に播種し、7 月 21 日にガラス温室に各 4 個体の 2 反復で定植した。1) の早熟栽培に準じて栽培し、生育後期にはカーテンで保温するとともに、15℃以上となるように加温した。摘心は 11 月 18 日に、生育後期の性表現の調査は 10 月 31 日に行った。‘熊研 BP1 号’については 2006 年に 4 個体の 2 反復で無加温ビニルハウス（9 月 26 日に被覆）に定植し、2005 年に準じて栽培した。

## 結果および考察

### 1. ‘熊研 BP1 号’の育成

‘熊研 BP1 号’の育成経過を第 4-1 図に示す。花粉親の素材系統にはこぶ状突起の尖りの程度に多少の差異が見られた以外には変異が認められなかった。そこで、突起の尖りが鈍い個体を選抜して系統内交配を繰り返した結果、2003 年 6 月 30 日播種の第 4 世代でほぼ固定が確認されたことから、KBP1 と命名した（第 4-2 図）。第 3 章で育成経過について述べた雌性型 4 系統中の 3 系統を種子親、KBP1 を花粉親とした一代雑種の果実形質を 2003 年 10 月 1 日播種の促成栽培で調査し、UK14-8-2-9-11 を種子親とした一代雑種が最も優れることを確かめた。2004 年 3 月 8 日播種の早熟栽培におけ



第4-1図 ‘熊研BP1号’の育成経過



第4-2図 KGBP1号およびKBP1の果実の形状  
左：KGBP1号，右：KBP1  
スケールは10 cm

第4-1表 ‘熊研BP1号’の果実形質

試験年次	作型	調査時期	品種	調査果実数	果重 (g)	果長 (cm)	果径 (cm)
2004	早熟	5/31～ 6/ 7	熊研BP1号	10	312.0±13.7 <sup>2</sup>	25.6±0.5	6.0±0.1
			えらぶ	10	341.5±19.8	28.7±0.5	5.7±0.1
2005	半促成	5/13～ 5/18	熊研BP1号	10	252.7± 5.8	23.9±0.3	5.0±0.1
			えらぶ	8	300.8±13.4	27.1±0.7	5.2±0.1
2005	抑制	10/ 3～10/ 5	熊研BP1号	6	225.8±11.7	21.7±0.4	5.3±0.2
			えらぶ	6	287.2± 5.7	27.2±0.6	5.4±0.1

<sup>2</sup>平均値±標準誤差 (n=調査果実数)

る特性調査においても、この組合せの一代雑種は収量が多く、果実形質に優れ、個体変異が小さく実用性が認められたことから、‘熊研 BP1 号’と命名するとともに種子親の UK14-8-2-9-11 を KGBP1 号とした(第4-2図)。  
‘熊研 BP1 号’は、硝酸銀処理による両性花誘起法を用いて育成された雄花を全く着生しない雌性型内婚系統を種子親とした初めての一代雑種である。

## 2. ‘熊研 BP1 号’の特性と作型適応性

### 1) 果実形質

‘熊研 BP1 号’の果実は濃緑色・紡錘形で青中長系の特徴を表した。半促成栽培における‘熊研 BP1 号’の果重は 252.7 g、果長は 23.9 cm、果径は 5.0 cm で、果重 300.8 g、果長 27.1 cm、果径 5.2 cm の‘えらぶ’に比べるとやや短形であった(第4-1表、第4-3図)。

また、‘えらぶ’に比べて肩部は張り、尻部はやや丸く、こぶ状突起の形状は丸みを帯びていた（第4-3, 4-4図）。苦みは同程度でやや弱かった（データ省略）。

2) 各作型における性表現

‘熊研BP1号’の2004年早熟栽培における生育初期の雌花節率は72.8%で、‘えらぶ’の74.0%と同程度であった（第4-2表）。しかし、2005年の半促成栽培および抑制栽培における‘熊研BP1号’の雌花節率は、生育初期が60.3~78.9%、生育後期が39.2~47.9%で、‘えらぶ’の生育前期の32.4~42.7%、生育後期の16.7~34.3%に比べて高かった（第4-3, 4-4表）。特に、抑制栽培の生育後期では‘えらぶ’が16.7%に低下したのに対し、‘熊研BP1号’は39.2%と高かった。‘熊研BP1号’の高い雌花節率は2006および2007年

の半促成栽培、2006年抑制栽培においても確認された（第4-3, 4-4表）。

種子親が雌性型である育成系統も‘熊研BP1号’と同様に、早熟栽培の生育初期において71.7~81.7%と高い雌花節率を示した。一方、種子親が混性型の育成系統は24.4~32.0%と低かった（第4-2表）。第3章において雌性型性表現は部分優性に発現し、雌性型系統が多雌花性一代雑種の種子親として有望であると考察したが、本研究の結果から複数の作型において確認できた。なお、‘熊研BP1号’の雌花節率の個体変異は第3章の結果（第3-2表）と同様に‘えらぶ’より小さかった（第4-2, 4-3, 4-4表）。



第4-3図 ‘熊研BP1号’の果実の形状  
左：‘熊研BP1号’，右：‘えらぶ’  
スケールは10 cm



第4-4図 ‘熊研BP1号’の果実の突起の形状  
上：‘熊研BP1号’，下：‘えらぶ’  
スケールは2 cm

第4-2表 早熟栽培における‘熊研BP1号’の性表現および収量<sup>z</sup>

品種・系統	供試個体数	雌花節率 <sup>y</sup> (%)	総収量		可販果収量		種子親の 性表現型
			(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )	(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )	
熊研BP1号	7	72.8 ± 5.4 <sup>x</sup>	2,206	553	1,869	486	雌性型
UK14-8-2s-9s-11-2×KBP1	7	81.7 ± 5.6	2,029	502	1,617	422	雌性型
Ya14-2-2s-1-5×KBP1	6	77.9 ± 2.9	2,060	538	1,740	464	雌性型
Ku13-1-9-9s-8s-7×KBP1	7	71.7 ± 7.6	2,131	537	1,743	455	雌性型
UK14-8-2-5-3×KBP1	6	32.0 ± 3.9	1,233	324	993	274	混性型
UK14-8-2s-9s-11-4×KBP1	7	24.4 ± 2.8	1,240	336	1,057	296	混性型
えらぶ	6	74.0 ± 10.7	1,893	514	1,653	461	—

<sup>z</sup>2004年3月8日播種で5月27日~8月27日収穫，施肥量 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O) は2.7 : 3.2 : 2.7 kg・a<sup>-1</sup>

<sup>y</sup>(雌花節数/花蕾の雌雄が目視で判別可能な節数) × 100, 3本仕立てとした各子づるの第25節まで調査

<sup>x</sup>平均値 ± 標準誤差 (n=供試個体数)

第4-3表 半促成栽培における‘熊研BP1号’の性表現および収量<sup>2</sup>

試験年次	品種	初期の雌花節率 <sup>y</sup> (%)	後期の雌花節率 <sup>x</sup> (%)	総収量		可販果収量	
				(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )	(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )
2005	熊研BP1号	60.3±3.9 <sup>w</sup>	47.9±3.7	1,497	385	1,357	357
	えらぶ	32.4±7.2	34.3±5.4	1,223	344	1,173	333
2006	熊研BP1号	67.2±6.5	48.7±2.9	2,227	562	2,118	543
2007	熊研BP1号	61.0±8.8	—	1,700	474	1,630	464

<sup>2</sup>2005年は1月20日播種で4月27日～7月29日収穫，施肥量(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O)は2.5:2.2:2.3 kg・a<sup>-1</sup>，2006年は1月20日播種で4月23日～7月31日収穫，施肥量は3.7:3.0:3.2 kg・a<sup>-1</sup>，2007年は1月19日播種で4月21日～7月30日収穫，施肥量は3.5:2.6:2.9 kg・a<sup>-1</sup>

<sup>y</sup>(雌花節数/花蕾の雌雄が目視で判別可能な節数)×100，3本仕立てとした各子づるの第25節まで調査

<sup>x</sup>3本仕立てとした各子づるについて2005年は6月28日に先端25節，2006年は摘心節以下25節調査

<sup>w</sup>平均値±標準誤差(2005年n=12，2006年および2007年n=8)

第4-4表 抑制栽培における‘熊研BP1号’の性表現および収量<sup>2</sup>

試験年次	品種	初期の雌花節率 <sup>y</sup> (%)	後期の雌花節率 <sup>x</sup> (%)	総収量		可販果収量	
				(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )	(個・a <sup>-1</sup> )	(kg・a <sup>-1</sup> )
2005	熊研BP1号	78.9±6.5 <sup>w</sup>	39.2±6.7	1,610	367	1,380	327
	えらぶ	42.7±10.6	16.7±4.0	970	247	800	214
2006	熊研BP1号	73.6±6.0	53.1±3.1	1,495	392	1,410	377

<sup>2</sup>2005年は7月1日播種で8月31日～11月29日収穫，施肥量(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O)は2.6:2.2:2.4 kg・a<sup>-1</sup>，2006年は7月3日播種で9月2日～11月30日収穫，施肥量は3.4:2.9:3.0 kg・a<sup>-1</sup>

<sup>y</sup>(雌花節数/花蕾の雌雄が目視で判別可能な節数)×100，3本仕立てとした各子づるの第25節まで調査

<sup>x</sup>3本仕立てとした各子づるについて2005年は10月31日に先端25節，2006年は摘心節以下25節調査

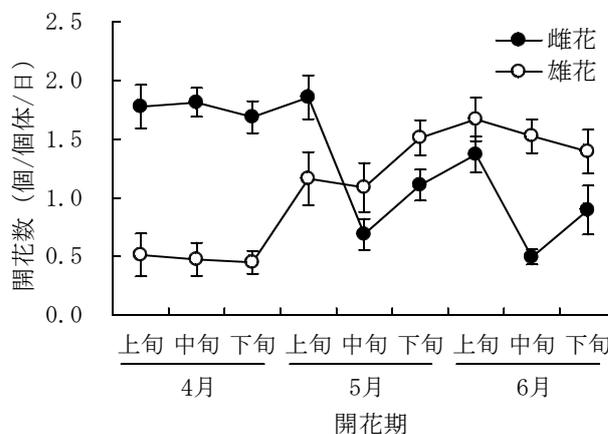
<sup>w</sup>平均値±標準誤差(n=8)

### 3) 各作型における収量性

‘熊研BP1号’の総収量や可販果収量は，2004年早熟栽培および2005年半促成栽培では‘えらぶ’よりやや多く，2005年抑制栽培では約50%多かった(第4-2, 4-3, 4-4表)．2006および2007年の半促成栽培，2006年抑制栽培でも‘熊研BP1号’は多収性を示した(第4-3, 4-4表)．これらの結果から‘熊研BP1号’は収量においても実用性が認められた．特に，抑制栽培における多収性は生育後期まで高い雌花節率を維持したためと考えられる．また，‘熊研BP1号’や種子親が雌性型である育成系統の早熟栽培における収量は，種子親が混性型である育成系統の収量より多かった(第4-2表)．収量性においては，キュウリ(藤枝ら，1965)と同様に，雌性型系統を種子親として用いて雌花節率を向上させることが有効であることが示唆された．

### 4) 半促成栽培における開花特性

2006年半促成栽培における‘熊研BP1号’の雌花開花数は，5月上旬までが1.8個/個体/日程度と多く，その後減少した．一方，雄花開花数は4月下旬までは0.5個/個体/日程度と極めて少なく推移し，その後次第に増加した(第4-5図)．このため，4月6日の交配開



第4-5図 半促成栽培における‘熊研BP1号’の開花数の推移

2006年1月20日播種

図中の縦線は標準誤差(n=8)を示す

始から25日間程度は交配のための雄花が不足した．‘えらぶ’等の他の品種においても，半促成栽培の交配初期には雄花の開花数が少ないことが観察されているが，‘熊研BP1号’ではその傾向が強いものと考えられる．ニ

ガウリの性表現は低温・短日条件で雌花分化が促進されることから (Kaushik・Sharma, 1974; 田中ら, 2007b; 米盛・藤枝, 1985a), 半促成栽培における交配初期の雄花開花数の減少は生育初期の低温・短日の影響であると考えられる。しかし, 交配初期の雄花の不足は生育初期が高温長日条件である抑制栽培でも認められており, 性表現の温度や日長に対する反応については今後詳しく検討する必要がある。‘熊研 BP1 号’の栽培に当たっては交配初期の雄花確保のために, 雄花着生の多い花粉親を混植あるいは別の圃場で栽培することが必要である。

以上のように, 雌性型系統を種子親としたニガウリ一代雑種の多雌花性と多収性が複数の作型で確認できたことから, キュウリで実用化している雌性型を利用した育種手法 (藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Peterson・DeZeeuw, 1963) はニガウリにおいても有効であることが実証されたと考えられる。

### 摘要

育成した雌性型内婚系統を種子親とした F<sub>1</sub> 品種を育成し, 作型適応性を検討した。

促成栽培において, 育成した雌性型内婚系統 UK14-8-2-9-11 を種子親, 少雌花性系統 KBP1 を花粉親とした一代雑種が最も果実形質に優れることを確かめた。早熟栽培における特性調査においても, この組合せの一代雑種は収量が多く, 果実形質に優れ, 個体変異が小さく実用性が認められたことから, ‘熊研 BP1 号’と命名するとともに種子親の UK14-8-2-9-11 を KGBP1 号とした。‘熊研 BP1 号’の果実は濃緑色・紡錘形で青中長系の特徴を表した。また, ‘えらぶ’の果実に比べるとやや短形で, 肩部は張り, 尻部はやや丸く, こぶ状突起の形状は丸みを帯びていた。苦みは同程度であった。

‘熊研 BP1 号’は半促成, 早熟, 抑制栽培における生育初期の雌花節率が 60.3 ~ 78.9 % で, 安定した多雌花性を表現した。特に, 抑制栽培の生育後期では ‘えらぶ’の雌花節率が 16.7 % に低下したのに対し, ‘熊研 BP1 号’は 39.2 % と高かった。‘熊研 BP1 号’の総収量や可販果収量は, 早熟栽培および半促成栽培では ‘えらぶ’よりやや多く, 抑制栽培では約 50 % 多かった。

半促成栽培における ‘熊研 BP1 号’の雌花開花数は, 5 月上旬まで 1.8 個/個体/日程度であった。一方, 雄花開花数は 4 月下旬まで 0.5 個/個体/日程度と極めて少なく推移し, 4 月 6 日の交配開始から 25 日間程度は交配のための雄花が不足した。このため ‘熊研 BP1 号’の栽培に当たっては, 交配初期の雄花確保のために花粉用個体の栽培が必要である。

以上のように, 雌性型内婚系統を種子親としたニガウ

リ一代雑種の多雌花性と多収性が複数の作型で確認でき, ニガウリにおいて雌性型を利用した育種手法は有効であることが実証された。

### 総合考察

ニガウリは近年, 機能性・健康野菜として全国的に消費量が増加している。また, 栽培面積も急増し, 栽培地域も従来からの生産県である沖縄県や南九州 3 県以外に拡大している。しかし, ニガウリの生産性は他の果菜類に比べると低いのが現状である。農林水産省による野菜生産状況表式調査 (農林水産省生産局園芸課, 2008) の 2006 年産収獲量と栽培面積から算出した 10 a 当たり収獲量は 2,460 kg である。また, 熊本県 (2006) が示したハウス早熟栽培の経営指標でも 3,368 kg にとどまっている。今後, ニガウリの生産拡大のためには生産性を向上させ, 収益性を高めることが不可欠であると考えられる。ニガウリの栽培はこれまで比較的粗放的に行われてきたが, 近年, 増収を目的とした仕立て法 (橋田ら, 2009; 神崎ら, 2008; 加藤, 2007; 田中ら, 2007a) や着果法 (田中ら, 2007b; 林田ら, 2008b) などに関する試験が始まっている。一方, 育種面では品種の雌花節率を高めることが生産性向上のために重要であり, これまでに主産県の公立試験研究機関を中心に多雌花性品種が育成され普及している (八反田ら, 1992; 市ら, 2004; 井野ら, 2008; 河原ら, 1983; 宮崎県総合農業試験場, 2002, 2005b; 坂本, 1995, 1996)。

筆者らは熊本県農業研究センターにおいて 2002 年からニガウリの育種を実施している。その過程で雌性型個体の分離を確認したことから, 本研究においてキュウリで実用化している雌性型利用育種 (藤枝, 1963; 藤枝ら, 1965; Peterson・DeZeeuw, 1963) をニガウリに適用し, 多雌花性品種の育成を試みた。まず, 雌性型個体への硝酸銀処理の両性花誘起効果を確認し, 雌性型系統育成のための処理方法について検討した。また, 採種直後のニガウリ種子に難発芽性が認められたことから, エセフォンの播種前処理による発芽促進効果について検討し, 処理方法を明らかにした。続いて, 開発した両性花誘起法および発芽促進法を用いて雌性型内婚系統を育成し, さらに, 雌性型内婚系統を種子親とした実用的な一代雑種 ‘熊研 BP1 号’を育成した。

雌性型個体の側枝への硝酸銀処理により正常な花粉を持つ両性花が誘起されることが確認されたが, キュウリでは認められる雄花 (Atsmon・Tabbak, 1979; Beyer, 1976a; 藤野ら, 1995; 藤田, 1982; Kalloo・Franken, 1978; 小山, 2008; Takahashi・Suge, 1980; Tolla・Peterson,

1979) は誘起されなかった。雌性型系統育成のためには通常 10 個程度の両性花が得られれば十分であるが、そのための処理方法としては茎頂部を含む側枝先端の 5 葉に  $250 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  の硝酸銀水溶液、または先端の 3 葉に  $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  の水溶液を葉面散布することが適当であった。また、処理後の生育気温が昼間  $35^\circ\text{C}$ 、夜間  $25^\circ\text{C}$  でも、昼間  $25^\circ\text{C}$ 、夜間  $15^\circ\text{C}$  でも両性花の開花数に違いはなく、春期から秋期にかけてのニガウリの栽培に適する期間であれば、処理方法を変更する必要はないと考えられた。誘起された両性花に人工交配を行っても着果しないため、処理個体から種子を得る必要がある場合には複数の側枝を伸ばしてその一部に硝酸銀処理を行い、残りの無処理枝の雌花に人工交配を行うと良い。なお、主枝への硝酸銀処理によっても両性花が誘起されることが確認されている (岩本ら, 2009)。

雌性型キュウリで硝酸銀処理により雄花が誘起される機作については、銀イオンの作用でエチレンの生理活性が抑えられ、また、ジベレリンの活性低下が抑制される結果、混性型のようにジベレリン/エチレンのバランスが高まるためと推察されている (藤田, 1982)。雌性型ニガウリにおいても硝酸銀が持つエチレンの作用阻害効果が両性花誘起の要因の一つであると考えられる。筆者らは硝酸銀と同様にエチレンの作用を阻害する 1-methylcyclopropene (1-MCP) 処理でも雌性型ニガウリに両性花が誘起されることを確認している (岩本ら, 2009)。また、混性型ニガウリではエスレル処理により雌花が増加すること (Banerjee・Basu, 1992; 福元ら, 2008b; Ghosh・Basu, 1983; 西村ら, 2008; Prakash, 1976; Thomas, 2008; 米盛・藤枝, 1985b) も以上のことと矛盾しないと考えられる。しかし、硝酸銀処理が雌性型ニガウリの内生ジベレリン活性に及ぼす影響は明らかになっていない。今後、雌性型ニガウリでの硝酸銀処理に伴うジベレリン等の内生ホルモン活性の変化や、ニガウリの性表現と内生ホルモンとの関係について詳細に検討する必要がある。

短期間で品種育成を行うには、採種後ただちに播種し世代を進める必要がある。しかし、ニガウリの採種直後の種子には難発芽性が認められ、出芽率が低く、また、出芽が不揃いであった。ニガウリは一つの果実に含まれる種子数が数粒～30 粒程度と他のウリ科野菜に比べ非常に少ないため、個体選抜のための個体数を確保するためには得られた種子を確実に発芽させる技術が必要である。そこで、種子へのいくつかの播種前処理について検討したところ、エセフォン  $200\sim 1000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  水溶液に 12 時間浸す処理の発芽促進効果が認められた。また、出芽後の苗の成長も正常で、発芽促進技術としてのエセ

フォン処理の実用性が確認された。エセフォン処理による発芽促進技術は一般の栽培においても有効であると考えられるが、使用のためには農薬の適用拡大が必要である。なお、ニガウリ種子で確認された難発芽性と休眠との関連については今後明らかにする必要がある。

硝酸銀処理による両性花誘起法を用いてニガウリの雌性型内婚系統を育成したが、これまでに同様の報告は行われていない。ニガウリの雌性型は一つの主働遺伝子支配であることから (Behera ら, 2009; 林田ら, 2006; Ram, 2006)、雌性型内婚系統の育成は比較的容易に行えるものと考えられる。また、雌性型内婚系統を種子親とした一代雑種の育成もニガウリでは初めてである。ニガウリの雌性型が雌性型キュウリ ‘MSU713-5’ (Peterson・DeZeeuw, 1963) の場合のように完全優性に遺伝すれば雌性型系統の利用場面は限られたであろうが、実際には部分優性に発現し、混性型との一代雑種 ‘熊研 BP1 号’ は半促成、早熟、抑制の各作型で高い雌花節率を示した。また、収量性もこれら 3 作型のいずれにおいても高く、雌性型を種子親とする一代雑種の有利性がニガウリの育種において確かめられた。

雌性型系統を種子親として利用することは一代雑種の採種においても有効である。網室などの隔離ほ場で種子親と花粉親を混植し訪花昆虫を利用 (小林, 1978) することにより、人工交配作業が省略でき採種の省力・低コスト化を図ることができる。しかし、メロンなどの交配に利用されるミツバチはニガウリの雄花には多く訪花するが雌花への訪花は非常に少なく、また、ミツバチを利用した交配は人工交配に比べ着果率が低く、果実当たりの種子数も少ないことが報告されており (田中ら, 2007b)、利用する訪花昆虫の種類と利用技術の検討が必要である。

本研究で育成した ‘熊研 BP1 号’ は収量性に優れるとともに、果実が市場で好まれる濃緑色の青中長系で苦味も少なく (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構, 2006)、品種としての実用性を備えている。しかし、改善すべきところもあり、本研究で開発した雌性型を利用した育種手法を用いてさらに優良な品種を目指して育種を進める必要がある。そこで、今後の雌性型を利用した育種の方向について述べたい。

‘熊研 BP1 号’ は交配初期に雄花の開花数が少なく、交配のための雄花確保のために雄花着生の多い花粉親を準備する必要がある。林田らは ‘熊研 BP1 号’ の花粉親である KBP1 の代わりに KBP1 より雌花節率の低い系統を用いると  $F_1$  の雌花節率が ‘熊研 BP1 号’ より低下することを認めている (未発表)。このことから、KBP1 より雌花節率が低い花粉親を育成し用いることで  $F_1$  の

雌花節率が抑えられ、交配のための雄花不足を解消できる可能性があると考えられる。しかし、品種の雌花節率を抑制すると雌花の開花数が少ない生育後期を中心に収量が減少する恐れがある。田中ら（2007a）も認めているように着果負担により草勢が低下すると発育が途中で止まり開花に至らない雌花節が増加することから、草勢を強化する育種を同時に行い生育後期の雌花開花数を確保する必要があると考えられる。林田ら（2008b）は子づる3本仕立てとし、孫づるをすべて除去する半促成栽培において、‘熊研 BP1 号’の最適な着果数は4節当たり1果であることを明らかにしている。このような半促成栽培用品種では、栽培期間をとおして4節に1個以上の充実した雌花が開花するような雌花節率と草勢の強さが育種の目標になると考えられる。また、ニガウリの雌花節率は気温と日長の影響を受けて変化するため（Kaushik・Sharma, 1974；田中ら, 2007b；米盛・藤枝, 1985a）、最適な雌花節率となるように栽培時期ごとにくつつかの品種を使い分けることが望ましい。異なる雌花節率の花粉親を用いることで、それぞれの栽培時期に適した品種の育成が可能になると考えられる。将来的には遺伝子探索によりキュウリの日長不感受性（藤枝, 1966）のような環境条件に鈍感な形質の導入が望まれる。

色調やこぶ状突起などの果実形質の改良も必要である。‘熊研 BP1 号’の果実は濃緑色であるが、やや鮮やかさに欠けるところがあり、現在、鮮濃緑の果色を目指し育種を行っている。また、‘熊研 BP1 号’のこぶ状突起の尖りは鈍く丸みを帯びており、収穫・出荷作業や輸送中に傷つきにくい特徴を持っている。しかし、省力のための選果機械の利用を考えるとさらにこぶ状突起を丸くする必要があると考えられる。宮崎県総合農業試験場（2005d）は輸送中の傷みの少ない品種として、台湾や東南アジアなどで見られるようなこぶ状突起が全く無い‘宮崎 N4 号’を育成している。日本で主に生産されている品種とは全く果実のタイプが異なるが、傷み防止の効果は大きいと考えられる。

また、ニガウリは側枝の発生が旺盛で茎葉が過繁茂になりやすく、施設において栽植密度を高め集約的な栽培を行うと整枝や摘葉作業が煩雑となる。熊本県では孫づるをすべて除去する栽培が一般的に行われている。ウリ科野菜ではメロンにおいて短側枝性中間母本‘メロン中間母本農4号’が育成され（小原ら, 2001）、慣行品種に比べ大幅な省力・軽作業となることが報告されている（金子ら, 2006）。スイカでも少側枝性品種が育成されている（Lin ら, 1992）。また、メロン（本間ら, 1993）、スイカ（北谷ら, 2006, 2008）、カボチャ（平井ら, 2004；杉山ら, 2009）では同じく省力・軽作業化の目的で短

節間性の利用が試みられている。このような省力・軽作業化のための草型の改良も将来のニガウリ育種の一つの方向と考えられる。

さらに、ニガウリは機能性・健康野菜として注目されているが、果実のビタミン C 含量（池田, 2000；井野ら, 2007；柚木崎ら, 2005）やポリフェノール含量（池田, 2000；サーカーら, 2003）、抗酸化活性（赤木ら, 2005；池田, 2000；サーカーら, 2003）などには品種間差異が認められている。また、肝臓脂質濃度の低下作用の大きさにも品種間で差があることが報告されていることから（Senanayake ら, 2004b, 柚木崎ら, 2008）、機能性の高い品種育成の可能性もある。高機能性品種の育成によりニガウリを消費者にさらにアピールでき、消費拡大や有利販売が図られると考えられる。

ニガウリ栽培での病害虫の発生は比較的少ない（市, 1998；石原, 1988）。しかし、連作によりニガウリつる割病（今村ら, 2007；金城ら, 2002）の発生が増加し、産地ではカボチャへの接ぎ木栽培により被害を回避している（市, 1998；坂本, 2002；杉下ら, 2002）。また、地上部の病害としてはうどんこ病の発生が多い（坂本, 2002）。ウリ科野菜ではメロンを中心につる割病やうどんこ病などの病害に対する抵抗性育種が進んでいる。ニガウリにおいても育種素材を探索し抵抗性品種を育成することは、生産安定や化学農薬・生産コスト削減のために重要であると考えられる。

沖縄県や南九州地域を除けば、我が国でニガウリの野菜としての利用が本格的に始まったのはごく最近のことである。本研究で開発した育種手法が今後のニガウリの生産や消費の拡大に寄与することを期待したい。

## 要旨

ニガウリの育種において、品種の生産性を向上させるには雌花節率を高めることが重要であり、雌性型を利用した多雌花性品種の育成を試みた。

まず、雌性型個体への硝酸銀処理の両性花誘起効果を調査し、雌性型系統育成のための処理方法について検討した。雌性型個体の側枝への硝酸銀の葉面散布で両性花が誘起され、誘起された両性花は雌花よりも子房や花弁が大きく、その花粉の機能は正常であった。葉面散布については、茎頂部を含む側枝先端の5葉に  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  の硝酸銀水溶液、または先端の3葉に  $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  の水溶液を散布することで、10個程度の両性花が得られることが確かめられた。処理後の生育気温が昼間  $35^\circ\text{C}$ 、夜間  $25^\circ\text{C}$  でも昼間  $25^\circ\text{C}$ 、夜間  $15^\circ\text{C}$  でも両性花の開花数に違いはなかった。

また、採種直後の種子には難発芽性が認められ、育種現場では採種後早期に播種し世代を進める必要があることから、採種直後の種子に対するエセフォン処理の発芽促進効果を水浸漬処理、ジベレリン処理、種子割り処理および貯蔵種子との比較で調査した。‘青中長’の採種2週間後の無処理種子は播種8日後から出芽が始まり、その80%が出芽したのは17日後であった。一方、エセフォン200 mg・L<sup>-1</sup>あるいは1000 mg・L<sup>-1</sup>水溶液に12時間浸した種子は、5日後から出芽が始まり8日後には80%が出芽し、水浸漬処理やジベレリン処理、種子割り処理よりも出芽が促進された。また、エセフォン1000 mg・L<sup>-1</sup>水溶液に浸した種子は7か月間貯蔵した種子と同様に出芽し、その後の苗の成長も正常で、実用的効果が確かめられた。さらに、特性の異なる5系統の新種子を供試し、エセフォン処理の同様な発芽促進効果を確かめ、ニガウリ新種子に対するエセフォンの発芽促進効果が系統特異的でないことを明らかにした。

続いて、開発した両性花誘起法および発芽促進法を用いてニガウリの青中長系から雌性型内婚系統を育成した。育種素材(LCJ980120)から雌花節率の高い個体を選び、系統内交配または自殖で世代を進めた。第2世代および第3世代では硝酸銀処理で両性花を誘起させ、その花粉を交配に用いた。第3世代において4系統51個体中に27個体の雌性型を確認した。これら雌性型から果実形質に優れた個体を選抜し、同一系統内の交配による4系統を得たが、それらは混性型を分離せず、いずれも雌性型に固定していた。その1系統と少雌花混性型系統(KBP1)とのF<sub>1</sub>は、雌性型が部分優性に発現することが確かめられ、育成した雌性型内婚系統は多雌花性一代雑種の種子親として有望なことを認めた。

さらに、育成した雌性型内婚系統の中の1系統を種子親とした青中長系の実用的な一代雑種‘熊研BP1号’を育成した。本品種は半促成、早熟および抑制栽培の各作型において安定した多雌花性を表現し、特に、対照品種‘えらぶ’で雌花節率が低下する抑制栽培の生育後期においても、高い雌花節率を維持した。収量は半促成および早熟栽培では‘えらぶ’に比べてやや多く、抑制栽培では約50%多かった。なお、本品種は生育初期に雄花が少なく、受粉のための花粉用個体が必要である。

以上のように、本研究ではニガウリの育種において雌性型を種子親とする一代雑種の有利性を明らかにし、さらに実用的な育種技術の開発・品種の育成を行った。

### 謝辞

本研究に際しましては、育種素材の収集から遂行、取

りまとめにいたるまで、元熊本県農業研究センター特別研究員の藤枝國光九州大学名誉教授から懇切丁寧なご指導を賜りました。ここに謹んで深謝の意を表します。

本研究の遂行ならびに本論文の作成に際しまして、ご指導、ご高配を賜りました宮崎大学農学部田晴久教授に対し、謹んで深謝の意を表します。また、ご指導、ご校閲を頂きました宮崎大学農学部藪谷勤教授、同國武久登教授に心から感謝申し上げます。さらに、ご校閲を頂きました熊本県立大学環境共生学部松添直隆教授、宮崎大学農学部石井康之准教授、同鉄村琢哉准教授に厚くお礼申し上げます。

恩師である故五味清宮崎大学名誉教授、岡山大学大学院自然科学研究科榎田正治教授からは温かい激励を賜りました。心からお礼申し上げます。

大学院への入学を勧めて頂くとともにご配慮を賜った、熊本県農業研究センター久保研一元センター所長に厚く感謝申し上げます。

熊本県農業研究センター植村善和元センター所長をはじめ、これまでのセンター所長、センター次長、い業研究所長には大学院入学および修学にご理解、ご配慮を頂きました。農産園芸研究所石田豊明元所長には本研究の機会を与えて頂き、また、遂行に当たりご指導、ご配慮を賜りました。農産園芸研究所野菜研究室の林田慎一氏には‘熊研BP1号’の特性調査を実施して頂きました。彌富道男氏には育種素材を収集して頂きました。古閑三恵氏(現熊本県天草地域振興局)には出芽試験の調査にご協力頂きました。また、野菜研究室の皆様、い業研究所作付体系研究室の皆様には研究遂行に多くのご協力を頂きました。これらの皆様に心より感謝し、厚くお礼申し上げます。

### 引用文献

- 赤木 功・井野寿俊・黒木利美・渡司照久. 2007. ニガウリのアスコルビン酸含有量に及ぼす気温および日照時間の影響. 園学研. 6(別2): 519.
- 赤木 功・杉下弘之・白木己歳・加藤智美・柚木崎千鶴子・小村美穂. 2005. ニガウリ果実における抗酸化活性の品種間差異. 園学雑. 74(別2): 257.
- Ali, M., H. Okubo, T. Fujii and K. Fujieda. 1991. Techniques for propagation and breeding of kakrol (*Momordica dioica* Roxb.). *Scientia Hort.* 47: 335-343.
- 有村恭平・田中義弘・桑代涼子・餅田利之・時村金愛. 2009. 抑制および半促成ニガウリ栽培における養分吸収特性. 第72回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集. 62.

- Atsmon, D., A. Lang and E. N. Light. 1968. Contents and recovery of gibberellins in monoecious and gynoeious cucumber plants. *Plant Physiol.* 43: 806-810.
- Atsmon, D. and C. Tabbak. 1979. Comparative effects of gibberellin, silver nitrate and aminoethoxyvinyl glycine on sexual tendency and ethylene evolution in the cucumber plant (*Cucumis sativus* L.). *Plant Cell Physiol.* 20: 1547-1555.
- Banerjee, S. and P. S. Basu. 1992. Hormonal regulation of flowering and fruit development: Effect of gibberellic acid and ethrel on fruit setting and development of *Momordica charantia* L.. *Biologia Plantarum* 34: 63-70.
- Behera, T. K., S. S. Dey, A. D. Munshi, A. B. Gaikwad, A. Pal and I. Singh. 2009. Sex inheritance and development of gynoeious hybrids in bitter gourd (*Momordica charantia* L.). *Scientia Hort.* 120: 130-133.
- Behera, T. K., S. S. Dey and P. S. Sirohi. 2006. DBGy-201 and DBGy-202: Two gynoeious lines in bitter gourd (*Momordica charantia* L.) isolated from indigenous source. *Indian. J. Genet.* 66: 61-62.
- Beyer, E. Jr. 1976a. Silver ion: a potent antiethylene agent in cucumber and tomato. *HortScience* 11: 195-196.
- Beyer, E. M. Jr. 1976b. A potent inhibitor of ethylene action in plants. *Plant Physiol.* 58: 268-271.
- Bhattacharya, A. and S. Tokumasu. 1970. Effect of gibberellin upon sex expression and internode length in gynoeious and monoecious cucumber. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 39: 224-231.
- Bisaria, A. K. 1974. The effect of foliar spray of alpha naphthaleneacetic acid on the sex expression in *Momordica charantia* L.. *Sci. Cult.* 40: 78-80.
- Chen, C. C. and J. M. Sung. 2001. Priming bitter gourd seeds with selenium solution enhances germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature. *Physiol. Plant.* 111: 9-16.
- Chen, Q., L. L. Y. Chan and E. T. S. Li. 2003. Bitter melon (*Momordica charantia*) reduces adiposity, lowers serum insulin and normalizes glucose tolerance in rats fed a high fat diet. *J. Nutr.* 133: 1088-1093.
- Dey, S. S., A. K. Singh, D. Chandel and T. K. Behera. 2006. Genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) genotypes revealed by RAPD markers and agronomic traits. *Scientia Hort.* 109: 21-28.
- 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構, 2006. 最新農業技術事典. p. 1138. 農文協. 東京.
- Egley, G. H. 1980. Stimulation of common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) seed germination by injections of ethylene into soil. *Weed Sci.* 28: 510-514.
- Esashi, Y. and A. C. Leopold. 1969. Dormancy regulation in subterranean clover seeds by ethylene. *Plant Physiol.* 44: 1470-1472.
- Friedlander, M., D. Atsmon and E. Galun. 1977. Sexual differentiation in cucumber: abscisic acid and gibberellic acid contents of various sex genotypes. *Plant Cell Physiol.* 18: 681-691.
- 藤枝國光. 1963. キュウリの育種. 第3報. 雌性系統の育成法に関する研究. 園試報. D1: 101-116.
- 藤枝國光. 1966. キュウリの性表現に関する品種生態的研究. 園試報. D4: 43-86.
- 藤枝國光. 1982a. 発芽の生理, 生態. p. 基 29-38. 農業技術大系野菜編1 キュウリ. 追録第7号. 農文協. 東京.
- 藤枝國光. 1982b. 花芽の分化と発達. p. 基 61-77. 農業技術大系野菜編1 キュウリ. 追録第7号. 農文協. 東京.
- 藤枝國光. 1993. 野菜の起源と分化. p. 38-42. 九州大学出版会. 福岡.
- 藤枝國光・大和茂八・秋谷良三. 1965. キュウリの育種. 第4報. 雌性品種の育種経過とその生態に関する研究. 園試報. D3: 37-56.
- 藤野雅丈・石井孝典・内海敏子. 1995. キュウリ品種の雌雄性に及ぼす硝酸銀処理の影響とその遺伝. 東北農研. 48: 239-240.
- 藤田幸雄. 1982. キュウリの性表現型の早期検定に関する研究. 九州大学学位論文.
- Fujita, Y. and K. Fujieda. 1981. Relation between sex expression types and cotyledon etiolation of cucumber in vitro. I. On the role of ethylene evolved from seedlings. *Plant Cell Physiol.* 22: 667-674.
- 福元康文・楫本智司・西村安代. 2008a. ニガウリのロックウール培地によるバッグカルチャーに関する研究. 園学研. 7(別2): 676.
- 福元康文・楫本智司・西村安代. 2008b. ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の花芽の性表現に関する研究 (第1報) 成長調節物質, 日長, 温度, 摘葉と結縛処理の影響. 農業生産技術管理学会誌. 14: 186-191.
- 福元康文・西村安代・島崎一彦・渡辺圭太. 2004. ニガウリの性分化における品種特性. 園学雑. 73(別2): 620.
- 古川 一・塩見 桂・菅原眞治. 1997. エセフォン処理

- によるネットメロンのエチレン感受性の差異の検出. 園学雑. 66(別1): 360-361.
- Ghosh, S. and P. S. Basu. 1982. Effect of some growth regulators on sex expression of *Momordica charantia* L.. *Scientia Hort.* 17: 107-112.
- Ghosh, S. and P. S. Basu. 1983. Hormonal regulation of sex expression in *Momordica charantia*. *Physiol. Plant.* 57: 301-305.
- 橋田祐二・小松秀雄. 2008. ニガウリの促成栽培における品種および株間が生育, 収量に及ぼす影響(予報). 園学研. 7(別2): 677.
- 橋田祐二・小松秀雄・玖波井邦昭. 2009. 促成ニガウリの「収穫枝連続更新整枝」における仕立て本数および株間が生育, 収量に及ぼす影響. 園学研. 8(別2): 638.
- 八反田憲生・河原一五郎・富永 寛・高橋英生. 1992. ツルレイシ新品種“宮崎こいみどり”. 宮崎総農試研報. 26: 51-57.
- Hayashi, F., D. R. Boerner, C. E. Peterson and H. M. Sell. 1971. The relative content of gibberellin in seedlings of gynoecious and monoecious cucumber (*Cucumis sativus*). *Phytochemistry* 10: 57-62.
- 林田慎一・岩本英伸・森田敏雅. 2006. ニガウリにおける雌性性表現の遺伝. 園学雑. 75(別2): 520.
- 林田慎一・岩本英伸・小野 誠. 2008a. ニガウリ品種‘熊研 BP1 号’の種衣が着色する積算温度. 園学九研集. 16: 35.
- 林田慎一・岩本英伸・小野 誠. 2008b. ニガウリ品種‘熊研 BP1 号’における最適な着果数. 園学九研集. 16: 74.
- Hemphill, D. D. Jr., L. R. Baker and H. M. Sell. 1972. Different sex phenotypes of *Cucumis sativus* L. and *C. melo* L. and their endogenous gibberellin activity. *Euphytica* 21: 285-291.
- 平井 剛・杉山 裕・中野雅章. 2004. 短節間カボチャ‘つるなしやっこ’の収量性および省力性. 園学研. 3: 287-290.
- 広瀬直人・前田剛希. 2008. 沖縄県産農産物の低温輸送および鮮度保持技術の開発(第二報)ニガウリの呼吸特性と低温輸送条件. 沖縄農研セ研報. 1: 6-10.
- 比屋根理恵・山口博隆・荒木陽一・宮重俊一. 2004a. 沖縄でのニガウリのビタミンC含量の変動. 園学雑. 73(別2): 515.
- 比屋根理恵・山口博隆・荒木陽一・須田郁夫・宮重俊一. 2004b. 沖縄の冬春期におけるニガウリの果実肥大およびビタミンC含量. 九農研. 66: 217.
- 比屋根理恵・山口博隆・荒木陽一・須田郁夫・宮重俊一. 2005. 沖縄の3種土壌におけるニガウリのミネラル含量の違い. 九農研. 67: 163.
- 本間義之・大沢高志・戸田幹彦. 1993. メロン不定胚再分化次代における突然変異の出現と短節間個体の獲得. 静岡農試研報. 37: 95-101.
- Hossain, M. A., M. Islam and M. Ali. 1996. Sexual crossing between two genetically female plants and sex genetics of kakrol (*Momordica dioica* Roxb.). *Euphytica* 90: 121-125.
- Hossain, D., M. A. Karim, M. H. R. Pramanik and A. A. M. S. Rahman. 2006. Effect of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on flowering and fruit development of bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Intl. J. Bot.* 2: 329-332.
- Hsu, C. C., C. L. Chen, J. J. Chen and J. M. Sung. 2003. Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter melon seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. *Scientia Hort.* 98: 201-212.
- 市 和人. 1998. ニガウリ栽培の基本と今後. 施設園芸. 40(6): 67-71.
- 市 和人・江口 洋. 1999. ツルレイシの挿し木育苗技術. 九農研. 61: 179.
- 市 和人・東郷弘之・江口 洋・田中義弘・馬場高行. 2004. ニガウリ新品種‘か交5号’の育成. 鹿児島農試研報. 32: 35-40.
- 池田健一郎. 2000. ニガウリの品種・系統別の機能性成分の差異. 食品の試験と研究. 35: 100-102.
- 今村幸久・川越洋二・久野公子・神川朋恵・杉田 亘. 2007. 宮崎県で発生したニガウリつる割病(新称)と病原菌のrDNA IGS領域の解析. 九病虫研会報. 53: 1-8.
- 井野寿俊・赤木 功・黒木利美・渡司照久. 2007. 品種や栽培法の違いがニガウリのアスコルビン酸含量に及ぼす影響. 園学研. 6(別2): 514.
- 井野寿俊・黒木利美・渡司照久・白木己歳・杉下弘之・藤田和也. 2008. ニガウリ新品種‘試交2号’の育成. 園学研. 7(別2): 494.
- 石原正道. 1988. レイシ. p. 873-874. 野菜園芸大事典編集委員会編. 野菜園芸大事典. 養賢堂. 東京.
- 岩本英伸・林田慎一・位田晴久. 2009. 1-MCP, 硝酸銀および GA<sub>3</sub> 処理が雌性型ニガウリの性分化に及ぼす影響. 園学研. 8(別1): 198.
- 岩本英伸・山並篤史・白水武仁. 2009. ニガウリにおける交配時の子房長および雌花のステージが果実発育に及ぼす影響. 園学九研集. 17: 89.
- Iyer, C. P. A., E. K. Chacko and M. D. Subramaniam. 1970.

- Ethrel for breaking dormancy of strawberry seeds. *Curr. Sci.* 39: 271-272.
- Jayasooriya, A. P., M. Sakono, C. Yukizaki, M. Kawano, K. Yamamoto and N. Fukuda. 2000. Effects of *Momordica charantia* powder on serum glucose levels and various lipid parameters in rats fed with cholesterol-free and cholesterol-enriched diets. *J. Ethnopharmacol.* 72: 331-336.
- 甲斐憲郎・川崎佳栄・赤木 康. 2009. ハウスニガウリにおける被覆燐硝安加里の植穴施肥栽培. 第 72 回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集. 58.
- Kaloo and S. Franken. 1978. Chemical induction of staminate flowers in four determinate gynocious lines of pickling cucumber. *Gartenbauwissenschaft* 43: 280-282.
- 金子賢一・宮城 慎・佐久間文雄. 2006. 短側枝性メロンの地這い栽培における整枝および摘果管理の省力効果. 茨城農総七園研研報. 14: 9-14.
- 神崎悠梨・手嶋康人・佐藤正幸・山下大輔. 2008. ニガウリ雨よけ栽培における垂直面横誘引方法と栽培技術. 園学九研集. 16: 34.
- 加藤裕美子. 2007. 栽植密度, 整枝法及び土壌水分がニガウリの収量と品質向上に及ぼす影響. 神奈川農技セ研報. 149: 35-44.
- Katoh, H. and Y. Esashi. 1975. Dormancy and impotency of cocklebur seeds I.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{O}_2$  and high temperature. *Plant Cell Physiol.* 16: 687-696.
- Kaushik, M. P. and J. K. Sharma. 1974. Combined effect of day length & morphactin on sex expression in bitter gourd, *Momordica charantia* L.. *Indian J. Exp. Biol.* 12: 599-600.
- 河原一五郎・田村逸美・渡司照久. 1983. ニガウリの新品種“宮崎緑”について. 九農研. 45: 210.
- 川上光男・和田美由紀・棚原尚哉・田場奏美. 2005. 低温期におけるニガウリの花粉対策. 園学九研集. 13: 48.
- Kepczynski, J., F. Corbineau and D. Come. 1996. Responsiveness of *Amaranthus retroflexus* seeds to ethephon, 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid and gibberellic acid in relation to temperature and dormancy. *Plant Growth Regul.* 20: 259-265.
- Kepczynski, J. and E. Kepczynska. 1997. Ethylene in seed dormancy and germination. *Physiol. Plant.* 101: 720-726.
- Kepczynski, J., R. M. Rudnicki and A. A. Khan. 1977. Ethylene requirement for germination of partly after-ripened apple embryo. *Physiol. Plant.* 40: 292-295.
- Ketring, D. L. and P. W. Morgan. 1969. Ethylene as a component of the emanations from germinating peanut seeds and its effect on dormant virginia-type seeds. *Plant physiol.* 44: 326-330.
- Ketring, D. L. and P. W. Morgan. 1970. Physiology of oil seeds I. regulation of dormancy in virginia-type peanut seeds. *Plant Physiol.* 45: 268-273.
- Khan, A. S. and N. Y. Chaudhry. 2006.  $\text{GA}_3$  improves flower yield in some cucurbits treated with lead and mercury. *Afr. J. Biotechnol.* 5: 149-153.
- 金城衣恵・大城 篤・上原勝江. 2002. ニガウリつる割病(新称)の発生. 九病虫研会報. 48: 97.
- 北谷恵美・沖村 誠・曾根一純. 2006. スイカの短節間系統の生育特性. 園学雑. 75(別2): 519.
- 北谷恵美・沖村 誠・曾根一純・木村貴志. 2008. 短節間性スイカの立体栽培における栽植密度と果実重の関係. 園学研. 7(別2): 493.
- 小林森巳. 1978. 訪花昆虫の種類と利用法. p. 100-108. そ菜種子生産研究会編. 野菜の採種技術. 誠文堂新光社. 東京.
- 小山真一. 2008. 雌性型キュウリの種子生産量と発芽率に及ぼす硝酸銀誘起花粉の影響. 園学研. 7: 511-516.
- 久場峯子. 2004. ゴーヤーの栽培方式と施肥. p. 200-202. 日本土壤肥料学会九州支部編. 九州・沖縄の農業と土壤肥料.
- 熊本県. 2006. 熊本県農業経営指標. p. 114-115.
- 倉田久男. 1983. スイカ. 種子と発芽の生理, 生態. p. 基 11-17. 農業技術大系野菜編4メロン類・スイカ. 追録第8号. 農文協. 東京.
- Lin, D., T. Wang, Y. Wang, X. Chang and B. B. Rhodes. 1992. The effect of the *branchless* gene *bl* on plant morphology in watermelon. *Cucurbit Genetics Cooperative Rep.* 15: 74-75.
- Lin, J. M. and J. M. Sung. 2001. Pre-sowing treatments for improving emergence of bitter gourd seedlings under optimal and sub-optimal temperatures. *Seed Sci. Technol.* 29: 39-50.
- Lin, R. H., K. Y. Chen, C. L. Chen, J. J. Chen and J. M. Sung. 2005. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter gourd seeds. *Scientia Hort.* 106: 114-124.
- Makus, D. J., D. M. Pharr and R. L. Lower. 1975. Some morphogenic differences between monoecious and gynocious cucumber seedlings as related to ethylene production. *Plant Physiol.* 55: 352-355.
- 宮崎県総合農業試験場. 2002. 多収で輸送性に優れるニガウリ新品種「佐土原 3 号」. 九州沖縄農業研究成

- 果情報. 17: 327-328.
- 宮崎県総合農業試験場. 2005a. 強草勢で果色の優れるニガウリ新品種「宮崎 N1 号」. 九州沖縄農業研究成果情報. 20: 329-330.
- 宮崎県総合農業試験場. 2005b. 果実が小型で多収のニガウリ新品種「宮崎 N2 号」. 九州沖縄農業研究成果情報. 20: 331-332.
- 宮崎県総合農業試験場. 2005c. 果実が白色のニガウリ新品種「宮崎 N3 号」. 九州沖縄農業研究成果情報. 20: 333-334.
- 宮崎県総合農業試験場. 2005d. 果実に突起がなく輸送性に優れるニガウリ新品種「宮崎 N4 号」. 九州沖縄農業研究成果情報. 20: 335-336.
- 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会. 2005. 五訂増補日本食品標準成分表. 〈[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm)〉.
- 永田茂穂・別府誠二・江口 洋. 2005. ニガウリのハウス半促成およびトンネル早熟栽培における養分吸収特性. 九農研. 67: 165.
- 中原重理江・藤田勝見. 1999. ニガウリの生育および貯蔵性に関する研究. 九農研. 61: 178.
- 中村俊一郎. 1959. なす, しそ及び其の他作物の種子に対するジベレリンの発芽促進効果. 農及園. 34: 1277-1278.
- 中村俊一郎. 1972. イチゴ種子の発芽. 園学雑. 41: 367-375.
- 中村俊一郎. 1985. 農林種子学総論. p. 63-82. 養賢堂. 東京.
- 中村俊一郎・J. Singh・P. V. Hemachandra. 1992. ニガウリ種子は recalcitrant group に属する. 園学雑. 61(別2): 346-347.
- 中村俊一郎・J. Singh・P. V. Hemachandra. 1993. ニガウリ種子の低温感受性. 園学雑. 62(別1): 168-169.
- 中島 純・東郷弘之. 2001. ニガウリの花粉の発芽に関する研究. 第1報. 人工発芽床における置床前後の温度と置床時刻が花粉発芽に及ぼす影響. 九農研. 63: 169.
- 中島 純・東郷弘之. 2003. ニガウリの花粉の発芽に関する研究. 第2報. 開花時期の温度の差異が花粉の発芽に及ぼす影響. 九農研. 65: 199.
- 中山 包. 1960. 発芽生理学. p. 200-202. 内田老鶴圃. 東京.
- 西村安代・楫本智司・福元康文. 2008. ニガウリ (*Momordica charantia* L.) ‘あばし’の花芽の性表現に及ぼす硝酸銀とエスレル処理の影響. 農業施設. 39: 269-277.
- 農林水産省農産園芸局野菜振興課. 1996. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成6年産. p. 71.
- 農林水産省農産園芸局野菜振興課. 1998. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成8年産. p. 69.
- 農林水産省農産園芸局野菜振興課. 2000. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成10年産. p. 49.
- 農林水産省生産局園芸課. 2008. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成18年産. p. 44.
- 農林水産省生産局野菜課. 2002. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成12年産. p. 49.
- 農林水産省生産局野菜課. 2005. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成14年産. p. 42.
- 農林水産省生産局野菜課. 2006. 地域特産野菜の生産状況(野菜生産状況表式調査結果)平成16年産. p. 43.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1979. 野菜生産状況表式調査結果(昭和53年産). p. 33.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1981. 野菜生産状況表式調査結果(昭和55年産). p. 33.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1983. 野菜生産状況表式調査結果(昭和57年産). p. 33.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1986. 野菜生産状況表式調査結果(昭和59年産). p. 33.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1988. 野菜生産状況表式調査結果(昭和61年産). p. 35.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1989. 野菜生産状況表式調査結果(昭和63年産). p. 9.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1992. 野菜生産状況表式調査結果(平成2年産). p. 66.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課. 1994. 野菜生産状況表式調査結果(平成4年産). p. 65.
- 小原隆由・吉田建実・若生忠幸・石内傳治・小島昭夫. 2001. 短側枝性‘メロン中間母本農4号’の育成経過とその特性. 野茶試研報. 16: 69-78.
- 沖縄県農業試験場園芸支場. 2003. ニガウリ新品種「試交4号(仮称)」. 九州沖縄農業研究成果情報. 18: 309-310.
- Peterson, C. E. 1960. A gynoecious inbred line of cucumber. Michigan Agr. Expt. Sta. Quart. Bul. 43: 40-42.
- Peterson, C. E. and L. D. Anther. 1960. Induction of staminate flowers on gynoecious cucumbers with gibberellin A<sub>3</sub>. Science 131: 1673-1674.
- Peterson, C. E. and D. J. DeZeeuw. 1963. The hybrid pickling

- cucumber, Spartan Dawn. Michigan Agr. Expt. Sta. Quart. Bul. 46: 267-273.
- Pike L. M. and C. E. Peterson. 1969. Gibberellin A<sub>4</sub>/A<sub>7</sub>, for induction of staminate flowers on the gynoeious cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 18: 106-109.
- Prakash, G. 1976. Effect of plant growth substances & vernalization on sex expression in *Momordica charantia* L.. Indian J. Exp. Biol. 14: 360-362.
- Ram, D., S. Kumar, M. K. Banerjee and G. Kalloo. 2002a. Occurrence, identification and preliminary characterization of gynoeicism in bitter gourd (*Momordica charantia*). Indian J. Agr. Sci. 72: 348-349.
- Ram, D., S. Kumar, M. K. Banerjee, B. Singh and S. Singh. 2002b. Developing bitter gourd (*Momordica charantia* L.) populations with a very high proportion of pistillate flowers. Cucurbit Genetics Cooperative Rep. 25: 65-66.
- Ram, D., S. Kumar, M. Singh, M. Rai and G. Kalloo. 2006. Inheritance of gynoeicism in bitter gourd (*Momordica charantia* L.). J. Hered. 97: 294-295.
- Rudich, J., L. R. Baker, J. W. Scott and H. M. Sell. 1976. Phenotypic stability and ethylene evolution in androeicions cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 48-51.
- Rudich, J., A. H. Halevy and N. Kedar. 1972a. Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression. Plant Physiol. 49: 998-999.
- Rudich, J., A. H. Halevy and N. Kedar. 1972b. The level of phytohormones in monoecious and gynoeious cucumbers as affected by photoperiod and ethephon. Plant Physiol. 50: 585-590.
- Saini, H. S., P. K. Bassi and M. S. Spencer. 1986. Use of ethylene and nitrate to break seed dormancy of common lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Sci. 34: 502-506.
- 齋藤 隆. 1978. ウリ類の花の性の分化 [3]. 農および園. 53: 510-514.
- 齋藤 隆. 1979. ウリ類の花の性の分化 [4]. 農および園. 54: 621-626.
- 坂本守章. 1995. ニガウリの育種. 農および園. 70: 391-394.
- 坂本守章. 1996. 地方の野菜を全国の食卓へーニガウリの育種研究に取り組んでー. 農業技術. 51: 208-212.
- 坂本守章. 2002. ニガウリ (ツルレイシ). p. 473-478. 農業技術大系野菜編 11 特産野菜・地方品種. 追録第 27 号. 農文協. 東京.
- サーカー, アショク クマル・柚木崎千鶴子・小村美穂・岡部玲二・杉下浩之. 2003. 県産ニガウリの抗酸化活性. 宮崎工技セ・宮崎食開セ研報. 48: 117-122.
- Senanayake, G. V. K., M. Maruyama, M. Sakono, N. Fukuda, T. Morishita, C. Yukizaki, M. Kawano and H. Ohta. 2004a. The effects of bitter melon (*Momordica charantia*) extracts on serum and liver lipid parameters in hamsters fed cholesterol-free and cholesterol-enriched diets. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 50: 253-257.
- Senanayake, G. V. K., M. Maruyama, K. Shibuya, M. Sakono, N. Fukuda, T. Morishita, C. Yukizaki, M. Kawano and H. Ohta. 2004b. The effects of bitter melon (*Momordica charantia*) on serum and liver triglyceride levels in rats. J. Ethnopharmacol. 91: 257-262.
- 菅原眞治・浅見逸夫・古川 一・大藪哲也・朱宮昭男・落合秀彦. 1998. 日持ち性の高いアールス系温室メロンのエチレン感受性による選抜. 農および園. 73: 1098-1105.
- 杉下弘之・白木己歳・中村憲一郎・富永 寛. 2002. ニガウリの接ぎ木栽培. 九農研. 64: 164.
- 杉山慶太・森下昌三・野口裕司・伊藤喜三男・室 崇人・渡邊春彦・早坂良晴・浜田佳子・嘉見大助. 2009. 省力性と良食味のかぼちゃ新品種「TC2A」の育成とその特性. 北海道農研セ研報. 190: 1-19.
- 杉山直儀. 1978. 蔬菜総論. p. 237-242. 養賢堂. 東京.
- 鈴木英治郎・野中民雄. 1983. メロン類. 種子と発芽. p. 基 35-42. 農業技術大系野菜編 4 メロン類・スイカ. 農文協. 東京.
- 鈴木善弘. 1963. ナス種子の発芽及び発芽に対する gibberellin の効果に関する研究. 農及園. 38: 1889-1890.
- Takahashi, H. and H. Suge. 1980. Sex expression in cucumber plants as affected by mechanical stress. Plant Cell Physiol. 21: 303-310.
- 田中義弘・桑鶴紀充・永田茂穂. 2008. ニガウリの受粉量が変形果発生に及ぼす影響. 園学九研集. 16: 36.
- 田中義弘・鮫島國親・東郷弘之・馬場高行・永田茂穂・露重美義. 2007a. 半促成栽培におけるニガウリ「か交 5 号」の整枝法. 鹿児島農総セ研報 (耕種). 1: 23-28.
- 田中義弘・鮫島國親・東郷弘之・馬場高行・永田茂穂・露重美義. 2007b. ニガウリ「か交 5 号」の雌花着生と着果法. 鹿児島農総セ研報 (耕種). 1: 29-36.
- Thomas, T. D. 2008. The effect of in vivo and in vitro applications of ethrel and GA<sub>3</sub> on sex expression in bitter melon (*Momordica charantia* L.). Euphytica 164: 317-323.

- 東京都中央卸売市場事業部業務課. 2008. 平成 19 年東京都中央卸売市場年報 (農産物編). p. 268-317.
- Tolla, G. E. and C. E. Peterson. 1979. Comparison of gibberellin A<sub>4</sub>/A<sub>7</sub> and silver nitrate for induction of staminate flowers in a gynoeocious cucumber line. HortScience 14: 542-544.
- 登野盛博一・玉城盛俊・大田守也. 2009. 気温がニガウリの開花及び花粉発芽に及ぼす影響. 沖縄農研セ研報. 3: 12-16.
- 浦山 久・A. P. M. Irungu・P. K. Chege・D. T. Moabi・山下忠明. 2007. ココナツコイア培地を利用した省エネルギー養液栽培におけるニガウリの生育と収量. 熱帯農業. 51: 177-182.
- Wang, H. Y., C. L. Chen and J. M. Sung. 2003. Both warm water soaking and matriconditioning treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub-optimal temperature. Seed Sci. Technol. 31: 47-56.
- Wang, Q. and G. Zeng. 1997a. The effect of phytohormones and polyamines on sexual differentiation of *Momordica charantia*. Acta Horticulturae Sinica 24: 48-52.
- Wang, Q. and G. Zeng. 1997b. Hormonal regulation of sex differentiation on *Momordica charantia* L.. J. Zhejiang Agric. Univ. 23: 551-556.
- 山口博隆・荒木陽一. 2004. ニガウリの抗酸化成分の変動. 九農研. 66: 218.
- 山口博隆・荒木陽一. 2005. 生育条件・栽培方法によるニガウリのビタミンC含量の変化. 九農研. 67: 164.
- 柳 智博・松田典子・奥田延幸・小杉祐介・曾根一純. 2004. エチレン処理がイチゴ2品種のピンセット採取種子の発芽に及ぼす影響. 園学研. 3: 297-300.
- Yeh, Y. M., K. Y. Chiu, C. L. Chen and J. M. Sung. 2005. Partial vacuum extends the longevity of primed bitter gourd seeds by enhancing their anti-oxidative activities during storage. Scientia Hort. 104: 101-112.
- 與儀健一. 2000. ニガウリ. p. 576-579. 津志田藤二郎編集委員長. 地域農産物の品質・機能性成分総覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 米盛重保・藤枝國光. 1985a. ニガウリ (*Momordica charantia* L.) の性表現について. 琉球大農学報. 32: 183-187.
- 米盛重保・藤枝國光. 1985b. ニガウリの性表現に及ぼす植物生長調整物質の影響. 琉球大農学報. 32: 189-192.
- 柚木崎千鶴子・青木宏太・本多可奈・高司清香・井野寿俊・赤木 功・窄野昌信・福田亘博. 2008. 宮崎県産ニガウリのラット脂質代謝に及ぼす影響. 食科工. 55: 323-329.
- 柚木崎千鶴子・福山明子・白木己歳・井野寿俊・赤木 功. 2005. ニガウリに含まれるビタミンC量の品種間差および部位間差. 宮崎工技セ・宮崎食開セ研報. 50: 99-101.
- Zhou, W., S. Luo, J. Luo et al. 1998. An early maturing and high yielding bitter gourd F<sub>1</sub> hybrid Cuilu No. 1. Plant Breeding Abstracts 68: 1002. (1997. China Vegetables. 3: 19-20.)

## Studies on breeding using the gynoecious inbred line in bitter melon (*Momordica charantia* L.)

Eishin IWAMOTO

### Summary

Increasing the percentage of female flower nodes is important for increasing the productivity of bred cultivars of bitter melon (*Momordica charantia* L.). As a few gynoecious bitter melon plants were segregated during the development of seed parents for F<sub>1</sub> hybrids, breeding a F<sub>1</sub> hybrid with a high percentage of female flowers using a gynoecious inbred line for the seed parent was carried out.

First, several gynoecious plants were examined in order to maintain the inbred gynoecious strain for future breeding. Foliar application of silver nitrate solution to the lateral shoot induced some bisexual flowers. Although the ovary and petal of the bisexual flowers were larger than those in female flowers, the pollen function of these flowers was normal. About 10 bisexual flowers were obtained by foliar application of either 250 mg·L<sup>-1</sup> silver nitrate solution to the upper five leaves or 400 mg·L<sup>-1</sup> solution to the upper three leaves at the top of the lateral shoot. There was no difference in the bloom number of bisexual flowers in the gynoecious bitter melon raised between 35/25 °C (Day/Night) and 25/15 °C (Day/Night) after foliar application.

Second, the seed germination of bitter melon immediately after harvest tended to be delayed. The effect of ethephon treatment on seed germination was compared with that of several treatments involving dipping in water or gibberellin solution, splitting the seed coat and using the stored seeds for seven months. 'Ao-chunaga' seeds at two weeks after harvest were used in this experiment. Seeds of the control (no treatment) started emerging at eight days after seeding, and 80% emergence was reached at 17 days after seeding. However, the seeds dipped in either 200 or 1,000 mg·L<sup>-1</sup> ethephon solution for 12 hours started emergence at five days after seeding, and reached 80% emergence at eight days after seeding. The ethephon treatment promoted seed emergence more quickly than dipping in water and gibberellin solution or the treatments in which the seed coat was split. The days for seed emergence did not differ significantly between the seeds dipped in 1,000 mg·L<sup>-1</sup> ethephon solution and those stored for seven months, and the plant growth was also normal. It is suggested that the effect of ethephon on the germination of fresh bitter melon seed is not cultivar specific because the effect was uniform among the five cultivars examined.

Next, gynoecious inbred lines of bitter melon plants were improved from 'Ao-chunaga' using the developed methods of bisexual flower induction and promotion of seed germination. Plants with a high percentage of female flowers (high-female type) were chosen from the breeding material line (LCJ980120), and the generations of these plants were then advanced by either crossing with the same pedigree or self-pollination. In the second and third generations, bisexual flowers were induced with foliar application of silver nitrate solution to obtain pollen for the crossing. In the third generation, 27 gynoecious plants were found on 51 plants of four pedigrees. Plants with desirable fruit quality were selected from these gynoecious plants, resulting in four pedigrees obtained by crossing with the same pedigree. These four pedigrees did not show monoecism, but were fixed to be gynoecious. As the gynoecious sex expression was partially dominant in hybrid plants between the gynoecious pedigree and monoecious line (KBP1), it is suggested that gynoecious inbred lines are promising seed parents for the high-female type of F<sub>1</sub> hybrids.

Finally, a new F<sub>1</sub> hybrid of bitter melon named 'Kumaken BP1' was bred using a gynoecious inbred line for the seed parent. 'Kumaken BP1' belongs to an Ao-chunaga (green and semi-long) type of bitter melon. The seasonal adaptability of 'Kumaken BP1' to early-spring, spring and autumn cultivation was investigated to show that 'Kumaken BP1' had characteristics of a high percentage of female flower formation in these three seasons and an especially high percentage in late-autumn cultivation when the significant decrease occurred in 'Erabu'. Fruit yields of 'Kumaken BP1' increased to some extent in early-spring and spring cultivation, and increased by 50% in autumn cultivation compared with 'Erabu'. Therefore, it is clearly advantageous to breed bitter melon F<sub>1</sub> hybrids using gynoecious inbred lines for the seed parents. In the early growth stage, 'Kumaken BP1' requires a pollinizer to set fruits because the plant produces few male flowers.

This study revealed that the production of an  $F_1$  hybrid using a gynocious inbred line for the seed parent in the breeding of bitter melon was profitable. Additionally, a practical breeding technique for this species was developed.