

学 位 論 文 題 名

スイカの野生種・外国栽培品種を利用した  
多雌花性および耐裂果性の改良に関する基礎的研究

学位論文内容の要旨

スイカ (*Citrullus lanatus* Matsum.) の品種改良には、野生種 (*Citrullus colocynthis* Schard) や外国品種を利用することが効果的である。しかし、これは民間企業などで行うには大きな困難を伴うと考えられる。本研究は、多雌花性および耐裂果性の改良を行うための基礎的知見を得ることを目的として行ったもので、内容は次のように要約される。

1. 遺伝資源の特性評価と野生種の果実形質の遺伝

日本の栽培品種は、着果性、早期収穫適性において野生種および外国栽培品種より優れ、改良が進んでいると判断された。また、日本のF<sub>1</sub>品種は、果実は球形で、果皮が緑色で縞状斑のあるものが多く、果肉は柔らかく、多汁性で、舌触感に優れ、糖度が高く、甘味が強いのが特徴であった。一方、野生種の果肉は白～黄白色で硬く、糖度が低かった。赤色果肉と高糖度は劣性形質であり、果肉の硬さは不完全優性であるため、これらの形質を栽培品種程度にまで改良するには、戻し交雑を繰り返す必要があると判断された。

2. 雌花着生能の遺伝変異と育種素材の検索

スイカの雌花着生能には、明らかな品種・系統間差異が認められ、性表現に関与する遺伝子の影響が大きく、遺伝的な改良が可能であることがわかった。また、野生種の 'Red seeded 3b' は、多雌花性の育種素材として利用できることが明らかになった。

3. 結実不良要因の解析

花粉発芽率は、開花当日の16時までは、高い状態で維持されていたが、午後 (16時) の受粉では、いずれの品種においても、結実率が低下した。花粉発芽時の温度が15～35°Cでは、発芽率に差は認められなかった。受粉後の雌蕊の遭遇温度を変化させた場合、花粉管伸長に大きな影響が認められた。受粉時刻によって雌蕊内の花粉管伸長に違いがみられ、花粉管伸長と雌花の発育程度とが大きく関わっていることがわかった。また、結実率には品種間差異が認められた。以上のことから、結実不良には、雌花の受精能力・結実能力が大きく関与していることが明らかになった。

4. 苗の高温・長日処理による多雌花性検定

子葉展開期以降の苗を高温・長日 (25°C・3000lx, 16時間日長) で2週間処理した場合、10節位までの範囲で品種間差異が認められた。また、異なった時期に播種し、高温・長日処理した苗の雌花着生数についてみると、無処理との間の相関は全般的に高い傾向を示した。このことから、子葉展開期苗を高温・長日で2週間処理することにより、雌花が多く着生する品種・系統を任意の時期に選抜できることが明らかになった。

5. STS処理及びエセフオン処理による多雌花性の早期検定

子葉展開期および本葉1枚展開期に、3～6mMのSilver thiosulfate (STS) を散布す

ることにより、第1雌花着生節位が無処理区のそれよりも低くなり、雌花着生数の多い品種ほど、低い傾向が認められた。このとき、子葉展開期の6mMのSTS処理が第1雌花着生節位を下げることが最も高かった。STS処理後における第1雌花着生節位の低い個体の後代における雌花着生数は、高い個体の後代のそれよりも多くなることから、雌花着生節位による選抜が有効であった。この方法により、早期に多雌花性個体を選抜することが可能であることがわかった。

また、エセフォン処理による子葉の黄化速度は、雌花着生数の多い品種ほど遅い傾向が認められ、これにより雌花着生能をより早期に検定できる可能性が示唆された。

## 6. 雌花着生能の遺伝様式

スイカの雌花着生は、 $F_1$ では不完全優性を示し、 $F_2$ では連続的変異となったことから、複数の遺伝子が関与していると考えられる。また、 $F_2$ から推定した雌花着生の遺伝率は、比較的高い値を示し、雌花着生能は遺伝的に決定されている部分が大いであると判断された。

## 7. 耐裂果性の遺伝変異と育種素材の検索

野生種は、日本の栽培品種よりも果皮が硬く、欧米系品種では、果皮が硬くて厚いことがわかった。日本の小玉品種では、果皮が柔らかく薄い傾向があり、果皮の硬さと果肉の硬さには正の相関がみられた。しかし、果皮の硬さと果肉の硬さには品種固有の特性が認められ、果皮の硬さのみの改良も可能であると考えられる。

## 8. 耐裂果性検定法

スイカ果実を落下させるか、または、鉄塊を果実に衝突させることによって、裂果程度を測定すると、明らかな品種間差異が認められたが、これらの方法は、同一果実を反復して測定できず、耐裂果性検定法としては不適當であった。果実切断抵抗力をオートグラフにより測定する方法は、測定途中で裂果が起きることがあり、同一果実の反復測定が不可能であるなどの欠点があるため、耐裂果性検定には不適當であった。一方、果皮切片の屈曲抵抗力、およびプランジャー貫入抵抗力には、明瞭な品種間差異が認められ、これらと果実を落下させた場合の裂果程度との間に高い相関がみられた。以上の検定法の中では、果皮貫入抵抗力による検定法が、試料調製が容易であり、多くの果実を検定するのに適していた。

## 9. 耐裂果性の遺伝様式

耐裂果性の低い品種・系統と耐裂果性の高い系統とを交雑し、この $F_1$ 、 $F_2$ および戻し交雑系統の果皮硬度を調べたところ、果皮の硬さは、柔らかい側への部分優性であることがわかった。また、果皮の硬さには、複数の遺伝子が関与していると判断されるが、交雑後代で果皮の硬い個体が出現したことから、果皮の硬さの改良は比較的容易であると推測される。

## 10. 耐裂果性と果皮組織・細胞の構造

硬い果皮では、柔らかい果皮に比べて、緑色組織が厚い傾向があった。また、表皮から約2000 $\mu$ mまでの細胞は、小さくて丸味があり、単位体積当たりの数が多いことがわかった。硬い果皮では、緑色組織の内側に、厚壁細胞が、層状に厚く存在していた。果皮の組織・細胞の構造は遺伝的特性であり、このことは、果皮の硬い‘Africa 22857’とその $F_2$ または、戻し交雑系統とにおいても観察された。

## 11. 野生種および外国品種を利用した優良系統の育成

本研究で育成した多雌花性系統‘MFL-1’、‘MFL-2’および‘MFL-3’は、既存の品種・系統にはない極めて高い雌花着生能をもっていた。さらに、果実形質についての改良を進めたところ、両性花が多く着生し、かつ果実品質の良い‘MFL-8’、‘MFL-9’および‘MFL-10’を作出することができた。また、本研究で育成した耐裂果性固定系統‘久留米1

号' および '久留米2号' の果実は、果皮が極めて硬く、縞状斑をもつ小～中玉固定系統で、品質も良好である。また、'久留米1号' と '久留米2号' とのF<sub>1</sub>である '久留米交1号' の果実は、果皮が硬くて薄く、縞状斑をもつ小～中玉で、品質、輸送性および貯蔵性に優れており、栽培品種としての利用が期待される。

以上のように、本研究は、遺伝資源として有用な広範囲のスイカを利用して、これまでにない雌花着生能の高い系統と、耐裂果性に優れた系統を育成するとともに、スイカの品種改良に役立つ基礎的知見を提起したもので、今後、これらを利用した品種改良の発展が期待される。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 原 田 隆  
副 査 教 授 伊 藤 和 彦  
副 査 教 授 佐 野 芳 雄  
副 査 助 教 授 増 田 清

学 位 論 文 題 名

## スイカの野生種・外国栽培品種を利用した 多雌花性および耐裂果性の改良に関する基礎的研究

本論文は、序論、本論12章、摘要、引用文献73、図41、表38を含む181頁の和文論文で、別に参考論文7編が添えられている。

スイカ (*Citrullus lanatus* Matsum.) 栽培において高品質で斉一な果実を収穫するためには、優れた雌花を多く着生すること (多雌花性) が必要となる。また、流通過程の輸送に耐えるためには、外力を受けた場合に裂果し難いこと (耐裂果性) が重要である。

本研究は、スイカの野生種、外国栽培品種、日本栽培品種など広範な遺伝資源を用いて、多雌花性および耐裂果性について検討するとともに、その改良を試みたもので、内容は次のように要約される。

### 1. スイカ遺伝資源の特性評価と野生種果実形質の遺伝

日本の栽培品種では、果実は、球形で、果肉は柔らかく多汁性で、舌触感に優れ、甘味が強いのが特徴で、外国品種に比べて改良が進んでいることがわかった。

一方、野生種では、果肉は白～黄白色で硬く、糖度が低かった。スイカ果肉の赤色と高糖度は劣性形質であり、果肉の硬さは不完全優性であるため、これらの形質を栽培品種程度にまで改良するには、戻し交雑を繰り返す必要があると判断された。

### 2. 雌花着生能の遺伝変異と育種素材の検索

スイカの雌花着生能には、品種・系統間差が認められ、性表現に関与する遺伝子の影響が大きく、遺伝的な改良が可能であることがわかった。また、野生種の 'Red seeded 3b' は、多雌花性の改良に利用できることが明らかになった。

### 3. 結実不良要因の解析

花粉の発芽率は16時までは高い状態で維持されていたが、花粉管伸長は、受粉時刻および雌花の発育程度と関連していた。結実不良は、雌花の受精能力不足によるところが大きく、品種間差のあることが確認された。

### 4. 苗の高温・長日処理による多雌花性検定

子葉展開以降の苗に高温・長日処理 (25℃、3000lx、16時間日長、2週間) を行い、雌花着生が困難な状態にしたときに着生数の多い品種は、本来的に多雌花性であることを示し、この処理により、任意の時期に選抜できることを明らかにした。

#### 5. STS処理およびエセフォン処理による多雌花性の早期検定

雌花着生数の多い品種ほど、第一雌花着生節位が低いことがわかり、また、STS 6mM液で子葉展開期の苗を処理すると低節位に着花するので、この方法により、早期に多雌花性個体を選抜できることがわかった。また、エセフォン処理による子葉の黄化速度は、雌花着生数の多い品種ほど遅いことから、これにより、雌花着生能の早期検定が可能であることを示した。

#### 6. 雌花着生能の遺伝様式

スイカの雌花着生は、F<sub>1</sub>では不完全優性を示し、F<sub>2</sub>では連続的変異となったことから、複数の遺伝子が関与していると推察され、また、F<sub>2</sub>から推定した雌花着生の遺伝率が高い値を示したことから、遺伝的に決定されている部分が大きいと判断された。

#### 7. 耐裂果性の遺伝変異と育種素材の検索

野生種および欧米系品種では、日本の栽培品種より果皮が硬かった。また、果皮の硬さと果肉の硬さには、それぞれ品種固有の特性があり、果皮の硬さのみの改良が可能であることを明らかにした。

#### 8. 耐裂果性検定法

果実を落下させる方法、果実に鉄塊を衝突させる方法、果実切断抵抗力を測定する方法などには、同一果実の反復測定が不可能であるなどの難点があったが、果皮断片の屈曲抵抗力およびプランジャー貫入抵抗力には明瞭な品種間差が認められ、落下衝突時の裂果程度 (輸送過程で受ける外力による裂果に近似) との間に高い相関があり、その中でも果皮貫入抵抗力による検定法が有効で実際的であることを明らかにした。

#### 9. 耐裂果性の遺伝様式

耐裂果性の強い品種・系統と弱いものとのF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>および戻し交雑系統の果実の硬さを調べ、これが、柔らかい側への部分優性であり、複数の遺伝子が関与しているが、交雑後代で果皮の硬い個体が出現したことから、果皮の硬さの改良が可能であることを示した。

#### 10. 耐裂果性と果皮組織の特徴

硬い果皮では、緑色組織が厚く、その内側に厚壁細胞が厚い層をなしており、表皮から2000μmまでの部分には、球形で小さな細胞が密に存在していることがわかった。

#### 11. 野生種および外国栽培品種を利用した優良系統の育成

高い雌花着生能をもつ 'MFL-1'、'MFL-2' および 'MFL-3' を育成し、さらに、これらの果実形質を改良して、両性花 (雌花として利用できる) を多く着け、果実品質の良い 'MFL-8'、'MFL-9' および 'MFL-10' を作出した。また、果皮が硬く品質の良い '久留米1号' および '久留米2号' を育成し、さらに、これらのF<sub>1</sub>である '久留米交1号' は、果皮が薄くて硬く、小~中玉で、品質、輸送性および貯蔵性に優れており、栽培品種として期待されている。

以上のように、本研究は、野生種をはじめ広範囲のスイカを用い、遺伝資源としての有

用性を評価し、雌花着生能が高く耐裂果性に優れた系統を育成するとともに、スイカの品種改良に役立つ基礎的な知見を提起したもので、その成果は高く評価される。

よって、審査員一同は、杉山慶太が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。