

# Physiological Analysis of Genecological Variation in the Flower Formation and the Sex Expression of Cucurbitaceous Plants(ウリ類の花芽形成及び花の性表現における種及び品種間差異の生理的解析)

著者	JUTAMANEE KANAPOL
号	455
発行年	1992
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/17020">http://hdl.handle.net/10097/17020</a>

氏 名(国籍)	JUTAMANEE <sup>ジュタマニー</sup> KANAPOL <sup>カナポール</sup>
学位の種類	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 4 5 5 号
学位授与年月日	平 成 5 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 農 学 専 攻
学位論文題目	Physiological Analysis of Genecological Variation in the Flower Formation and the Sex Expression of Cucurbitaceous Plants (ウリ類の花芽形成及び花の性表現にお ける種及び品種間差異の生理的解析)
論文審査委員(主 査)	教 授 斎 藤 隆 教 授 星 川 清 親 教 授 日 向 康 吉

## 論文内容要旨

ウリ類の花芽は生育に伴って各葉腋に形成され、形成された花芽は発達して雄花、両性花あるいは雌花へと性を表現する。ウリ類の花の性表現は固定的なものではなく、環境条件によって量的に変異しやすい形質で、その変異の程度も種や品種によって著しく異なる。ウリ類の花芽形成及び花の性表現には、日長の作用や葉の役割などから、葉で生成される花成刺激（ホルモン様物質）が量的に関与し、また、内生エチレンやジベレリンも強く関与し、さらにオーキシン、サイトカイニンなども関与していることが示唆されている。

本研究では、ウリ類の花芽形成及び花の性の表現に関与する生理的機構を明らかにすることを目的として、第1章では、キュウリの花芽形成及び花の性表現における品種間差異の生理的解析について、第2章では、ウリ類の花芽形成及び花の性表現における種間差異の生理的解析について、第3章では、キュウリの摘心に伴う雄花叢の花の性の転換の生理的解析について、第4章では、メロン類の側枝基部節の両性花発現の生理的解析について行った。

### 1. キュウリの花芽形成及び花の性表現における品種間差異の生理的解析

キュウリの花の性表現において生態的に異なる5品種、混性・雌性型の‘相模半白’、雄性型に近い混性型の‘大利根1号’、‘ときわ光3号P型’及び雌性型の‘れんせい’、‘PMR-142’を用い、日長処理、摘葉処理及び植物生長調節物質施与の組み合わせ処理に対する反応の品種間差異を調べた。

#### (1) キュウリの花の性表現における日長及び摘葉処理に対する反応の品種間差異

花芽形成及び花の性表現について、5品種を用い、日長と摘葉の組み合わせ処理に対する反応の品種間差異を調べた。

花芽形成を第1花発現節位でみると、いずれの品種でも長日及び摘葉の

各処理によって上昇する傾向を示した。特に‘相模半白’では日長及び摘葉の両処理の反応が強く現われ、長日及び摘葉の両処理を組み合わせた場合に第1花発現節位がより一層上昇した(第1表)。キュウリは花芽形成に対しては一般に中性植物であるが、比較的弱い相対的短日植物とみることもできる。

花の性表現における日長及び摘葉処理に対する反応としては、花芽形成と同様に長日及び摘葉処理によって雌花の発現が抑制されたが、品種によってその程度は著しく変異した。‘相模半白’では日長及び摘葉処理に対する反応が強く現われ、長日処理によって第1雌花節位が著しく上昇し、雌花発現が著しく抑制され、また、摘葉処理によっても雌花発現が著しく抑制され、短日処理効果が全く打ち消された。‘ときわ光3号P型’及び‘大利根1号’では、長日及び摘葉処理によって雌花発現がわずかに抑制された。‘れんせい’では、日長及び摘葉のいずれの処理によっても花の性表現はほとんど影響されなかった。‘PMR-142’では、日長処理に対してほとんど反応しなかったが、摘葉処理によって雌花発現が抑制され、長日の摘葉区で雄花発現が顕著に増加した(第1表)。

本実験で用いたキュウリの5品種の結果からも、花芽形成及び花の性表現には、葉で生成される花成刺激が関与していると推論された。いずれの品種でも生育に伴って花成刺激が生成されるが、‘相模半白’では短日処理によって花成刺激の生成が急速に増大し、‘ときわ光3号P型’や‘大利根1号’では短日処理によって多少増加するが、日長による影響は比較的少なく、‘れんせい’や‘PMR-142’では日長にほとんど影響されず、生育初期から花成刺激の生成が多いと考えられた。花成刺激の生成の少ない場合には花芽形成が起こらず、花成刺激の生成量がある程度増加する花芽形成が起こって雄花となり、さらに花成刺激の生成量が増加すると雌花が発現するようになると考えられた。

(2) キュウリの花の性表現における日長、摘葉処理及び生長調節物質施与に対する反応の品種間差異

花芽形成及び花の性表現について、5品種を用い、日長、摘葉処理及び生長調節物質施与の組み合わせ処理に対する反応の品種間差異を調べた。

‘相模半白’では、ジベレリン施与によって雌花発現が減少し、特に雌花発現の多い短日無摘葉区でその影響が大きく、短日の摘葉区や長日区では雌花発現が著しく少なく、ジベレリン施与の影響は現われにくかった。エスレル施与によって雌花発現が増加する傾向を示したが、雌花発現の少ない長日無摘葉区でその作用が大きく、摘葉区ではエスレル施与による雌花発現助長の作用は現われにくかった(第2表)。「ときわ光3号P型」では、エスレル施与によって両日長の無摘葉区で雄花発現が減少し、雌花発現が増加した。しかし、短日の摘葉区で雌花発現の増加が少なかった。ジベレリン施与によって雄花発現が増加し、雌花発現が減少し、特に両日長とも摘葉区で雄花発現の増加がより多く、雌花発現の減少がより多い傾向を示した(第3表)。「大利根1号」では、エスレル及びウニコナゾール施与によって両日長区で雌花発現が増加した。しかし、エスレル施与による雌花発現助長の作用は、両日長区とも無摘葉区では顕著に現われたが、摘葉区ではほとんど認められなかった。ウニコナゾール施与による雌花発現助長は日長及び摘葉処理のいずれの区でも顕著に認められた。特に、ウニコナゾール施与区では低節位で雄花発現に続いて両性花や雌花が発現し、雄花・両性花・雌花の混性節となった(第4表)。「れんせい」及び‘PMR-142’では、ジベレリン及び $\text{AgNO}_3$ 施与によって雌花の発現が抑制され、雄花の発現が助長され、特に、‘PMR-142’のジベレリン施与区で雄花の発現が増加した。両日長の摘葉区でジベレリン施与によって雌花発現がより一層減少した(第5, 6表)。

キュウリの花芽形成及び花の性表現には、葉で生成される花成刺激の他にジベレリン及びエチレンも組み合わせて関与していることが本実験で用いた5品種の結果からも推論された。ジベレリン及びウニコナゾール施与によって莖頂部のジベレリン量が増減し、エスレル及び $\text{AgNO}_3$ 施与によって莖頂部のエチレン量や作用が増減し、花の性表現が起こったもの

と考えられた。ジベレリン量が多く、エチレン発生量が少ないような場合に雄花発現が助長され、雌花発現が抑制され、ジベレリン量が少なく、エチレン発生量が多いような場合に雄花発現が抑制され、雌花発現が助長されたものと考えられた。

2. ウリ類の花芽形成及び花の性表現における種間差異の生理的解析  
花の性表現において遺伝的に異なる4種のウリ類、メロン (*Cucumis melo*)、ヒョウタン (*Lagenaria siceraria*)、ヘチマ (*Luffa cylindrica*) 及びアレチウリ (*Sicyos angulatus*) を用い、日長処理、摘葉処理及び植物生長調節物質施与の組み合わせ処理に対する反応の種間差異を調べた。

(1) ウリ類の花の性表現における日長及び摘葉処理に対する反応の種間差異

花芽形成及び花の性表現について、ウリ類4種を用い、日長と摘葉の組み合わせ処理に対する反応の種間差異を調べた。

花芽形成を第1花発現節位でみると、メロン、ヒョウタン及びヘチマでは、長日または摘葉処理によってそれぞれ第1花節位が上昇する傾向を示し、長日摘葉処理区で第1花節位が最も高く、花芽形成が抑制された。アレチウリでは、短日区のみで花芽形成がみられ、第3～4節に第1花を発現したが、長日区では花芽形成が全然みられなかった(第7表)。

花の性表現における日長処理及び摘葉処理の反応としては、メロン及びヒョウタンでは、両日長区とも主枝上の第20節まではすべて雄花で、雌花の発現は全くみられず、日長及び摘葉処理による差もなかった。しかし、長日または摘葉処理によって第1花節位が上昇したことにより雄花発現節数が減少した。ヘチマでは、短日区で第3節に雄花が第1花として発現し、第6節より雄花節に雌花が発現して雄花雌花混生節となり、長日区では第1花の第5節から第12節まで雄花単生節となり、その上位節から雄花雌花混生節となり、雌花の発現が抑制された。アレチウリでは、短

日区でのみ花芽形成がみられ、第3～4節に雄花が発現し、第6～7節により雄花節に雌花が発現して雄花雌花混生節となった。摘葉処理によって雌花発現がわずかに遅れ、減少した（第7表）。

これらの結果から、キュウリだけではなく、他のウリ類メロン、ヒョウタン、ヘチマ、アレチウリでも、花芽形成及び花の性表現に対しては葉で生成される花成刺激が量的に関与していると考えられた。メロン及びヒョウタンではいずれの日長区でも花成刺激の生成が少なく、主茎上に雄花のみが発現したものと考えられた。ヘチマでは短日処理によって花成刺激の生成が多少増加するが、日長による影響は比較的少ないものと考えられた。アレチウリでは短日区でのみ花芽形成がみられ、長日区では花芽形成が全くみられず、絶対的短日植物としての反応を示し、長日区では花成刺激が全く生成されないものと考えられた。

(2) ウリ類の花の性表現における日長、摘葉処理及び生長調節物質施与に対する反応の種間差異

花の性表現において遺伝的に異なる4種のウリ類を用い、日長、摘葉処理及び生長調節物質施与の組み合わせ処理に対する反応の種間差異を調べた。

メロンでは、両日長区ともエスレル施与によって第1花節位が上昇し、雄花発現が減少し、主茎上での第7～8節に両性花が第1花として発現し、第16節まで両性花が連続し、その上位節では雄花となった。しかし、摘葉処理区ではエスレルを施与による両性花発現の作用は減少した。両日長区ともウニコナゾール施与の影響はほとんどみられず、雄花のみの発現がみられた（第8表）。ヒョウタンでも、エスレル施与によって第1花発現節位が上昇したが、主茎上に雌花が発現し、雄花節数が減少し、摘葉処理区ではエスレル施与による雌花発現の作用が減少し、特に長日下で顕著であった。短日区ではウニコナゾール施与によっても主茎上にわずかながら雌花発現がみられたが、長日区ではウニコナゾール施与によっても雌花の発現は全くみられなかった（第9表）。ヘチマでは、エスレル

施与によって第1花節位が上昇し、雄花節数が減少して雌花発現が増加する傾向を示し、短日区でエスレル施与によって雄花叢の中に遅れて雌花が発現した。摘葉区でエスレル施与による雌花発現の作用が抑制される傾向を示した。ジベレリン施与によって両日長区で雄花発現が増加する傾向を示し、長日区のジベレリン施与区では雌花発現の部位に雄花が発現した(第10表)。アレチウリでは、花芽形成のみられた短日区でエスレル施与によって花芽形成及び花の性表現に対する影響はほとんどみられなかった。しかし、ジベレリン施与によって第1花節位がわずかに上昇し、雄花発現がわずかに増加し、雄花雌花混生節がわずかに減少した。長日区ではエスレル施与によっても花芽形成は全くみられなかった(第11表)。

以上から、キュウリと同様に他のウリ類の花の性表現においても、葉で生成されるとみられる花成刺激と莖頂部のジベレリン及びエチレンが相互に関連し合って関与しているものと考えられた。

### 3. キュウリの主莖の摘心に伴う雄花叢の花の性の転換に関する生理的解析

キュウリの主莖頂部を摘除した場合に残された雄花叢から両性花、雌花への転換について、その生理的機構を葉の役割とサイトカイニンとの関連から検討した。

#### (1) 摘心処理による雄花叢の花の性転換

主莖上第8節葉展開時に第7節の上で摘心し、摘心部から1~4節の雄花叢の花の性転換について調べた。

キュウリの雄花叢は数花ないし十数花の雄花を開花して終わるのが普通であるが、主莖を摘心して通常の側枝も摘除すると、残された雄花叢は開花勢力が旺盛となり、雄花叢の中から両性花や雌花、さらに側枝の発生も誘起された。主莖を摘心しても通常の側枝を伸長させると、雄花叢の花の性転換は低下した。主莖頂部の摘除によって頂部優勢が失われ、

残された雄花叢自体が茎頂部に代わって旺盛に活動し、両性花、雌花さらに側枝が誘起されるようになるものと考えられた（第12表）。

#### (2) 摘心処理による雄花叢の花の性転換に対する葉の役割

主茎上第7節の上で摘心後、摘心部から1~4節の4節の葉面積を1, 1/2及び1/4と変えた場合、いずれの葉面積区でも雄花叢から両性花、雌花ならびに側枝の発生が誘起され、葉面積による差はほとんどみられなかった。雄花叢の花の性の転換には、残された各節に1葉の1/4程度の葉面積があれば十分であると考えられた（第13表）。

摘心後残された4節の葉のうち、最上位葉あるいは最下位葉の1枚のみとした場合、全葉区に比べて雄花叢の花の性の転換は低下し、両性花、雌花、転化側枝の発生の誘起が減少する傾向を示した。最上位葉のみを残した場合、上位節のみに雌花が発現し、最下位葉のみを残した場合、下位節のみに雌花が発現した。雄花叢から両性花、雌花への花の性転換には、葉の存在が必要であると考えられた（第14節）。

#### (3) 摘心による雄花叢の花の性転換に対するサイトカイニンの作用

摘心後残された雄花叢へ $N^6$ -benzylaminopurine (BA)を施与した場合、BA施与雄花叢において花の性の転換が活発となり、特に雌花の発現が増加した。雄花叢の雄花から両性花、雌花への転換にサイトカイニンも作用していると考えられた（第15表）。

以上の結果から、主茎頂部の摘除によって雄花叢自身がオーキシン生成の最も盛んな場となり、それまで茎頂部近傍の上方に移行していた葉で生成される花成刺激と根部で生成されるとみられるサイトカイニンは、摘心後雄花叢に移行するようになり、雄花叢の花の性が雄花から両性花さらに雌花へと転換するようになったものと考えられた。

### 4. メロンの側枝基部節における花の性表現の生理的解析

メロン類の側枝基部節における両性花の発現しやすい生理的機構を明かにすることを目的として検討した。

(1) 主茎の摘心処理及び主茎上の摘葉処理が側枝基部節の花の性の発現に及ぼす影響

第4葉展開期に主茎上第15節直上で可能な限り早期に摘心処理を行い、さらに、主茎上の葉を第5節から摘心節位まで展開に伴って摘除し、摘心部直下から5節までに発生した側枝第1節の花の発現状態を調べた。

無摘心区ではすべて両性花であったのに対し、摘心区では両性花発現率が80%に低下し、雄花が発現した。特に、摘心部直下節に発生した側枝の第1節では両性花率が60%に低下し、40%が雄花節となった(第16表、第1図)。摘心してさらに主茎上の葉を摘除した場合、両性花発現率は70%に低下し、摘心部直下の1, 2節に発生した側枝の第1節では両性花発現率が30%及び60%に低下し、雄花が発生した(第16表、第1図)。

(2) 主茎上の摘心処理と生長調節物質施与の組み合わせが側枝基部節の花の性の発現に及ぼす影響

第4葉展開期に主茎上第15節で摘心し、摘心部に $\text{AgNO}_3$  100 ppmまたは $\text{GA}_3$  100 ppmを施与し、摘心部直下から5節までに発生した側枝の第1節の花の発現状態を調べた。

無摘心区ではすべて両性花であったのに対し、摘心処理区では両性花発生率が80%に低下し、摘心して $\text{AgNO}_3$ あるいは $\text{GA}_3$ 施与区では両性花発現率は62%あるいは52%に低下した。摘心部直下の側枝の第1節ではすべて雄花節となり、側枝の発生節位が摘心部から離れるほどその第1節の雄花発現率は低くなった(第16表、第1図)。

摘心処理による側枝第1節の両性花発現抑制作用は、主茎の頂部優勢が打破され、側芽の生長に促進的な生理状態が誘起されたことに起因するものと考えられた。また、側枝第1節の花芽形成及び花の性表現には、その側枝発生節の主茎葉からの花成刺激の供給によって行われているものと考えられた。さらに、 $\text{AgNO}_3$ や $\text{GA}_3$ 施与によって側枝第1節の両性花発現が抑制され、雄花発現が誘起されており、側枝第1節の花の性表現もエチレンやジベレリンのホルモンバランスによって支配されているものと考え

えられた。

## 結 論

ウリ類の花芽形成及び花の性表現及び側枝基部節の花の性表現には、葉で生成されるとみられる花成刺激が量的に関与し、また内生ジベレリン及びエチレンも量的に相互に関連し合って関与しているものと考えられる。ウリ類の多くは花芽形成に対しては中性植物で生育に伴って、アレチウリでは短日処理によってそれぞれ花成刺激が生成、蓄積されるものと考えられる。生育初期の花成刺激の生成量の少ない場合には花芽形成が起こらず、花成刺激の生成量がある程度増加し、ジベレリン量が多く、エチレン発生量の少ないような場合にまず雄花が発現し、花成刺激の生成量が多く、ジベレリン量が少なく、エチレン発生量の多いような場合に雄花の発現が抑えられ、雌花発現が助長されるようになると考えられる。

主茎頂部の摘除によって残された雄花叢から両性花、雌花が発現するようになる。摘心処理によって雄花叢自身がオーキシシン生成の最も盛んな場となり、摘心処理前まで茎頂部近傍に移行していた葉で生成される花成刺激と、根部で生成されるサイトカイニンが雄花叢へ移行するようになり、雄花叢の花の性が転換するようになったものと考えられる。

ウリ類の側枝基部に雌花あるいは両性花が発現しやすいのは、主茎の頂部優勢によって側芽の伸長生長は抑えられ、ジベレリン量が少なく、エチレン量が多い状態にあり、さらに側芽着生の主茎葉から花成刺激が供給されていることによると考えられる。

Table 1. Flower formation and sex expression as affected by photoperiod and defoliation in five cultivars of cucumbers having different genetic backgrounds for their sex expression.<sup>Z</sup>

Cultivar	Day-length	Defoliation	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
Sagami-hanjiro	8h	Not defoliated	2.0	2.0	8.4	7.7	0.5	10.9
		Defoliated	2.9	2.9	18.0	16.8	0.0	1.2
	24h	Not defoliated	3.2	3.2	15.4	15.6	0.0	1.1
		Defoliated	4.6	4.6	18.5	16.1	0.0	1.2
Tokiva hikari No. 3 P type	8h	Not defoliated	2.4	2.4	5.5	12.0	1.7	4.8
		Defoliated	3.0	3.0	9.2	14.5	0.6	2.8
	24h	Not defoliated	2.9	2.9	5.8	14.2	1.3	2.6
		Defoliated	2.9	2.9	11.0	14.9	0.6	2.4
Otone No. 1	8h	Not defoliated	1.9	1.9	5.1	12.4	0.0	7.5
		Defoliated	2.6	2.6	7.1	11.9	0.0	6.8
	24h	Not defoliated	2.7	2.7	6.1	15.0	0.0	4.0
		Defoliated	2.3	2.3	13.9	16.1	0.0	2.3
Rensel	8h	Not defoliated	2.3	—	2.3	0.0	0.0	18.7
		Defoliated	3.0	—	3.0	0.0	0.0	18.0
	24h	Not defoliated	2.6	—	2.6	0.0	0.0	17.9
		Defoliated	3.2	—	3.2	0.0	0.0	17.7
PMR-142	8h	Not defoliated	1.5	2.0	1.7	0.2	0.4	18.9
		Defoliated	2.4	3.0	2.5	0.7	0.0	17.9
	24h	Not defoliated	2.0	7.7	2.3	0.2	0.5	18.1
		Defoliation	2.7	2.7	5.4	2.9	1.7	13.8

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

Table 2. Flower formation and sex expression of mono-gynoecious cucumber 'Sagami-hanjiro' as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
8h	Not defoliated	Control	2.0 e <sup>Y</sup>	2.0 e	8.4	7.7 c	0.5 a	10.9 a
		Ethrel	2.7 cde	2.7 cde	5.2	5.9 d	0.0 b	12.3 a
		GA <sub>3</sub>	2.3 de.	2.3 de	9.6	11.0 b	0.5 a	7.5 b
	Defoliated	Control	2.9 cd	2.9 cd	18.0	16.8 a	0.0 b	1.2 d
		Ethrel	2.7 cde	2.7 cde	8.9	15.2 a	0.0 b	3.1 c
		GA <sub>3</sub>	3.4 bc	3.4 bc	20.0	17.4 a	0.0 b	0.3 d
24h	Not defoliated	Control	3.2 bc	3.2 bc	15.4	15.6 a	0.0 b	1.1 d
		Ethrel	2.7 cde	2.7 cde	8.6	11.1 b	0.1 b	7.2 b
		GA <sub>3</sub>	3.9 ab	3.9 ab	16.4	15.5 a	0.0 b	1.4 d
	Defoliated	Control	4.6 a	4.6 a	18.5	16.1 a	0.0 b	1.2 d
		Ethrel	4.5 a	4.5 a	9.2	14.9 a	0.0 b	1.4 d
		GA <sub>3</sub>	3.4 bc	3.4 bc	18.2	17.1 a	0.0 b	0.5 d

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 3. Flower formation and sex expression of monoecious cucumber 'Tokiva hikari No. 3 P type' as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
8h	Not defoliated	Control	2.4	2.4	5.5 c <sup>Y</sup>	12.0 c	1.7 b	4.8 ab
		Ethrel	2.7	3.0	3.8 c	8.3 d	4.5 a	5.6 a
		GA <sub>3</sub>	2.5	2.5	10.0 ab	13.9 bc	2.0 b	2.6 cd
	Defoliated	Control	3.0	3.0	9.2 ab	14.5 ab	0.6 b	2.8 cd
		Ethrel	3.3	3.3	8.4 b	13.0 bc	1.1 b	3.6 bc
		GA <sub>3</sub>	3.0	3.0	11.4 a	15.3 ab	1.9 b	0.9 e
24h	Not defoliated	Control	2.9	2.9	5.8 c	14.2 abc	1.3 b	2.6 cd
		Ethrel	2.8	2.8	5.7 c	9.6 d	3.9 a	4.6 ab
		GA <sub>3</sub>	3.2	3.2	10.0 ab	14.7 ab	0.8 b	2.4 cd
	Defoliated	Control	2.9	2.9	11.0 a	14.9 ab	0.6 b	2.4 cd
		Ethrel	3.3	3.3	8.3 b	12.6 bc	0.5 b	4.7 ab
		GA <sub>3</sub>	2.2	2.2	10.5 ab	16.4 a	1.3 b	1.3 de
			ns	ns				

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 4. Flower formation and sex expression of monoecious cucumber 'Otone No. 1' as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with pistillate flowers	Number of nodes with bisexual flowers
8h	Not defoliated	Control	1.9 cd <sup>Y</sup>	1.9 d	5.1 ef	12.4 b	7.5 bc	0.0 d
		Ethrel	3.5 a	4.0 b	5.5 de	9.4 c	10.0 a	0.0 d
		Uniconazole	1.7 d	2.4 d	2.6 g	7.9 c	11.5 a	4.2 b
	Defoliated	Control	2.6 bc	2.6 cd	7.1 cd	11.9 b	6.8 bc	0.0 d
		Ethrel	2.6 bc	2.6 bc	8.5 bc	12.5 b	5.7 cd	0.0 d
		Uniconazole	2.0 bc	2.9 bcd	3.4 fg	7.8 c	10.8 bc	3.7 b
24h	Not defoliated	Control	2.7 b	2.7 cd	6.1 de	15.0 a	4.0 de	0.0 c
		Ethrel	3.7 a	3.7 bc	9.1 b	12.4 b	8.1 b	0.0 d
		Uniconazole	2.1 bcd	5.4 a	3.7 fg	7.9 c	11.2 a	9.3 a
	Defoliated	Control	2.3 bcd	2.3 d	13.9 a	16.1 a	2.3 e	0.0 d
		Ethrel	2.6 bc	2.6 cd	8.9 b	14.4 a	3.7 de	0.0 d
		Uniconazole	2.4 bcd	2.4 d	9.6 b	12.1 b	6.0 c	8.3 a

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 5. Flower formation and sex expression of gynoecious cucumber 'Rensei' as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with pistillate flowers	Number of nodes with bisexual flowers
8h	Not defoliated	Control	2.3 d <sup>Y</sup>	—	2.3 d	0.0 c	18.7 a	0.0 b
		AgNO <sub>3</sub>	2.1 d	2.2	2.1 d	0.8 c	18.9 a	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	5.3 c	5.7	5.6 c	0.4 c	15.1 de	0.0 b
	Defoliated	Control	3.0 d	—	3.0 d	0.0 c	18.0 ab	0.0 b
		AgNO <sub>3</sub>	2.5 d	4.2	2.9 d	3.8 b	15.8 cd	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	7.1 b	—	7.1 b	0.0 c	13.6 ef	0.0 b
24h	Not defoliated	Control	2.6 d	—	2.6 d	0.0 c	17.9 a	0.0 b
		AgNO <sub>3</sub>	2.3 d	3.2	2.3 d	5.2 a	16.7 bc	1.5 a
		GA <sub>3</sub>	9.7 a	3.0	10.2 a	0.2 c	10.1 g	0.0 b
	Defoliated	Control	3.2 d	—	3.2 d	0.0 c	17.7 ab	0.0 b
		AgNO <sub>3</sub>	2.4 d	3.5	2.6 d	5.0 ab	15.8 cd	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	10.5 a	11.0	10.6 a	0.1 c	10.3 g	0.0 b

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 6. Flower formation and sex expression of gynoecious cucumber 'PMR-142' as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
8h	Not defoliated	Control	1.5 d <sup>Y</sup>	2.0	1.7 e	0.2 e	0.4 f	18.9 a
		AgNO <sub>3</sub>	1.5 d	1.5	2.1 e	4.1 cd	1.1 def	13.8 b
		GA <sub>3</sub>	2.6 abc	2.6	6.4 d	7.0 b	2.4 bcd	9.0 c
	Defoliated	Control	2.4 bc	3.0	2.5 e	0.7 e	0.0 f	17.9 a
		AgNO <sub>3</sub>	2.1 cd	2.1	4.9 d	5.0 c	5.0 a	9.0 c
		GA <sub>3</sub>	2.5 bc	2.5	14.3 a	13.4 a	1.3 cdef	3.4 d
24h	Not defoliated	Control	2.0 cd	7.7	2.3 e	0.2 e	0.5 ef	18.1 a
		AgNO <sub>3</sub>	2.2 cd	2.6	2.8 e	3.8 cd	0.7 ef	14.2 b
		GA <sub>3</sub>	3.3 a	3.8	5.7 d	3.9 cd	2.9 b	9.7 c
	Defoliated	Control	2.7 abc	2.7	5.4 d	2.9 d	1.7 bcde	13.8 b
		AgNO <sub>3</sub>	2.2 cd	2.2	8.7 c	7.2 b	2.5 bc	8.9 c
		GA <sub>3</sub>	3.1 ab	3.1	12.7 b	12.6 a	1.2 def	3.9 d

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 7. Flower formation and sex expression as affected by photoperiod and defoliation in four Cucurbitaceous species having different genetic backgrounds for their sex expression.<sup>Z</sup>

Species	Day-length	Defoliation	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower <sup>Y</sup>	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers <sup>Y</sup>
<i>Cucumis melo</i> var. <i>acidulus</i>	8h	Not defoliated	2.3	2.3	---	18.7	0.0	0.0
		Defoliated	5.4	5.4	---	15.6	0.0	0.0
	24h	Not defoliated	3.0	3.0	---	18.0	0.0	0.0
		Defoliated	6.1	6.1	---	14.9	0.0	0.0
<i>Lagenaria siceraria</i>	8h	Not defoliated	3.5	3.5	---	17.5	0.0	0.0
		Defoliated	5.9	5.9	---	15.1	0.0	0.0
	24h	Not defoliated	4.0	4.0	---	17.0	0.0	0.0
		Defoliated	8.6	8.6	---	12.3	0.0	0.0
<i>Luffa cylindrica</i>	8h	Not defoliated	3.4	3.4	6.4	3.7	11.7	2.0
		Defoliated	4.2	4.2	8.4	4.7	11.7	0.4
	24h	Not defoliated	5.1	5.1	13.6	11.3	4.3	0.0
		Defoliated	8.2	8.2	15.6	9.6	3.1	0.1
<i>Sicyos angulatus</i>	8h	Not defoliated	3.4	3.4	5.8	17.6	15.2	0.0
		Defoliated	4.1	4.1	7.7	16.9	13.3	0.0
	24h	Not defoliated	---	---	---	0.0	0.0	0.0
		Defoliated	---	---	---	0.0	0.0	0.0

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Data presented of *Cucumis melo* are bisexual flower.

Table 8. Flower formation and sex expression of andromonoecious plant, *Cucumis melo* var. *acidulus* as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st bisexual flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with bisexual flowers
8h	Not defoliated	Control	2.3 g <sup>Y</sup>	2.3 g	---	18.7 a	0.0 c
		Ethrel	7.1 c	15.7 a	7.1	5.3 g	4.5 a
		Uniconazole	2.4 g	2.4 g	---	18.6 ab	0.0 c
	Defoliated	Control	5.4 de	5.4 de	---	15.6 cd	0.0 c
		Ethrel	15.0 a	15.3 ab	15.0	5.6 fg	0.5 b
		Uniconazole	4.7 e	4.7 e	---	16.3 c	0.0 c
24h	Not defoliated	Control	3.0 fg	3.0 fg	---	18.0 ab	0.0 c
		Ethrel	7.6 c	16.0 a	7.6	5.3 g	4.1 a
		Uniconazole	3.4 f	3.4 f	---	17.6 b	0.0 c
	Defoliated	Control	6.1 d	6.1 d	---	14.9 d	0.0 c
		Ethrel	14.4 a	14.4 b	---	6.6 f	0.0 c
		Uniconazole	9.8 b	9.8 c	---	11.2 e	0.0 c

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 9. Flower formation and sex expression of monoecious plant, *Lagenaria siceraria* as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
8h	Not defoliated	Control	3.5 f <sup>Y</sup>	3.5 f	—	17.5 a	0.0 b	0.0 d
		Ethrel	6.1 cd	6.1 cd	10.8	6.9 fg	1.5 a	6.6 a
		Uniconazole	5.1 e	5.1 e	9.8	14.0 b	0.4 b	1.6 c
	Defoliated	Control	5.9 d	5.9 d	—	15.1 b	0.0 b	0.0 d
		Ethrel	11.2 a	11.2 a	11.2	7.3 g	0.4 b	2.1 c
		Uniconazole	8.8 b	8.8 b	11.1	10.7 d	0.2 b	1.3 c
24h	Not defoliated	Control	4.0 f	4.0 f	—	17.0 a	0.0 b	0.0 d
		Ethrel	6.7 c	6.7 c	9.8	10.4 de	0.0 b	3.9 b
		Uniconazole	5.9 d	5.9 d	—	15.1 b	0.0 b	0.0 d
	Defoliated	Control	8.6 b	8.6 b	—	12.3 c	0.0 b	0.0 d
		Ethrel	11.5 a	11.5 a	12.5	7.9 g	0.0 b	1.6 c
		Uniconazole	11.4 a	11.4 a	—	9.5 ef	0.0 b	0.0 d

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 10. Flower formation and sex expression of monoecious plant, *Luffa cylindrica* as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers	*	**
8h	Not defoliated	Control	3.4 f <sup>Y</sup>	3.4 f	6.4	3.7 e	11.7 ab	2.0 a	0.3 b	0.0 b
		Ethrel	5.7 c	5.7 c	6.7	1.0 ef	12.1 a	0.3 bc	1.9 a	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	3.4 de	3.4 de	9.1	5.7 e	11.0 ab	0.2 bc	0.0 b	0.4 b
	Defoliated	Control	4.2 e	4.2 e	8.4	4.7 e	11.7 ab	0.4 bc	0.0 b	0.0 b
		Ethrel	6.6 b	6.6 b	8.8	3.3 e	9.9 b	1.2 ab	0.0 b	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	4.7 de	4.7 de	12.4	8.8 cd	6.8 c	0.5 b	0.0 b	0.0 b
24h	Not defoliated	Control	5.1 cd	5.1 cd	13.6	11.3 ab	4.3 d	0.0 c	0.0 b	0.0 b
		Ethrel	6.8 b	6.8 b	13.6	7.5 d	6.9 c	0.1 c	0.0 b	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	4.6 de	4.6 de	13.6	12.7 a	2.2 d	0.0 c	0.0 b	1.4 a
	Defoliated	Control	8.2 a	8.2 a	15.6	9.6 bc	3.1 d	0.1 c	0.0 b	0.0 b
		Ethrel	8.5 a	8.5 a	15.1	8.4 cd	4.0 d	0.1 c	0.0 b	0.0 b
		GA <sub>3</sub>	8.5 a	8.5 a	—	12.5 a	0.0 e	0.0 c	0.0 b	0.0 b

<sup>Z</sup> Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup> Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

\* The data in this column represented as number of node with pistillate flowers developed in staminate flowers cluster.

\*\* The data in this column represented as number of node with staminate flowers replaced pistillate flowers.

Table 11. Flower formation and sex expression of monoecious plant, *Sicyos angulatus* as affected by photoperiod, defoliation and growth regulators application.<sup>Z</sup>

Day-length	Defoliation	Growth regulator	Node position of the 1st flower	Node position of the 1st staminate flower	Node position of the 1st pistillate flower	Number of nodes with staminate flowers	Number of nodes with staminate and pistillate flowers	Number of nodes with pistillate flowers
8h	Not defoliated	Control	3.4 c <sup>Y</sup>	3.4 c	5.8 c	2.4 c	15.2 a	0.0
		Ethrel	3.8 bc	3.8 bc	6.3 c	2.2 c	14.7 a	0.0
		GA <sub>3</sub>	4.0 bc	4.0 bc	7.4 b	3.5 b	13.5 b	0.0
	Defoliated	Control	4.1 bc	4.1 bc	7.7 b	3.6 ab	13.3 bc	0.0
		Ethrel	5.2 a	5.2 a	8.2 b	3.0 bc	12.8 c	0.0
		GA <sub>3</sub>	4.8 ab	4.8 ab	9.3 a	4.2 a	11.8 d	0.0
24h	Not defoliated	Control	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0
		Ethrel	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0
		GA <sub>3</sub>	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0
	Defoliated	Control	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0
		Ethrel	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0
		GA <sub>3</sub>	—	—	—	0.0 d	0.0 c	0.0

<sup>Z</sup>Data presented are up to the 20th node on the main shoot.

<sup>Y</sup>Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, P = 0.05.

Table 12. Effect of pinching of the main shoot on sex modification of staminate flowers cluster of monoecious cucumber, 'Sagami-hanjiro'.<sup>Z</sup>

Treatment	Node <sup>Y</sup>	Number of flowers or shoot				
		staminate flowers	bisexual flowers	pistillate flowers	new lateral shoots	total
Non pinching and lateral shoot removal <sup>X</sup>	1	8.1	0.5	0.1	0.0	8.7
	2	5.0	0.2	0.0	0.0	5.2
	3	5.6	1.0	0.0	0.0	6.6
	4	5.0	1.0	0.0	0.0	6.0
	Total	23.7	2.7	0.1	0.0	26.5
Pinching not remove lateral shoot	1	7.2	1.6	0.1	0.0	8.9
	2	4.7	2.2	0.1	0.0	7.7
	3	5.6	2.1	0.0	0.0	7.0
	4	6.0	2.4	0.0	0.0	8.4
	Total	23.5	8.3	0.2	0.0	32.0
Pinching and lateral shoot removal <sup>X</sup>	1	6.7	4.8	0.1	1.1	12.7
	2	4.8	4.3	0.5	1.3	10.9
	3	5.5	5.8	0.4	1.3	13.0
	4	5.7	5.6	0.1	1.2	12.6
	Total	22.7	20.5	1.1	4.9	50.2

<sup>Z</sup> The values were scored within 35 days from beginning of flowering.

<sup>Y</sup> Counted from the pinching position.

<sup>X</sup> Original lateral shoots were removed.

Table 13. Effect of leaf area retaining after pinching of the main shoot on sex modification of staminate flowers cluster of monoecious cucumber, 'Sagami-hanjiro'.<sup>Z</sup>

Leaf area	Node <sup>Y</sup>	Number of flowers or shoot				
		staminate flowers	bisexual flowers	pistillate flowers	new lateral shoots	total
1	1	7.8	8.1	0.3	0.0	16.2
	2	6.0	6.0	0.2	0.3	12.5
	3	6.5	2.6	0.2	0.3	9.6
	4	3.0	2.2	0.2	0.6	6.0
	Total	23.3	18.9	0.9	1.2	44.3
1/2	1	7.3	7.0	0.0	0.0	14.3
	2	6.0	5.0	0.0	0.5	11.5
	3	5.5	3.8	0.0	0.3	9.6
	4	4.0	3.3	0.2	0.3	7.8
	Total	22.8	19.1	0.2	1.1	43.2
1/4	1	7.8	6.5	0.0	0.3	14.6
	2	6.0	4.8	0.0	0.3	11.1
	3	4.8	4.6	0.0	0.5	9.9
	4	3.0	2.8	0.2	0.5	6.5
	Total	21.6	18.7	0.2	1.6	42.1

<sup>Z</sup> The values were scored within 42 days from beginning of flowering.

<sup>Y</sup> Counted from the pinching position.

Table 14. Effect of number and position of leaf-retained after pinching of the main shoot on sex modification of staminate flowers cluster of monoecious cucumber, 'Sagami-hanjiro'.<sup>Z</sup>

Leaf number (Position of leaf retain)	Node <sup>Y</sup>	Number of flowers or shoots				
		staminate flowers	bisexual flowers	pistillate flowers	new lateral shoots	total
4	1	6.2	5.4	0.3	0.6	12.5
	2	4.1	3.5	0.3	0.9	8.8
	3	3.9	3.0	0.4	1.1	8.4
	4	3.5	3.0	0.5	1.0	8.0
	Total	17.7	14.9	1.5	3.6	37.7
1 (Node 1)	1	5.8	5.9	0.5	0.8	13.0
	2	3.2	1.8	0.0	0.7	5.7
	3	2.6	0.6	0.0	0.6	3.8
	4	2.6	0.9	0.0	0.8	4.3
	Total	14.2	9.2	0.5	2.9	26.8
1 (Node 4)	1	4.7	2.9	0.0	0.7	8.3
	2	3.5	2.2	0.0	0.6	6.3
	3	2.5	0.6	0.1	1.0	4.2
	4	3.7	2.8	0.6	1.2	8.3
	Total	14.4	8.5	0.7	3.5	27.1

<sup>Z</sup> The values were scored within 30 days from beginning of flowering.

<sup>Y</sup> Counted from the pinching position.

Table 15. Effect of BA application after pinching of the main shoot on sex modification of staminate flowers cluster of monoecious cucumber, 'Sagami-hanjiro'.<sup>Z</sup>

Application Node <sup>Y</sup> of BA (Position)		Number of flowers or shoot				
		staminate flowers	bisexual flowers	pistillate flowers	new lateral shoots	total
Non application	1	6.2	5.4	0.3	0.6	12.5
	2	4.1	3.5	0.3	0.9	8.8
	3	3.9	3.0	0.4	1.1	8.4
	4	3.5	3.0	0.5	1.0	8.0
	Total	17.7	14.9	1.5	3.6	37.7
Application 2 (Node 1)	1	5.9	5.0	0.6	0.7	12.2
	2	4.0	3.2	0.4	1.0	8.6
	3	3.7	2.9	0.5	1.4	8.5
	4	3.0	3.2	0.5	1.1	7.8
	Total	16.6	14.3	2.0	4.2	37.1
Application 2 (Node 4)	1	5.5	4.4	0.3	0.6	10.8
	2	4.0	3.2	0.4	1.0	8.6
	3	4.3	3.2	0.6	1.1	9.2
	4	3.5	3.1	1.0	0.8	8.4
	Total	16.8	14.3	2.3	3.5	37.3

<sup>Z</sup> The values were scored within 30 days from beginning of flowering.

<sup>Y</sup> Counted from the pinching position.

Table 16. Sex expression in flowers at the 1st node on the uppermost five lateral shoots as affected by pinching of the main shoot, defoliation and plant growth regulators application in *Cucumis melo* var. *reticulatus*.

Treatment	% flowers		
	bisexual	staminate	blind node
Control	100.0 a <sup>Z</sup>	0.0 b	0.0 b
Pinching	80.0 b	20.0 abc	0.0 b
Pinching and defoliation	70.0 bc	30.0 ab	0.0 b
Pinching and applied AgNO <sub>3</sub>	52.0 d	30.0 ab	18.0 a
Pinching and applied GA <sub>3</sub>	62.0 cd	38.0 a	0.0 b

<sup>Z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,

P = 0.05

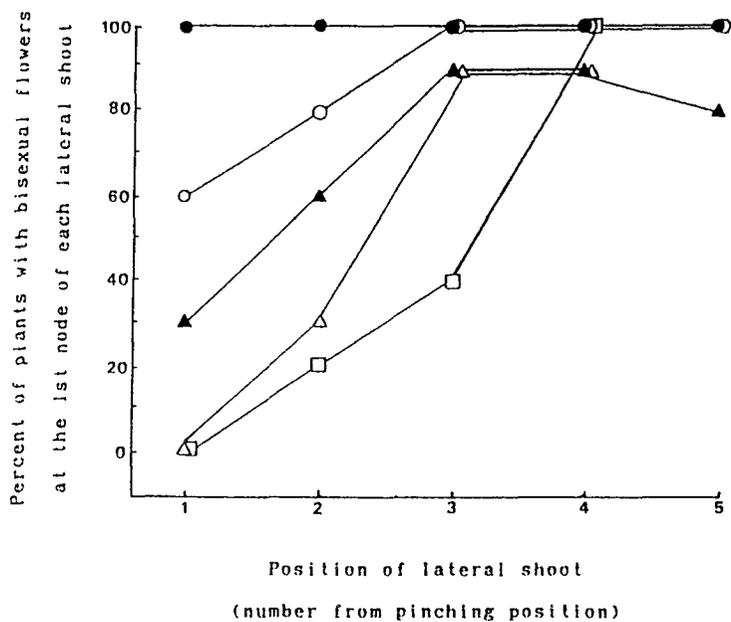


Fig. 1. Sex expression of flower at the 1st node on 5 lateral shoots in *C. melo* var. *reticulatus* 'Chiroru'. Unpinched control plants (●), plants whose main shoot was pinched (○), plants pinched and defoliated (▲), plants pinched and AgNO<sub>3</sub> application (◻) and, plants pinched and GA<sub>3</sub> application (△).

## 審査結果の要旨

本論文は、ウリ類の花芽形成及び花の性表現に關与する生理的機構を明らかにすることを目的として、花の性表現において遺伝的ならびに生態的に異なるキュウリの品種間差異及びウリ類の種間差異について生理的解析を行った。

まず、キュウリの花の性表現における品種間差異の生理的解析を行った。品種によって葉で生成されるとみられる花成刺激量に差異があると推論されることを明らかにし、花成刺激の生成の少ない場合には花芽形成が起こらず、花成刺激の生成量がある程度増加すると花芽形成が起こって雄花となり、さらに花成刺激の生成量が増加すると雌花が発現するようになることを推論されることを明らかにした。さらに、キュウリのいずれの品種においても、花の性表現には花成刺激の他にジベレリン及びエチレンも組み合わさって關与し、ジベレリン量が多く、エチレン発生量が少ないような場合に雄花が発現し、ジベレリン量が少なく、エチレン発生量が多いような場合に雌花が発現するようになることを明らかにした。

次に、ウリ類の花の性表現における種間差異の生理的解析を行った。メロン及びヒョウタンでは、主茎上には雄花しか発現しないが、エスレルあるいはウニコナゾール施与によって主茎上に雌花あるいは両性花が発現することを認めた。ヘチマでは短日で雌花発現が多少増加するが、エスレル施与によって雌花発現が増加し、ジベレリン施与によって雌花発現が抑制されることを認めた。アレチウリでは短日でのみ花芽形成がみられ、絶対的短日植物としての反応を示し、エスレル施与によって花の性表現は影響されないが、ジベレリン施与によって雌花発現が抑制され、長日ではエスレル施与によっても花芽形成は全くみられないことを認めた。いずれのウリ類の花の性表現においても、葉で生成されるとみられる花成刺激と茎頂部のジベレリン及びエチレンが相互に關連し合って關与していることを明らかにした。

次に、キュウリの主茎頂部の摘除によって、雄花叢から両性花や雌花が誘起される生理的機構として、頂部の摘除によって雄花叢自身がオーキシン生成の最も盛んな場となり、葉で生成される花成刺激と根部で生成されるとみられるサイトカイニンは雄花叢に移行するようになり、雄花叢の花の性が転換するようになることを明らかにした。

さらに、ウリ類の側枝基部節に雌花あるいは両性花の発現しやすい生理的機構として、主茎の頂部優勢によって側芽の伸長成長は抑えられ、ジベレリン量が少なく、エチレン量が多い状態にあり、さらに側芽着生の主茎葉から花成刺激が供給されていることによることを明らかにした。

以上のように本論文は、ウリ類の花芽形成及び花の性表現において、遺伝的ならびに生態的に異なる種間及び品種間差異について生理的解析を行い、統一的な生理的機構を明らかにした。これらの成果はウリ類の栽培ならびに育種の発展に貢献するところが大きい。よって、審査員一同は、本論文は博士（農学）の学位を授与するのに十分な価値があると判定した。