

ミョウガの花芽発育過程と日長が 花芽の発育に及ぼす影響について

室井栄一

I 緒言

ミョウガ (*Zingiber mioga* Rosco) は、熱帯アジア原産の多年生草本で、日本へは中国から伝来した⁷⁾とされているが、日本が原産地の一部⁹⁾とする考えもある。古くから人家の裏側や樹陰地など、日のあまり当たらない所に自生し、一部は栽培に供されていた³⁾。香辛野菜の一種として、その特有の芳香と味が好まれ、夏から秋にかけては花らいが、冬から春にかけては軟化茎がミョウガタケとして利用されている。

最近、食生活の多様化に伴う需要の増加と地域特産野菜の産地づくりによって、各地に産地が生まれている。この様な中で、ミョウガ花らいの市場価格は早期出荷程有利なことから施設を利用した花らいの早出し栽培が注目されてきた。

早出し栽培を確立するためには、ミョウガの生理・生態的特性の把握が必要である。ミョウガの生理・生態的特性を解明するには、まずなによりも花芽分化要因と花芽の発育過程を明らかにしなければならない。

しかしながら、この点に関する研究は少なく、花芽分化要因については大鹿ら⁴⁾や安谷屋¹⁾の報告、花芽の形態については加藤ら⁶⁾の報告の一部に記載されているに過ぎず、さらに検討することが必要と考えられたので本研究を実施した。その結果、ミョウガの花芽の発育過程を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察し、花芽の発育ステージ別に花らいの器官形成を知るとともに、日長がミョウガの花芽分化とその発育に及ぼす影響を明らかにしたので報告する。なお、本研究は筑波大学農林学系園芸研究室研修中に行ったものである。

II 材料及び方法

1. 花芽分化過程の形態的観察

材料として、栃木県農業試験場黒磯分場で栽培していた在来種 (栃木県馬頭町産) を供試した。

1987年3月24日に休眠の打破された地下茎を掘上げて、頂芽を有する約20cmの地下茎を選別し、ポリ袋に入れて密封後冷蔵庫に入庫した。冷蔵温度は、2℃ (±1℃) とし、3月26日から9月27日まで6か月間冷蔵貯蔵した。

これらの地下茎は、9月27日に冷蔵庫から出庫し、10月2日にハウス内で12日間催芽処理後 (20~24℃)、1~2cm程度発芽した地下茎を10月14日にガラス温室内へ定植した。栽植株数はm²当たり40株とした。施肥量は、基肥に3要素とも成分量でa当たり1kg、追肥として0.5kgを2回に分けて施用した。栽培期間中の土壌水分は、pF 1.8~2.0の状態に保った。萌芽した10月29日からは16時間日長下で栽培した。なお、温度管理は昼温が30℃、夜温が18℃を目標に管理した。

調査は12月8日から約7日毎に株を掘上げて、実体顕微鏡下で主茎から分けつした地下茎先端の芽をはく皮し、生長点を観察した。その後、生長点はFAA固定液に保存し、SEM観察に供した。

2. 日長が生育及び花芽分化に及ぼす影響

栃木県農業試験場黒磯分場内で栽培していた、在来種の夏ミョウガ (馬頭町産) と秋ミョウガ (石橋町産) の2系統を供試した。試験に用いた地下茎の貯蔵、催芽及び栽培方法は試験1に準じて行った。

第1表 日長処理区の構成

No	試験区 (略号)	処 理 内 容
1	長日 (16H)	10月29日から2月22日まで全期間16時間日長
2	短日 (8H)	10月29日から1月28日まで全期間8時間日長
3	長日・短日 (16→8H)	10月29日から12月21日まで16時間, 12月22日から2月22日まで8時間日長
4	短日・長日 (16→8H)	10月29日から12月21日まで8時間, 12月22日から2月13日まで16時間日長

処理区の構成は、第1表に示したとおりの4処理区とした。日長処理は、萌芽し始めた10月29日から開始し、長日処理(16H)は夕刻が16時30分から20時30分、朝が4時30分から7時30分まで、100Wの白熱灯を用いて補光した。一方、短日処理(8H)は16時30分から翌朝の8時30分までシルバーカーテンを自動制御して暗黒条件下に保った。

花芽分化の調査は、約7日毎に4株を掘上げて全ての地下茎先端の芽を実体顕微鏡下ではく皮して調査した。生育調査は、草丈及び葉数を

萌芽後15日毎、分けつ茎数は12月10日から7日毎に行った。ただし、調査は長日区(16H)及び長日・短日区(16→8H)が2月22日、短日・長日区(8→16H)が2月13日、短日区(8H)は1月28日に打ち切った。調査打ち切り時には、各区とも12株を掘上げて分けつ生態を調査したが、地上に出ていた茎を地上茎、地中の茎を地下茎に分類した。

Ⅲ 結果

1. 花芽分化過程の形態的観察

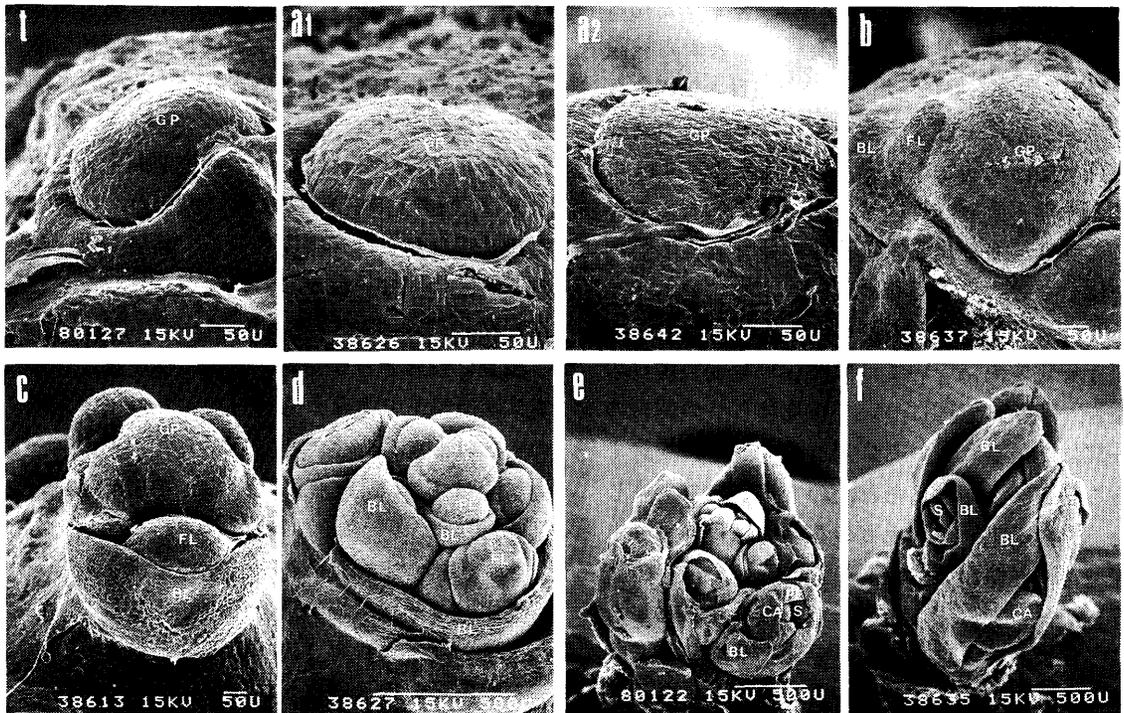


写真1 ミョウガの花芽发育ステージ (走査型電子顕微鏡像)

- 注1. t: 地上茎生長点 a: 未分化期 b: 花芽分化始期 (包葉・小花分化始期)
 c: 花芽分化期 (包葉・小花分化始期) d: 総包形成期 e: 雄ずい分化期 (がく・花弁・雄ずい形成期) f: 雌ずい分化期 (小花完成期)
 2. GP: 生長点 BL: 包葉 FL: 小花 CA: がく PE: 花弁 S: 雄ずい

ミョウガの花芽発育過程と日長が花芽の発育に及ぼす影響について

ミョウガの主茎から分けつした地下茎の生長点は、数枚のりん片葉によって包まれ、生長点はやや盛り上がったドーム状で、周辺部からは次々と葉芽の分化が見られた。(写真1-t)。末分化期の花らいの生長点も、始めはドーム状でやや盛り上がった形状(写真1-a1)をし、地上茎の生長点に類似していたが、その後、生長点は偏平(写真1-a2)になって、包葉と小花原基が分化し始めた(写真1-b)。包葉と小花の分化は対で、生長点の外辺部から分化は始まった。

花芽分化に達した生長点は盛り上がり、生長点からは包葉と小花が対になって次々に分化しその数を増した。(写真1-c)。その後、小花は丸味を帯び全体で10個程になり、同時に最外辺にある総包が明瞭に形成され、この時期を総包形成期と定めた(写真1-d)。この時期になると頂芽全体に分化が広がり、分化の早かった外側の小花内にはがくや雄ずいの形成が始まっていた。

雄ずい分化期には、外側の小花は突起し、そ

の先端は円筒形になった(写真1-e)。小花は内外一對の包葉と外側が切れ込んでいるがくによって包まれ、その中に花弁や雄ずいが形成されて、外見からは地下茎の先端がふくらみ始めていた。その後、雌ずい分化期に入ると包葉に包まれ円錐状に突起した小花が密集し、小花の中にはがく、花弁、しん弁及び雌ずいの形成が認められた(写真1-f)。この時期の地下茎は、先端がふくらみ地上方向へ向き始め出らいの体勢に入っていた。

この様に、ミョウガの花芽分化とその発育過程を末分化期から雌ずい分化期までの6段階に区分し、花芽分化ステージ別に器官の形成過程を明らかにした(第2表)。

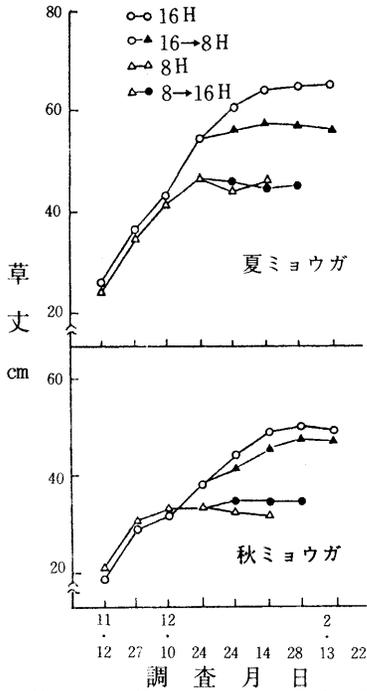
2. 日長が生育及び花芽分化に及ぼす影響

ミョウガの生育は長日区(16H)が旺盛で、第1図及び第2図のとおり草丈が高く、分けつ茎数も長日区は、12月17日以降急速に増加した。しかし、短日区(8H)は夏ミョウガが12月24日、秋ミョウガは12月10日以降生育を停止した。短日区の葉色は、当初濃緑色であったが、1月

第2表 花芽分化ステージの区分

No	分 化 ステージ	分化始期 後日数	形 態	生長点部の大きさ μ		備 考
				幅	高さ	
a 1	未分化期	—	生長点はやや盛り上がったドーム状	200	—	
a 2	〃	—	生長点がドームから偏平に変化	200	—	
b	花芽分化始期	—	包葉・小花原基分化開始	360-400	—	
c	花芽分化期	5-10	〃 進行	380-500	280-300	
d	総包形成期	8-14	分化が最も盛んで総包が明瞭に形成	1100-1500	600-800	小花数決定
e	雄ずい分化期	14-25	小花は包葉に包まれ、がく・花弁形成	1600-1800	1400-1600	地下茎先端ふくらむ
f	雌ずい分化期	21-30	個々の小花は完全に包葉に包まれ突起	1700-2000	3000-4000	地下茎地上へ向く

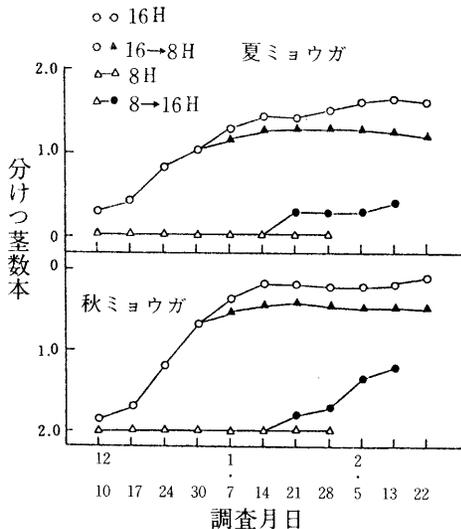
注. 生長点の大きさは、SEM 写真から推定した。



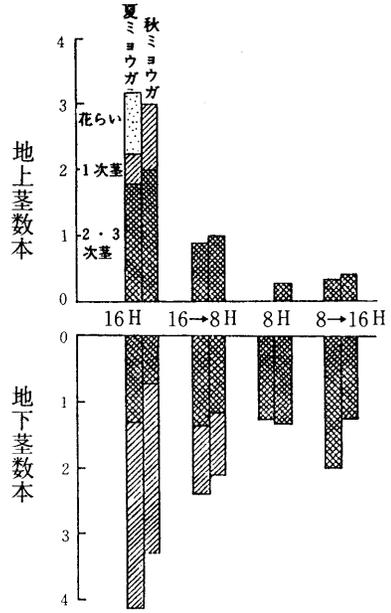
第1図 草丈に及ぼす日長の影響

下旬頃から茎葉が黄化して地際部に離層を生じ倒伏し始めた。短日区には全期間主茎以外の分けつ茎の発生は認められなかった。

長日から短日(16→8H)へ移行すると、移行後徐々に草丈の伸びは抑制され、両系統とも分けつ茎の発生は減少した。一方、反対に短日から長日(8→16H)へ移行すると、移行後も2月22日までの草丈は短日区と大差なかったが、



第2図 分けつ茎数に及ぼす日長の影響



第3図 分けつ生態

分けつ茎数は明らかに移行後増加し始めた。特に、分けつ茎数は秋ミヨウガで増加割合が高かった。

夏ミヨウガの花芽分化状況は第3表に示した。12月22日から長日区と長日・短日区で花芽分化した芽が確認された。長日区の花芽は以降順調に生育し、1月12日には雌ずいの分化が認められた。しかし、長日から短日に移行した花芽は、1月12日の観察から生長点付近が脱水症状を呈していた。なお、短日区と短日・長日区は調査期間内(2月22日まで)に花芽分化した芽は観察されなかった。

これに対し、第4表に示したとおり、秋ミヨウガは夏ミヨウガより28日遅い1月19日から花芽分化を確認した。長日区の花芽はその後順調に生育し、雌ずい分化まで達したが、長日から短日へ移行すると、移行後の1月19日から2月8日までに観察した花芽はいずれも脱水症状を呈し、2月15日には花芽分化した芽は観察されず、地下茎は硬化黄変した休眠芽となっていた。

ミョウガの花芽発育過程と日長が花芽の発育に及ぼす影響について

第3表 日長が夏ミョウガの花芽分化に及ぼす影響

材料採取 月日	処理区 (日長)							地上茎数
		a	b	c	d	e	f	
12 月	長日 (16H)	7						1
	短日 (8H)	4						
15 日	長日・短日 (16H→8H)	5						1
	短日・長日 (8H→16H)	5						
22 日	16H	5	1	1				3
	8H	6						
	16H→8H	6		2				
	8H→16H	7						
29 日	16H	7	1	1	1			2
	8H	7						
	16H→8H	5		1	1			
	8H→16H	8						
1 月	16H	4		1	1	1	1	5
	8H	5						
	16H→8H	2				(2)	(1)	
	8H→16H	7						
12 日	16H	9			1	2	1	5
	8H	5						
	16H→8H	5				(2)	(1)	
	8H→16H	7						

- 注1. 花芽分化ステージは、a：未分化期 b：花芽分化始期 c：花芽分化期 d：総包形成期
e：雄ずい分化期 f：雌ずい分化期
2. 数字は花芽数、()は脱水症状を呈していた花芽数

第4表 日長が秋ミョウガの花芽分化に及ぼす影響

材料採取 月日	処理区 (日長)							地上茎数
		a	b	c	d	e	f	
1 月	16H	4						8
	8H	5						
	16H→8H	5						
	8H→16H	5						
19 日	16H	7	1					7
	8H	6						
	16H→8H	5		(1)				
	8H→16H	5						
25 日	16H	5		1				6
	8H	6						
	16H→8H	5	(1)					
	8H→16H	6						
2 月	16H	7		1	1	2	1	7
	8H							
	16H→8H	5	(1)	(1)				
	8H→16H	8						
8 日	16H	11			1	1	2	8
	8H							
	16H→8H	8					(3)	
	8H→16H	7						
15 日	16H	8			1	1	1	8
	8H							
	16H→8H	8						
	8H→16H							

- 注1. 花芽分化ステージは、a：未分化期 b：花芽分化始期 c：花芽分化期 d：総包形成期
e：雄ずい分化期 f：雌ずい分化期
2. 数字は花芽数、()は脱水症状を呈していた花芽数

また、夏ミョウガ同様秋ミョウガも短日区と短日・長日区に花芽は確認されなかった。

最終調査時の分けつ生態は、第3図に示した。花らいは、夏ミョウガの長日区にのみ発生し、両系統とも長日区は分けつ茎の発生が多かった(写真4)。次いで、長日・短日区の分けつ茎数が多かったが、伸長した地下茎は硬化黄変した休眠芽であった(写真5)。短日区は、伸長した分けつ茎は見られず、全て短い休眠芽であった(写真6)。短日・長日区は、地下茎の芽が伸長し始めた状態であった(写真7)。

IV 考察

ミョウガは、主茎から分けつした地下茎が条件によって先端が花らいに生長するものと、そのまま栄養生長を続け地上に抽出して地上茎になるものがある。鹿野⁸⁾は、ミョウガの地下茎発達の様子を萌芽から地上部が枯死するまで調査した結果、1次茎と2次分けつ茎の一部が花らいとなることを報告している。しかし、ミョウガの花芽分化とその後の発育に関しては群馬園試⁵⁾と加藤⁶⁾の観察略図があるに過ぎない。

そこで、ミョウガの生長点部のSEM観察によって花芽分化のステージ区分を行った。区分は群馬園試⁵⁾及び安谷屋¹⁾の報告を参考に包葉の出現、小花原基の形成、がく片・花弁等の形成状況によって t:地上茎の生長点 a:末分化期 b:花芽分化始期 c:花芽分化期 d:総包形成期 e:雄ずい分化期 f:雌ずい分化期 に区分するのが妥当と考えた。

末分化期の生長点はやや盛り上がったドーム状で、花芽分化始めには扁平になる。同じ単子葉植物であるユリ科やアヤメ科の植物で調べた例¹¹⁾では、花芽分化始めには生長点部が肥厚するが、ミョウガの場合は、反対に扁平になる点の特異であると考えられた。

ミョウガは、総穂花序であり多くの花(小花)から成るが、これらの小花は包葉をともなって

扁平化した生長点の周辺から生じ始める。この時点の花芽分化始期とした。そして、花芽分化期は最も早く形成された外側の小花原基が独立した小花と認められる段階とするのが良いと考えられる。

通常の花芽発育段階は、続いて形成されるがく片や花弁を指標とするが、ミョウガの場合、小花原基が10個程形成される頃に総包が明瞭になってくるので、この時期を総包形成期と区分するのが妥当と考えた。

次いで、小花の突起が著しくなり雄ずい形成が行われる時期を雄ずい分化期、地下茎先端がふくらんで地上方向へ向き始め、小花内の各器官の形成が外視上完成する時期を雌ずい分化期に区分した。ところで、総包形成期から雄ずい分化期にかけては、小花数が決まる時期と考えられ、その多少は花らいの大きさに影響するため、この時期の栽培管理は重要と言える。

次に、日長が花らいの発生に及ぼす影響について考察する。ミョウガは高温性の作物(生育適温25℃)¹²⁾で、半日陰で良く育つ^{9) 13)}ことは、一般的に知られている。しかし、他の野菜のようにハウス栽培による温度処理だけでは、花らいの収穫期はそれほど前進しないことが知られており、これは日長の影響²⁾であることが報告されている。

ミョウガの日長感応に関しては、既に大鹿⁴⁾や下原¹⁰⁾が報告し、ミョウガの花芽分化は長日条件下で進行するが、8時間から10時間程度の短日処理はむしろ花成を促進する反面、花芽分化後の短日は花らいの発育を抑制して、雄ずいや花被形成を妨げると報告している。本試験でも、生育後半の短日処理は花芽が脱水症状を呈して退化し、花らいまで発育することはなかった。即ち、花芽分化後の短日は明らかに花らい形成の阻害要因と理解される。

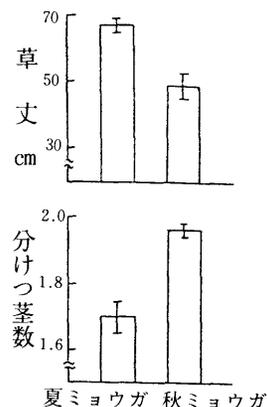
一方、萌芽直後からの短日処理は休眠を誘起し、生育が著しく抑制された。ミョウガの休眠

導入を促す主要因は短日²⁾であるが、8時間日長処理によって休眠に入り、その結果生育が停止し、花芽分化しなかったと考えられる。10時間日長下で早期休眠突入²⁾の報告もあり、萌芽後からの短日処理は生育抑制効果が顕著で、分けつ地下茎が花芽分化するとは考えにくい。むしろ、本試験からも明らかなように促成栽培の安定化のためには電照による長日処理が必要である。

しかしながら、安谷屋¹⁾は12~13時間後日長処理で花成促進効果を認め、加藤⁶⁾は短期の短日処理による花成促進を示唆しており、今後花成に最も有効な日長時間やその処理期間などについては、更に検討の必要がある。

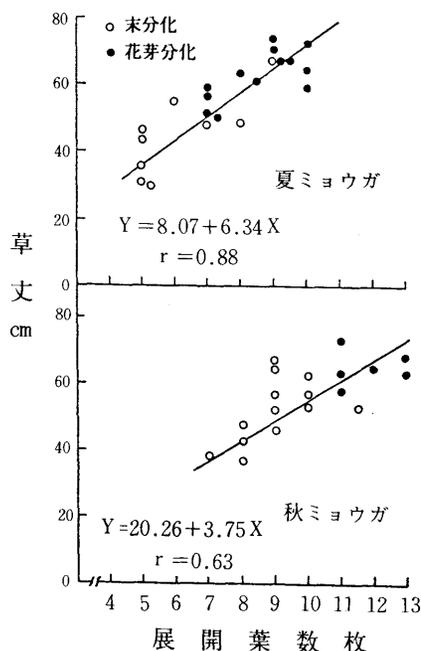
ミョウガ花らいは、夏ミョウガの長日条件下にのみ発生し、分けつ茎の多くは地上茎となった。自然条件下でも分けつ茎の一部しか花らいに生長しないが、仮に分けつした地下茎の花成促進技術が解決されれば、地上茎の発生が少ない花らい多収穫栽培も成立し得る。花成に最も有効な日長時間が明らかになれば、花成が誘発される可能性は大きい。しかし、ミョウガの分けつは連続して起きているので、たとえ適ステージに達した地下茎が花成を誘発されたとしても、他のステージのものには有効ではなく、日長操作による花成促進技術の確立までには問題点も多いと思われる。

次に、供試した夏ミョウガと秋ミョウガの2系統について考察する。両系統の生育については第4図に比較したが、夏ミョウガは主茎の草丈が高く、葉数も多いが分けつ茎数は少なかった。反対に秋ミョウガは、草丈は低い、分けつ茎数が多く、地上部の生育は、草丈の高低と分けつ茎数の多少で区別された。一方、両系統の大きな相違点は、花芽分化期と出らい時期の違いであるが、生育と花芽分化期の関係については第5図に示した。夏ミョウガの花芽分化は草丈50cm、葉数7枚以上で始まっており、加藤



第4図 夏ミョウガと秋ミョウガの生育比較

注1. 16H 2月22日の数値
2. Iは標準偏差



第5図 生育と花芽分化の関係

ら⁶⁾の結果とはほぼ一致している。これに対し、秋ミョウガは草丈60cm、葉数11枚以上で花芽分化期に達した。この分化期の早晩は地上の分けつ茎数の多少に影響し、つまり、秋ミョウガで分けつ茎数が多かったのは、栄養生長期が長かったためと理解された。

大鹿ら⁴⁾は、夏ミョウガと秋ミョウガの違い

を基本栄養生長性と高温長日感応性の差異によって分類し、夏ミョウガは基本栄養生長性と高温長日感応性のいずれも小さく、秋ミョウガは大きいと報告している。本試験からも、短日区の草丈は夏ミョウガに比べ秋ミョウガは約14日早く停止し、日長感応度は秋ミョウガが大きかった。

これらのことから、夏ミョウガは栄養生長期間が短く、ミョウガ花らしいの早出し促成栽培に適した系統と考えられる。しかし、花らしい早期出荷のために抑制栽培を導入する場合は、出らしい時期の遅い秋ミョウガの方が適した系統と考えられる。

V 摘 要

ミョウガ花らしいの早出し促成栽培技術を確認するため、ミョウガの花芽分化過程を調査し、更に日長が生育と花芽分化に及ぼす影響について検討した。

1. 花芽の分化・発育過程を走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて詳細に観察し、a : 末分化期 b : 花芽分化始期 c : 花芽分化期 d : 総包形成期 e : 雄ずい分化期 f : 雌ずい分化期に分類した。

2. 長日条件下 (16時間) では、ミョウガは順調に生育し、花芽分化後花らしいまで発育した。しかし、花芽分化後短日条件に移行すると花芽は発育を停止し、その後退化した。

3. 生育初期からの短日 (8時間) は、早期に休眠を誘発して生育を停止し、花芽分化も認められなかった。

4. 夏ミョウガは秋ミョウガに比べ、基本栄養生長期間が短く、花芽分化期と収穫期も早い早出し促成栽培に適した系統と判断された。

謝辞 本試験の実施及びとりまとめにあたっては、筑波大学農林学系教授鈴木芳夫博士、同講

師篠原 温博士に終始御指導と御助言をいただいた。試験設計ととりまとめには、栃木県農業試験場野菜部川里部長 (現栃木分場長) に御助言をいただいた。また、黒磯分場高島分場長をはじめ黒磯分場の職員各位には、試験の遂行にあたり御協力をいただいた。ここに、記して深く感謝致します。

引用文献

1. 安谷屋信一 (1985) 園芸学会昭60秋研発要 : 180-181
2. —————・福井康宏・糸州朝光 (1984) 琉球大農学報39 : 1-8
3. 大井次三郎 (1960) 日本植物誌顕花編 (北隆館) : 874
4. 大鹿保治・太田 一 (1968) 農及園 : 1305-1306
5. 群馬園試木崎分場 (1968) 昭53年野菜試験成績 : 35
6. 加藤 徹・福井康宏 (1985) 園芸学会昭60秋研究要 : 184-185
7. 北村四郎・村田 源・小山 夫 (1973) 原色日本植物鑑草木編Ⅲ (保育社) : 71-72
8. 鹿野昭一 (1975) 宮城農短大報22 : 13-18
9. 清水 茂他 (1977) 野菜園芸大事典 (養賢堂) : 1296-1297
10. 下原孫一・高山裕章 (1986) 農及園61 : 1313-1317
11. 福元康文・岩崎昭雄 (1986) 高知大学術報 30 : 141-147
12. 塚本洋太郎 (1970) 最新園芸技術 7 (誠文堂) : 332-333, 393-394
13. 古谷一男・下村重一 (1981) ミョウガ (特産シリーズ36) (農文教) : 8-9

ミョウガの花芽発育過程と日長が花芽の発育に及ぼす影響について

Studies on the flower bud differentiation
of Mioga (*Zingiber Mioga* Roscoe) plant

Eiichi M_{UROI}

Summary

In order to establish the techniques for the early maturing culture of the flower bud of Mioga plant, the effect of day-length on the growth and differentiation of flower bud have been studied, and the morphological features of the apex subterranean stems were investigated by using the scanning electron microscope (SEM). The periodical samplings of the apex subterranean stems were observed by SEM from the vegetative to floret completion stage. They are : (a) vegetative growth stage, (b) floret and bract leaf initiation stage, (c) floret and bract leaf differentiation stage, (d) involucre forming stage, (e) calyx, petal and stamen forming stage, (f) floret completion stage. The results obtained are summarized as follows :

1. The growth of aerial parts of Mioga plant was promoted under the long day (16-hour day-length) condition, and a part of the apex of subterranean grew into flower buds. Under the short day(8-hour day-length) condition, however, the formation of tuberous roots and the lodging of terrestrial stems were observed.

2. If the Mioga plants shifted from long day to short day condition after floret and bract leaf differentiation, they exhibited the inhibiting growth, and the flower buds were degenerated. The short day condition was one of the important factors which induced the dormancy in Mioga plants.

3. The period of the vegetative growth stage in the "Natsu Mioga" was shorter than that in the "Aki Mioga", Therefore, the flower bud initiation and harvesting time in the former were earlier than that in the latter. The "Natsu Mioga" was suitable for the forcing culture of Mioga plants.

(Bull. Tochigi Agr.
Exp. Stn. No.36 83~92 (1989))

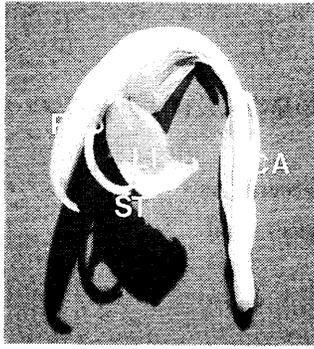


写真2 ミヨウガの花器構造
 注. CA:がく LI:しん弁
 ST:柱頭 PE:花弁

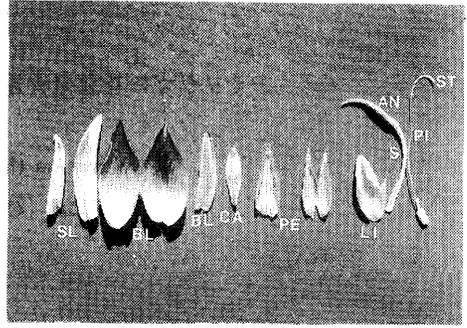


写真3 分解した小花の状態
 注. SL:りん片葉 BL:包葉 CA:がく
 PE:花弁 LI:しん弁 S:雄ずい
 AN:やく PI:雌ずい ST:柱頭

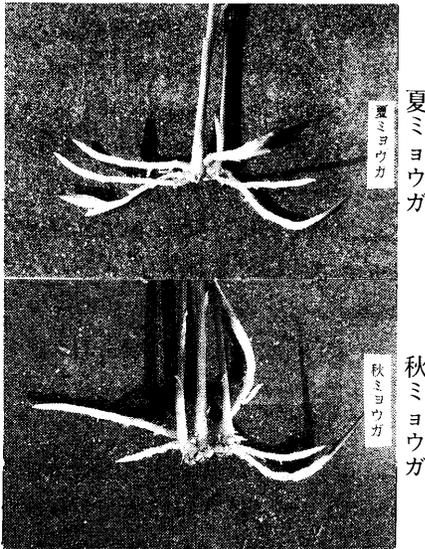


写真4 16H区の分けつ状況 (2月22日)

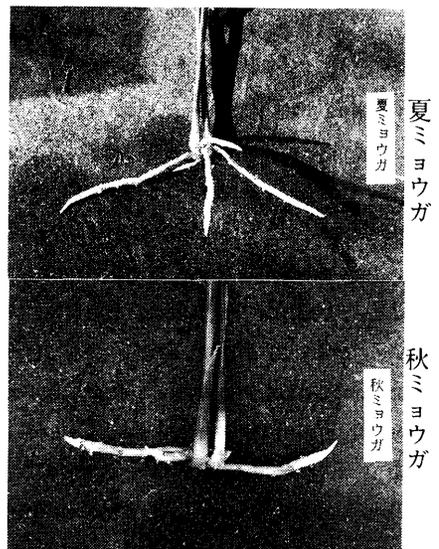


写真5 16→8H区の分けつ状況 (2月22日)

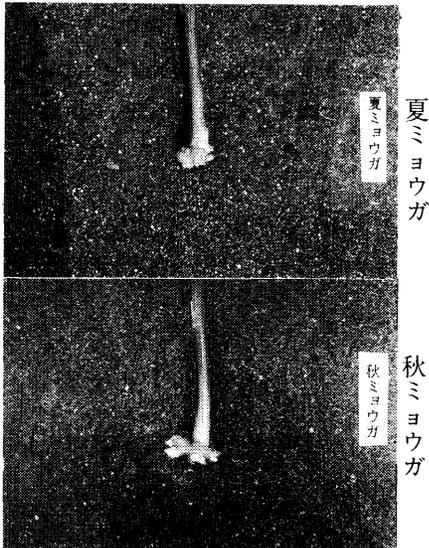


写真6 8H区の分けつ状況 (1月28日)

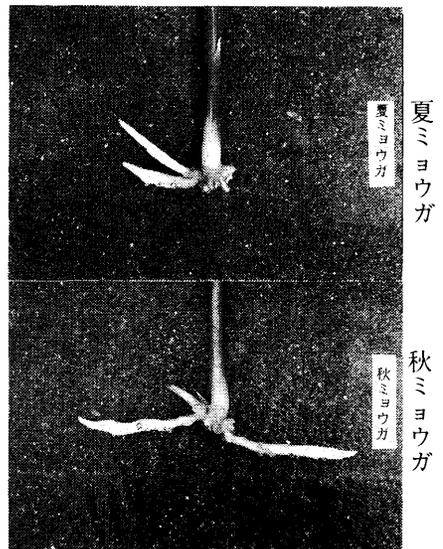


写真7 8→16H区の分けつ状況 (2月13日)