

# ナスチウムの花芽発達過程と 開花に及ぼす温度の影響

野口有里紗\*・市村匡史\*

(平成 16 年 11 月 22 日受付/平成 17 年 7 月 20 日受理)

**要約:** ナスチウムの花芽発達過程を観察し、開花に及ぼす温度の影響を検討した。4~6月のガラス室内における栽培では、花芽分化は播種 23 日後に、開花は播種 44 日後に観察された。花芽発達過程は 6 段階に分類でき、それらは分化初期、がく片形成期、雄ずい形成期、花卉形成・雄ずい発達期、花卉発達期、雌ずい発達期であった。花卉よりも雄ずいが先行して発達する現象が確認された。

30/25°C では開花数が激減し、生育が著しく抑制された。30/25°C の花芽はがく片形成期から雄ずい形成期で発達が停止しており、高温によって発生したブラインドが開花数減少の原因となっていた。

**キーワード:** ナスチウム, 花芽発達, 開花, 温度, ブラインド

## 緒 言

ナスチウム (*Tropaeolum majus* L.) は、南米原産のつる性の 1 年生植物である。金蓮花 (キンレンカ) とも呼ばれ、日本には江戸時代に観賞用植物として渡来した。花は腋生で単生し、長い花柄をもつ。また、特有のぴりりとした辛味があり、ハーブやエディブルフラワーとしても利用されている。

筆者らはこれまでにハーブ類の花芽分化と栽培環境の関係について研究してきた<sup>6,10)</sup>。ナスチウムの花芽分化発達過程に関しては DECRAENE・SMETS<sup>2)</sup>, DEVI・NARAYANA<sup>3)</sup> による報告がある。しかし、これらはナスチウムの植物学的な分類を行うことを目的としており、発達過程の区分や分化から開花までの所要日数が不明である。そこで改めて花芽発達過程を観察したところ、新たな知見が得られたため報告する。

また、ナスチウムは夏から秋に開花し、高温に弱い<sup>15)</sup>とされるが、その原因について述べられた報告はほとんどみられない。そこで、高温期に栽培することで表れる問題を検討するため、異なる温度条件で開花と生育を調査し、問題発生時の花芽の状態を観察した。

## 材料および方法

実験にはナスチウム 'ホワリーバード' (サカタのタネ) を用いた。1 ポットあたり 3 粒を播種し、発芽後に間引きして 1 ポット 2 株とした。赤土とバーク堆肥を 1:1 で混合したものを用土とし、用土 10 L あたり硫酸 5 g, 過リン酸石灰 30 g, 塩化カリウム 2 g を全量元肥として施した。各株の第 1 花の開花日と開花節位を記録し、開花するごとに花柄基部から適宜採取して花の重量と開花数を測定し

た。栽培終了時に主茎葉数と主茎長、さらに生体重を測定した。

### 1. 花芽発達過程の観察

2000 年 4 月 27 日に直径 15 cm のポリ塩化ビニルポットに播種し、ガラス室 (無加温) で栽培した。子葉展開時の 5 月 6 日から 7 日おきに 3 株ずつ採取し、花芽の発達過程を実体顕微鏡下で観察した。栽培期間中のガラス室内の平均気温は 21.6°C, 最低気温は 13°C, 最高気温は 33°C であった。

### 2. 温度の影響

2003 年 12 月 10 日に 1/5,000 a ワグナーポットに播種し、昼温/夜温が 20/15°C, 12 時間日長の人工光ファイトトン内で発芽まで管理した。発芽した 12 月 15 日から温度を 20/15, 25/20, 30/25°C に設定した 12 時間日長、光強度 400  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  の人工光ファイトトンに各区 10 ポット 20 株を搬入して、90 日間栽培した。

## 結 果

### 1. 花芽発達過程の観察

花芽発達過程を図 1 と表 1 に示した。主茎先端の茎頂は栄養生長を続け、葉腋で花芽が形成された。花芽は播種後 23 日に、開花は播種後 44 日に確認された (表 1)。主茎の第 1 花着生節位は 7~11 節目であった。

葉腋で形成された花芽の発達過程を分化初期から雌ずい発達期までの 6 段階に分類した (図 1)。

未分化期: 茎頂は扁平で、基部が葉原基に取り囲まれている。

I-分化初期: 葉腋生長点の頂部は扁平であるが、花芽

\* 東京農業大学農学部農学科

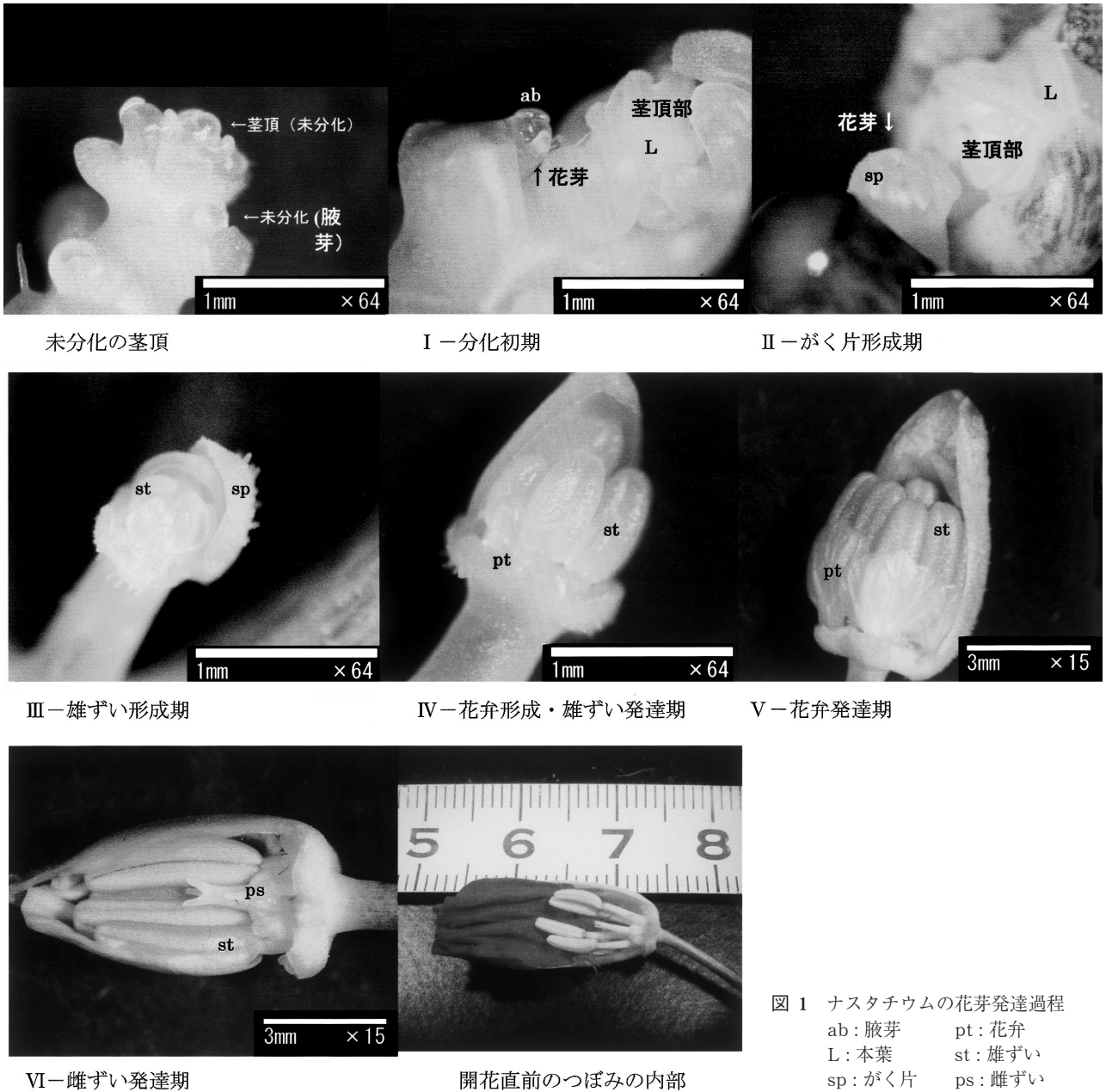


図1 ナスタチウムの花芽発達過程  
 ab: 腋芽      pt: 花弁  
 L: 本葉      st: 雄ずい  
 sp: がく片    ps: 雌ずい

表1 ナスタチウムの花芽発達過程

播種後 日数	未分化	I- 分化初期	II- がく片形成期	III- 雄ずい形成期	IV- 雄ずい発達期	V- 花弁発達期	VI- 雌ずい発達期	開花期
16	●●●							
23		●	●●					
30					●	●●		
37				●	●	●		
44							●●	●
58								●●●

基部を左右からはさみこむように、逆U字形のがく片原基が形成される。このときの花芽直径は約0.2mmである。

II-がく片形成期：花芽周縁に5枚のがく片が形成される。伸長したがる片は重なり合うように花芽中心部を包み

込む。このときの花芽の直径は0.3~0.5mmである。

III-雄ずい形成期：がく片に包まれた内側で雄ずいが形成される。このときの花芽の直径は約0.5mmである。

IV-花弁形成・雄ずい発達期：形成された8個の雄ずい

表 2 ナスタチウムの開花に及ぼす温度の影響

温度 (°C)	開花率 (%)	第1花開花日 (播種後日数)	第1花着花節位	1株あたり開花数 <sup>z</sup>	1花あたり生花重 (g)	主茎葉数 <sup>y</sup>	分枝数	主茎長 <sup>y</sup> (cm)	1株あたり生体重 (g) <sup>y</sup>
20/15	90	58.7	9.6	85.3a	0.79a	33.0a	11.6a	56.0a	128.4a
25/20	100	54.4	11.2	67.2a	0.70b	29.0a	11.6a	38.3b	83.9b
30/25	15	55.3	10.0	0.6b	0.32c	18.5b	0.4b	23.5c	3.2c

異なるアルファベット間にはTukey検定で1%水準の有意差あり (n=20)

<sup>z</sup> 播種後95日目までの開花総数

<sup>y</sup> 播種後95日目に測定

が発達する。雄ずい基部付近に5個の花弁原基がみられるが小さく、発達が停滞している。丸かった花芽が生長に伴い、長卵型のつぼみの形状をとりはじめる。この期の花芽の長径は約1~1.5 mmである。

V-花弁発達期：がく片の内側にある葯がおよそ1 mmに発達した頃から、花弁の伸長が始まる。半透明であった葯が、黄色に着色し始める。このときのつぼみの長さは約2~4 mmである。

VI-雌ずい発達期：がく片の内側で葯全体が黄色となり、葯の長さがおよそ3 mmに達する。中心部には子房上位の雌ずいが形成され、花糸の伸長が始まる。このころのつぼみの長さは約5~7 mmである。

つぼみが約10~15 mmに達する頃には、内部の花弁が着色し、雄ずいの花糸が伸長する。花弁とがく片は雄ずいの1.5倍ほどの長さになり、雌ずいの長さも2~3 mmとなる。

開花した花の直径はおよそ5 cmで、がく片、花弁、雄ずい、雌ずいが線対称に配置されていた。観賞に耐えうる期間は3~5日であり、それ以降は花弁のしおれ、傷みが見られた。

## 2. 温度の影響

開花率は25/20°C区では100%、20/15°C区では90%であったが、30/25°C区では15%と著しく低かった(表2)。第1花開花日と第1花着花節位には処理による有意差は見られなかった。

30/25°C区では生育が著しく抑制され、分枝もほとんど見られず、実験中に20%の株が枯死した。腋芽の状態を実体顕微鏡で観察したところ、花芽発達がII-がく片形成期からIII-雄ずい形成期で停止し、変色している花芽もみられた。

実験終了時までの開花数と主茎葉数、分枝数は20/15°C区と25/20°C区に差は見られなかった。しかし、1花あたり生花重と主茎長、1株あたり生体重は20/15°C区で最も大きかった。

## 考 察

ナスタチウムは、19世紀からヨーロッパで観賞用として利用されていたにもかかわらず、現在でも科や属の分類が明確となっていない植物である。SPARRE・ANDERSSON<sup>13)</sup>は全体的な形態から、HETHELYI・DABINE<sup>5)</sup>は種子の脂肪酸

構成から、DECRAENE・SMETS<sup>2)</sup>は雄ずいと雌ずい配置の変化から分類ができることを報告している。

花芽の各器官は外縁部から求心的に発生し発達していくのが一般的であるが、今回観察した結果から、ナスタチウムでは花弁と雄ずいの発達順序が逆であることが明らかとなった。DECRAENE・SMETS<sup>2)</sup>は本実験で用いた *Tropaeolum majus* L. を含むノウゼンハレン科3属について花芽原基の分化順序を検討しているが発達の逆転については触れていない。雄ずいが花弁に先行して発達する現象はアヤメ科のアイリスやフリージアで研究されており<sup>8,14)</sup>、分化したばかりの花弁原基が非常に小さく、その発達が遅れるために逆転して見える<sup>7)</sup>。

同様の現象は、フウロソウ科ペラルゴニウム<sup>9)</sup>とゼラニウム<sup>16)</sup>、さらにアブラナ科蔬菜<sup>1)</sup>でも報告されている。フウロソウ科とナスタチウムの属するノウゼンハレン科は形態的特性に共通点が多く、CRONQUIST<sup>1)</sup>とDEVI・NARAYANA<sup>3)</sup>は近縁に分類している。一方、アブラナ科とナスタチウムは共に特有の辛み成分であるカラシ油配糖体を持ち、RODMANら<sup>11)</sup>が両者の遺伝起源が同じであることを明らかにしている。今回、ナスタチウムの花芽分化発達過程にフウロソウ科、アブラナ科と共通する雄ずい発達の逆転現象が見られたことから、ノウゼンハレン科、フウロソウ科、アブラナ科の3科はこれまで研究されてきた以上に関連が深いものであり、分類を明らかにするためには更なる調査が必要と推察される。

ナスタチウムの開花数は20/15°C区と25/20°C区で差がみられなかったが、30/25°C区では著しく減少した。ミヤコワスレは総包形成期から花弁形成期に高温に遭遇すると花芽発達が妨げられるブラインドの発生が激増する<sup>12)</sup>。30/25°C区のナスタチウムの腋芽を観察したところ、花芽の多くはがく片~雄ずい発達期で発達が停止していた。ナスタチウムは25°C以上の高温でブラインドを発生し、これによって30/25°C区の開花数と分枝数が激減したと考えられる。ブラインドを引き起こす要因が30°Cの昼温と25°Cの夜温のどちらにあるのか、また、生育と開花を抑制する境界温度は何°Cであるかは今後の検討課題である。

## 引用文献

- 1) CRONQUIST, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants, Columbia Univ. Press, New York.

- 2) DECRAENE, L.P.R. and E.F. SMETS, 2001. Floral developmental evidence for the systematic relationships of *Tropaeolum* (Tropaeolaceae), *Annals of Botany*, **88**, 879-892.
- 3) DEVI, D.R. and L.L. NARAYANA, 1994. Floral anatomy of *Tropaeolaceae*, *Feddes Repertorium*, **105**, 437-443.
- 4) 藤目幸擴・垣淵和正, 1994. 走査型電子顕微鏡によるアブラナ科蔬菜の花弁形成時期の観察, *園学雑*, **63**, 385-392.
- 5) HETHELYI, I. and L.E. DABINE, 1986. GC/MS and HPLC study on the seed oil of *Tropaeolum* species, *Herba Hungarica*, **25**, 129-140
- 6) 市村匡史・野口有里紗, 2004. スイートバジルの花芽発達過程, *東農大集報*, **49**, 43-46.
- 7) KINET, J.M., R.M. SACHS and G. BERNIER, 1985. The physiology of flowering, Vol. 3. CRC Press. Boca Raton, Florida, p. 15-31.
- 8) 小杉 清, 1957. フリージアの花芽分化に関する研究 第1報 花芽の分化期及び花芽の発育経過について, *園学雑*, **22**, 61-63.
- 9) LOEHRLEIN, M. and R. CRAIG, 2000. Floral ontogeny of *Pelargonium*×*domesticum*, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **125**, 36-40.
- 10) 野口有里紗・富高弥一平, 2003. デイルの花芽分化過程と開花に及ぼす遮光の影響, *東農大集報*, **48**, 137-141.
- 11) RODMAN, J., R.A. PRICE, K. KAROL, E. CONTI, K.J. SYTSMA and J.D. PALMER, 1993. Nucleotide sequences of the *rbcl* gene indicate monophyly of mustard oil plants, *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **80**, 686-699.
- 12) 重岡廣男・大河内信夫, 1992. ミヤコワスレの花芽発達段階における温度がアポシオン発生に及ぼす影響, *生物環境調節*, **30**, 107-112.
- 13) SPARRE, B. and L. ANDERSSON, 1991. A Taxonomic revision of the Tropaeolaceae, *Opera Botanica*, **108**, 5-139.
- 14) 塚本洋太郎, 1969. 花卉総論, 養賢堂, 東京, p. 228-305.
- 15) 塚本洋太郎, 1984. 原色花卉園芸大事典, 養賢堂, 東京, p. 803-804.
- 16) WETZSTEIN, H.Y., and A. ARMITAGE, 1983. Inflorescence and floral development in *Pelargonium*×*hortorum*, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **108**, 595-600.

# Flower Bud Development and Effects of Temperature on the Blooming of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.)

By

Arisa NOGUCHI\* and Masashi ICHIMURA\*

(Received November 22, 2004/Accepted July 20, 2005)

**Summary** : Floral initiation and development of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) was examined. Flower bud differentiation occurred at 23 days and bloomed 44 days after sowing in the greenhouse from April to June. Flower bud was axillary and developmental stages of nasturtium were divided into 6 stages : (I) differentiation stage, (II) sepal differentiation stage, (III) stamen differentiation stage, (IV) petal differentiation and stamen formation stage, (V) petal formation stage, (VI) pistil development stage and flower opened. The elongation of petal was delayed as compared with the stamens. Numbers of flowering and growth were severely inhibited at 30/25°C. Flower bud development stopped from the sepal differentiation stage to the stamen differentiation stage because of blind induced by high temperature.

**Key words** : nasturtium, flower bud development, blooming, temperature, blind

---

\* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture