

ディサの心止りの発生要因および塊茎の形成過程

城 真一郎・筒井 澄

ジェイズディサ 〒055-0002 北海道沙流郡日高町字平賀 237-10

Factors Inducing the Self-Topping and the Process of Tuberoid Formation in Disas

Jo, S., K. Tsutsui

J s DISA, 237-10 Biraga, Hidaka-cho, Saru-gun, Hokkaido, 055-0002, JAPAN

The self-topping of disas, which has come into question in the growing of micropropagated young plants directly to flowering plants, was caused in young plants of 9 to 17 weeks from acclimation by exposing to the low temperatures from 10 to 15 degrees C for about 3 months. The tuberoid formation of self-topping plants proceeded in the similar manner to the dropper formation in tulips. In the first place, meristematic tissue appeared in the stem tissue of the mother plant at several mm below the growing point. The tuberoid was formed as the result of the activities of this tissue: transfer of the growing point by forming the dropping structure and succeeding tuber formation by its own elongation and thickening growth in turn.

緒言

ディサ属植物は熱帯アフリカから南アフリカにかけて約 160 種が分布する。ディサは地生蘭で、その性質から大きく常緑種と落葉種に大別されるが、現在園芸的に栽培されているディサのほとんどが常緑種に属する。常緑種ディサは主に西ケープ州南部および西部に産し、小川の土手などに生育する。自生地の冬は雨季で、まれに氷点下まで下がることもあるが、比較的温暖である。夏は乾季で、直射日光下では 30℃ 近くまで上がることもあるが、海風が運ぶ湿潤な空気により霧や雲がかかり直射光を遮り、また根圏を浸す川水が常に 20℃ 以下と低いなど、冷涼な環境が保たれている (Wodrich 1997)。

常緑種ディサの自然開花期は主に夏で、開花期間は 1~2 ヶ月と比較的長い。花が終わる晩夏から初秋の頃、地下にある塊茎から栄養生長を開始し、遅れてその基部からストロンが発生する。常緑種ディサは明確な休眠期をもたず、気温の低い冬の間もゆっくりと生育を継続する。春先の気温の上昇とともに生育は旺盛となり、初夏の頃開花に至る (Crous and Duncan 2006)。

現在の栽培ディサは常緑種ディサの代表種である *Disa uniflora* (図1) を中心とする数種が複雑に交配されたもので、交雑種は 2008 年 6 月現在 400 種登録されている。ディサはいわゆるクールタイプの蘭で、夏は冷涼な気候を好み、冬期も凍結しない程度の低温で冬越しが可能のため、日本では北海道・東北や本州山間部などの冷涼地における施設栽培に向く品目といえる。自生地では「神々の花」と呼ばれ称賛されている (Vogel 1983) ように園芸的な評価は高い。しかしながら、ディサの営利生産事例は国内外を問わず少ない。一般に他の洋蘭類と比べて栽培が難しいとされており、情報や知見も少なく、研究報告もほとんど無

いというのが現状である。

このような状況の中、我々はディサを一つの花弁品目として確立することを目的に、増殖法や栽培法について検討を重ねてきた。大量増殖法として花蕾培養法 (城・筒井 1998) を確立したことにより、種苗の周年生産が可能となった。ディサは培養苗を順化してから約 1 年で開花に至るため、一定期間毎に順次培養苗を順化していくことにより周年にわたり開花株が得られると考え、実行に移した。ところが、秋から冬にかけて順化した株を中心にいわゆる「心止り」が多発するという問題が発生した。心止りとは、幼苗期の株が新葉の展開を停止し外観上生育を止めてしまう現象のことである (図2)。心止りとなった株は後にその近傍から新しい株を発生させる。この株は非常に旺盛に生育するが、心止りせずに生育する株に比べ 3~数ヶ月開花時期が遅れるなど、計画生産の大きな支障となった。

心止りが発生した当時、栽培を行っていたガラス室は基本的に自生地である南アフリカ・ケープ地方の気象条件を模し、日長は自然日長、温度は冬が最低 10℃、夏が 30℃ 以下になるよう管理していた。この条件下で、秋から冬にかけて馴化した一連の株について心止りの発生が確認された。1997 年春に確認した心止り株発生状況の一例を挙げると、1996 年 10 月順化株で 81%、11 月順化株では 99% と高い割合で発生したが、12 月順化株では 48%、1 月順化株では 11% と徐々に減少し、2 月順化株では 1% とほとんど観察されなくなった。このことから、心止りの発生には冬期間の栽培条件、具体的には温度 (低温) あるいは日長 (短日) の影響が大きいと推察した。そこで屋外型人工気象室を利用し、種々の栽培条件を設定して、心止り発生の要因を調査した。

材料および方法

試験1. 順化時期および栽培温度と心止り反応

心止りの発生条件を明らかにするために、ディサ自生地に近似させた温度条件を設定して栽培を行い、並行して培養苗の順化時期との関係について検討した。材料として大型花系統 *Disa Unipui* 7011 培養由来苗を用いた。シュート長 2 ~ 3cm の苗を 1998 年 1 月 26 日、3 月 6 日、5 月 15 日、7 月 1 日、8 月 12 日、10 月 1 日、と間隔をおいて 6 回順化した。それぞれ 50 株ずつ供した。栽培は屋外型人工気象室にて次の二つの温度条件区を設定して行った。四季変化温度区は、5 月から 9 月を夏期として昼温 25 - 夜温 20、10 - 11 月を秋期として 20 - 15、12 - 2 月を冬期として 15 - 10、3 - 4 月を春期として 20 - 15 に設定し、自然日長とした。対照区は全期間 23 - 15、16 時間日長とした。温度条件は昼夜 12 時間ずつで切り替えた。調査は 1999 年 5 月 21 日時点での生育状況を、心止り・抽苔・生育継続の 3 基準で評価した。

試験2. 低温および日長処理による心止り反応

低温短日が心止りを誘導する要因であることを確認するため、15 以下の低温処理と日長処理の組み合わせによる心止り誘導を検討した。材料として小型花系統 *D. Unilangley* 8511 および大型花系統 *D. Unifoam* 6031 の培養由来苗を用いた。*D. Unilangley* 8511 は 1999 年 2 月 18 日に順化、3 月 19 日に鉢上げ、4 月 16 日に処理を開始した。*D. Unifoam* 6031 は 1999 年 5 月 24 日に順化、6 月 25 日に鉢上げ、8 月 12 日に処理を開始した。処理区は 12.5 恒温・12 時間明期とした低温短日区、12.5 恒温・16 時間明期とした低温長日区で、いずれも恒温庫を利用して処理した。処理期間は 4 週間、8 週間、12 週間とした。処理期間を除き、対照区と同一条件で栽培した。対照区は昼温 23 - 夜温 15 (12 時間切替)・16 時間日長とした屋外型人工気象室内で慣行に従って栽培した。心止りの発生状況を順次調査した。

試験3. 苗令と心止り反応

心止りは 15 以下の低温遭遇によって誘導されることが認められた。心止りとなるか開花へ向かうかはどの生育段階で低温に遭遇するかによって決まると推測した。この点を確認するため、さまざまな苗令に対し低温処理を行った。供試株の都合上、苗令の若い株(順化後 9 週・13 週・17 週・21 週)については大型花系統 *D. Foam San Francisco* を、苗令の進んだ株(順化後 22 週・32 週・38 週)については大型花系統 *D. Unifoam* 6031 を供試した。低温処理は 12.5、12 時間明期の恒温庫内で 12 週間行ったが、苗令の若い株については低温感受性の差異をみるため、8 週

間処理区も合わせて設けた。対照は無処理区とした。低温処理期間を除く栽培は、昼温 23 - 夜温 15 (12 時間切替)・16 時間日長設定の屋外型人工気象室内で慣行に従って行った。各処理開始時に 5 個体について最大葉長および幅を測定し、葉の表面が明瞭に認められるものを展葉として展葉数を数えてから、分化全葉数(節数)を分解調査した。心止りの発生状況は順次調査した。

試験4. 塊茎形成経過の観察

心止りとなった株は図 3 に示すように必ず塊茎を形成し、その後塊茎から新たに株を再生させ、さらにストロンを伸ばしその先端に新たに株を発生させることが観察された。これは自然状態でのディサの増殖の様式に類似している。そこで、低温処理を施した幼苗を栽培適温に移してからの塊茎形成経過について詳細に観察した。大型花系統 *D. Foam San Francisco* を 2001 年 12 月 10 日に順化し、2002 年 1 月 2 日から 12 週間 12.5、12 時間明期の条件下で低温処理を行って後、3 月 29 日から昼温 23 - 夜温 15 (12 時間切替)・16 時間日長設定の屋外型人工気象室内で慣行栽培した。低温処理終了時に各個体の外部から認められる葉数を 5 枚に揃えておいた。加温開始から 8 週目まで 1 週毎に 10 個体をサンプリングし、うち 4 個体を実体顕微鏡下で分解調査し、分化葉数を数えて葉分化の進行程度を観察した。残る 6 個体は直ちに FAA 液に浸漬して固定した後、パラフィン切片を作成し、サフラニンとファストグリーンによる二重染色により組織の観察を試みた。

結果および考察

試験1. 順化時期・栽培温度と心止りとの関係

結果を表 1 に示す。対照区では心止り株は認められなかった。1~3 月順化では全個体が抽苔した。5 月順化では約 6 割が抽苔で残りは生育継続、7 月以降順化のものは全個体が生育継続であった。一方、四季変化温度区では、対照区とは異なり、生育を継続する個体は全く見られず、抽苔か心止りかのいずれかであった。心止り率の上昇は、7 月順化から顕著になり、8 月順化では 9 割以上、19 月順化では全個体が心止りとなった。

15 以上を保った対照区では心止りは発生しなかったことから、心止りの発生には 12 月から 2 月にかけて遭遇した 15 - 10 の温度、あるいは短日条件が大きく影響したと考えられた。

試験2. 低温処理による心止り反応

結果を表 2 に示す。系統によって心止りの反応に差がみられた。小型花系統 *D. Unilangley* 8511 では低温処理区の大部分が心止りとなり、無処理区は大部分が心止りせず開花へ向かった。

一方、大型花系統 *D. Unifoam 6031* では低温短日 12 週処理区でのみ全株が心止りとなったが、8 週以下の処理では全株が心止りせず開花へ向かった。

低温短日と低温長日との間に効果の差がなかったことから、日長は心止り誘導の主要因ではないと考える。このことから、幼植物の心止りが主に低温によって誘導されることが確認された。また心止りを誘導するのに要する低温期間は系統間で差があるが、一般には 12.5 ～ 12 週間の処理でほぼ完全に心止りが誘導されると考えられた。

試験 3. 苗齢と心止り反応

結果を表 3 に示す。平均葉数は、若齢苗を用いた San Francisco の場合、苗齢 9 週では 5.5 枚から苗齢 21 週には 13.5 枚に増えていたが、まだ花芽分化は認められなかった。熟齢苗を用いた 6031 の場合、苗齢 22 週で 10.4 枚、苗齢 32 週で 13.6 枚、苗齢 38 週で 16.6 枚であった。このうち苗齢 38 週苗では 5 個体のうち 3 個体に花芽分化が認められ、これらの葉数は 16-18 枚であったが、第 1 花が分化した節位は 12-14 枚目であった。心止りは、若齢苗の San Francisco の場合、低温 8 週間処理では苗齢 9 週で 0%、苗齢 13 週で 20%、苗齢 17 週で 90%、12 週間処理ではそれぞれ 70%、100%、100% と、苗齢が進むにつれ処理期間の長い方の心止り率が高くなり、最も低温感受性が高かった苗齢 17 週でも完全な心止りを得るためには 12 週間の処理が必要であった。しかし苗齢 21 週になると、8 週処理で 45%、12 週処理では 5% と急に減少した。一方、熟齢苗の 6031 の場合、苗齢 22 週にのみ 25% の心止りが認められたが、その他の区には全く発生しなかった。また、いずれの系統でも心止りにならなかった株はすべて開花した。

本試験の結果では、心止りを誘導する低温に対する幼苗の感受性は、苗齢が進むにつれて高まり、順化後 17 週近辺で最高に達し、21 週になると急に減少に転じ、これより高い苗齢では全くなっていた。心止りとなるか開花に向かうかが分かる低温遭遇時期は、順化後 17 週と 21 週の間で、分化葉数が 10 枚、展開葉数で 5 枚未満の生育段階と考えられた。

試験 4. 塊茎形成経過の観察

塊茎の大まかな発達状況は次の通りであった。

1 週後：分化葉数は 10 枚で、生長点から約 10mm 下の短縮茎内に垂下構造の先端となる分裂組織の分化が既に認められた (図 4-A)。

3 週後：生長点に近い中心部で、伸長中の若い葉 2～3 枚の基部に接する筒状の垂下構造(ここでは垂下柄とよぶ)が、生長点と 10 枚目にあたる最も若い葉原基 1 枚とを先端内側に乗せる形で、

斜め下方に伸長して外葉基部を破って現れ始めていた(図 4-B, 図 5-B)。

5 週後：母株から引き出した垂下長(垂下柄 + 塊茎部分)は約 15mm になり、葉原基は 3 枚となったが、生長点は先端部にあり、塊茎部分の形成はまだ認められなかった。

6 週後：垂下長は 43～10mm(平均 23.1 ± 10.5mm)となった。最も長かったものでは、すでに塊茎部分の肥大が始まり長さ 12mm に達し、塊茎部分に接する垂下柄内では台形の短縮茎が高さ数 mm に発達し、その上の葉原基は 4 枚になっていた(図 5-C)。

8 週後：垂下長は 52～25mm(41.5 ± 7.3)、うち最も長かったものの塊茎部分の長さは 28mm となり、葉原基は 5 枚であった。この時期には母株は展葉を完了し、心止りが外観的に確認できた。塊茎部分の伸長肥大は進行中で、さらに生長点を載せた短縮茎は垂下柄内で約 10mm に発達していた。

このようにディサの塊茎は、チューリップなど球根類の幼苗期にみられるドロッパー(垂下球)に類似した様式(荻屋・雨木 1959)によって形成されることが観察された。心止りは外観上認められるように生長点部位が座止するのではなく、生長点部位が発達する垂下柄の分裂組織に伴って地下の適当な位置まで降下していく。新たに完成した塊茎は前述のドロッパーとはやや異なる形態で、地中を垂下する役割を果たした垂下柄とその下端に肥大して形成された塊茎部分とから成り、塊茎類似体(tuberoid)とよばれている(Wodrich 1997)。

これらの観察結果から、好適な生育条件下では塊茎の形成発達はおおよそ次のように進行するとみればよいであろう。

1) 加温開始 1 週間後に垂下構造の先端部の分化が認められ、3 週間後には垂下柄が外部に現れることから、垂下構造の組織分化は加温直後から急速に進行すると思われる。

2) 以後、垂下柄は急速に伸長し 2 ヶ月後までには最大に達し、母株は展葉を完了し心止り状態を外観から確認できるようになる。垂下柄の伸長が止むと塊茎の伸長肥大が始まり、3 ヶ月後までには最大に達する。

3) この間、垂下柄と塊茎の境界にある生長点では葉原基の分化が休みなく進行し、塊茎が最大になる頃にシュートが地中萌芽を始める。シュートが地中を伸長するにつれてその基部から発根が急速に進む。

4) 4 ヶ月後までには地上萌芽し、以後展葉、発根伸長が急速に進み、この頃からストロンの発生が始まる。

総合考察

以上のことから、現在の培養由来苗を直接開花株に育てる慣行栽培において、心止り発生は順化から9週～17週(2～4ヶ月)程度の幼苗が10～15の低温に3ヶ月程度遭遇することにより発生することが明らかとなった。幼苗の心止り発生を防ぎ順調に生育を続けさせるためには、低温期は15以上を目安とした十分な加温を行って、低温遭遇を回避する必要がある。

ただし一方で、低温に遭遇させないことで心止りは発生しない反面、塊茎の形成もストロンの発生もないことから、品種によっては次世代株がほとんど発生しないまま開花に至ることがわかった。この新たな問題の解決のために、積極的に低温処理を行って塊茎形成を誘導する栽培体系が考えられる(筒井・城 2004)。

摘要

培養由来苗を直接開花株に育てる栽培において問題視された心止り症状は、順化から9～17週の幼苗が10～15の低温に3ヶ月程度遭遇することにより発生することが明らかとなった。心止りの発生に伴って進行する塊茎の形成様式は、チューリップなどの球根類にみられるドロッパーに類似し、生長点下数mmの短縮茎中に分裂組織が生じ、上方に向かって筒状の組織(垂下柄)を送り出すような形で、自らは葉分化を続ける生長点を上に乗せて下方に伸び、適当な位置まで降下すると垂下柄の伸長を止めて自ら伸長肥大して塊茎を形成した。

謝辞

ディサの栽培試験を進めていく中で、全面的に支援して下さった北海三共株式会社元社長 高岡恭氏にこの場をお借りして心からの感謝を申し上げます。

参考文献

- Crous, H., G. Duncan (2006) Grow Disas. South African National Botanical Institute
- Wodrich, K. H. K. (1997) Growing South African Indigenous Orchids. A.A. Balkema
- Vogelpoel, L. (1983) *Disa uniflora*: Its propagation and cultivation. Disa Orchid Society of S.A
- 城真一郎・筒井澄 (1997) 花蕾を用いたディサのミクロ繁殖. 園学雑. 66 別 1: 514-515.
- 萩屋薫・雨木若橘 (1959) チューリップの垂下球(dropper)形成に関する研究(第2報) 小球における垂下球の発達経過とその形態学的観察. 園学雑. 28: 52-58.
- 筒井 澄・城 真一郎 (2004) ディサ属植物の塊

表1 順化時期及び栽培温度が *Disa Unipui* 7011 の心止り発生に与える影響

順化日	23 - 15 定温区			四季变化温度区		
	心止り (%)	抽苔 (%)	生育 (%)	心止り (%)	抽苔 (%)	生育 (%)
1998.01.26	0	100	0	0	100	0
1998.03.06	0	100	0	0	100	0
1998.05.15	0	64	36	4	96	0
1998.07.01	0	0	100	24	76	0
1998.08.12	0	0	100	94	6	0
1998.10.01	0	0	100	100	0	0

表2 低温及び日長処理がディサ2系統の心止り発生に与える影響

処理区	処理期間	小型花 8511			大型花 6031	
		心止り	開花	(病害)	心止り	開花
低温・短日	4週	12	2	1	0	15
	8週	9	2	3	0	15
	12週	-	-	-	15	-
低温・長日	4週	11	1	2	0	15
	8週	12	1	1	0	15
無処理	-	1	12	1	0	15

表3 低温処理を開始する苗齢の違いがディサ2系統の心止り発生に与える影響

供試系統	苗齢 (順化後週)	低温処理開始時			処理期間 (週)	心止り率 (%)
		葉数	葉長 (mm)	葉幅 (mm)		
San Francisco	9	6 ± 0.6	55 ± 7.3	9 ± 1.5	8	0
					12	70
	13	9 ± 0.6	56 ± 9.8	11 ± 1.5	8	20
					12	100
	17	10 ± 1.0	86 ± 16.6	13 ± 4.3	8	85
					12	100
	21	14 ± 1.3	103 ± 18.7	17 ± 2.7	8	45
12					5	
無処理	-	-	-	-	0	
6031	22	10 ± 1.3	49 ± 7.5	14 ± 1.9	12	25
	32	14 ± 0.9	91 ± 8.4	16 ± 1.6	12	0
	38	17 ± 0.9	144 ± 16.9	21 ± 1.3	12	0
	無処理	-	-	-	-	0



図1 *Disa uniflora*



図2 心止り株(P)とその近傍から新たに発生した株(C)

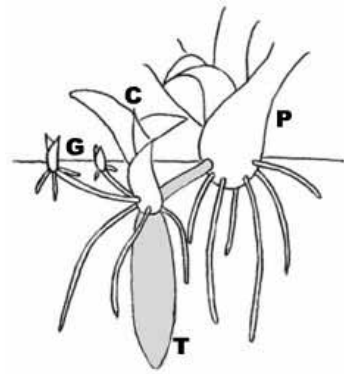


図3 心止り株(P)から発生する塊茎(T), 子株(C), 孫株(G)

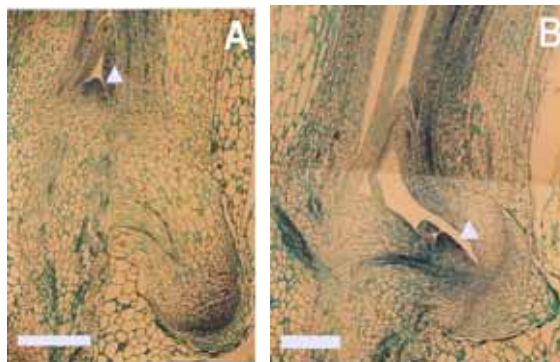


図4 塊茎形成初期の母株基部および塊茎の縦断切片
A: 加温1週間後 B: 加温3週間後
図中のスケールは2mm, 印は生長点の位置

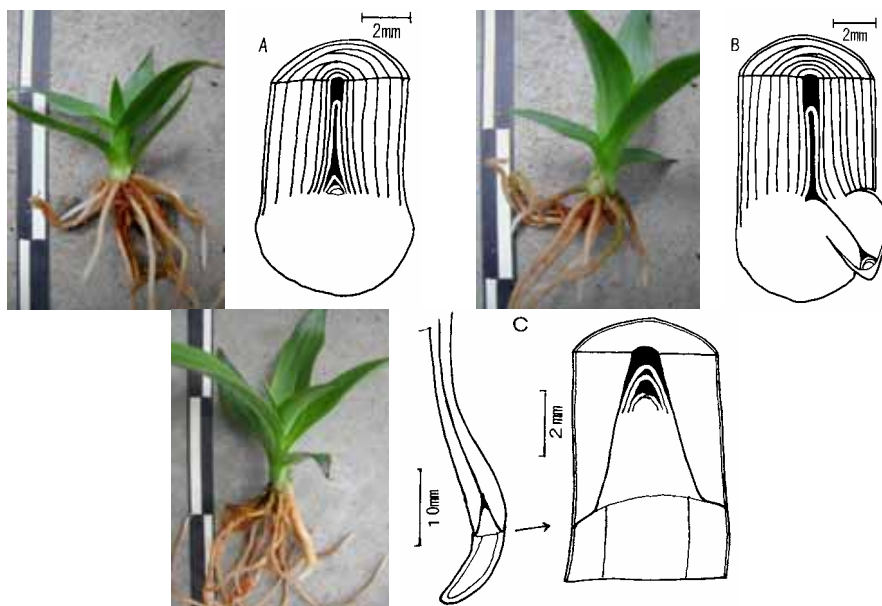


図5 塊茎形成初期の母株基部および塊茎縦断面の模式図
A: 加温開始時 B: 加温3週間後 C: 加温6週間後(右図は境界部の拡大)
写真はそれぞれの植物体外観(スケール=50mm), 図中の黒塗り部分は空隙