

低温によるトルコギキョウのロゼット打破は ジベレリン生合成促進を伴う

農業・生物系特定産業技術研究機構 花き研究所 生理遺伝部 久松 完

1. はじめに

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum*) は、北アメリカ原産のリンドウ科の草本植物であり、キク、バラ、カーネーションに次ぐ、主要な花き園芸品目である。トルコギキョウ生産の急増の背景として、多彩な形質をもつ品種育成とともに、生育特性の解明に基づく生育制御技術開発があげられる。トルコギキョウは、は種後、涼温条件（日平均気温25℃以下、最低気温20℃以下）で生育させると本葉3～4対展開後、節間伸長をはじめ開花に至る。しかし、は種後、高温条件（日平均気温25℃以上、最低気温20℃以上）で生育させるとロゼット化する¹⁾。ここでのロゼット化とは、葉は分化するが節間伸長が停止しロゼット型の生育形態を呈し、開花に至らない生育状態をさす。ロゼット打破のためには、一定期間の低温遭遇が必要である。低温の効果は5～20℃の範囲で認められ、最も効果の高い温度は10～15℃である。低温遭遇期間は4～6週間必要である。周年生産を行う上で、夏の高温期に育苗を行う作型でのロゼット化が重大な問題となっていたが環境要因に対する生態的特性が解明されたことにより、冷房育苗、夜冷育苗によるロゼット化回避技術ならびにロゼット苗の低温処理によるロゼット打破技術が開発され、現在の周年生産体系が成立した。近年、ロゼット性を除去する生態育種の進展や種

子への低温処理技術、直播き栽培技術など新たな技術の開発により、切り花品質のさらなる向上が図られている。前述のように、トルコギキョウを含め多くの園芸作物では、生態的特性の解明に基づく生育制御技術が開発されているものの、その生理機構については、ほとんど究明されていないのが現状である。そこで、我々は、トルコギキョウの生育制御の鍵となるロゼット形成の生理機構について、植物ホルモンの一種、ジベレリン (GA) に着目し検討を行ってきた。

GAは、イネ馬鹿苗病菌 (*Gibberella fujikuroi*) の生産する毒素として単離・構造決定された物質であり、その後、広く高等植物に存在することが示された。GAは*ent*-ジベレラン骨格をもつ化合物と定義されており、現在、136種の同族体が天然型GAとして登録されている。その植物における生理作用は、伸長生長、種子発芽誘導、花芽分化等の重要な生理現象の制御であると考えられている。GAの生合成経路は、無傷植物やセルフリー系を用いた代謝・変換実験、生合成突然変異体の解析を通して、ほぼ全容が推定されている²⁾。しかしながら、温度・光などの環境刺激と植物の生育、GA生合成との関連については、古くから研究が行われているものの未だ未解明な部分が多く残されている。

我々は、トルコギキョウの生育制御の鍵となるロゼット性とGA生合成との関係について検討

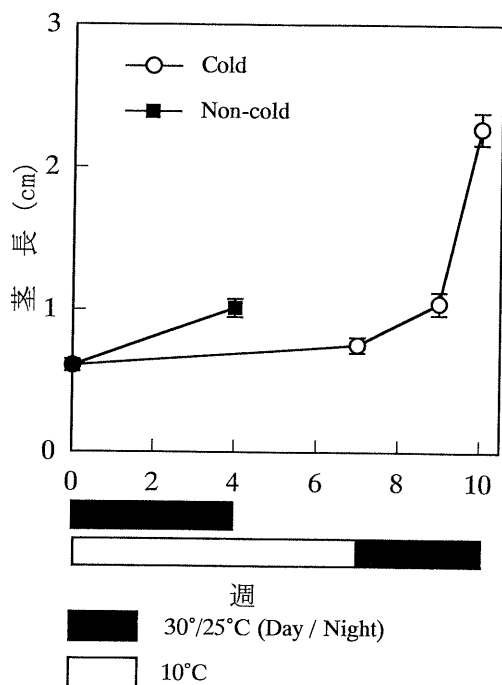


図-3 ロゼット株の茎伸長に及ぼす 低温処理の影響

温処理によりGA生成が促進される可能性が伺える。そこで、トルコギキョウのロゼット形成とGA生成の関係について検討を行った⁵⁾。

1) *ent*-カウレン生成と低温

ゲラニルゲラニルニリン酸の環化により合成されるGA前駆体の ent -カウレンの生成に及ぼす低温処理の影響について、 ent -カウレンの酸化阻害剤であるウニコナゾール (UCZ) を供試して検討した。ロゼット化した苗ならびに低温処理によりロゼット打破した苗において、UCZ処理により蓄積する ent -カウレンの量の差はそれぞれの苗における ent -カウレン生成活性を反映していると考えられる。分析の結果、葉に比較し茎部においてより多くの ent -カウレンの蓄積が認められ、茎部において ent -カウレンの生成が盛んであることが示唆された。その茎部ではロゼット化した苗に比較し低温処理によ

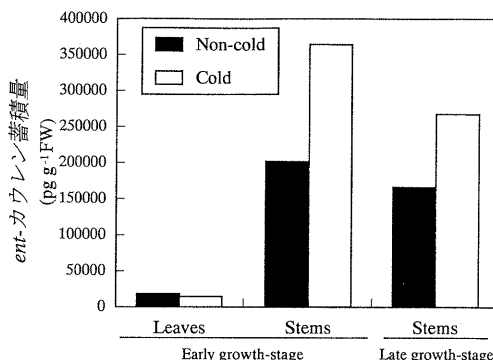
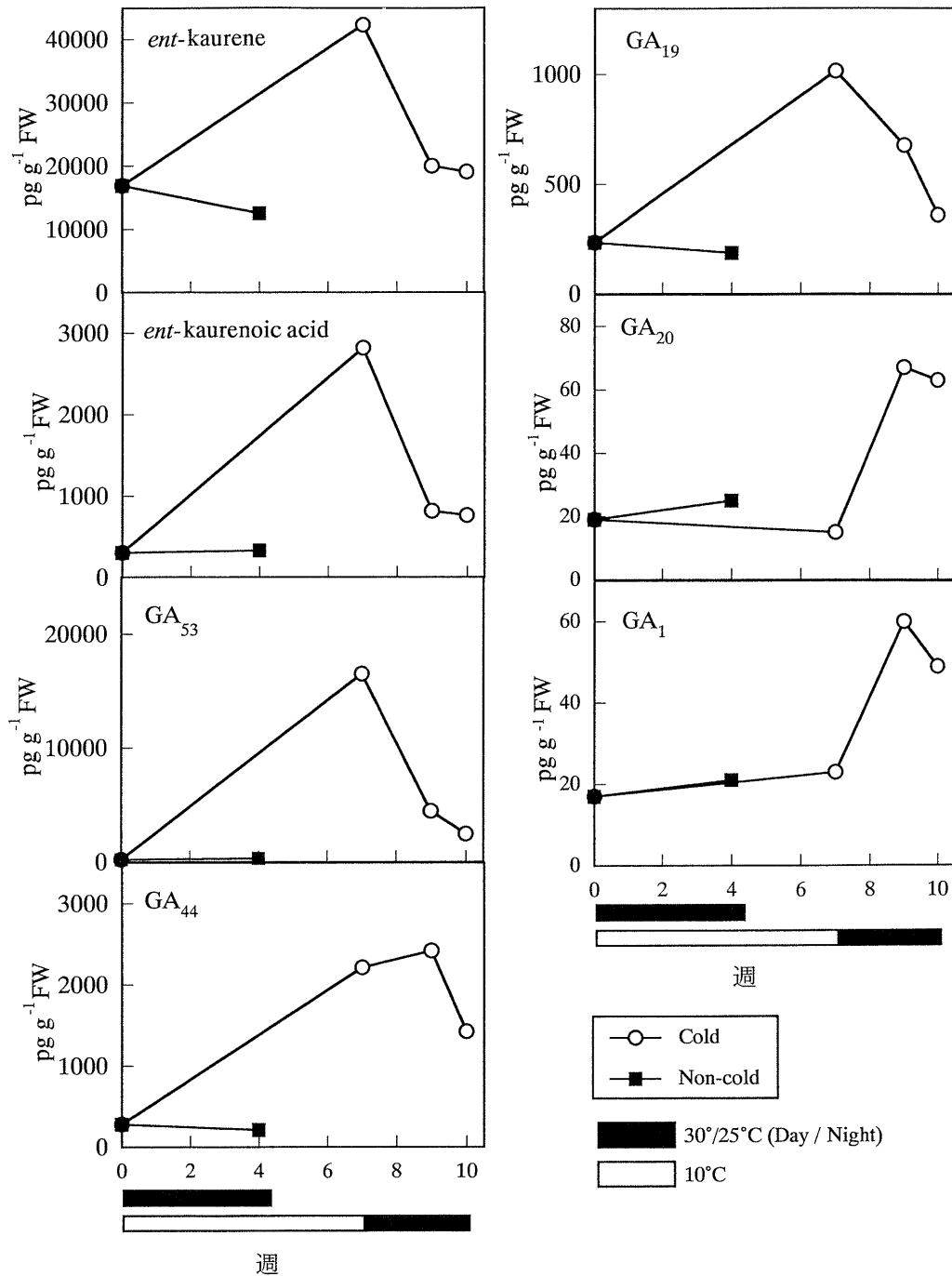


図-4 ウニコナゾール処理による ent -カウレン蓄積量に及ぼす低温処理の影響

りロゼット打破した苗において、約1.8倍量の ent -カウレンの蓄積が認められた (図-4)。この傾向は苗のステージに関わらず同様であった。しかし、葉においては差が認められなかった。以上のことから、茎部において低温処理により ent -カウレン生成が促進されることが示された。しかしながら、ロゼット化した苗においてもUCZ処理により相当量の ent -カウレンの蓄積が認められることから、 ent -カウレンの生成段階はロゼット化による茎伸長抑制の鍵段階ではないと推察された。

2) 活性型GA (GA₁) の生成と低温

ent -カウレンからGA₁に至る様々な中間体の内生量の定量を通してGA₁生成に及ぼす低温処理の影響について検討した。低温処理 (10°C) を7週間行い、ロゼット打破した苗の茎部における関連化合物の内生量には、低温処理の影響が認められた (図-5)。 ent -カウレン、 ent -カウレン酸、GA₅₃、GA₄₄、GA₁₉の内生量は低温処理終了時には、それぞれ低温処理開始時に比較し、2.5倍、9倍、74倍、8倍、5倍まで増加していた。これらの化合物は30/25°C (明期/暗期) の条件に移動後、減少した。GA₂₀およびGA₁の内生量は低温処理終了時には変化がみられなかったが、30/25°Cの条件に移動2週間後には、



図ー5 GA前駆体ならびにGAs内生量に及ぼす低温処理の影響

それぞれ低温処理開始時に比較し3.5倍, 3倍と著しく増加した。このGA₁の内生量増加が茎伸長を誘導していると考えられた。一方、ロゼット

ト化した苗の基部における関連化合物の内生量は、30/25°C条件下で4週間生育させた前後において差が認められず、その量はロゼット打破

した苗に比較し低くかった。

これまでに低温によるGA生合成の活性化について、茎伸長の誘導に関連しては、グンバイナズナ (*Thlaspi arvense* L.) において ent -カウレンおよび ent -カウレン酸の酸化段階が低温により活性化されること^{6, 7)}、ナタネ⁸⁾およびユリ⁹⁾においてGA₁₉あるいはGA₂₄ (非13位水酸化GA₁₉) より上流のGA生合成が活性化される可能性が示されている。トルコギキョウにおける低温処理終了時の ent -カウレン、 ent -カウレン酸、GA₅₃、GA₄₄、GA₁₉の内生量の増加は、トルコギキョウにおいても低温処理中にGA生合成段階のうち初期の生合成段階が活性化されることを示唆した。しかし、ロゼット株において、グンバイナズナで観察されたような著しい前駆物質の蓄積がみられなかった。 ent -カウレンあるいは ent -カウレン酸はGA以外にも多くのカウレン関連化合物へと代謝されることも知られており^{10, 11)}、これら関連化合物への代謝経路の存在が前駆物質の蓄積がみられなかった原因かもしれない。あるいは、これら関連化合物への代謝活性が低温の影響を受け、GA含量を調節している可能性も否定できない。また、シロイヌナズナの発芽過程において活性型GA生合成の最終段階である3位の水酸化が低温により活性化されることが示されている¹²⁾。しかし、ロゼット化したトルコギキョウにおいてGA₂₀投与により茎伸長の誘導が可能であることから、3位の水酸化段階が低温によるロゼット打破の鍵段階である可能性は低いと思われる。このようにGAあるいはGA前駆体の内生量の比較から低温による活性化段階を特定することは困難であった。

4. まとめ

上述のように低温によるトルコギキョウのロ

ゼット打破はジベレリン生合成促進を伴い、活性型GA (GA₁) 量の増大が茎伸長を誘導することが明らかとなった。しかし、ロゼット株および低温処理によりロゼット打破した株のGAおよびGA前駆物質の内生量の比較からは、低温による活性化の鍵段階の特定には至らなかった。我々は現在、キクについてもロゼット形成とGA生合成の関係について検討を行っている。最近、ロゼット形成した株と低温処理により打破された株の間にはGAへの応答性に大きな違いはなく、トルコギキョウ同様、低温処理によりGA生合成が活性化し、茎伸長が誘導されることが明らかとなりつつある。このように、多くのロゼット型を呈する植物種において低温によるGA生合成の活性化が示唆されているにもかかわらず、未だ低温によるロゼット打破とGA生合成の関連についての明白な解答は得られていないように思われる。今後、低温によるGA生合成の活性化機構が明らかになることが期待される。

参考文献

- 1) 大川 清. (2003) 実践花き園芸技術 トルコギキョウ 栽培管理と開花調節. 誠文堂新光社.
- 2) Hedden, P. and Y. Kamiya. (1997) Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol. 48: 431-460.
- 3) Hisamatsu, T. et al. (1998) J. Japan Hort. Sci. 67: 866-871.
- 4) Hisamatsu, T. et al. (1999) J. Japan Hort. Sci. 68: 527-533.
- 5) Hisamatsu, T. et al. (2004) J. Hort. Sci. & Biotech. 79: 354-359.
- 6) Hazebroek, J. P. et al. (1990) Plant. Physiol. 94: 157-165.
- 7) Hazebroek, J. P. et al. (1993) Plant.

Physiol. 102: 547-552.

709-819.

8) Zanewich, K. P. and S.B. Rood. (1995)
Plant. Physiol. 108: 615-621.

11) Rojas, M. C. et al. (2001) Proc. Natl.
Acad. Sci. USA. 98: 5838-5843.

9) Takayama, T. et al. (1993) J. Japan
Hort. Sci. 62: 189-196.

12) Yamauchi, Y. et al. (2004) Plant Cell.
16:367-378.

10) Hedden, P. (1997) Physiol. Plant. 101:

**省力タイプの
高性能一発処理
除草剤シリーズ**

**問題雑草を
一掃!!**

水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン ジャンボ		水稲用初・中期一発処理除草剤 マサカリ ジャンボ	
1キロ粒剤75	D1キロ粒剤51	フロアブル ダイナマンフロアブル ダイナマンLフロアブル	Dフロアブル				

日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届くところには置かないでください。
- 空容器は農場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

新刊

防除ハンドブックシリーズ

稲の病害虫と雑草

平井一男 本田要八郎／編
根本文宏 平井一男 森田弘彦／著

A5判 64頁 定価(本体1600円+税)

本書は稲作の病害虫・雑草の診断と防除を目的とした実用的な内容です。技術者・農家の方向けに、現場で扱いやすいコンパクトサイズになっています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172
ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp> Eメール hon@zennokyo.co.jp