

積雪地の学校屋内環境におけるチューリップ水耕促成栽培の 教材としての可能性

Possibility of Teaching Materials using Hydroponically Forced Tulip into the Indoor Environment of School in Snowy Area

勝川 健三*・高谷 治男**

Kenzo KATSUKAWA*・Haruo TAKAYA**

要 旨

冬季、積雪のため屋外で栽培学習ができない地域を想定して、チューリップ水耕促成栽培が教材として導入できないか検討した。冷蔵処理済みの‘キャンディープリンス’、‘ルビープリンス’、‘サニープリンス’のりん茎を入手、普通教室をシミュレートした環境下で水耕促成栽培を行ったところ、12月の終わりから2月にかけて開花させることができた。また生徒および教諭に実施したアンケート結果は、チューリップ水耕促成栽培が学校屋内の景観形成に寄与する可能性を示唆した。その評価には性差に加えて学級間差異も認められたことから、担任教諭の生徒への働きかけや生徒自らの取り組みといったソフト面が評価に影響を及ぼすことも示唆された。

キーワード：チューリップ水耕促成栽培、学校屋内環境、積雪地

緒 言

青森県弘前市の平坦部は、例年12月から翌年3月にかけて恒常的に積雪・根雪がみられ、ヒトの視界から「緑」が消失する。それは学校でも同様であり、冬季の「緑」創出が教育現場からも期待されている。ところで、弘前大学教育学部附属中学校の普通教室は、冬季にはおよそ7時から15時までラジエーターによって加温されているが、厳寒期の休日であっても室温が最低8℃を維持していることを確認した¹⁾。また、積雪地の冬季の日照時間は極めて少なく、例えば1987年から2010年の弘前市における日照時間は、12月が58.0時間、1月が57.0時間、2月が78.5時間、3月が126.1時間しかない²⁾。すなわち、積雪地では温度環境のみならず低日照の環境下でも緑の創出に寄与したり、または栽培教育に寄与できるような植物種の選定が求められている。

さて、このような温度・日照環境下で栽培が可能な植物種にチューリップがあげられる。圃場条件に

におけるチューリップの光補償点は $100 \sim 200 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ とされ、低い光量でも十分に生育、開花することが知られており、採光が十分に見込める屋内環境では補光は必要ないことが明らかにされている³⁾。チューリップは、花卉生産園芸で開花調節技術が実用化され、慣行栽培と組み合わせて11月から4月にかけて切花と鉢物が生産・出荷されている⁴⁾。また、チューリップの植物工場の生産に関する研究も行われており⁵⁾、球周9 cm以上のりん茎では、蓄えた養分で十分に開花が見込まれるため、栽培期間中の養分供給は基本的に不要であること、水耕栽培が可能で土耕栽培よりも短期間で開花に至ることが明らかになっている⁶⁾。さらに、促成栽培に必要な植付け前の冷蔵処理を施したりりん茎を慣行栽培に用いることによって、開花が促されること、観賞期間が長くなることが明らかにされている⁷⁾。このような知見を援用することによって、先述の環境下-8℃以上の室温かつ十分な採光が見込まれる一にある小・中学校の普通教室でチューリップを水耕促成栽培しても十分に開花しうる

* 弘前大学教育学部学校教育講座

Department of School Education, Faculty of Education, Hirosaki University

** 弘前大学教育学部附属中学校

Junior High School Attached to the Faculty of Education, Hirosaki University

ものと考えられたが、詳細は明らかでない。

そこで、本研究ではチューリップの水耕促成栽培を、中学校普通教室をシミュレートした環境で実践、積雪地の学校屋内環境における緑の創出の寄与を検討したほか、実際に中学校普通教室で栽培を実践、アンケートを実施し、その評価を検証した。

材料および方法

中学校普通教室をシミュレートした環境下でのチューリップ水耕促成栽培

2014年11月19日、富山県花卉球根農業協同組合から促成栽培用として冷蔵処理を施したチューリップのりん茎を入手した。栽培品種は‘ルビープリンス（以下RUB）’、‘サニープリンス（同SUN）’、‘キャンディープリンス（同CAN）’の3種類とした。弘前大学教育学部の2箇所の教室で2014年11月27日から栽培試験を開始した。教室の温度環境は、①祝日を除く月曜日から金曜日の8時から17時まで20℃に設定して加温（以下「教室1」と表記）、②利用するときのみ20℃に設定して加温（同「教室2」）の2種類であり、後者の加温状況は1日に2～3時間程度であった。また、20℃に設定したインキュベータでも栽培を行った。栽培はりん茎の外皮と外子球を取り除き、既存の水耕容器（外寸188mm×188mm×高さ157mm、容積1.8リットル、透明プラスチック製、上面に球根を設置する穴が5つ設けられている）を用い、各品種1容器5球を1反復として2反復供試した（第1図）。なお、球根はりん茎の外皮と外子球を除去したものを供試した。培養液は硝酸カルシウム（ $\text{CaNO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）を1g/l添加した水道水を適宜灌水した⁵⁾。水耕容器はガラス窓越しに自然光を受けられるように設置し、概ね2週間、根圏に光が当たらないよう黒画用紙で覆った。栽培期間中アブラムシの発生が僅かにみられたが、物理的防除で対処した。期間中は自記記録温度計（T&D製、TR-71U）を用いて室



第1図 教室1における実験の様子

温を計測した。調査は、外花被の先端が綻んだ段階を「開花」と定義し、開花日・開花率・到花日数・開花終わり日・開花当日の脚長（花茎基部から第1節までの長さ）・花茎長（花茎基部から花首までの長さ）を計測した。

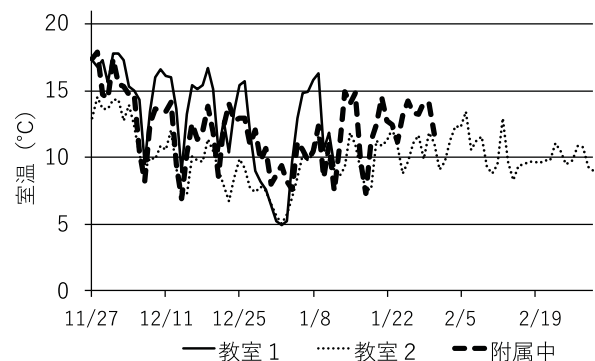
チューリップ水耕促成栽培のアンケート調査

2014年11月19日、上述のチューリップりん茎を入手し、栽培品種はRUB, SUN, CANに加え、‘クリスマスドリーム’（以下CHR）, ‘レーンバンデマーク’（以下LEEN）の5種類とした。その後室温なりゆきで保管、2014年11月26日、弘前大学教育学部附属中学校第2学年（全5クラス）の普通教室で水耕促成栽培を開始した。栽培管理は担任教諭に栽培管理の要点（置き場所、灌水、栽培開始2週間は根圏を黒画用紙で覆う）を伝えるに留め、各クラスの自主性に委ねた。第3クラスに先述の自記記録温度計を設置し室温を計測した。2015年1月30日、生徒に印象評価（5段階評価に基づく11種類の評価項目）を実施した。担任教諭へは、1) 教室内にチューリップがあることで生徒たちにどのような変化がみられたか、2) チューリップ水耕促成栽培が学校現場でどのように活用できるかの2点について、自由筆記形式で回答を求めた。

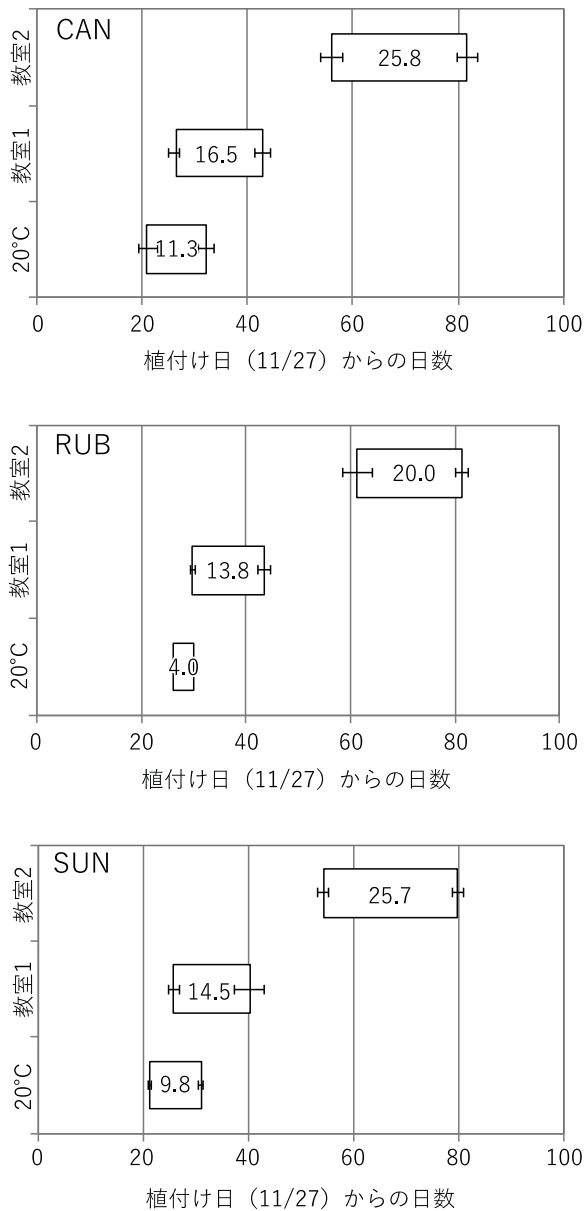
結果および考察

中学校普通教室をシミュレートした環境下でのチューリップ水耕促成栽培

教室1は、栽培期間中の最高日平均値が17.8℃、最低日平均値が4.9℃、期間中の平均値は13.2℃であった（第2図）。同様に教室2は最高値が14.5℃、最低値が5.0℃、期間中の平均値は10.0℃であった。同時期における附属中学校普通教室の室温推移と比較したとき、教室1はやや高い温度で、教室2は低い温



第2図 栽培期間の室温日平均値の推移



第3図 チューリップ3品種の水耕促成栽培における
 到花日数と観賞期間
 箱および箱内の数値は観賞期間を示す
 誤差線は標準偏差

度で推移した(第2図)。

開花はRUB・インキュベータ(20°C)区を除き5球すべてまたは4球が開花した(データ略)。RUB・インキュベータ(20°C)区は1.0球のみの開花であったが、これは花蕾の座死またはベントネックによるものであった。したがって、インキュベータ(20°C)区は図示するものの参考に留めることにする。

RUB・インキュベータ(20°C)区を除いた各処理区における到花日数は、3品種とも日平均気温の高い順、すなわち、インキュベータ(20°C)区、教室1区、教室2区の順で到花日数が短く、早く開花した

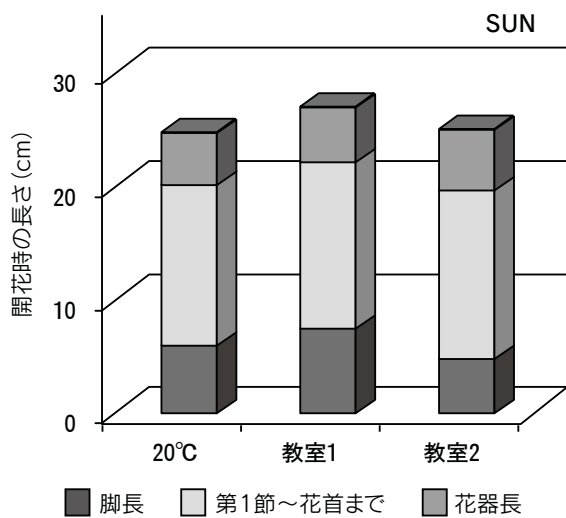
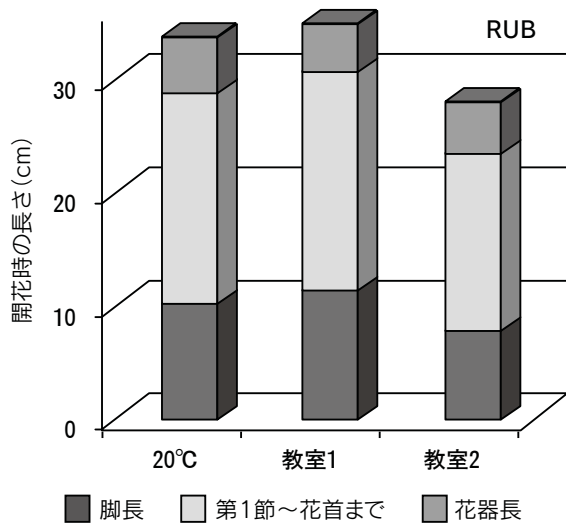
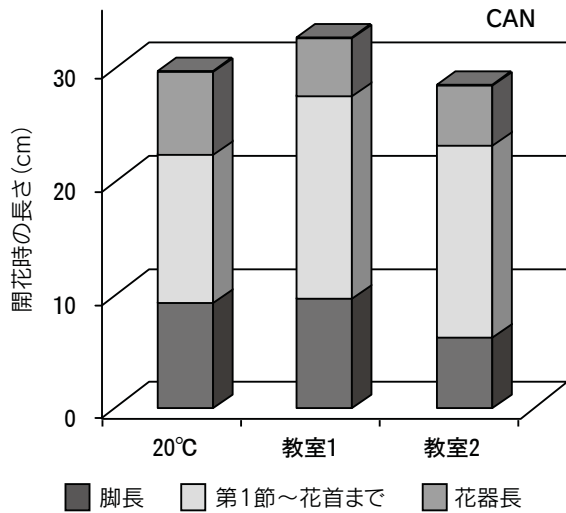
(第3図)。教室1における開花日はCANで12月23日(到花日数27日)、RUBで12月26日(同30日)、SUNで12月22日(同26日)となり、いずれも開花日は12月下旬、到花日数はおおよそ1ヶ月となった。観賞期間はCANで16.5日、RUBで13.8日、SUNで14.5日となり、いずれもおおよそ2週間の観賞期間が認められた。教室2における開花日はCANで2月26日(到花日数56日)、RUBが3月2日(同62日)、SUNが2月24日(同54日)となり、開花日は2月下旬から3月はじめ、到花日数はおおよそ2ヶ月となった。観賞期間はCANで25.8日、RUBで20.0日、SUNで25.7日となり、おおよそ3週間観賞することができた。

開花時の品質において、花茎基部から花器先端までを含めた「草丈長」は、CANが教室1で32.5cm、教室2で28.5cm、同様にRUBが34.8cm、27.9cm、SUNが27.1cm、25.2cmとなり、いずれの栽培品種も教室1で大となった(第4図)。一方で花器長のみを取り上げると、CANが教室1で4.9cm、教室2が5.3cm、同様にRUBが4.2cm、4.5cm、SUNが4.8cm、5.3cmとなり、いずれも教室2で大となった。花芽は冷蔵処理終了時には分化および成熟を終えている8)。換言すると、植付け後の花芽・花被片の成長は細胞の吸水による肥大が主であることが推察される。教室2のように到花日数が大となることは、花被片を構成する細胞の肥大する期間が長くなるためと言って問題ないだろう。

以上、いずれの教室でも開花はみられ、チューリップの水耕促成栽培は積雪地にある中学校普通教室で十分に栽培ができるものと考えられた。たが、開花期や草丈長など開花時の品質に差異がみられ、それらは教室内の温度環境および栽培品種間差異によるものであると考えられた。特に草丈長は、後述するアンケート回答に「丈の小さいものがよい」とあり、学校教育現場に本教材を展開するにあたり、冷蔵処理済みのりん茎を用いる場合は、本実験で供試したSUNのような、水耕栽培でも草丈長が高くないような品種を選択することが望ましいと思われた。

チューリップ水耕促成栽培のアンケート調査

附属中学校での水耕促成栽培は、12月29日までには一部の個体で開花が認められ、冬季休業が終わる1月中旬までにはすべての品種で開花を確認した(第5図)。その後の観賞期間は1月下旬まで及び、学校園でのチューリップ水耕促成栽培は可能であることを実



第4図 チューリップ3品種における開花時の脚長、草丈長および花器長



第5図 附属中普通教室におけるチューリップ水耕促成栽培の開花（2015-1-22撮影）

第1表 チューリップの得点平均値

評価項目	要因：性別	
	男	女
派手な	0.392	0.348
洗練された	0.737	1.141 **
やさしい	1.177	1.559 **
自然な	0.093	0.731 **
好ましい	1.041	1.387 *

-2 から 2 までの評価得点とし、その平均値を算出 分散分析により *:p<.05, **:p<.01, n=190

第2表 チューリップ水耕促成栽培の得点平均値

評価項目	要因：性別	
	男	女
心地よかった	1.072	1.204
開花が待ち遠しかった	0.619	1.194 **
積雪期に咲いて興味深かった	0.698	1.250 **
栽培は楽しかった	0.608	1.261 **
教室で栽培してよかつた	0.742	1.204 **
また育ててみたい	0.979	1.344 **

-2 から 2 までの評価得点とし、その平均値を算出 分散分析により **:p<.01, n=190

証することができた。

アンケート用紙は第2学年全生徒 191 名に配布、有効回答は 190 名であった。評価得点は負の数がある設問に対して否定的な評価（満点 -2 点）、0 点がどちらでもない、正の数が肯定的な評価（満点 2 点）となる。チューリップの印象評価には性別による有意差がみられたが（第1表）、「やさしい」と「好ましい」は男女ともに 1.0 点以上の高得点がみられたことから、普通教室に存在するチューリップは、生徒に負の影響を及ぼさないと考えられた。

チューリップ水耕促成栽培に対しては、「心地よかった」は男女ともに 1.0 点以上の得点であったが、その他の項目では男子生徒より女子生徒でより肯定的に評価していたことがうかがえる（第2表）。特に「栽培は楽しかった」、「教室で栽培してよかつた」、

第3表 チューリップ水耕促成栽培の得点平均値

評価項目	要因：学級				
	i	ii	iii	iv	v
心地よかった	0.974 ab	1.297 ab	0.872 b	1.514 a*	1.051 ab
開花が待ち遠しかった	0.737 ab	0.838 ab	0.410 b	1.378 a**	1.154 ab
積雪期に咲いて興味深かった	0.605 a	1.081 a	1.105 a	1.222 a	0.846 a
栽培は楽しかった	0.684 b	0.889 ab	0.769 ab	1.351 a*	0.949 ab
教室で栽培してよかった	0.763 ab	1.216 ab	0.513 b	1.405 a*	0.974 ab
また育ててみたい	1.081 ab	1.162 ab	0.897 b	1.595 a*	1.077 ab

-2～2までの評価得点とし、その平均値を算出 多重比較検定 (Tukey-Kramer 法) により、
同一行内の異なるアルファベットに有意差あり (*:p<.05, **:p<.01, n=190)

「また育ててみたい」では1%レベルの有意な差が認められ、チューリップ水耕促成栽培は女子生徒の積極的な関与が示唆された(第2表)。

また、チューリップ水耕促成栽培に対しては、性別差のみならず学級による有意な差がみられたことから(第3表)、栽培活動では担任教諭の働きかけや生徒自らの取り組み方といったソフト面が印象評価に影響を及ぼす要因になることが示唆された。教諭からのアンケート回答(第4表)からも、「咲くのを楽しみにしていた」、「毎日挨拶していた」、「咲いたことを喜んで」、「花の変化や開花を心待ちにしていた」、「置く位置を調整していた」など、チューリップ水耕促成栽培が生徒の行動に変化を生じさせたことを示している。またこの変化は、チューリップ水耕促成栽培が植え付けから40日前後で開花する「目に見える成長の速さ」が「毎日の観察で常に変化があったためか、生徒の関心が消えなかった」ことに繋がるものと思われる。この成長速度は、他の植物または栽培システムに類を見ないため、チューリップ水耕促成栽培の大きなアドバンテージになるものと思われる。さらに「置く場所を調整していた」からは、チューリップ水耕促成栽培を技術的視点から捉え、試行錯誤を繰り返していたことが窺える。また、このチューリップ水耕促成栽培にどのような活用が可能か尋ねたところ「命あるものを大切にしなければならぬことをしっかり考えることができる」、「責任感が育つ」といった情操教育の教材としての活用、「教室が明るくなる」、「室内外の風景が寂しくなる時期なので冬に楽しめるのは良い」、「校内美化」といった景観形成ツールとしての活用、「卒業式に飾る花を自校で準備できれば」、「3年生を送ったり、新1年生を迎えたり」といった学校行事への活用などが挙げられた。その一方、課題もあげられた。特に栽培期間が冬季休業を挟むことの懸念が複数示されたが、これが現場への導入を阻むものであるな

らば、冬季休業を挟まない作型—1月冬季休業明けに定植、3月開花—を検討する余地があろう。水栽培そのものについては「容器をひっくり返すアクシデントが心配」と「土を使わないので清潔感がある」という両面の回答がみられた。

以上の結果、積雪地における中学校普通教室において、チューリップの水耕促成栽培は教材として導入が可能であり、生徒(特に女子生徒)および教諭から受け入れられる素地のあることが示唆された。また普通教室でのチューリップ水耕促成栽培は、情操教育のみならず景観形成ツールとしても有用であることが示された。さらに、生徒はチューリップ水耕促成栽培を技術的視点からも捉えていたことから、技術家庭科「生物育成に関する技術」⁹⁾の教材となりうるポテンシャルを秘めていると思われたが、その詳細は今後の課題として残された。

謝辞

弘前大学教育学部附属中学校の第2学年(当時)を受け持たれた主・副担任教諭、学年主任の先生方には大変お忙しいなか終始ご協力いただきました。この場をお借りして改めて御礼申し上げます。

本研究は、平成26年度弘前大学教育学部研究推進計画により実施することができました。この場をお借りして御礼申し上げます。

第4表 担任教諭へのアンケートの回答

1.
 - ・チューリップ水耕促成栽培が教室内にあることによって生徒たちにどんな変化がありましたか。
 - ・日頃から花をクラスの中で育てていたのですが、華やかなチューリップが学級にあることで非常に雰囲気が出るくなり、心も明るくなり、優しさも増え、良かったよ引こ思います。
 - ・咲くのをとても楽しみにしていた。
 - ・毎日挨拶していた。
 - ・毎日観察していて、根の張りかた、茎の伸び方など、品種によっての違いなのか、置く場所の違いなのか考え、置く場所を調整していた。
 - ・みんな楽しみながら育てていた。
 - ・チューリップの成長に関心を持っていた。
 - ・咲いたことを喜んでいた。
 - ・花の変化や開花を心待ちにする様子が見られました。
 - ・花へのあいさつ運動を行っていた。
 - ・ひとつひとつの鉢に名前を付けて毎朝朝の会で花にあいさつするなど愛着？は少なからずあったと思います。
 - ・植物を大切にしようとする態度が見られるようになった（ブラインドの上下の際ぶつからないように気を付けていた）。
 - ・成長が速く、毎日の観察で常に変化があったためか、生徒の関心が消えなかった。

2.
 - ・このチューリップの水耕促成栽培は、学校現場においてどのように活用できるとお考えでしょうか。
 - ・学級におくことで命在るものを大切にしなければならぬという事をしっかりと考えることができると思います。
 - ・子ども達の責任感も育ったと思います。
 - ・とても手軽でよいが、丈が高くて置く場所などが難しかった。丈のもう少し小さいものがよいかもしれません。
 - ・冬休みを挟むと、管理の問題と花の咲く時期が冬休み中になってしまったことがあり残念。咲くところを見せたかった。
 - ・冬に咲く花、教室が明るくなるという点でいいと思います。
 - ・冬場は室内外の風景がさみしくなる時期なので、冬に楽しめるのはとても良いと思います。
 - ・冬休みなど長期休業中の管理はとても難しいです。
 - ・学校での水栽培で懸念されるのは、容器をひっくり返すというアクシデントで、それが心配です。
 - ・卒業式に飾る花を自校で準備できればいいのにな、と毎年思いますが、可能性として‘有り’かなと感じました。
 - ・時季を選ぶことで花のない季節に観賞できる。
 - ・土を使わないので、清潔感がある。
 - ・卒業式・入学式なんかのステージにずらっと並べるとか。
 - ・自分たちの花で3年生を送ったり、または新1年生を迎えるというのもいいかも。
 - ・校内に飾ることによって美化につながる。

引用文献

- 1) 小山智史・佐藤ゆかり・森菜穂子, リアルタイム熱中症指数 (WBGT) モニタリングシステムの開発, 第31回日本産業技術教育学会東北支部大会/第16回モバイル研究会, 2013
 - 2) 気象庁, 過去の気象データ検索, 平年値 (年・月ごとの値) http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_amd_ym.php?prec_no=31&block_no=0166&year=&month=&day=&view= (2017. 4. 25参照)
 - 3) Benschop, M., Photosynthesis and respiration of Tulipa sp. cultivar ‘Apeldoorn’, *Scientia Hort.*, 12, 361-375, 1980
 - 4) 今西英雄, チューリップ, 花卉の開花調節 (小西国義ら編著), 養賢堂, 185-196, 1983
 - 5) 稲本勝彦・佐古田純哉・長谷貴紀・勝川健三・青木光幸・土井元章・今西英雄, 切り花チューリップの水耕生産システムに対する動的生長シミュレーションモデルの適用, 園芸学会雑誌, 70・3, 310-314, 2001
 - 6) 稲本勝彦, チューリップ, 球根類の開花調節 (今西英雄編著), 農文協, 139-153, 2005
 - 7) 勝川健三・下村孝, 植え付け前のりん茎温度処理が露地栽培チューリップ3品種の生育と開花に及ぼす影響, ランドスケープ研究, 71・5, 515-518, 2008
 - 8) 今西英雄・植野直恵・稲本勝彦, チューリップの促成栽培における開花と低温処理開始時の花芽発達段階との関係, 園芸学会雑誌, 66・3, 587-595, 1997
- C 生物育成に関する技術, 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 文部科学省, 教育図書, 28-31, 2008
- (2017. 7. 26 受理)