

チューリップの香り

—その多様性と付加価値の可能性—

農研機構野菜花き研究部門
岸本 久太郎

1. はじめに

唐突だが、読者諸兄姉は、チューリップの香りを思い浮かべることができるだろうか。わが国の一般消費者 900 人を対象にしたアンケート調査では、「チューリップの香りを想起できる」と回答した人は約 5% であった (岸本 2012)。同調査のユリやバラの回答者が約 70% であったことと比較すると、これは非常に低い。一方で、回答者の 4 人に 1 人が、「香りを向上させたい花」としてチューリップを選んでおり、香りに対する潜在的なニーズがうかがえる。

チューリップ (*Tulipa gesneriana* L.) は、16 世紀に欧州に伝えられる前はトルコで品種の多様化が進んだが、「香りはほとんどなかった」、あるいは「香りは興味の対象外だった」などの記録が見られる (Busbecq 1927, Wells 1997)。また、英国には、チューリップが妖精の加護を得られなくなり「香りもまた失われた」という言い伝えがあり (Skinner 1913)、米国の園芸家ダイアナ・ウェルズは、「チューリップの香りには (香らないことから)、われわれも癒しを求めたり、ロマンと結び付けたりはしない」と著述している (Wells 1997)。どうやら、チューリップは欧米に持ち込まれてからも、香らない花として認識されていたようである。一方、漢名のチューリップは鬱金香であり、花の香りが染料や香料の鬱金 (ウコン) に似ることを理由

とする記述がネット上で散見される (小学館 Domani 2022)。しかし、これらには根拠や出典が示されていない。もともと鬱金香は香料としても使用されたサフラン (*Crocus sativus* L.) を意味したが、後にサフランと草姿や生態が似るチューリップに転用されるようになったとする説が有力のようである (千葉 2019)。筆者は、古今東西、チューリップの香りに対する関心は概して高くなかったと考えている。

2013 年、チューリップの香りの科学的な分析結果が、日本人によって初めて報告され、その香りが多様であることが示された (Oyama-Okubo and Tsuji 2013)。この発見は、香りがチューリップの新しい付加価値となり得ることを示唆していた。そこで筆者らは、チューリップ切り花における香り成分分析と香りの官能評価との比較解析を行い、人に好まれる香りやその保持期間を推定した。また、温度や花の品質保持剤が、切り花の香りの発散に与える影響を調査した。これらの結果をもとに、本稿では、チューリップの香りの特徴や香りの発散の基本的な性質を概説し、香りをチューリップ切り花の付加価値として活用するため有効な方法について議論する。

2. 香りの特徴

2-1. 香りの多様性

チューリップの香りは、主に芳香族化合物、テルペノイド、および脂肪酸

誘導体で構成され、発散香气成分の量や組成は多種多様である (図-1 左; 岸本ら 2018)。特に主要香气成分が特定の二次代謝産物に限定されない、すなわち香气成分生産に寄与する主要な生合成経路が品種間で大きく異なることは、注目すべき特徴といえる (図-1 右)。これらの香りは、発散香气成分の組成に基づいて 9 つに分類されており、これについては、農研機構の「花きの香り百科事典」(2020) に詳しいので、参照されたい。

2-2. 官能評価

図-1 (左) のチューリップ品種の切り花を用いて、延べ 1,145 人の一般消費者を対象にした香りの官能評価試験を行った結果、好まれる香りの香气成分組成が明らかになった (岸本ら 2018)。本試験で最も好まれたのは、栽培品種「サネ」が有するモノテルペンのリナロールを主成分としたフルーティな香り (図-1 左の 12)、被験者の 50 ~ 70% が「好き」と回答し、一方、「嫌い」の割合は 10% 未満であった。その他、3,5-ジメトキシトルエンやアニス酸メチルなどの芳香族化合物を主体とした杏仁豆腐のような香り (図-1 左の 7 と 8)、脂肪酸誘導体のオクタナールを主体とした柑橘系の香り (図-1 左の 16)、およびセスキテルペンの β -イオノン を主体とした甘い香り (図 1 左の 18) などが好まれる傾向を示した。これらの結果から、好まれる香りも化学的に多様であることが判明した。また、脂肪酸誘導体

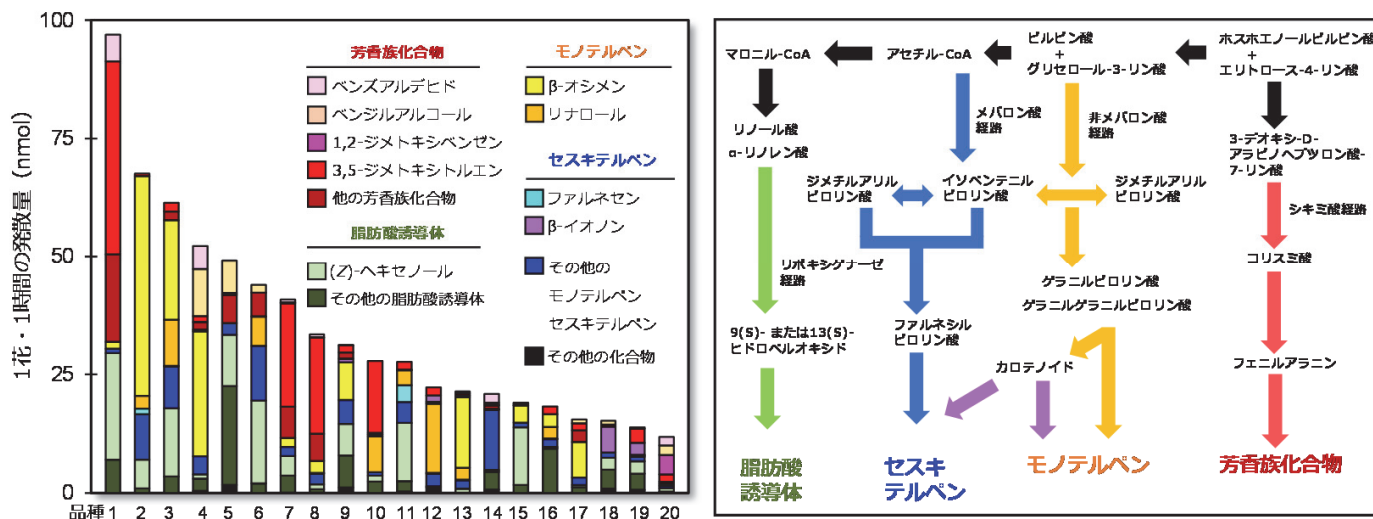


図-1 チューリップ 20 品種の発散香気成分の量と組成 (左), 並びに各香気成分の主要な生成経路 (右; Ramya *et al.* 2020 を参考に作成)

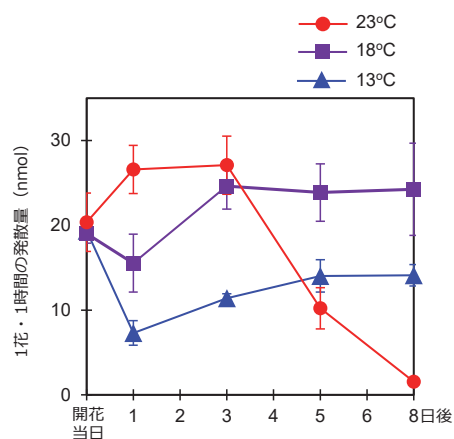


図-2 チューリップ品種「新潟 13 号」切り花の発散香気成分量の経日変化 (Kishimoto and Watanabe 2023a より転載)

の (Z)-3-ヘキセノールや酢酸 (Z)-3-ヘキセルの発散量や割合が高い香り (図-1 左の 1, 5, 6, および 15) は、「青臭い」と評価され、好まれない傾向が示された。

一方、「好き」の評価が 50% 以上に達した品種は、全体の約 20%にとどまり、チューリップの香りは多様ではあるが、芳香として感じられるものの割合は少ないことが示唆された (岸本ら 2018)。

2-3. 香りの発散

チューリップ切り花の発散香気成分の総量は、開花と同時に増加し、花が

成熟した状態、すなわち花被の展開や肥大が顕著な時期に最も高くなる (Kishimoto *et al.* 2023)。一方、発散量が減少に転じる際には、老化の兆候、すなわち花被のしおれや変色が認められる。このように香りの発散は、基本的には花の成熟や老化と密接な関係がある。

一般に、切り花は温度が高い条件ほど花の成熟や老化が早く進行するが、チューリップではそれが著しい (市村ら 2015)。従って、香りの発散もまた温度の影響を受ける可能性がある。そこで、花の成熟や老化の進行に明白な違いが認められる温度条件下 (13°C, 18°C, および 23°C) で、チューリップ品種「新潟 13 号」の切り花を維持し、発散香気成分量の変化を比較した (図-2)。その結果、温度が最も高い 23°C、すなわち花の成熟や老化が最も早く認められる条件では、香気成分が開花直後から高い発散量を示し、開花 3 日後を境に減少に転じた。18°C では、3 日後以降から高い発散量が示された。一方 13°C では、花が十分に成熟した 5 日後も 23°C および 18°C と同程度の高い発散量が示されず、香りの発散が明らかに抑制されていた。同様な結果は、「新

潟 13 号」以外の 8 品種でも観察された (Kishimoto *et al.* 2023)。

これらの結果から、温度は花の成熟や老化の進行に影響を与えることによって香りの発散に影響する場合と、それ以外の理由で影響する場合があると考えられる。後者は、13°C の低温下ではチューリップ切り花の香りの発散が抑制されるということであるが、メカニズムは不明である。パチュニアでは花弁表面のクチクラに花全体の約半分の香気成分が含まれると試算されている (Liao *et al.* 2021)。このように香気成分が細胞外に局在する場合は、気温が低い状況では香気成分の大気中への揮発が抑制されると予想され、観察結果と辻褃があう。しかし、チューリップ花被のクチクラに香気成分が多く存在するかは未確認である。

「新潟 13 号」の主要な香気成分は芳香族化合物とモノテルペンである (Kishimoto and Watanabe 2023a)。芳香族化合物の発散量は開花から 3 日後にピークに達し、その後減少に転じるが、モノテルペンは開花当日、あるいは 1 日後に発散量が最も高く、減少に転じるのも早い (図-3)。また、モノテルペンの内、ゲラニルアセトン

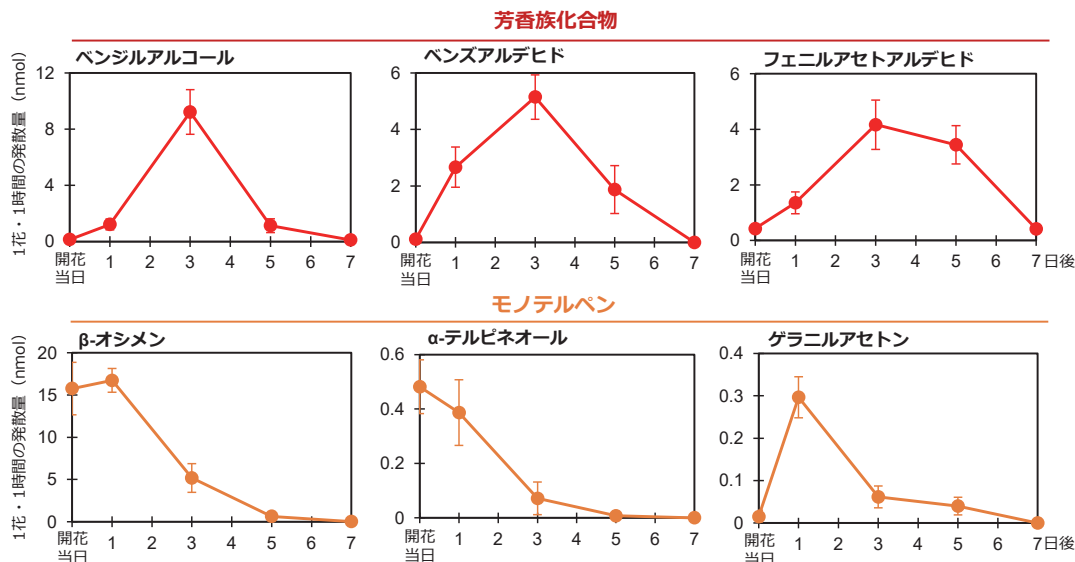


図-3 チューリップ品種「新潟 13 号」切り花の各香気成分の発散量の経日変化 (23°C) (Kishimoto and Watanabe 2023a より転載)

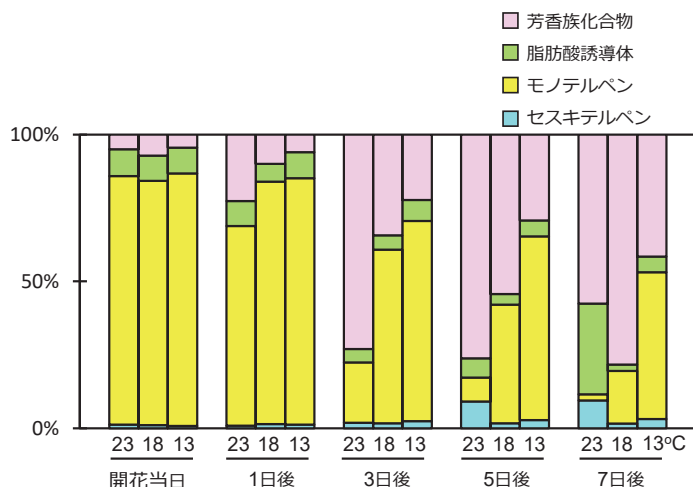


図-4 チューリップ品種「新潟 13 号」切り花の発散香気組成の経日変化 (Kishimoto and Watanabe 2023a より転載)

るように見えるが、この化合物は、一般的なモノテルペンと異なり、カロチノイドを経由して生合成されると考えられている (図-1 右の紫色の矢印; Simkin *et al.* 2004)。このように香気成分によって発散量の経日変化は様々であるが、共通の二次代謝経路に由来する香気成分は、類似の変化を示すように見受けられる。チューリップ品種では、発散香気成分量の変化のパターンも多様であるが (Kishimoto *et al.* 2023), 品種間で「花の成熟と老化の進行」や「主要香気成分の生合成経路」が異なることが、その要因の一つと考

えられる。

主要香気成分が複数あり、これらの生合成経路が異なる品種では、開花期間中に香気成分組成の顕著な変化が認められる (Kishimoto *et al.* 2023)。「新潟 13 号」の場合、開花の初期段階では未熟な柑橘系の香りを彷彿とさせるモノテルペンの占める割合が高いが、花の成熟に伴い甘い芳香を有する芳香族化合物の占める割合が増加し、開花当日とその 5 日後では組成比が大きく変化する (図-4)。これは、開花期間中にチューリップの香りが変化する可能性があることを意味する。この変化

は、温度が高い条件ほど早く進み、低い条件ほど緩慢である。すなわち温度は、チューリップの香りの量 (強さ) だけでなく組成 (質) にも影響を与えている。

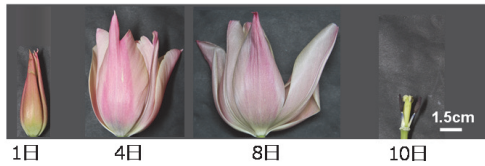
3. 香り保持の試み

3-1. 温度管理による香り発散の制御

これまで見てきたように、切り花の日持ちに適した低温下では、香りの発散が抑えられることから、チューリップ切り花の日持ちと香りの発散の両立は難しいように思われる。しかし、筆者らは、低温下で香りの発散が抑制されたチューリップの切り花を室温に移すと直ちに香りの発散が増加することを見出した。この性質を利用すれば、温度管理によってチューリップの日持ちと香りの両方を向上できる可能性がある。そこで、官能評価において最も好まれる香りであることが示された品種「サネ」による検討を行った。

温度条件の前提として、チューリップの出荷が集中する 12 月から 3 月にかけての屋内の温度を 20°C と仮定した。これは、国が推奨する冬季の

20℃ : 20℃で維持した切り花



10℃ → 20℃ :

10℃で維持した後、4日目に20℃に移した切り花

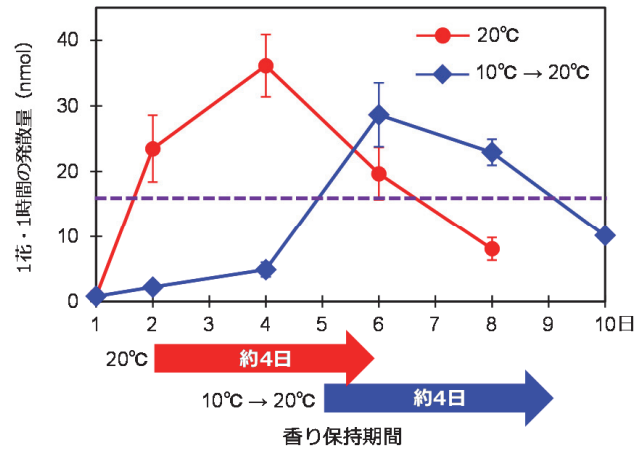


図-5 異なる温度管理下においたチューリップ品種「サネ」切り花の花姿(左)と発散香气成分量の経日変化(右)。左図の点線は、香りの強さを「よく香る・香る・あまり香らない・香らない」の4段階で評価したとき、70%以上の人が「よく香る・香る」と評価した発散量の下限。切り花の発散量がこの値以上である期間を「香り保持期間」と定義した (Kishimoto *et al.* 2023 より転載)

暖房時の室温が20℃であることを参考にしている(環境省報道発表資料2021)。切り花を室温の20℃で維持すると、発散香气成分量は開花と同時に急速に増加し、4日目にピークに達した後ゆるやかに減少に転じた(図-5右)。もう一つの条件区では、切り花を10℃で維持し、4日目に20℃に移した。発散香气成分量は、10℃では低く抑えられていたが、20℃に移行した後は急速に増加し、6日目にピークに達した。この結果は、切り花を低温管理することにより、室温で維持し続けた場合よりも香りの発散のピークを遅らせることができることを示唆している。例えば、収穫後の切り花を室温で維持した場合、消費者が切り花を購入するまでに香りのピークが過ぎてしまう可能性がある。しかし、販売直前まで低温管理すれば、香りのピークを消費者が購入した後、すなわち観賞期間中に持って行くことが可能である。また、低温は花の老化の進行を抑制することから、切り花の日持ちの向上も期待できる(図-5左)。

次に、この「発散量のピークの移行」が、「嗅覚的に香る期間の移行」に成功しているのかどうか、すなわち消費者に十分な香りを届けられる可能性に

ついて考察した。それには「香るために必要な発散量の閾値」を明らかにしなくてはならない。筆者らは、約70%(正規分布において、平均値を中心とした標準偏差の領域)のヒトが「香る」と評価する発散量は、概ね香ると判断しても良いのではないかと考えた。そこで、「サネ」の香りの強さを4段階(よく香る・香る・あまり香らない・香らない)で評価したとき、70%以上の被験者が「よく香る」あるいは「香る」を選択した発散量の下限を「香るために必要な発散量の閾値」とし、この閾値(図-5右の点線)以上の発散量である期間を「香り保持期間」として定義した(岸本ら2018)。20℃で維持した切り花と低温処理した切り花の香り保持期間は、いずれも約4日間と推定されたが、低温処理により、香り保持期間は約3日遅くなった(図-5右)。また、主要香气成分が「サネ」とは異なる「クンファー」(図1左の8)と「バレリーナ」(図1左の18)においても同様な結果が得られたことから(Kishimoto *et al.* 2023)、低温管理による香り保持期間の移行は、チューリップ品種全般に適用できると考えられる。

このように、低温管理は、チュー

リップの香りの活用に有効と考えられるが、切り花の出荷は極寒期に集中するため、収穫後に一貫して低温管理を行う必要はないだろう。暖かい屋内での販売期間中に低温管理することが最も効果的であると考えられる。ただし低温下の切り花は香らないため、香水の“テスター”のように、見本の切り花を室温下に置くなどの工夫も必要と思われる。

3-2. 前処理剤と後処理剤の影響

切り花の日持ちを向上させる目的で、出荷前に処理する品質保持剤を前処理剤と呼び、輸送後に処理する品質保持剤を後処理剤と呼ぶ(市村2016)。近年、わが国のチューリップ切り花では、エテホン含有した市販の前処理剤(Mason 2020)の使用が普及している(渡邊2020)。エテホンから発生するエチレンには、花の香りの発散を抑制する作用が知られ(Schade *et al.* 2001, Underwood *et al.* 2005)、ペチュニアでは、香气成分生合成酵素遺伝子の発現を抑制する転写因子の働きが、エチレンによって誘導される(Liu *et al.* 2017)。一方、チューリップでは、1%のブドウ糖を主成分とした後処理剤に、切り花

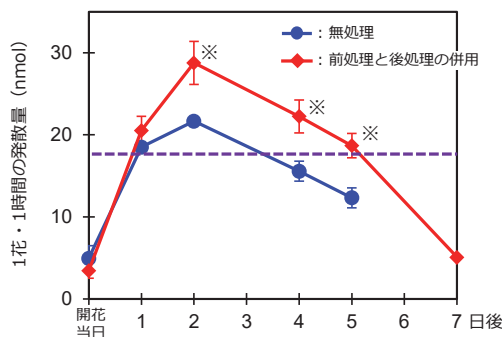


図-6 チューリップ品種「サネ」切り花の発散香气成分量の経日変化。(Kishimoto and Watanabe 2023b より転載)。前処理：収穫後に前処理剤のクリザール BVB エクストラ（クリザール）を処理。後処理：輸送後に1%ブドウ糖と0.05%イソチアゾリン系抗菌剤（CMIT/MIT）を処理。温度は23°C。*有意差あり（t-検定，n = 3，p < 0.05）。発散量が点線以上である期間が香り保持期間（図-5 参照）。

の日持ち延長効果があることが報告されている（渡邊 2020）。ブドウ糖は全香气成分の根源的な基質であることから、切り花に吸収された後、香气成分の生産に利用され、香りの発散に寄与する可能性がある。そこで、これらのエテホンを含む前処理剤とブドウ糖を主成分とした後処理剤が、「サネ」切り花の香りの発散に与える影響について調査した。その結果、前処理をした切り花と無処理の切り花の発散香气成分量に有意な違いはなかった（Kishimoto and Watanabe 2023b）。この結果から、「サネ」の切り花においては、市販のエテホン含有品質保持剤の前処理が、香りに悪影響を示さないことが確かめられた。一方、後処理した切り花では、無処理区に比べて発散香气成分量が増加したが、茎が軟化して花首が折れ曲がる副作用も認められた（Kishimoto and Watanabe 2023b）。同様の現象は、他のチューリップ品種でもしばしば認められるようであるが（渡邊 2020）、理由は不明である。興味深いことに前処理した切り花では、この副作用が抑えられることが分かった。前処理は花茎の伸長を抑制することから、これにより頭花を支える花首が安定し、折れ曲がりにくくなっているのかもしれない。この前処理と後処理を併用した「サネ」切り花では、香り保持期間が長くなり（図-6）、花の日持ちも向上した（Kishimoto and Watanabe 2023b）。このような

化学処理、すなわちケミカルコントロールによって切り花の香りを向上させる試みは、今後の研究課題として魅力的なように思われる。

4. まとめ

香气成分が多様なチューリップでは、好まれる香りも化学的に多様であったが、そのような芳香は、香り全体の中では少ないと推定される。切り花における発散香气成分の量や組成の変化もまた多様であり、これには、品種間における花の成熟と老化の進行程度の違いや主要香气成分が作られる代謝経路の違いが影響していると考えられる。

温度は、切り花の成熟や老化の進行に影響を与えることで、香りの発散にも影響する。またこれとは別に低温は切り花の香りの発散を抑制する。低温下で香りの発散が抑制された切り花を室温に移すと香りの発散が急激に増加することから、この性質を利用して切り花の香り保持期間を制御することが可能と考えられる。

チューリップ切り花で普及しているエテホン含有の品質保持剤は、香りの発散に影響しないことが、芳香性品種「サネ」の切り花において確かめられた。また、この前処理と1%ブドウ糖による後処理の併用は、「サネ」の切り花の香り保持期間を向上させた。

これらの結果から、低温管理やケミカルコントロールは、チューリップ切

り花の香りを消費者のもとに安定して届けるために有効と考えられる。また、これらは既存の切り花の収穫後管理に容易に導入できる方法であることも長所の一つである。

今後の課題としては、香り発散の機構解明が最も重要のように思われる。例えば、チューリップの香り発散を正負に制御する因子を分子レベルで明らかにすることで、これらを標的としたケミカルコントロールにより、より効果的な香りの向上が可能になると考えられる。また、流通品種の中から、優れた香りの品種を見出すことも重要であろう。

5. 引用文献

- Busbecq, O. G. de (Newly translated from the Latin of the Elzevir edition of 1663 by Forster, E. S.). 1927. The turkish letters of Ogier Ghiselin De Busbecq: Imperial ambassador at constantinople, 1554-1562. p. 25. Clarendon Press. Oxford
- 千葉恭子 2019. 本来の熟鬱金と鬱金香・鬱金との関係：サフランと代替品のショウガ科ウコン. 香文化録, 4: 25-54
- 市村一雄 2016. 切り花の鮮度・品質保持 基礎と実践. p. 19-67. 誠文堂新光社. 東京
- 市村一雄ら 2015. 重要切り花品目の常温と高温における日持ちの調査. 花き研究所研究報告, 15: 15-24
- 環境省報道発表資料 2021. 令和3年度ウォームビズについて. <https://www.env.go.jp/press/110136.html> (2023年6月14日閲覧)
- 岸本久太郎 2012. ナデシコ属における花の香气成分の特徴. 植調, 46: 291-299
- 岸本久太郎ら 2018. チューリップ切り花における発散香气成分の分析と官能評価.

- 農研機構研究報告野菜花き研究部門. 2: 34-50
- Kishimoto, K. and Y. Watanabe. 2023a. Analysis of scent emission, in cut flowers of *Tulipa gesneriana* L. 'Niigata 13 go,' known as Koshiharuka. JARQ. 57: 217-224
- Kishimoto, K. and Y. Watanabe. 2023b. Effect of pre- and post-transport preservative treatments to extend vase life on scent emission of tulip cut flowers. JARQ. 57: 47-54
- Kishimoto, K. *et al.* 2023. Effect of postharvest temperature management on scent emission from cut flowers of tulip cultivars. Hort. J. 92: doi: 10.2503/hortj.QH-025
- Liao, P. *et al.* 2021. Cuticle thickness affects dynamics of volatile emission from petunia flowers. Nat. Chem. Biol. 17: 138-145
- Liu, F. *et al.* 2017. PhERF6, interacting with EOBI, negatively regulates fragrance biosynthesis in petunia flowers. New Phytol. 215: 1490-1502
- Mason, L. 2020. Guidelines for the post-harvest handling of cut flowers and foliage. p. 10. AHDB Horticulture. Kenilworth
- 農研機構 2020. 花きの香り百科事典. <https://www.naro.go.jp/laboratory/nivfs/fragrance/index.html> (2023年6月14日閲覧)
- Oyama-Okubo, N. and T. Tsuji. 2013. Analysis of floral scent compounds and classification and sensory evaluation of floral scent compounds in tulip cultivars. J. Japan Soc. Hort. Sci. 82: 344-353
- Ramya, M. S. *et al.* 2020. Volatile organic compounds from orchids: from synthesis and function to gene regulation. Int. J. Mol. Sci. 21: 1160
- Schade, F. *et al.* 2001. Fragrance volatiles of developing and senescing carnation flowers. Phytochemistry 56: 703-710
- 小学館 Domani 2022. 【鬱金香】←なんと読む？実は親しみのあるあの花！漢字の由来・豆知識も紹介. <https://domani.shogakukan.co.jp/758433> (2023年6月14日閲覧)
- Simkin, A. J. *et al.* 2004. The tomato *carotenoid cleavage dioxygenase 1* genes contribute to the formation of the flavor volatiles β -ionone, pseudoionone, and geranylacetone. Plant J. 40: 882-892
- Skinner, C. M. 1913. Myths and legends of flowers, trees, fruits, and plants. Second edition. p. 277-279. Washington Square Press. Philadelphia
- Underwood, B. A. *et al.* 2005. Ethylene-regulated floral volatile synthesis in *Petunia* corollas. Plant Physiol. 138: 255-266
- 渡邊祐輔 2020. チューリップ切り花の品質保持に関する研究と品質保持技術. 農業および園芸. 95: 510-515
- Wells, D. 1997. 100 Flowers and how they got their names. p. 214-217. Algonquin Books. New York

英文タイトル

The scent of tulips: its diversity and potential for added value

著者名

Kyutaro Kishimoto