



農研機構

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

チューリップ品種の香気成分の解析と分類

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): GC-MS analysis, classification, floral scent, tulip cultivars. 作成者: 大久保, 直美, 辻, 俊明 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.24514/00001448 |

研究資料

チューリップ品種の香気成分の解析と分類

大久保直美, 辻 俊明*

(平成27年7月28日受付 平成27年10月16日受理)

*富山県農林水産総合技術センター園芸研究所

*本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「世界的に貴重な遺伝資源を活かしたチューリップ新品種育成と新規需要の創出」(課題番号:23015),「新規需要開拓のためのチューリップ新品種育成と切り花高品質化技術の開発」(課題番号:26103c)の一環として行われた。

Analysis and Classification of Floral Scent of Tulip Cultivars.

Naomi OYAMA-OKUBO and Toshiaki TSUJI

Summary

Eighty six tulip cultivars were classified into nine groups according to the composition of major scent components and sensory assessment of a living flower: group 1, anise (7 cultivars); group 2, citrus (21 cultivars); group 3, fruity (14 cultivars); group 4, green (16 cultivars); group 5, herbal (16 cultivars); group 6, herbal-honey (1 cultivar); group 7, rosy (2 cultivars); group 8, spicy (7 cultivars); and group 9, woody (2 cultivars).

Key Words: GC-MS analysis, classification, floral scent, tulip cultivars.

緒言

チューリップは16世紀の半ばにトルコからヨーロッパへ伝えられて以来、数千もの園芸品種が作られてきた。オランダで発行されたチューリップ品種リストには5600品種が記載されており (van Scheepen, 1996.)、そのうち様々な色や形の2600品種が世界中で栽培されている (国重, 2002)。

日本では、約400の品種が切り花として流通しており、ハウスで栽培されたものが主に12月から3月にかけて出荷される。4月に入ると、露地をチューリップが彩りはじめ、各地で「チューリップ祭り」が催されるなど、春を代表する身近な花として親しまれている。一方で切り花の単価は低迷しており需要も横ばいであることから、チューリップの新たな価値が求められている。

そこで筆者らは、チューリップの香りに着目し、チューリップ51品種の香気成分の解析を行い、チューリップの香りを9種類に分類した (Oyama-Okubo and Tsuji, 2013)。本資料ではさらに86品種の解析を行い、主要香気成分の割合と生花の官能評価で分類し、先に分析した51品種と合わせ、137品種についてまとめた。

材料および方法

1. 植物材料

チューリップ86品種の切り花は、富山県農林水産総合技術センター園芸研究所にて栽培されたもの、あるいは市場より購入したものをを用いた。

2. 香気成分採取と分析

香気成分の採取はヘッドスペース吸着抽出 (HSSE) 法を用いた。18～23℃の室内において、チューリップの花弁に金属製クリップを付け、その上にツイスター (Gerstel Inc., ポリジメチルシロキサンをコーティングした磁石入り攪拌子) を装着し、ラップで密封した後、ヘッドスペースを2時間採取した。

香気成分の分析はガスクロマトグラフィー-マススペクトロメトリー (GC-MS) を用いた。GC-MSはAgilent 5973 (Agilent Technologies) を使用し、カラムはDB-WAX (Agilent 122-7032, 内径0.25 mm, 長さ30 m, 膜厚0.25 μ m) を使用した。試料導入については加熱脱着装置 (Gerstel, TDS) を用いた。TDSの昇温設定は初期温度30℃より60℃ \cdot min⁻¹で220℃まで昇温して10分

間保った。TDSにて脱着された香気成分は-150℃の冷却導入装置に送られ、脱着終了後、12℃ \cdot S⁻¹で300℃まで昇温すると同時にGC-MSに導入された。GC-MSの昇温設定は初期温度60℃で2分間保った後、3℃ \cdot min⁻¹で220℃まで昇温とした。その他の条件として、イオン源温度250℃、四重極温度150℃、インターフェイス温度250℃、イオン化電圧70 eVとした。インジェクション温度は250℃とし、スプリットレスで行った。キャリアガスはヘリウムを用い、流量1.0 ml \cdot min⁻¹とした。

結果および考察

チューリップ86品種のヘッドスペースを分析した結果、183種類の香気成分が検出された。主要香気成分は前報 (Oyama-Okubo and Tsuji, 2013) と同様に、5つのモノテルペノイド (ユーカリプトール, リナロール, d-リモネン, トランス- β -オシメン, α -ピネン), 4つのセスキテルペン (カリオフィレン, α -ファルネセン, ゲラニルアセトン, β -イオノン), 6つの芳香族化合物 (アセトフェノン, ベンズアルデヒド, ベンジルアルコール, 3,5-ジメトキシトルエン, サリチル酸メチル, 2-フェニルエタノール), 5つの脂肪酸誘導体 (デカナール, 2-ヘキサナール, シス-3-ヘキサノール, シス-3-酢酸ヘキセニル, オクタナール) であった (Table 1)。主要香気成分を官能評価により9種類に分類した結果 (Oyama-Okubo and Tsuji, 2013), ならびに主要香気成分の割合と生花の官能評価により、86品種のチューリップはアニス (7品種), シトラス (21品種), フルーティ (14品種), グリーン (16品種), ハーバル (16品種), ハーバル・ハニー (1品種), ローズィ (2品種), スパイシー (7品種), ウッディ (2品種) に分類された (Table 2)。

前報でローズィ (バラ様の香り) に分類された品種に含まれていた2-フェニルエタノールやフェニルアセトアルデヒドが検出されなかった 'セザール・フランク' からは、強いバラ様の香りが感じられた。'セザール・フランク' の主要成分であるインドール (ジャスミンなどに含有, 希釈によりフローラルな香気) の影響が大きいと考えられる。

摘要

主要香気成分の割合と生花の官能評価により、86品種のチューリップをアニス (7品種), シトラス (21品種), フルーティ (14品種), グリーン (16品種), ハー

バル（16品種）、ハーバル・ハニー（1品種）、ローズイ（2品種）、スパイシー（7品種）、ウッディ（2品種）に分類した。

引用文献

van Scheepen J.(ed.). 1996. Classified list and international register of tulip names.

国重正昭. 2002. チューリップ・ブック. p.13-54. 八坂書房.

Oyama-Okubo, N. and T. Tsuji 2013. Classification and sensory evaluation of floral scent compounds in tulip cultivars. J.Japan. Soc.Hort.Sci. 82: 344-353.

Table 1. Composition ratios of floral scent compounds in Tulip cultivars (%).

| | Ad Rem | Advance | Albino | All Gold | Alice Allmade's Memory | Aster Nielsen | Ballade Dream | Ballade Gold | Ballade White | Ben van Zanten | Benizishi | Black Hero | Candy Prince | Canoba | Ceser Frank | Christmas red | Cum Laude | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|--------------|------|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | - * | - | - | - | 13.9 | - | 1.4 | 4.0 | - | 0.4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>d</i> -Limonene | 0.5 | - | - | - | 11.5 | 0.7 | - | - | - | - | - | 14.7 | - | - | - | 12.0 | - | - |
| Linalool | - | - | - | 25.9 | 15.2 | - | 0.3 | 0.2 | - | 0.1 | 36.3 | - | - | 0.2 | 2.0 | - | - | - |
| <i>trans</i> - β -Ocimene | 78.1 | 2.9 | - | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 2.3 | 4.0 | - | 43.2 | 0.3 | - | 0.8 | 10.7 | 11.4 | 43.3 | 18.5 | - |
| α -Pinene | 2.7 | 4.1 | 0.7 | - | 14.6 | 2.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| α -Terpineol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sesquiterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllene | 0.3 | 6.2 | 2.6 | 2.2 | 1.2 | 8.2 | 9.4 | 12.6 | 8.5 | 0.2 | 0.9 | 21.0 | - | 5.4 | - | 6.2 | 6.0 | - |
| α -Farnesene | - | 6.6 | - | - | - | 16.2 | 17.6 | 26.3 | 23.1 | - | - | - | - | - | 3.9 | - | - | - |
| Geranyl acetone | - | - | - | 6.0 | 2.8 | 6.8 | - | - | - | 5.4 | 2.6 | - | - | - | 1.2 | - | - | - |
| Germacrene D | - | - | - | 0.2 | - | 0.8 | - | 1.1 | 0.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| β -Ionone | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Benzenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acetophenone | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | - | 0.3 | 6.1 | - | - | - |
| Benzaldehyde | - | 1.0 | 1.1 | 4.5 | 2.8 | - | - | - | - | 0.2 | 2.8 | - | 1.4 | - | 0.9 | - | - | - |
| Benzyl alcohol | - | 2.4 | 0.9 | 8.6 | 4.1 | - | - | - | - | - | 2.8 | - | 17.8 | 0.6 | 4.2 | - | 0.3 | - |
| 3,5-Dimethoxytoluene | - | 0.7 | 0.4 | 0.4 | - | 0.7 | - | - | - | 35.8 | 0.2 | - | - | - | 0.9 | - | - | - |
| Methyl benzoate | - | - | 3.7 | 0.1 | - | - | 8.6 | 8.9 | 8.0 | 1.3 | - | - | 13.1 | 4.9 | 1.5 | 2.9 | 1.7 | - |
| Methyl salicylate | - | - | 33.8 | - | - | - | 12.9 | 21.5 | 15.4 | - | - | - | 55.8 | - | - | - | - | 8.7 |
| Phenylacetaldehyde | - | 3.5 | - | 3.0 | 1.1 | - | - | - | - | - | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2-Phenylethanol | - | - | 0.3 | 20.2 | 0.9 | - | - | - | - | 0.2 | 15.6 | - | - | - | - | - | - | - |
| Aliphatics | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decanal | 1.7 | 2.4 | 21.0 | 0.3 | - | 0.4 | - | - | - | - | 0.2 | 2.9 | 1.4 | - | 4.2 | - | 0.8 | - |
| 1-Hexanol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23.2 | - | - | - | - |
| 2-Hexenal | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 6.9 | 1.8 | - | 13.8 | 1.8 | 3.1 | - | - |
| <i>cis</i> -3-Hexenol | - | - | 1.5 | 3.1 | 0.6 | 15.7 | 4.1 | 7.6 | 4.8 | - | 0.4 | 27.4 | - | 9.7 | - | 13.5 | 3.2 | - |
| <i>cis</i> -3-Hexenyl acetate | 1.4 | 5.5 | 3.0 | 0.4 | - | 5.5 | 10.2 | 13.8 | 7.4 | 0.1 | 4.2 | 12.1 | 1.1 | 10.1 | - | 2.4 | 31.2 | - |
| Nonanal | 1.2 | 21.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | 0.7 | - | 8.8 | - | 2.8 | - |
| Octanal | 0.7 | 8.9 | 12.0 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | - | - | - | - | 0.3 | 11.7 | - | - | 4.5 | 1.4 | 3.7 | - |
| Indole | - | - | - | 0.1 | - | - | 0.9 | 0.8 | 0.9 | - | - | - | - | - | 20.7 | - | - | - |
| Others | 13.3 | 34.9 | 17.3 | 23.9 | 30.6 | 50.7 | 36.8 | 19.7 | 12.6 | 31.4 | 12.7 | 24.2 | 8.5 | 7.9 | 21.2 | 27.8 | 15.2 | 23.2 |

* - : Not detected.

(Continued)

| | Davenport | Dember | Dynasty | Esperance | Fantasy | Field Marshal | FireBird | Flaming Parrot | Fresco | Fringed Beauty | Fringed Elegance | Fujiyama | Gallant Lady | Gander's Rhapsody | Giuseppe Verdi | Golden Major | Golden niphetos | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|---------------------|-------------|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.2 | - | - | - | - | 6.9 | - | |
| <i>l</i> -Limonene | - | - | - | 1.2 | - | 2.4 | 0.2 | - | - | - | 2.8 | 1.1 | - | - | 0.9 | 6.9 | 0.2 | |
| Linalool | 0.6 | - | 0.3 | - | 25.2 | - | 48.3 | 2.1 | - | - | 11.5 | 1.1 | 6.5 | - | 1.3 | 0.2 | 16.2 | |
| <i>trans</i> - β -Ocimene | 77.3 | 26.9 | 0.7 | 0.5 | - | 1.1 | 0.4 | 8.7 | - | 73.0 | 0.4 | 0.3 | 41.2 | - | 1.6 | 1.3 | 60.5 | |
| α -Pinene | - | - | - | 14.8 | - | 3.3 | - | - | - | - | 4.8 | 6.2 | - | - | - | 0.2 | - | |
| α -Terpineol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 21.2 | - | |
| Sesquiterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllene | 0.6 | 3.5 | 11.6 | - | 8.1 | - | 7.1 | 4.8 | - | 0.1 | 1.2 | - | 11.1 | - | - | 6.2 | - | |
| α -Farnesene | 0.0 | - | 0.9 | - | - | 35.4 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 18.5 | 4.3 | |
| Geranyl acetone | - | - | - | - | 2.3 | 20.4 | - | - | - | - | - | - | 1.0 | - | - | - | - | |
| Germacrene D | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | |
| β -Ionone | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.3 | - | |
| Benzenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acetophenone | 2.7 | 0.5 | - | - | 4.0 | - | 0.2 | 21.1 | 1.0 | - | - | - | - | - | 1.4 | 0.5 | - | |
| Benzaldehyde | 0.1 | 1.5 | 1.2 | 0.3 | - | - | - | - | - | 3.2 | 7.3 | 1.5 | - | 1.5 | 0.5 | 3.2 | - | |
| Benzyl alcohol | - | 17.7 | 14.8 | 0.2 | - | 0.2 | - | - | - | 8.1 | 5.0 | 13.8 | - | - | 1.4 | 0.2 | - | |
| 3,5-Dimethoxytoluene | - | - | 0.3 | 0.4 | 52.6 | - | 0.4 | - | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | 0.1 | |
| Methyl benzoate | - | 5.9 | 5.9 | 20.0 | - | - | - | - | 2.3 | - | - | 3.1 | - | 8.2 | 2.7 | 0.4 | - | |
| Methyl salicylate | - | 24.7 | 9.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | 32.0 | - | 39.1 | - | - | - | |
| Phenylacetaldehyde | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 4.7 | 1.3 | - | - | - | - | - | |
| 2-Phenylethanol | - | 0.5 | 2.3 | 0.7 | - | - | - | - | - | 0.2 | 10.7 | 0.7 | - | - | - | - | - | |
| Aliphatics | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decanal | 0.0 | 1.8 | 0.2 | - | 0.6 | 0.7 | 0.9 | - | 2.4 | 0.2 | 3.3 | - | - | - | 11.2 | - | 0.3 | |
| 1-Hexanol | - | - | - | 0.2 | - | 0.3 | 0.8 | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | |
| 2-Hexenal | - | - | 0.3 | - | - | - | 3.3 | - | - | - | 10.7 | 0.4 | 1.8 | - | - | - | 0.1 | |
| <i>cis</i> -3-Hexenol | 0.4 | 5.4 | 7.5 | 9.9 | 0.3 | 12.4 | 1.1 | 29.9 | 9.4 | - | 1.3 | - | 1.8 | 21.5 | - | - | 0.4 | |
| <i>cis</i> -3-Hexenyl acetate | - | 1.5 | 14.1 | 14.2 | - | 7.8 | 7.8 | 8.9 | 41.9 | - | 2.9 | 0.6 | 0.7 | - | 0.6 | 3.0 | 3.4 | |
| Nonanal | - | - | 0.9 | - | - | - | - | - | - | 0.2 | 3.7 | - | - | 7.3 | 13.6 | 7.5 | - | |
| Octanal | 0.3 | 4.3 | 0.5 | - | 1.1 | 1.9 | 3.7 | 1.2 | - | 0.2 | 5.1 | - | 0.5 | 3.8 | 1.4 | 2.2 | 0.6 | |
| Indole | - | - | - | - | - | 0.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Others | 17.9 | 5.8 | 28.7 | 30.7 | 5.8 | 13.5 | 25.2 | 23.3 | 43.1 | 14.7 | 18.4 | 37.9 | 35.0 | 18.6 | 62.9 | 16.4 | 13.9 | |

(Continued)

| | Golden Oxford | Goltu | Hakutu | Harumaayo | Haruotome | Holland's Glorie | Hus tenbus | Ivory Florradale | Jewel of Spring | Jinstu | Juan | Kizerskoon | Lilac Perfection | Los Angeles | Mamasa | Modern Times | Monte Rosa |
|---------------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-----------|------------------|------------|------------------|-----------------|--------|------|------------|------------------|-------------|--------|--------------|------------|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | 14.0 | 0.6 | - | - | - | 7.1 | - | 12.1 | 5.0 | - | - | - | - | 5.4 | - | - | - |
| <i>l</i> -Limonene | 10.2 | 0.1 | - | 16.4 | 4.7 | 6.2 | - | 3.6 | 2.2 | 25.4 | 4.7 | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - |
| Linalool | 18.0 | 0.2 | - | - | - | 27.3 | - | 28.9 | 8.2 | - | 2.9 | - | - | - | 0.1 | - | 0.4 |
| <i>trans</i> - β -Ocimene | 0.4 | 0.1 | 10.6 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 4.3 | 0.4 | 0.1 | - | 5.4 | 80.5 | 0.5 | 65.2 | 51.7 | - | - |
| α -Pinene | 17.2 | - | - | - | - | 26.8 | - | 3.8 | 5.6 | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - |
| α -Terpineol | 4.2 | 0.2 | - | - | - | - | - | 2.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sesquiterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllene | 1.8 | 0.4 | 0.8 | - | - | 2.1 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 3.4 | 0.9 | - | - | - | 1.0 | - | 2.4 |
| α -Farnesene | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.6 | 46.7 | 0.3 | 5.9 | - | - |
| Geranyl acetone | 3.8 | - | - | - | - | - | - | 1.3 | 0.1 | - | 11.8 | - | - | 4.0 | - | - | - |
| Germacrene D | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| β -Ionone | - | 1.1 | - | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Benzenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acetophenone | - | 0.1 | 2.7 | 1.5 | - | - | 1.5 | 0.9 | - | - | 4.3 | - | - | 0.4 | - | - | - |
| Benzaldehyde | - | 0.8 | 11.4 | - | - | - | 5.4 | 2.4 | 6.0 | - | 0.9 | 0.1 | - | - | - | 16.5 | - |
| Benzyl alcohol | 3.8 | 0.3 | 0.3 | - | 0.5 | - | 54.4 | 0.8 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | 6.8 | 0.4 |
| 3,5-Dimethoxytoluene | - | 77.0 | 49.6 | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | - | 3.7 | - | - | 0.7 | 12.8 |
| Methyl benzoate | - | 0.1 | 2.5 | 3.8 | 3.6 | - | 1.4 | - | - | - | 8.4 | - | 0.7 | - | 0.1 | 0.2 | - |
| Methyl salicylate | - | - | - | - | 34.9 | - | 0.4 | - | - | 18.9 | - | - | - | - | - | - | - |
| Phenylacetaldehyde | 1.4 | 0.3 | 0.9 | - | - | - | - | 2.2 | 4.2 | - | - | - | - | - | - | 2.6 | - |
| 2-Phenylethanol | 2.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | 9.9 | 10.9 | - | - | - | - | - | - | 1.3 | 17.8 |
| Aliphatics | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decanal | 0.3 | - | - | 6.6 | 7.5 | 0.8 | - | 2.5 | 2.2 | - | 8.7 | 0.2 | - | - | 6.3 | 22.3 | 1.1 |
| 1-Hexanol | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | 17.0 |
| 2-Hexenal | 5.5 | 0.1 | 4.2 | 11.8 | - | 3.3 | 2.5 | 7.3 | 12.4 | - | 19.3 | - | 1.3 | - | - | - | 7.3 |
| <i>cis</i> -3-Hexenol | 0.5 | - | 4.3 | 15.4 | 9.0 | 3.0 | 4.5 | - | 2.1 | 11.9 | 6.2 | 0.3 | 1.7 | 5.3 | 0.9 | 1.3 | - |
| <i>cis</i> -3-Hexenyl acetate | 3.2 | 2.1 | 0.7 | 2.6 | 1.5 | 0.6 | 1.3 | 2.0 | 5.1 | 20.7 | 2.8 | 2.7 | 16.7 | 3.3 | 0.8 | 4.9 | 3.4 |
| Nonanal | 0.9 | - | - | 8.1 | 2.7 | 2.3 | 9.4 | 4.5 | 4.0 | - | 4.8 | - | - | 7.6 | - | 2.3 | - |
| Octanal | 1.1 | - | 0.8 | 8.6 | 23.9 | 2.0 | - | 3.5 | 5.1 | 1.6 | 5.8 | 0.1 | 0.2 | 2.4 | 3.9 | 18.2 | 3.4 |
| Indole | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | - | 0.1 | 1.1 | - | - | - | - |
| Others | 11.2 | 15.9 | 11.3 | 24.5 | 10.9 | 17.5 | 13.8 | 9.9 | 20.8 | 18.1 | 13.3 | 14.4 | 27.3 | 10.1 | 25.4 | 22.9 | 34.0 |

(Continued)

| | Royal Elegance | Ruby Prince | Salmon Prince | Samba | Sane | Sanshimai | Shakespeare | Shirozakkin | Shiun | Spring | Sunny Prince | Vivex | Wataboshi | White Marvel | Yellow Crown ¹ | Yellow Purissima | Zampa |
|---------------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------|-------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | 5.4 | 9.3 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | 6.0 | 1.5 | 0.6 | - | - | 12.3 | - | - |
| <i>d</i> -Limonene | 2.0 | 2.7 | 1.0 | - | 0.5 | 6.1 | - | 2.0 | 7.9 | 3.4 | 0.7 | 0.1 | - | - | 6.8 | 0.7 | - |
| Linalool | 10.9 | 1.3 | 0.6 | 15.2 | 68.7 | - | 3.2 | - | - | 0.2 | - | - | - | - | 0.4 | 0.3 | 6.7 |
| <i>trans</i> - β -Ocimene | 0.5 | 1.1 | 0.4 | 15.6 | 0.5 | - | - | - | - | 57.0 | 1.1 | 71.5 | 0.3 | - | 49.6 | - | - |
| α -Pinene | 7.8 | 5.0 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | 8.8 | - | 0.1 | - | - | 5.4 | - | - |
| α -Terpineol | - | 2.7 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | 2.5 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| Sesquiterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllene | 2.6 | 3.6 | 0.4 | - | 2.7 | 13.4 | - | - | 3.7 | 0.1 | - | 1.5 | 3.0 | 38.7 | 1.2 | - | - |
| α -Farnesene | - | 1.5 | - | - | 0.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Geranyl acetone | - | 20.3 | - | - | 3.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.3 | - | - |
| Germacrene D | - | 3.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 29.4 |
| β -Ionone | - | - | 18.1 | - | 3.0 | - | - | - | - | - | 14.8 | - | - | - | - | - | - |
| Benzenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acetophenone | - | 1.6 | 0.2 | 4.9 | - | - | 6.2 | - | - | - | - | 0.6 | - | - | 1.4 | 1.2 | 8.6 |
| Benzaldehyde | 4.8 | - | 1.0 | - | - | - | 2.6 | - | - | - | - | - | 3.4 | - | 2.3 | 10.3 | - |
| Benzyl alcohol | 6.3 | - | 4.4 | 6.8 | - | 2.0 | 12.9 | - | - | - | 3.0 | 0.4 | 1.0 | - | 0.9 | 1.3 | 2.5 |
| 3,5-Dimethoxytoluene | - | 1.1 | 0.5 | - | 0.1 | - | - | - | 0.4 | - | - | - | 30.7 | - | - | 44.9 | - |
| Methyl benzoate | - | - | 5.0 | 18.7 | - | 5.9 | 3.9 | - | - | - | 8.5 | - | 7.1 | - | 0.6 | 4.2 | - |
| Methyl salicylate | - | - | 16.8 | - | - | 6.1 | - | - | - | - | 34.6 | - | 0.7 | 35.6 | - | 2.6 | - |
| Phenylacetaldehyde | 3.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 1.4 | - | - |
| 2-Phenylethanol | 10.0 | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.8 | 1.3 | - |
| Aliphatics | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decanal | 1.1 | - | 2.6 | 11.8 | - | 11.3 | - | - | 3.8 | 1.3 | 2.0 | 6.0 | 0.8 | - | - | - | - |
| 1-Hexanol | - | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | 0.9 | - | - | 1.6 | - | - | 1.9 | - |
| 2-Hexenal | 6.8 | - | - | - | - | - | 2.3 | 1.5 | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - |
| <i>cis</i> -3-Hexenol | 1.9 | - | 3.9 | - | - | 23.1 | 11.5 | 41.1 | 55.9 | - | 2.9 | - | 15.3 | - | 2.8 | 8.8 | 26.7 |
| <i>cis</i> -3-Hexenyl acetate | 9.0 | 4.3 | 8.8 | 25.8 | - | 5.9 | - | 8.4 | 1.5 | 0.5 | 2.9 | 2.0 | 19.1 | - | - | 4.5 | - |
| Nonanal | 1.4 | 4.2 | - | - | 0.1 | 6.8 | - | - | - | 2.1 | 0.7 | 2.5 | - | - | - | - | - |
| Octanal | - | 0.4 | 1.5 | - | - | 6.7 | - | 1.0 | 15.7 | 0.6 | 1.7 | 1.3 | 0.5 | - | - | 3.3 | - |
| Indole | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.2 | - | - | - | 2.4 |
| Others | 26.5 | 37.3 | 28.5 | 1.2 | 20.2 | 12.6 | 59.6 | 45.2 | 9.7 | 16.7 | 25.8 | 13.2 | 15.8 | 25.7 | 11.8 | 14.8 | 23.6 |

Table 2. Classification of tulip cultivars by floral scent including cultivars analyzed in N. Oyama-Okubo and T.Tsuji (2013).

| | Cultivar name | (日本語) |
|------------------------|-------------------|----------------|
| Anis アニス | Candy Prince | キャンディプリンス |
| | Dember | デンバー |
| | Esperance | エスペランス |
| | Fujiyama | フジヤマ |
| | Gander's Rhapsody | ガンダースラプソディ |
| | Harutenshi* | 春天使* |
| | Hus tenbus | ハウステンボス |
| | Purple Prince | パープルプリンス |
| | Tender Beauty* | テンダービューティ* |
| | Upstar* | アップスター* |
| | Yukitsubo* | 雪壺* |
| | Yumenomurasaki* | 夢の紫* |
| | Citrus シトラス | Advance |
| Albino | | アルビノ |
| All Gold | | オールゴールド |
| Apricot Beauty* | | アプリコットビューティ* |
| Arie Alkemade's Memory | | アリーアルケメイドメモリー |
| Aster Nielsen | | アスターニールセン |
| Barbados* | | バルバドス* |
| Bellona* | | ベロナ* |
| Beniyutaka* | | 紅豊* |
| Benizishi | | 紅獅子 |
| FireBird | | ファイアーバード |
| Fringed Elegance | | フリンジドエレガンス |
| Giuseppe Verdi | | ジュゼッペ・ベルディ |
| Golden Apeldoorn* | | ゴールドデンアペルトン* |
| Golden Major | | ゴールドデンメジャー |
| Golden niphetos | | ゴールドデンニオヘトス |
| Golden Oxford | | ゴールドデンオックスフォード |
| Holland's Glorie | | ホランドグロリー |
| Ivory Florradale | | アイボリーフロラダール |
| Lady Margot* | | レディマーゴット* |
| Modern Times | | モダンタイムス |
| Olympic gold | | オリンピックゴールド |
| Oxford | | オックスフォード |
| Oxford's Elite | | オックスフォードエリート |
| Paul Richter | | ポールリッチャー |
| Red Emperor | | レッドエンペラー |
| Royal Elegance | | ロイヤルエレガンス |

*N. Oyama-Okubo and T.Tsuji (2013)

(Continued)

| | Cultivar name | (日本語) |
|-----------------------|------------------|---------------|
| Fruity フルーティ | Ballade | バラード |
| | Ballade Dream | バラードドリーム |
| | Ballade Gold | バラードゴールド |
| | Ballade White | バラードホワイト |
| | Ballerina* | バレリーナ* |
| | Benizukin* | 紅ずきん* |
| | Desire* | デザイア* |
| | Fantasy | ファンタジー |
| | Field Marshal | フィールドマーシャル |
| | General de Wet* | ゼネラルデウェット* |
| | Jewel of Spring | ジュエルオブスプリング |
| | Juan | ジュアン |
| | Koki* | 紅輝* |
| Green グリーン | Lilac Perfection | ライラックパーフェクション |
| | Murasakizuisho* | 紫水晶* |
| | Ruby Prince | ルビープリンス |
| | Salmon Prince | サーモンプリンス |
| | Samba | サンバ |
| | Sane | サネ |
| | Sunny Prince | サニープリンス |
| | Angelique* | アンジェリケ* |
| | Black Hero | ブラックヒーロー |
| | Canoba | カノバ |
| | Cum Laude | カムラウデ |
| | Dynasty | ダイナスティ |
| | Flaming Parrot | フレミングパロット |
| Fresco | フレスコ | |
| Goromaru* | 五郎丸* | |
| Harumanyo | 春万葉 | |
| Jinstu | 神通 | |
| Mount Erbus | マントエルバス | |
| Mrs. John T. Sheepers | ミセスジョンティーシーパーズ | |
| Orange Favourite | オレンジフェイバレイト | |
| Orange Princess* | オレンジプリンセス* | |
| Orange Queen* | オレンジクイーン* | |
| Pink Diamond* | ピンクダイヤモンド* | |
| Pretty Woman* | プリティウーマン* | |
| Sanshimai | 三姉妹 | |
| Shakespeare | シェイクスピア | |

(Continued)

| | Cultivar name | (日本語) |
|----------------|--------------------|-------------|
| Green グリーン | Shirozukin | 白ずきん |
| | Shiun | 紫雲 |
| | Zampa | ザンパ |
| Herbal ハーバル | Ad Rem | アドレム |
| | Carnival de Rio* | カーニバルデリオ* |
| | Christmas red | クリスマスレッド |
| | Davenport | ダベンポート |
| | Finola* | フィノーラ* |
| | Fringed Beauty | フリンジドビューティ |
| | Gallant Lady | ギャラントレイディ |
| | Haruotome | 春乙女 |
| | Kizerskroon | カイザースクローン |
| | Koiakane* | 恋茜* |
| | Largo* | ラルゴ* |
| | Leen van der Mark* | レーンバンデルマーク* |
| | Los Angeles | ロサンゼルス |
| | Magier* | マギール* |
| | Mamasa | ママサ |
| | Nausicao | ナウシカオ |
| | Niphetos | ニオヘトス |
| | Orange Bouquet* | オレンジブーケ* |
| | Otome | オトメ |
| | Prince of Nippon* | プリンスオブニッポン* |
| | Princepa | プリンセパ |
| | Shirayukihime* | 白雪姫* |
| | Spring | スプリング |
| | Usugesho* | 薄化粧* |
| | Vivex | ビベックス |
| | Wisteria Maid* | ウイステリアメイド* |
| | Yellow Crown | イエロークラウン |

(Continued)

| | Cultivar name | (日本語) |
|----------------------------------|------------------|-----------|
| Herbal- honey ハーバル・ ハニー | Monsella* | モンセラ* |
| | Monte Carlo* | モンテカルロ* |
| | Nagoriyuki | なごり雪 |
| Rosy ローズィ | Viking* | バイキング* |
| | Ceser Frank | セザールフランク |
| | Diana* | ダイアナ* |
| Spicy スパイシー | Monte Rosa | モンテローザ |
| | Montreux* | モントルー* |
| | Arisa | ありさ |
| | Ben van Zanten | ベンバンザンテン |
| | Capri* | カプリ* |
| | Goltu | ゴルト |
| | Hakuun* | 白雲* |
| | Harunoawayuki* | 春のあわゆき* |
| | Harunohimatsuri* | 春のひまつり* |
| | Hatsuzakura* | 初桜* |
| | Jan van Nes* | ヤンファンネス* |
| | Kikomachi* | 黄小町* |
| | Merry Widow* | メリーウィドウ* |
| Purissima | ピュリッシマ | |
| Rose Beauty | ローズビューティ | |
| Sakura* | サクラ* | |
| Strong Gold* | ストロングゴールド* | |
| Wataboshi | 綿帽子 | |
| Wedding viel* | ウエディングベール* | |
| Yellow Purissima | イエローピュリッシマ | |
| Woody ウッドィ | Ile de France* | イルデフランス* |
| | Queen of night | クイーンオブナイト |
| | Tonami City* | トナミシティ* |
| | White Marvel | ホワイトマーベル |