# Analysis and Classification of Floral Scent of Tulip Cultivars.

**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撹拌子）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 μm）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℃ ·$min^{-1}$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℃ ·$S^{-1}$ 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℃ ·$min^{-1}$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·$min^{-1}$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），ローズィ（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 | Arie Alkemade's Memory | Aster Nielsen | Ballade | 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 | – | – | – | – | – | – | – |
| *d*-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 | – | – |
| *trans*-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** | **17.9** | **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 | 5.8 | 8.0 | 1.3 | – | – | **13.1** | 4.9 | 1.5 | 2.9 | 1.7 |
| Methyl salicylate | – | – | **33.8** | – | – | – | **12.9** | **21.5** | **11.3** | **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 | – |
| *cis*-3-Hexenol | – | – | 1.5 | 3.1 | 0.6 | **15.7** | 4.1 | 5.6 | 7.6 | 4.8 | – | 0.4 | **27.4** | – | 9.7 | – | **13.5** | 3.2 |
| *cis*-3-Hexenyl acetate | 1.4 | 5.5 | 3.0 | 0.4 | – | 5.5 | **10.2** | **12.3** | **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 | 0.6 | 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 | – |
| *d*-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** |
| *trans*-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 |
| *cis*-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 |
| *cis*-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 | Hakuun | Harumanyo | Haruotome | Holland's Glorie | Hus tenbus | Ivory Florradale | Jewl of Spring | Jinstu | Juan | Kizerskroon | Lilac Perfection | Los Angeles | Mamasa | Modern Times | Monte Rosa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | **14.0** | 0.6 | – | – | – | 7.1 | – | **12.1** | 5.0 | – | – | – | – | 5.4 | – | – | – |
| *d*-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 |
| *trans*-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 |
| *cis*-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 | – |
| *cis*-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)

| | Mount Erbus | Mrs.John T.Sheepers | Nagoriyuki | Nausicao | Niphetos | Olympic gold | Orange Favourite | Otome | Oxford | Oxford's Elite | Paul Richter | Princepa | Purissima | Purple Prince | Queen of night | Red Emperor | Rose Beauty |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | – | – | **11.1** | – | – | **29.0** | 7.0 | – | **12.3** | **13.9** | – | 6.5 | – | – | – | – | – |
| *d*-Limonene | – | – | 9.2 | – | – | **10.3** | 9.6 | 2.1 | **10.6** | **10.9** | 1.9 | **30.1** | – | – | – | 7.9 | – |
| Linalool | – | – | 0.5 | 0.1 | 9.7 | **23.0** | – | – | **14.5** | **15.8** | **27.8** | – | – | – | – | – | – |
| *trans*-β-Ocimene | **13.0** | – | 0.2 | **90.9** | **60.8** | 0.4 | 1.7 | **43.0** | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 1.1 | – | 1.3 | – | – | – |
| α-Pinene | – | – | 0.3 | – | – | 9.0 | 0.9 | 0.6 | **31.1** | **17.6** | **15.4** | – | – | – | – | – | – |
| α-Terpineol | – | – | **12.9** | – | – | 5.6 | 0.9 | – | – | 5.2 | – | – | – | – | – | – | – |
| Sesquiterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caryophyllene | 3.5 | – | 6.2 | 0.2 | 0.4 | 3.3 | 0.5 | 1.4 | 1.0 | 1.3 | 2.8 | – | – | – | **13.6** | – | – |
| α-Farnesene | – | **13.0** | **13.5** | – | **10.0** | – | 0.3 | – | – | – | – | – | – | – | 7.1 | – | 0.4 |
| Geranyl acetone | – | 8.9 | – | – | 2.0 | – | 4.0 | – | – | – | 9.3 | 2.4 | – | – | – | 8.9 | – |
| Germacrene D | 1.1 | – | – | – | 0.1 | – | 0.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| β-Ionone | – | – | – | – | – | – | 3.4 | – | – | – | 0.1 | – | – | – | – | – | – |
| Benzenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acetophenone | – | **11.3** | – | 2.1 | – | – | – | 1.7 | – | – | – | **11.5** | – | – | 8.5 | 1.8 | – |
| Benzaldehyde | – | – | 5.0 | – | – | – | 1.2 | 1.4 | 2.3 | 4.1 | – | 1.1 | 8.8 | – | – | – | 0.5 |
| Benzyl alcohol | – | – | 1.4 | – | – | – | 17.7 | – | 0.9 | 4.7 | 0.2 | – | 2.2 | **23.7** | – | – | 5.9 |
| 3,5-Dimethoxytoluene | – | – | – | – | 0.6 | – | 0.2 | – | – | – | 0.2 | – | **32.2** | – | – | – | **26.3** |
| Methyl benzoate | 7.6 | – | 0.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | 0.7 | 4.6 | 6.7 | 4.4 | – | **10.1** |
| Methyl salicylate | **10.3** | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 8.3 | **22.0** | – | – | **27.1** |
| Phenylacetaldehyde | – | – | **10.4** | – | – | – | – | – | 0.4 | 1.5 | – | – | – | – | – | – | – |
| 2-Phenylethanol | – | – | **22.4** | – | – | – | 1.2 | – | 1.0 | 1.9 | – | – | 1.4 | – | 1.8 | – | – |
| Aliphatics | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Decanal | – | 0.7 | 0.7 | – | 0.2 | 0.8 | – | 3.7 | 0.2 | – | – | 2.8 | – | – | 4.9 | 9.4 | – |
| 1-Hexanol | – | – | – | – | – | – | **14.8** | – | – | 0.6 | – | – | 1.1 | 0.9 | 4.4 | – | – |
| 2-Hexenal | – | – | – | – | – | 1.3 | – | 2.6 | 4.6 | 5.4 | 2.1 | – | 5.4 | – | – | 9.2 | – |
| *cis*-3-Hexenol | **14.0** | **42.3** | 0.2 | – | 1.0 | – | **11.0** | 7.2 | 0.4 | 0.4 | 1.1 | – | 8.6 | **32.4** | – | 4.6 | 5.2 |
| *cis*-3-Hexenyl acetate | **9.9** | – | 0.3 | – | 1.2 | 1.3 | 6.1 | 3.0 | 2.9 | 3.0 | **10.1** | – | 3.9 | 8.7 | – | 8.5 | 0.2 |
| Nonanal | – | 1.3 | 1.4 | – | – | 2.9 | 0.4 | 4.6 | 0.6 | 0.8 | – | **10.3** | 1.5 | – | 8.1 | **12.5** | 0.2 |
| Octanal | – | 0.8 | 0.3 | – | 0.6 | 1.7 | 0.3 | 2.9 | 0.9 | 1.1 | 0.5 | – | 5.3 | – | **26.1** | **17.0** | – |
| Indole | – | – | 0.4 | – | 0.1 | – | 5.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Others | 40.6 | 21.8 | 3.4 | 6.6 | 13.3 | 11.5 | 13.4 | 25.9 | 16.2 | 11.7 | 27.8 | 33.6 | 16.8 | 4.3 | 21.2 | 20.3 | 24.2 |

(Continued)

| | Royal Elegance | Ruby Prince | Salmon Prince | Samba | Sane | Sanshimai | Shakespeare | Shirozukin | Shiun | Spring | Sunny Prince | Vivex | Wataboshi | White Marvel | Yellow Crown' | Yellow Purissima | Zampa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monoterpenoid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eucalyptol | 5.4 | 9.3 | 3.7 | – | – | – | – | – | – | 6.0 | 1.5 | 0.6 | – | – | **12.3** | – | – |
| *d*-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 |
| *trans*-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 | – | – | – | – |
| *cis*-3-Hexenol | 1.9 | – | 3.9 | – | – | **23.1** | **11.5** | **41.1** | **55.9** | – | 2.9 | – | **15.3** | – | 2.8 | 8.8 | **26.7** |
| *cis*-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 | アドバンス |
| | 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* | ゴールデンアペルトン* |
| | Golden Major | ゴールデンメジャー |
| | Golden niphetos | ゴールデンニオヘトス |
| | Golden Oxford | ゴールデンオックスフォード |
| | Holland's Glorie | ホランドグローリー |
| | Ivory Florradale | アイボリーフロラデール |
| | 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* |
| | Jewl of Spring | ジュエルオブスプリング |
| | Juan | ジュアン |
| | Koki* | 紅輝* |
| | 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 |
| Green グリーン | 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 | フレミングパーロット |
| | 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ス |
| | 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 | ギャランドレイディ |
| | 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* | ウィステリアメイド* |
| | 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 |
| | Viking* | バイキング* |
| Rosy ローズィ | Ceser Frank | セザールフランク |
| | Diana* | ダイアナ* |
| | Monte Rosa | モンテローザ |
| | Montreux* | モントルー* |
| Spicy スパイシー | Arisa | ありさ |
| | Ben van Zanten | ベンバンザンテン |
| | Capri* | カプリ* |
| | Goltu | ゴルツ |
| | 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* | メリーウィドー* |
| | 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 ウッディ | Ile de France* | イルデフランス* |
| | Queen of night | クイーンオブナイト |
| | Tonami City* | トナミシティー* |
| | White Marvel | ホワイトマーベル |