

研究資料

チューリップ切り花における発散香気成分の
分析と官能評価岸本久太郎・池川誠司*・山川美樹*
渡邊祐輔**・大久保直美

(平成29年7月28日受理)

Analysis and Sensory Evaluation of Emitted Scent Compounds from
Tulip Cut FlowersKyutaro Kishimoto, Seiji Ikegawa, Miki Yamakawa, Yusuke Watanabe and Naomi
Oyama-Okubo

I 緒言

チューリップ (*Tulipa gesneriana* L.) の花から発散される香気成分は180種類以上が知られ、香気成分の組成も多様である (Oyama-Okubo and Tsuji, 2013; 大久保・辻, 2015)。チューリップの香りの官能評価結果から、好まれる傾向にある品種や香気成分が見出されているが、一方で多くのチューリップ品種は、微香のように見受けられる (大久保, 2015; 岸本ら, 2016)。また、チューリップの香気成分発散量は花齢の進行や温度条件に伴い大きく変化する (岸本・大久保, 2015)。

本研究では、官能的な香りの強さや特徴が異なると考えられるチューリップ21品種を用いて、花の香りの有無を判別するための参考指標となる香気成分発散量、好まれる香気成分組成、および香りの表現によく用いられる単語の特定を試みた。

本研究を行うにあたり、新潟県花き球根振興協議会豊島正生会長、古谷治郎氏、富山県花卉球根農業協同組合水越久男常務理事、(公財) 砺波市花と緑と文化の財団チューリップ四季彩館構富士雄館長、三上亜紀代管理係主任、他担当者、新潟県農林水産部食品・流通課五十嵐祐一主査、遠藤裕係長、波多栄子主任、富山県農林水産

総合技術センター園芸研究所島嘉輝副主幹研究員、他担当者、フラワーウェーブ新潟2017実行委員会、砺波市役所の担当者には多大な業務支援をいただいた。ここに記して感謝の意を表じる。

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「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) により実施した。

II 材料および方法

1 植物材料

チューリップ (*T. gesneriana* L.) 品種‘バレリーナ’(3-E)、『タイムレス』、『サネ』(1-C, 2-A, 2-E, および3-F)、『シュガーラブ』, および‘レディーマーゴット’は(図-1), 新潟県内のチューリップ生産者によって栽培されたものを試験の4~7日前に収穫し、試験前日まで水道水に生けて、5°Cで保管した。‘クンフー’, ‘バレリーナ(1-A, 1-G, および2-D)’, ‘春’, ‘ベロナ’, および‘モンテカルロ’は(図-1), 市場の仲卸を介して試験の2日前に購入し、試験前日まで水道水に生けて、10°Cで保管した。‘イエローマ

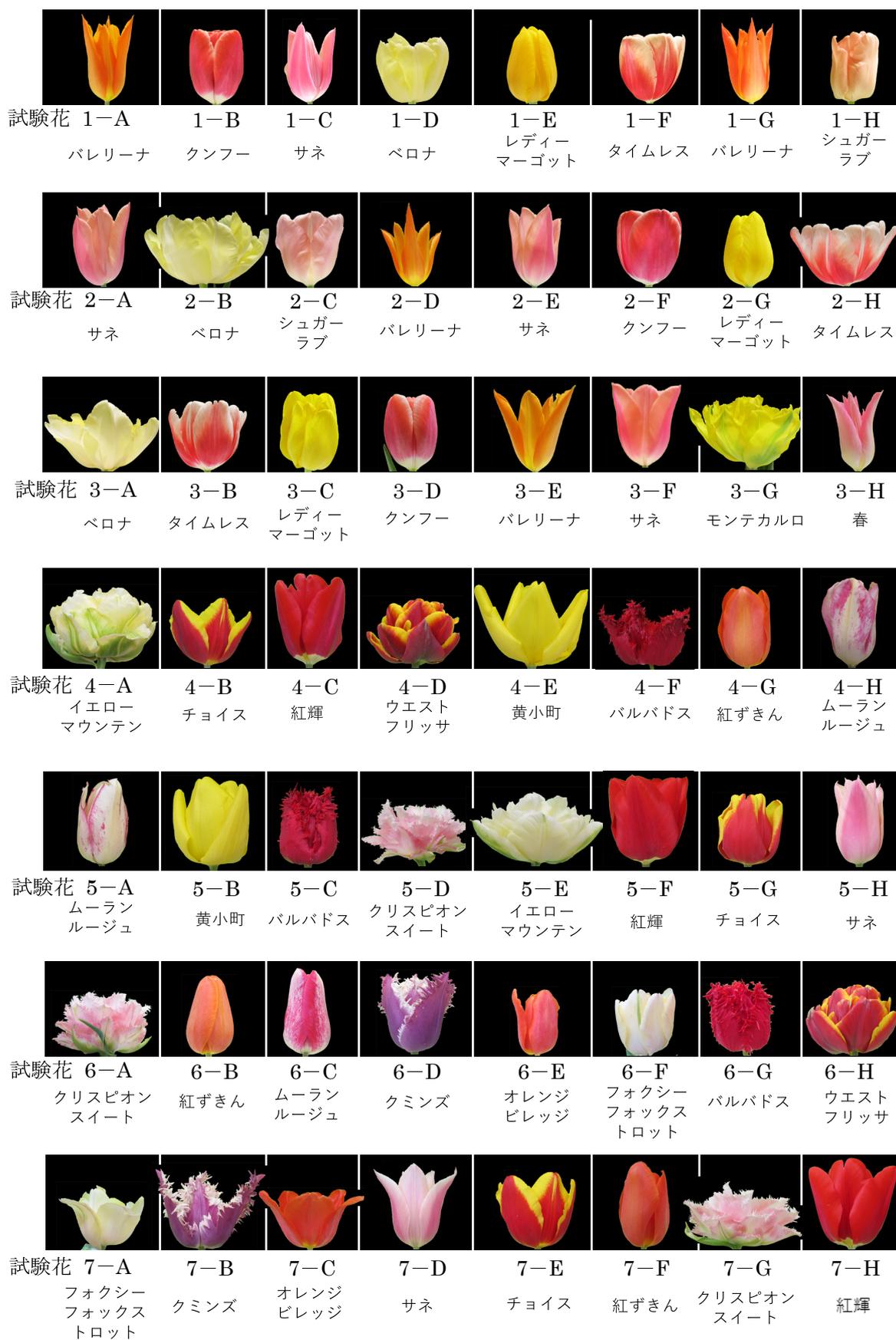


図-1 試験花

数字は表-1の試験区の番号に対応。アルファベットは官能評価時の配置順。

表-1 官能評価実施環境

	試験区 1	試験区 2	試験区 3	試験区 4	試験区 5	試験区 6	試験区 7
日付	2017年2月17日	2017年2月18日	2017年2月19日	2017年4月24日	2017年4月25日	2017年4月26日	2017年4月27日
場所	フラワーウェーブ 新潟 2017 会場 新潟日報 メディアシップ 日報ホール	フラワーウェーブ 新潟 2017 会場 新潟日報 メディアシップ 日報ホール	フラワーウェーブ 新潟 2017 会場 新潟日報 メディアシップ 日報ホール	2017 となみ チューリップフェア 会場 砺波チューリップ 公園 四季彩館	2017 となみ チューリップフェア 会場 砺波チューリップ 公園 四季彩館	2017 となみ チューリップフェア 会場 砺波チューリップ 公園 四季彩館	2017 となみ チューリップフェア 会場 砺波チューリップ 公園 四季彩館
気温	18-20℃	17-21℃	17-20℃	18-21℃	18-20℃	17-18℃	18-19℃
湿度	44-47%	44-48%	40-42%	52-55%	54-56%	67-75%	55-64%

ウンテン’, ‘ウエストフリッサ’, ‘オレンジビレッジ’, ‘黄小町’, ‘クミンズ’, ‘クリスピオンスイート’, ‘チョイス’ (5-Gと7-E), ‘紅輝’, ‘バルバドス’, および ‘紅ずきん’ は (図-1), 富山県砺波市の富山県農林水産総合技術センター園芸研究所で栽培されたものを試験の1~4日前に収穫し, 試験前日まで水道水に生けて, 2あるいは10°Cで保管した. ‘サネ’(5-Hと7-D), ‘チョイス’(4-B), ‘ムーランルージュ’, および ‘フォクシーフォックスロット’ は (図-1), 茨城県つくば市の農研機構藤本地区野菜花き研究部門で栽培されたものを試験の5~10日前に収穫し, 試験前日まで水道水に生けて, 2あるいは10°Cで保管した.

2 香りの官能評価

香りの官能評価試験は, 2017年2月から4月にかけて新潟あるいは富山のイベント会場にて計7回実施した (表-1). 花柄長16cmのチューリップ切り花を水道水の入った高さ15cmのガラス瓶に生けたものを試験花とした (図-2). 各試験会場に長さ約2mの長机を2台縦列し, その上にアルファベットでラベルした



図-2 試験花と官能評価試験の様子

試験花をAからHまで試験開始の1時間前までに一列に配置した. 各試験区の試験花の品種名と配置順を図-1に示す.

官能評価試験を午前9時に開始し, 午後2時までまでに終了した. 試験中の気温と相対湿度の変動幅を表-1に示す. イベント会場来場者の中で試験の参加に同意した人を被験者とした. 被験者に, 自身が該当する性別と年齢層を選択するよう指示した後, 実験試料の匂いをアルファベット順に嗅ぎながら官能的な香りの強さを4段階 (1よく香る, 2香る, 3あまり香らない, 4香らない) で, 香りの嗜好を3段階 (1好き, 2好きでも嫌いでもない, 3嫌い) で評価するよう指示した (図-2). また, 可能ならば香りの印象を記載するように指示した (図-2).

香りの印象を記載する欄から, 5%以上の回答者に共通して使用された単語を抽出した. 「花らしくない香り」や「好きじゃない香り」等の記載のように単語 (この場合「花」・「好き」) の後にそれを否定する表現がある場

2017となみチューリップフェア 香りのアンケート

当てはまる項目を○で囲んでください

1. 男性	2. 女性	
1. 0-19歳	2. 20-29歳	3. 30-39歳
4. 40-49歳	5. 50-59歳	6. 60歳以上

A 香りの質はどうでしたか? 1. 好き 2. 好きでも嫌いでもない 3. 嫌い
 の 香りの強さはどうでしたか? 1. よく香る 2. 香る 3. あまり香らない 4. 香らない
 花 香りをどのように感じましたか? (答えられればお願いします)

B 香りの質はどうでしたか? 1. 好き 2. 好きでも嫌いでもない 3. 嫌い
 の 香りの強さはどうでしたか? 1. よく香る 2. 香る 3. あまり香らない 4. 香らない
 花 香りをどのように感じましたか? (答えられればお願いします) 果物の香り

C 香りの質はどうでしたか? 1. 好き 2. 好きでも嫌いでもない 3. 嫌い
 の 香りの強さはどうでしたか? 1. よく香る 2. 香る 3. あまり香らない 4. 香らない
 花 香りをどのように感じましたか? (答えられればお願いします)

D 香りの質はどうでしたか? 1. 好き 2. 好きでも嫌いでもない 3. 嫌い
 の 香りの強さはどうでしたか? 1. よく香る 2. 香る 3. あまり香らない 4. 香らない
 花 香りをどのように感じましたか? (答えられればお願いします) 青臭い

↓
以下、同様な質問がHの花 (計8花) までつく

図-3 回答様式と回答例

表-2 被験者の構成(人)

年齢	試験区1			試験区2			試験区3			試験区4			試験区5			試験区6			試験区7			全男性 (%)	全女性 (%)	全被験者 (%)
	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計			
0-19	0	1	1	1	9	10	3	6	9	5	20	25	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	3	4
20-29	0	1	1	1	5	6	0	5	5	5	19	24	5	21	26	1	12	13	6	15	21	2	7	8
30-39	1	4	5	1	11	12	3	5	8	11	15	26	6	7	13	2	11	13	8	7	15	3	5	8
40-49	3	10	13	7	16	23	4	13	17	10	31	41	6	13	19	5	13	18	5	15	20	3	10	13
50-59	2	9	11	6	21	27	5	11	16	12	35	47	11	21	32	11	20	31	8	18	26	5	12	17
60以上	6	26	32	23	87	110	8	77	85	33	80	113	28	58	86	16	58	74	23	46	69	12	38	50
計	12	51	63	39	149	188	23	117	140	76	200	276	56	120	176	35	116	151	50	101	151	25	75	100

合は、異なる単語として分類した。一方、「果物のような香り」と「フルーティーな香り」の様に、一方を和訳すると同一の単語に置き換えられる場合は、同一単語として分類し、「果物・フルーティー」のように併記した。

3 発散香気成分の分析

発散香気成分を、動的ヘッドスペース法 (Oyama-Okubo et al., 2005) で採取した。香気成分採取は官能評価の直後に同試験会場で行った。切り花をテドラーバッグ (1 L サイズ; GL Science) で包み、メンディングテープで密封した後、エアポンプと流量計を用いて、活性炭を通して濾過された空気が 500 mL min^{-1} の流速でテドラーバッグ内を通過するように調整した。テドラーバッグ内を通過した揮発成分を、Tenax TA チューブによって1時間採取した (180 mg; Gerstel Inc.)。

採取した揮発成分をガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS Agilent 5975C; Agilent Technologies) により分析した (Oyama-Okubo et al., 2005)。TDS2 の昇温設定は $60^\circ \text{C min}^{-1}$ とし、初期温度 30°C 、最終温度 250°C 、最終温度の維持は 10 min とした。冷却注入シス

テム (CIS; Gerstel Inc.) のクライオフォーカシングは -100°C とした。CIS はスプリットレスモード、昇温設定は 12°C s^{-1} 、および最終温度は 300°C とした。カラムは DB-WAX (Agilent 122-7032, 長さ 30 m, 内径 0.25 mm , 膜厚 $0.25 \mu\text{m}$; Agilent Technologies) を使用した。キャリアガスはヘリウムを用い、流速は 1.0 mL min^{-1} とした。温度設定は初期温度 40°C を 2 min 維持した後、昇温設定 $5^\circ \text{C min}^{-1}$ 、最終温度 250°C 、最終温度の維持は 5 min とした。四重極温度は 150°C 、インターフェイス温度とイオン源温度は 250°C とした。イオン化電圧は 70 eV とし、30-300 m/z のマススペクトルレンジをモニターした。各化合物を Wiley 9th/NIST 2011 library search system (Agilent Technologies) と、上記と同条件下で解析した各標品 (純度 > 90%; Sigma-Aldrich, Tokyo Chemical Industry, Wako Pure Chemical Industries) のマススペクトルおよびリテンションタイムで同定した。各揮発成分の発散量は、各標品から得られたイオンクロマトグラムのエリア比をもとに作成した検量線を用いて算出した。

III 結果および考察

1 被験者の構成

被験者数は試験区間で異なり、最も多い被験者数は試験区4の276人、最も少ない被験者数は試験区1の63人で、全試験区の平均は163人であった(表-2)。被験者はいずれの区も女性が多く、女性が占める割合の平均は75%であった(表-2)。被験者の年齢層は60才以上が多く、その割合の平均は50%であった(表-2)。一方、40才未満が占める割合は低く、0-19才の平均は4%で、20-29才と30-39才の平均はいずれも8%であった。このように被験者の性別と年齢層には大きな偏りが認められた。

総務省の全国消費実態調査報告(2014)よれば、60才以上の女性は切り花や園芸植物の主要な購買層である。本調査において60才以上の女性の被験者の比率が高くなった原因として切り花や球根の販売を伴うイベント会場で実施されたことや試験が主に平日に行われたことが考えられる。

2 香気成分とその発散量

官能評価に用いたチューリップ21品種・56試験花(図-1)の発散香気成分を分析した結果、55種類の香気成分が検出された。この内、主要な10種類のテルペノイド(β -イオノン、 β -オシメン、 β -カリオフィレン、ゲラニルアセトン、1,8-シネオール、チグリン酸エチル、 α -テルピネオール、ファルネセン(主に α -ファルネセン)、リナロール、およびリモネン(主にD体))と10種類の芳香族化合物(*p*-アニス酸メチル、安息香酸メチル、3,5-ジメトキシ安息香酸メチル、3,5-ジメトキシトルエン、サリチル酸メチル、フェニルアセトアルデヒド、2-フェニルエタノール、ベラトロール、ベンズアルデヒド、およびベンジルアルコール)、および7種類の脂肪酸誘導体(オクタナール、ノナナール、デカナール、酢酸(Z)-3-ヘキセニル、1-ヘキサノール、(Z)-3-ヘキセノール、(Z)-2-ペンテノール)の発散量を表-3に示す。また、同表にFenaroli's handbook of flavor ingredients, sixth edition (Burdock, 2010)に記載されているこれらの香気成分の香りの描写を示す。

表-3 各試験花の香気成分とその発散量 (nmol flower⁻¹ h⁻¹)

品種名	試験花 ^a	テルペノイド 香りの描写 ^b										
		β-イオン (フロラル・フルーティ)	β-オシメン (ハーバル)	β-カリオ フィレン (スパイシー・ウッディー)	ゲラニル アセトン (フロラル・グリーン)	1,8-シネオール (ハーバル・樟脳臭)	チグリン酸 エチル (フルーティ・スイート)	α-テルピネ オール (フロラル・スイート)	ファルネ セン (フルーティ・ハーバル)	リナロール (フロラル)	リモネン (シトラス)	その他
イエロー マウンテン	4-A	1.2	6.8	1.8	1.4	— ^c	—	—	0.2	—	0.7	0.2
	5-E	0.7	8.0	1.9	1.0	—	—	—	0.1	—	1.1	0.9
ウエスト フリッサ	4-D	—	48.3	0.1	0.5	—	—	—	0.8	trace	trace	6.6
	6-H	—	46.6	0.1	0.3	—	—	—	1.2	2.6	0.1	9.2
オレンジ ビレッジ	6-E	2.4	0.2	0.1	—	—	—	—	0.2	—	0.1	0.8
	7-C	0.7	trace	0.2	—	—	—	—	0.1	—	trace	0.9
黄小町	4-E	—	1.4	—	—	—	—	—	—	—	trace	0.8
	5-B	—	1.4	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0.8
クミンズ	6-D	—	—	—	—	—	4.0	—	—	3.7	—	0.6
	7-B	—	—	—	—	—	5.1	—	—	1.2	—	0.3
クリスピオン スイート	5-D	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.5
	6-A	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
	7-G	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
クンフー	1-B	—	2.5	1.2	trace	—	—	0.2	—	0.2	trace	0.8
	2-F	—	0.3	0.7	trace	trace	—	0.1	—	0.1	—	0.8
	3-D	—	0.6	0.4	trace	—	—	—	—	trace	trace	0.5
紅輝	4-C	—	0.3	—	—	—	—	—	—	4.2	—	0.6
	5-F	—	0.4	—	—	—	—	—	—	5.1	0.1	0.8
	7-H	—	0.4	—	—	—	—	—	—	7.5	0.1	0.7
サネ	1-C	1.9	0.1	0.4	0.4	—	—	trace	0.1	12.3	0.1	0.2
	2-A	1.2	0.1	0.1	trace	—	—	—	trace	7.5	0.2	0.1
	2-E	1.7	0.1	0.2	0.4	—	—	—	0.2	6.9	0.1	0.1
	3-F	2.2	0.1	0.4	0.9	—	—	trace	0.3	13.6	0.1	0.2
	5-H	3.8	0.2	0.3	0.9	—	—	trace	trace	12.0	trace	0.2
シュガーラブ	7-D	1.3	0.4	0.3	1.7	—	—	trace	0.2	14.5	—	0.6
	1-H	—	14.8	0.8	0.1	—	—	0.1	0.1	2.5	—	0.8
タイムレス	2-C	—	8.8	0.1	trace	—	—	—	—	1.9	—	0.5
	1-F	—	1.5	0.6	trace	0.1	—	0.2	—	—	—	0.4
	2-H	—	0.6	0.7	trace	0.1	—	0.2	—	—	—	0.3
チョイス	3-B	—	1.9	0.9	trace	0.1	—	0.2	—	—	—	0.6
	4-B	—	0.2	—	—	—	—	—	0.1	—	—	0.9
	5-G	—	3.7	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.8
春	7-E	—	1.7	—	—	—	—	—	0.1	—	trace	1.3
	3-H	—	0.1	—	—	—	—	—	—	trace	—	—
バルバドス	4-F	—	1.2	3.4	—	—	—	—	—	11.4	0.1	4.5
	5-C	—	12.9	0.6	1.4	—	—	—	trace	6.9	—	0.3
	6-G	—	21.2	3.2	trace	—	—	—	0.1	9.7	trace	5.5
バレリーナ	1-A	3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
	1-G	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
	2-D	2.2	—	—	—	0.1	—	0.3	—	—	—	0.3
	3-E	5.5	—	—	—	0.3	—	0.5	—	—	—	—
フォクシー フォックス トロット	6-F	0.3	26.3	—	—	—	—	—	—	—	—	3.8
	7-A	0.2	18.4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7
紅ずきん	4-G	—	0.1	—	3.7	—	—	—	4.3	0.4	trace	0.1
	6-B	—	0.1	—	3.8	—	—	—	2.8	1.2	trace	0.1
	7-F	—	0.1	—	4.4	—	—	—	3.5	3.2	trace	trace
ペロナ	1-D	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	0.1
	2-B	—	—	2.1	—	—	—	—	—	—	—	0.3
	3-A	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	0.2
ムーラン ルージュ	4-H	—	1.8	—	—	—	—	—	—	0.9	trace	0.8
	5-A	—	2.1	—	trace	0.6	—	0.2	trace	1.0	0.1	0.9
	6-C	—	2.7	—	trace	0.8	—	0.2	0.1	2.4	trace	0.6
モンテカルロ	3-G	—	0.1	0.2	0.0	4.0	—	3.0	—	0.1	4.2	1.3
レディー マーゴット	1-E	—	—	1.0	—	2.2	—	2.5	—	6.1	1.2	0.9
	2-G	—	0.1	0.5	0.3	1.2	—	2.3	0.6	2.5	1.9	0.6
	3-C	—	0.1	1.3	—	2.9	—	3.8	—	6.2	2.4	1.1

a 図-1を参照

b Burdock, G. H. 2010. Fenaroli's handbook of flavor ingredients six edition. CRC Press, Boca Raton.

c 非検出

trace は< 0.1

太字は1番目と2番目に多い香気成分量

表-3 のつづき

品種名	試験花	芳香族化合物香り (香りの描写)										
		p- アニス酸 メチル	安息香酸メ チル	3,5-ジメトキシ 安息香酸 メチル	3,5-ジメトキシ トルエン	サリチル酸 メチル	フェニルアセト アルデヒド	2-フェニル エタノール	ペラトロール	ベンズ アルデヒド	ベンジル アルコール	その他
		(フローラル・ スイート等)	(フルーティ)			(スイート・ フェノリック)	(スイート・ グリーン)	(スイート・ フローラル)	(スイート)	(スイート)	(フルーティ)	
イエロー	4-A	—	—	—	1.0	0.1	—	trace	—	—	0.1	0.2
マウンテン	5-E	—	—	—	1.5	0.0	—	1.1	—	—	0.0	0.2
ウエスト	4-D	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—
フリッサ	6-H	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—
オレンジ	6-E	—	—	—	3.1	—	—	—	—	0.2	—	—
ビレッジ	7-C	—	—	—	2.2	—	—	—	—	0.3	—	—
黄小町	4-E	—	3.9	2.2	35.4	3.0	—	4.3	—	1.9	—	0.8
	5-B	—	4.5	2.6	40.8	4.8	—	5.6	—	5.7	—	1.2
	6-D	—	—	—	1.7	0.0	—	—	—	—	0.6	0.1
クミンズ	7-B	—	—	—	1.0	trace	—	—	—	—	0.1	0.1
	5-D	—	0.2	—	0.7	1.3	—	—	3.2	2.2	1.3	0.5
クリスピオン	6-A	—	trace	—	1.2	0.9	—	—	2.8	2.2	0.9	0.1
スイート	7-G	—	0.1	—	1.6	0.3	—	—	4.1	1.8	2.0	0.1
	1-B	1.8	0.9	1.7	20.2	trace	0.7	0.2	—	0.6	0.1	0.6
クンフー	2-F	1.6	0.6	1.0	18.9	trace	0.3	0.2	—	0.6	0.6	0.8
	3-D	1.5	0.6	0.4	5.9	—	0.2	0.1	—	0.5	0.2	0.2
	4-C	—	—	0.2	9.9	—	—	—	—	—	—	0.1
紅輝	5-F	—	—	0.3	13.5	—	—	—	—	—	—	0.2
	7-H	—	—	0.3	15.2	—	—	—	—	—	—	—
	1-C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2-A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
サネ	2-E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3-F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5-H	—	—	—	0.9	—	—	—	—	—	—	—
	7-D	—	—	—	1.7	—	—	—	—	—	—	—
	1-H	—	—	—	0.5	—	—	0.1	—	0.4	—	0.2
シュガーラブ	2-C	—	—	—	0.4	—	—	0.1	—	0.3	—	0.1
	1-F	1.4	0.1	1.2	15.6	—	0.2	0.2	—	0.4	0.1	0.9
タイムレス	2-H	0.7	0.1	0.6	11.6	—	—	0.2	—	0.5	0.2	0.6
	3-B	3.0	0.3	1.3	21.8	—	0.2	0.3	—	0.6	0.2	1.4
	4-B	—	—	—	1.9	—	—	—	—	0.2	—	—
チョイス	5-G	—	—	—	0.4	—	—	—	—	0.1	—	0.1
	7-E	—	—	—	1.8	—	—	—	—	0.2	—	—
春	3-H	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
	4-F	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—
バルバドス	5-C	—	—	—	2.0	0.1	—	1.1	—	—	—	—
	6-G	—	—	—	1.8	—	—	1.8	—	—	—	—
	1-A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.1
	1-G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	0.3
バレリーナ	2-D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	0.1
	3-E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.4
フォクシー	6-F	—	0.3	—	1.3	0.5	0.5	—	—	5.0	9.9	0.3
フォックス	7-A	—	1.3	—	1.5	1.9	—	—	—	6.3	12.0	0.2
トロット	4-G	—	—	—	0.4	—	—	—	—	—	—	0.2
紅ずきん	6-B	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	0.1
	7-F	—	—	—	1.6	—	—	—	—	—	—	0.1
	1-D	—	1.7	—	0.1	—	0.4	0.2	—	—	3.2	0.2
ベロナ	2-B	—	4.5	0.1	0.3	—	0.9	0.2	—	—	7.1	0.4
	3-A	—	2.3	trace	0.2	—	0.5	0.1	—	—	5.4	0.2
	4-H	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
ムーラン	5-A	—	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—	—
ルージュ	6-C	—	—	—	1.6	—	—	—	—	—	—	—
モンテカルロ	3-G	—	0.2	—	0.2	—	0.2	0.2	—	1.8	0.4	0.2
	1-E	—	—	—	—	—	—	3.2	—	—	1.0	0.2
レディー	2-G	—	—	—	—	—	—	1.4	—	—	0.5	0.2
マーゴット	3-C	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	1.6	—

表-3 のつづき

品種名	試験花	脂肪酸誘導体(香りの描写)							その他	計	
		オクタナール	ノナール	デカナール	酢酸(Z)-3-ヘキセニル	1-ヘキサノール	(Z)-3-ヘキセノール	(Z)-2-ペンテノール			
		(脂肪臭・シトラス等)	(脂肪臭・シトラス等)	(脂肪臭・スイード等)	(グリーン・フルーティ)	(グリーン・ハーバル等)	(グリーン)	(グリーン)			
イエロー マウンテン	4-A	1.3	—	1.5	0.5	—	4.5	2.0	0.3	1.1	24.8
	5-E	2.7	—	2.3	trace	—	6.6	1.1	0.6	1.1	31.1
ウエスト フリッサ	4-D	—	—	—	trace	—	8.0	—	0.6	—	65.9
	6-H	—	—	—	0.3	—	6.0	—	0.7	—	70.6
オレンジ ビレッジ	6-E	0.5	—	—	—	trace	2.6	2.9	—	0.6	13.8
	7-C	0.4	—	—	—	trace	3.0	2.9	—	0.3	11.1
黄小町	4-E	1.5	—	—	trace	trace	17.6	3.4	2.2	—	78.4
	5-B	2.4	—	—	trace	trace	22.4	1.3	3.3	—	96.9
	6-D	—	—	—	2.9	trace	18.5	3.1	trace	0.1	35.2
クミンズ	7-B	—	—	—	2.9	—	12.3	0.8	0.1	—	23.7
	5-D	0.3	0.2	—	—	—	0.6	—	—	—	12.0
クリスピオン スイート	6-A	0.1	0.2	—	—	—	0.7	—	—	—	8.5
	7-G	0.1	0.2	—	—	—	0.7	—	—	—	11.8
	1-B	—	—	—	0.4	—	1.1	0.3	trace	—	33.4
クンフー	2-F	1.0	—	0.3	—	0.1	0.9	—	trace	—	28.7
	3-D	0.9	—	—	—	trace	0.4	0.2	—	0.1	12.6
	4-C	0.4	—	—	—	—	0.9	—	0.3	—	16.8
紅輝	5-F	1.5	—	—	—	—	1.2	—	0.6	—	23.6
	7-H	1.5	—	—	—	—	1.3	—	0.9	—	27.8
	1-C	0.4	0.2	—	—	—	0.4	—	trace	1.1	17.6
サネ	2-A	0.4	0.2	—	—	—	0.4	—	trace	1.1	11.4
	2-E	0.5	0.2	—	—	—	0.7	—	0.1	0.9	12.1
	3-F	0.4	0.2	—	—	—	0.6	—	trace	1.0	20.2
	5-H	—	—	—	—	—	0.2	—	—	1.5	20.0
	7-D	—	—	—	—	—	0.3	—	trace	1.1	22.3
シュガーラブ	1-H	—	—	—	—	—	0.9	trace	—	—	21.4
	2-C	—	—	—	—	—	0.4	trace	—	—	12.7
タイムレス	1-F	1.0	—	—	0.3	trace	3.1	1.2	—	trace	28.9
	2-H	0.8	—	0.2	0.3	0.1	2.2	1.1	—	trace	21.1
	3-B	1.4	—	0.2	0.1	0.1	4.1	1.9	—	trace	40.8
チョイス	4-B	0.2	trace	—	—	—	2.4	0.9	—	—	7.1
	5-G	0.5	0.1	—	—	trace	12.2	1.1	—	—	19.0
	7-E	0.4	0.1	—	—	—	10.2	1.5	—	—	17.4
春	3-H	—	—	—	—	—	0.2	—	—	—	0.2
バルバドス	4-F	—	—	—	1.0	6.2	15.9	—	—	—	44.3
	5-C	—	—	—	0.2	6.3	11.4	—	—	—	43.2
	6-G	—	—	—	0.7	2.7	17.6	—	—	—	64.6
バレリーナ	1-A	0.7	1.2	—	—	—	1.8	0.7	0.2	0.5	9.6
	1-G	0.6	1.2	—	—	—	1.9	0.5	0.2	0.5	10.0
	2-D	0.3	0.8	—	—	—	1.3	0.5	0.2	0.3	7.0
	3-E	0.7	1.5	—	—	—	2.5	1.4	0.4	0.9	15.2
フォクシー フォックス トロット	6-F	2.4	—	—	0.2	—	1.0	—	—	0.4	52.2
	7-A	2.3	—	—	trace	—	0.9	—	—	0.8	46.5
紅ずきん	4-G	0.3	—	—	1.5	trace	10.4	0.7	—	0.3	22.3
	6-B	0.3	—	—	1.3	trace	9.0	0.2	—	trace	19.7
	7-F	0.1	—	—	1.1	trace	12.3	0.9	—	0.3	27.6
ベロナ	1-D	4.0	0.8	2.1	0.4	0.3	2.4	—	trace	0.8	18.2
	2-B	9.8	1.7	5.5	0.5	1.4	10.8	—	1.9	1.7	49.2
	3-A	7.0	0.9	2.9	0.5	0.6	6.0	—	0.9	0.8	28.9
	4-H	2.8	—	0.8	—	—	0.6	0.6	—	—	8.6
ムーラン ルージュ	5-A	3.3	—	1.0	—	—	0.9	0.7	—	—	11.1
	6-C	5.8	—	1.9	—	—	0.3	1.7	—	—	18.2
モンテカルロ	3-G	0.7	0.7	0.9	0.4	—	0.4	0.9	0.2	0.7	20.8
レディー マーゴット	1-E	—	—	—	—	trace	15.1	1.1	—	—	34.5
	2-G	—	—	—	—	trace	13.4	1.1	—	—	26.4
	3-C	—	—	—	—	trace	17.4	2.0	—	—	43.8

3 香気成分発散量と官能評価の比較

図-4に各試験花の香気成分の発散量と組成(a), 官能評価による香りの強さの4段階評価の割合(b), および香りの嗜好の3段階評価の割合(c)を示す。

全試験花を比較すると, 香気成分発散量の高さと, 官能的な香りの強さは必ずしも一致しなかった。香りの強弱には, 香気成分発散量だけでなく, 香気成分組成も影響した。例えば‘ウエストフリッサ’の試験花4-Dと6-H(図-4a)は, 56試験花中で3番目と4番目に高い香気成分発散量を示したが, 香りの強さにおける肯定的な評価の割合は23番以下であった(図-4b)。これは, ‘ウエストフリッサ’の主要香気成分である β -オシメンの嗅覚閾値が高いことが原因の一つと考えられる。

一方, 香気成分組成が類似した同一品種の試験花間では, 香気成分発散量の高い方が, 香りの強さの肯定的な評価も高い傾向が見られた。また, 香気成分発散量の増減に伴う香りの強さの評価の有意な変化も多く検出された(カイ二乗検定, $p < 0.05$)。

香気成分発散量の増減が香りの嗜好にも影響を与えている可能性も示された。‘イエローマウンテン’, ‘クリスピオンスイート’, ‘クミンズ’, ‘紅ずきん’, および‘ベロナ’では, 香気成分発散量の増加に伴って, 嗜好の否定的な評価が有意に増加した(カイ二乗検定, $p < 0.05$) (図-4a,c)。一方, ‘紅輝’, ‘クンフー’, ‘サネ’, ‘バレリーナ’, および‘ムーランルージュ’では, 香気成分発散量の増加に伴って, 肯定的な評価が有意に増加した(図-4a,c)。

香りの強さの4段階評価の内, 肯定的な評価の合計が正規分布における $\pm\sigma$ の領域(約68%)に達する香気成分発散量は, ‘イエローマウンテン’(試験花5-E)の $31 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘黄小町’(試験花4-E)の $78 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘クミンズ’(試験花6-D)の $35 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘クンフー’(試験花2-F)の $29 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘紅輝’(試験花7-H)の $28 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘サネ’(試験花1-C)の $18 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘タイムレス’(試験花1-F)の $29 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘バルバドス’(試験花4-F)の $44 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘バレリーナ’(試験花3-E)の $15 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘フォクシーフォックストロット’(試験花6-F)の $52 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, ‘ベロナ’(試験花2-B)の $49 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$, および‘レディーマーゴット’(試験花3-C)の $44 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$ であった(図-4a,b)。また, ‘紅ずきん’(試験花7-F)の $28 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$ は, 64%とそれに準ずる割合を示した(図-4a,b)。

これらの試験花において示された香気成分発散量は, 消費者の多数(約7割)が, 香ると評価することが期待される値として, 各品種の香りの有無の判別における参考指標として利用できると考えられる。ただし, ‘黄小町’で得られた値は, 香りの強さの肯定的な評価の割合がすでに80%を超えていたことから(図-4a,b), 同評価が68%に達すると期待される値は, より低い発散量になると推定される。

4 チューリップと各品種の香りの特徴

チューリップの香りの印象を自由形式で描写した結果では, 「甘い」, 「青臭い」, および「果物・フルーティー」の単語が最も多く使用されていた(表-4)。これらの描写は, チューリップの香りの大まかな特徴を示していると考えられる。この内, 「青臭い」は, 植物の青臭みの原因物質である(Z)-3-ヘキセノール(Matsui, 2006)に起因すると考えられる。その理由として, 本揮発成分が全試験花で検出され, 11品種の主要香気成分であったことや(表-3), 本揮発成分の嗅覚閾値が低い(Burdock, 2010)ことが挙げられる。

一方, 「甘い」や「果物・フルーティー」の描写は, 特定の香気成分や香気成分組成に起因していないように見受けられることから, それぞれの香りにおける, 甘さの質や想起された果物の種類は, 異なっている可能性がある。

いくつかの品種では, 香りの描写において「レモン」, 「バラ」, 「リンゴ」, 「バナナ」および「チューリップ」といった特定の果物や花きを指す単語が回答者の5%以上に認められた(表-4)。

「レモン」は, ‘イエローマウンテン’, ‘ベロナ’, および‘ムーランルージュ’に共通して多く使用され(表-3), 他の品種ではほとんど認められなかった(データ未掲載)。また, これらの品種では「柑橘」という単語も多く使用されたほか(表-3), 他品種にはあまり認められない「グレープフルーツ」や「ミカン」等の単語も多かった(データ未掲載)。これらの品種の香気成分には, 共通してオクタナールやデカナールが高い割合で含まれていた(表-3)。これらの化合物はシトラス様の芳香と脂肪臭を併せ持つ香気成分であることから(Burdock, 2010), 本化合物が被験者にレモン等の柑橘系の果物を想起させたと考えられる。

「バナナ」は‘黄小町’に特異的な単語で, ‘黄小町’のいずれの試験花においても使用頻度が高かったことから(表-4), バナナ様の香りは, ‘黄小町’の香りの特

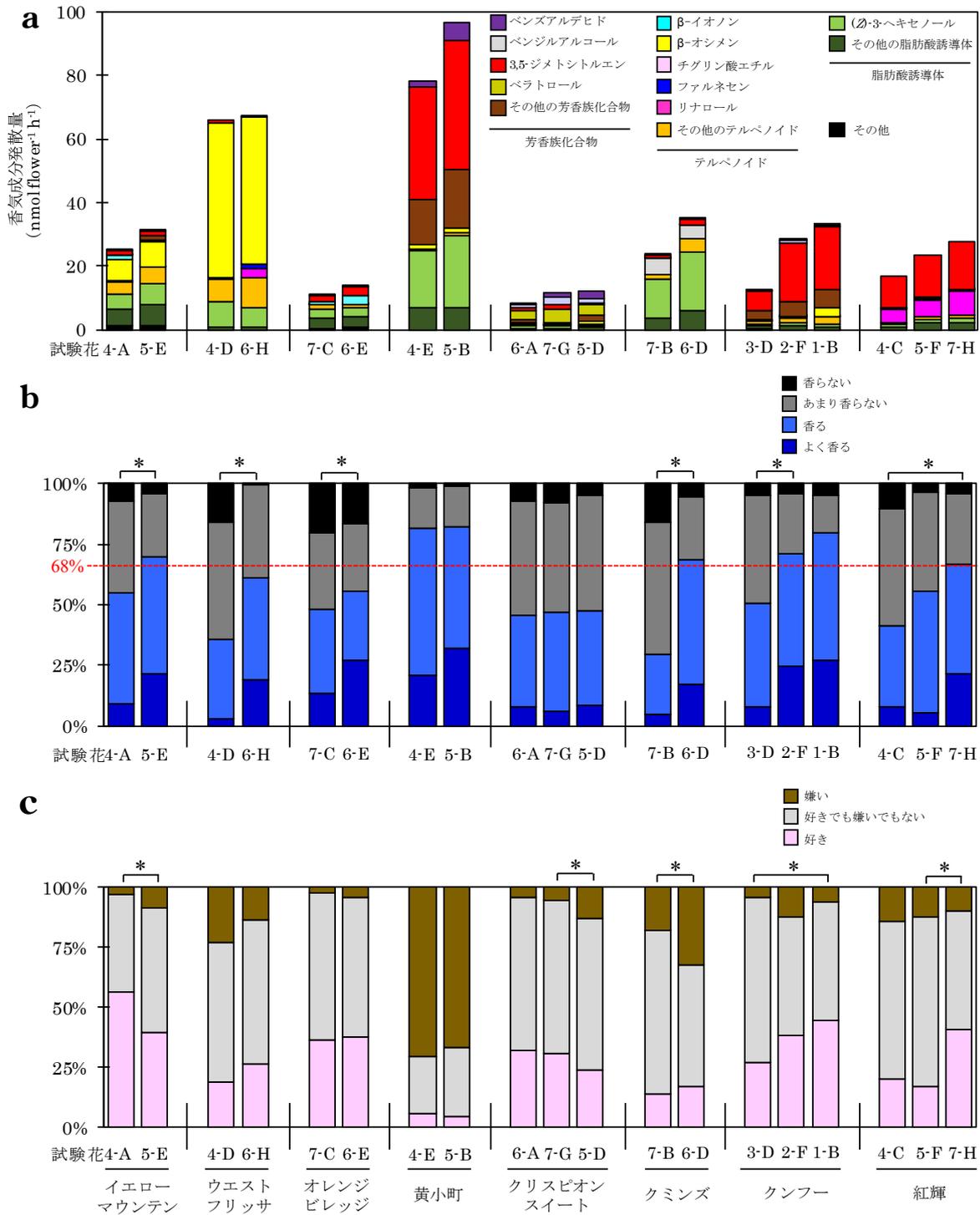


図-4 各試験花の香気成分分析結果と官能評価結果

a 香気成分発散量と香気成分組成

b 香り強さの4段階評価の割合

c 香りに対する嗜好の3段階評価の割合

*有意差有り (カイ二乗検定, $p < 0.05$)

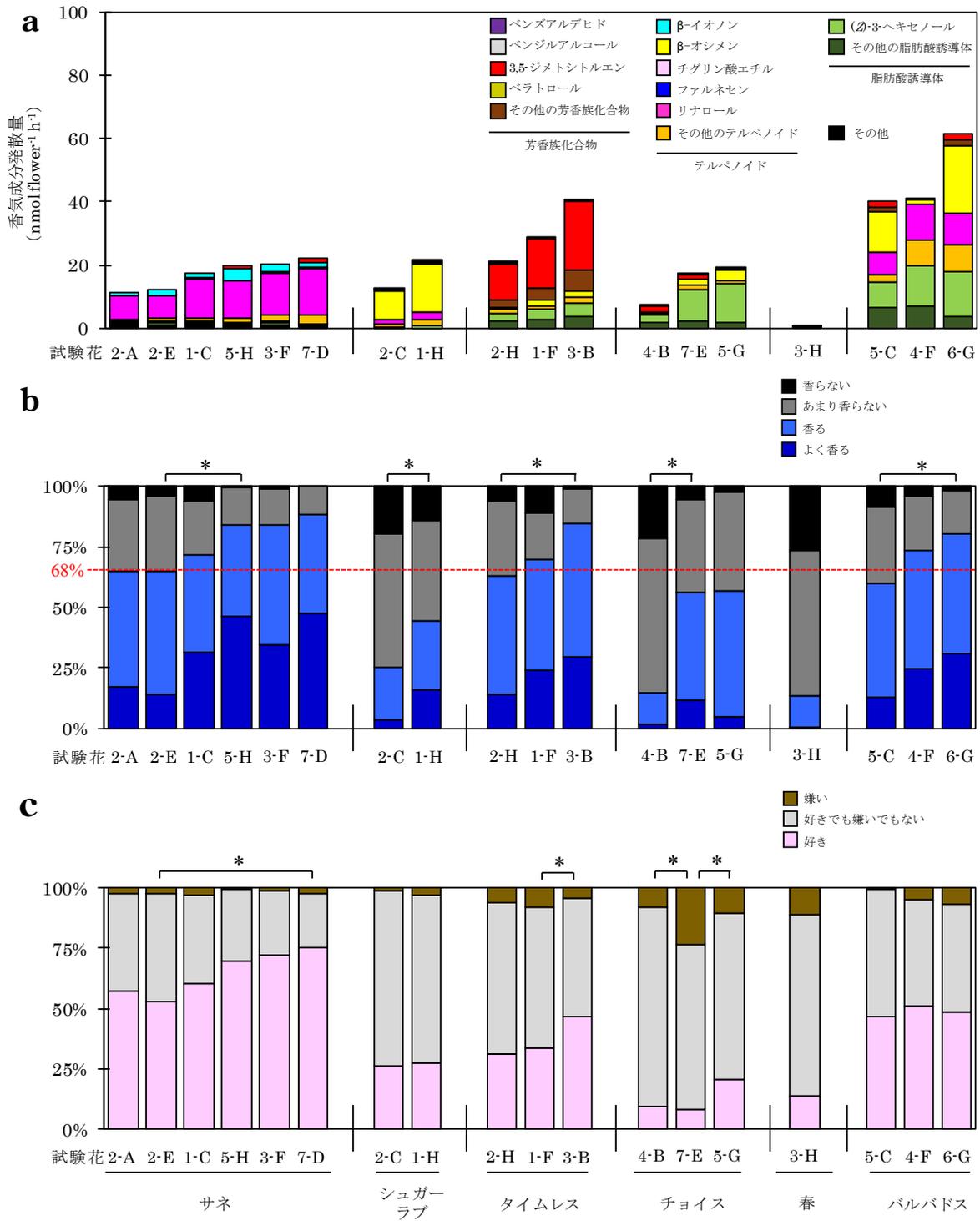


図-4 のつづき

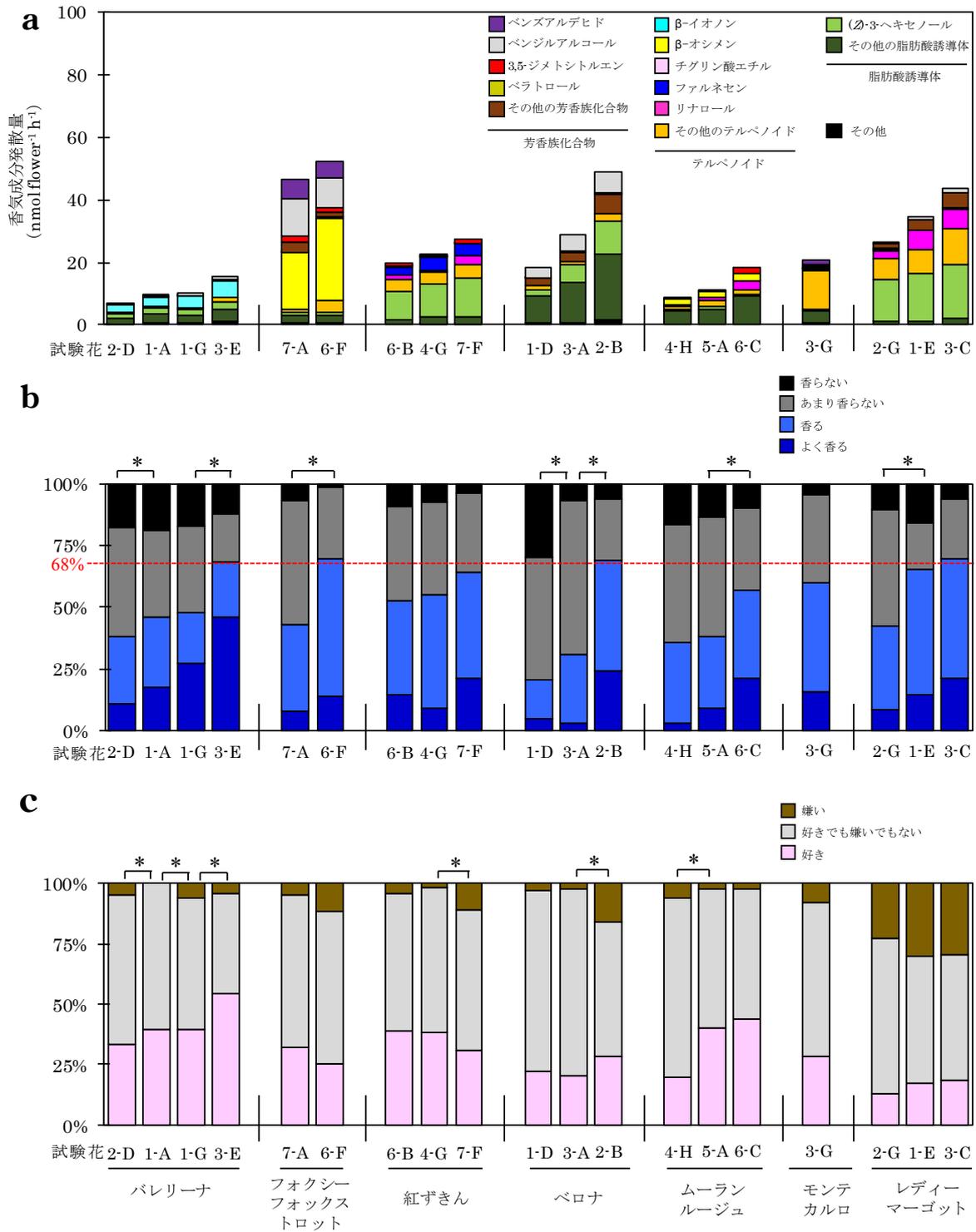


図-4 のつづき

表-4 試験花の香りの印象を自由形式で描写させたときの頻出単語

品種名	試験花 ^a	回答者 (人)	単語 (%)					
			1位	2位	3位	4位	5位	6位
イエロー マウンテン	4-A	191	レモン (18),	果物・フルーティー(17),	甘い (12),	さわやか (12),	柑橘 (12),	青臭い (7)
ウエスト フリッサ	4-D	101	果物・フルーティー(19),	甘い (15),	柑橘 (12),	レモン (8),	青臭い (6),	酸っぱい (5)
オレンジ ビレッジ	6-H	53	果物・フルーティー(19),	甘い (10),	果物・フルーティー (9),	酸っぱい・酸味 (6),		
黄小町	6-E	56	甘い (32),	果物・フルーティー(14),	花・フローラル (11),	青臭い (9),	香水 (5),	バラ (5)
クミンズ	7-C	56	甘い (36),	青臭い (16),	果物・フルーティー(11)			
クリスピオン スイート	4-E	120	青臭い (21),	臭い (18),	バナナ (16),	果物・フルーティー (7),	甘い (5)	
クンフー	5-B	97	青臭い (27),	臭い (20),	バナナ (6),	果物・フルーティー (6)		
紅輝	6-D	74	甘い (26),	青臭い (18),	果物・フルーティー(12),	臭い(5)		
サネ	7-B	53	甘い (25),	青臭い (21),	果物・フルーティー(16)			
シュガーラブ	5-D	73	甘い (33),	果物・フルーティー(10),	さわやか (8),	青臭い (7),	やさしい (7),	花・フローラル (6)
タイムレス	6-A	63	甘い (30),	青臭い (10),	果物・フルーティー (8),	さわやか (5)		
春	7-G	50	甘い (22),	青臭い (20),	葉 (10),	果物・フルーティー (6)		
バルバドス	1-B	32	青臭い (22),	甘い (22),	果物・フルーティー(22),	リンゴ (6)		
パレリーナ	2-F	81	青臭い (33),	甘い (12),	果物・フルーティー(11)			
ムーラン ルージュ	3-D	52	青臭い (37),	甘い (13),	果物・フルーティー(12)			
モンテカルロ	4-C	84	青臭い (25),	甘い (24)	草 (7),	果物・フルーティー (6),	臭い (6)	
レディー マーゴット	5-F	70	青臭い (33),	果物・フルーティー(20),	甘い (9),			
紅ずきん	7-H	73	果物・フルーティー(18),	甘い (16),	青臭い (12),	花・フローラル (7)		
ペロナ	1-C	35	甘い (34),	果物・フルーティー(11),	青臭い (9),	やさしい (9),	さわやか (6),	すっきり (6)
レディ マーゴット	2-A	117	甘い (34),	果物・フルーティー(15),	青臭い (15),	やさしい (5)		
レディ マーゴット	2-E	74	甘い (36),	果物・フルーティー(16),	青臭い (14),	さわやか (5)		
レディ マーゴット	3-F	71	甘い (37),	果物・フルーティー(20)				
レディ マーゴット	5-H	141	甘い (37),	果物・フルーティー (9),	良い (6),	バラ (6),	やさしい (6),	花・フローラル (5)
レディ マーゴット	7-D	90	甘い (34),	果物・フルーティー(21),	さわやか (7)			
レディ マーゴット	1-H	23	甘い (35),	わからない (13)				
レディ マーゴット	2-C	73	甘い (24),	果物・フルーティー(24),	わからない (14),	青臭い (13),	やさしい (6)	
レディ マーゴット	1-F	28	甘い (21),	青臭い (18),	果物・フルーティー(11),	素敵 (7),	やさしい (7)	
レディ マーゴット	2-H	70	甘い (23),	果物・フルーティー(17),	青臭い (14)			
レディ マーゴット	3-B	86	甘い (28),	果物・フルーティー(15),	青臭い (13),	チューリップ (6),	さわやか (5)	
レディ マーゴット	4-B	76	青臭い (32),	甘い (17),	果物・フルーティー(15),	草 (9)		
レディ マーゴット	5-G	71	青臭い (32),	果物・フルーティー(14),	甘い (7),	チューリップ (6)		
レディ マーゴット	7-E	61	青臭い (36),	草 (7),	葉 (7),	果物・フルーティー (5),	野菜 (5)	
レディ マーゴット	3-H	27	青臭い (19),	わからない (19),	果物・フルーティー (15),	臭い (11)		
レディ マーゴット	4-F	113	甘い (27),	果物・フルーティー (17),	青臭い (16),	さわやか (6)		
レディ マーゴット	5-C	85	甘い (32),	果物・フルーティー (18),	青臭い (6),	さわやか (5),	花・フローラル (5)	
レディ マーゴット	6-G	72	果物・フルーティー (33),	甘い (22),	青臭い (10),	草 (6)		
レディ マーゴット	1-A	26	甘い (25),	青臭い (13),	果物・フルーティー(13),	花・フローラル (13)		
レディ マーゴット	1-G	26	甘い (35),	果物・フルーティー (8)				
レディ マーゴット	2-D	63	甘い (33),	青臭い (16),	果物・フルーティー(16),	やさしい (6)		
レディ マーゴット	3-E	83	甘い(36),	果物・フルーティー(11)	香水 (5)			
レディ マーゴット	6-F	60	青臭い (25),	甘い (12),	果物・フルーティー(12),	さわやか (5)		
レディ マーゴット	7-A	69	青臭い (33),	甘い (22),	さわやか (6),	果物・フルーティー (4)		
レディ マーゴット	4-G	97	甘い (27),	青臭い (14),	果物・フルーティー(11)	さわやか (7),	良い (5)	
レディ マーゴット	6-B	70	甘い (30),	果物・フルーティー (19),	青臭い (7),	バラ (6)		
レディ マーゴット	7-F	70	甘い (16),	青臭い (16),	果物・フルーティー(13),	酸っぱい・酸味 (7)		
レディ マーゴット	1-D	22	柑橘 (22),	青臭い (9),	果物・フルーティー (9),	レモン(9)		
レディ マーゴット	2-B	99	青臭い (32),	花・フローラル (15),	甘い (12),	果物・フルーティー(11)		
レディ マーゴット	3-A	70	果物・フルーティー (29),	青臭い (13),	甘い (10),	柑橘 (10),	さわやか (7),	レモン (6)
レディ マーゴット	4-H	81	甘い (20),	果物・フルーティー(14),	青臭い (10),	すっきり (6),	花・フローラル (5)	
レディ マーゴット	5-A	82	甘い (22),	果物・フルーティー(11),	さわやか (9),	柑橘 (9),	青臭い (6),	レモン (6)
レディ マーゴット	6-C	75	果物・フルーティー(35)	甘い (12),	さわやか (11),	柑橘 (9),	青臭い (5)	
レディ マーゴット	3-G	64	青臭い (19),	甘い (14),	草 (14),	花・フローラル (8)		
レディ マーゴット	1-E	24	青臭い (17),	臭い (17),	チューリップ (13),	重い (8)		
レディ マーゴット	2-G	72	青臭い (25),	葉(8),	甘い (6),	果物・フルーティー (6)		
レディ マーゴット	3-C	59	青臭い (31),	果物・フルーティー (19),	苦い (8),	甘い (7)		

a 図-1を参照。

徴の一つと考えられる。しかし、'黄小町'の主要香気成分とバナナの香気寄与成分は一致しない (Facundo, 2012; Jordán, 2001)。(*Z*)-3-ヘキセノールがアセチル化した酢酸 (*Z*)-3-ヘキセニルは、(*Z*)-3-ヘキセノールの青臭さと果物様の甘い香りを有し、「青臭いバナナ様」と描写される (Burdock, 2010)。「黄小町」には、酢酸 (*Z*)-3-ヘキセニル量は少ないが (表-3)、ドライフルーツ様の甘い香りとして描写される安息香酸メチル (Burdock, 2010; 中島, 1995) や甘い香りを有する 2-フェニルエタノール (Burdock, 2010) が多く含まれていた (表-3)。これらの芳香族化合物由来の甘い香りと (*Z*)-3-ヘキセノールの青臭い匂いが混じり合うことで、被験者に青いバナナ様の香りとして認識されたのかもしれない。また、「黄小町」の黄色い花色は (図-1)、被験者にバナナのイメージを誘引した可能性がある。

「バラ」の単語は、「オレンジビレッジ」(試験花 6-E)、「サネ」(試験花 5-H)、および「紅ずきん」(試験花 6-B)において、「リンゴ」の単語は、「クンフー」(試験花 1-B)において、そして「チューリップ」の単語は、「タイムレス」(試験花 3-B)、「チョイス」(試験花 6-E)；および「レディーマーゴット」(試験花 1-E)において、高い使用頻度 (回答者の 5% 以上) が示された (表-4)。しかし、これらの高い使用頻度は、同じ品種の他の試験花では得られなかった (表-4)。また、これらの単語は、5% 未満の使用頻度であれば、ほぼ全品種の香りの描写に使用されていた (データ未掲載)。これらの結果から、「バラ」、「リンゴ」、および「チューリップ」の単語は、特定の香気成分や香気成分組成に起因していないように見受けられる。従って、チューリップの香りは「バラ」や「リンゴ」の様な香り、または「チューリップ」そのものの香りとして感じられることが多い傾向にあるが、そのように感じられる香気成分や香気成分組成は、被験者によって異なっている可能性が高い。

今回の試験花の中で、被験者に最も好まれたのは、「サネ」、「バレリーナ」(試験花 3-E)、「バルバドス」、および「イエローマウンテン」(試験花 4-A)、であった。これらの試験花では、香りの嗜好における肯定的な評価の割合が 50% 以上に達した (図-4)。「サネ」、「バレリーナ」および「バルバドス」では、リナロールあるいは β -イオノンの発散量が多く、全香気成分中に含まれる割合が高かった (それぞれ、 $5 \text{ nmol flower}^{-1}\text{h}^{-1}$ 以上と 16% 以上) (図-4a)。テルペノイドのリナロールと β -イオノンは、心地よい香りを有するだけでなく、嗅覚閾値も低いことから (Burdock, 2010)、芳香への寄与が高い

と考えられる。「イエローマウンテン」では、シトラス様の香りを有するオクタナールやデカナールが、芳香の主要な寄与成分と考えられる。

香りの嗜好において否定的な評価の割合が肯定的な評価より高い「黄小町」、「クミンズ」、および「レディーマーゴット」では (図-4c)、(*Z*)-3-ヘキセノールの発散量と全香気成分中の比率がともに高かったことから (図-4a)、本香気成分量が高く、香気成分組成中に占める割合が増加すると、香りが不快に感じられるようになると思われる。

「イエローマウンテン」は、 β -オシメンと (*Z*)-3-ヘキセノールの占める割合が高かった (図-4)。本品種の香りは、シトラス様の香りを有するオクタナールとデカナールを含み、好まれる傾向にある。一方、香りが強くなると、不快に感じる被験者が増加するが (カイ二乗検定, $p < 0.05$)、この原因として、他の香気成分よりも嗅覚閾値の低い (*Z*)-3-ヘキセノールの増加が考えられる (図-4)。

「ウエストフリッサ」では、 β -オシメンが全香気成分の約 70% を占めた (図-4)。試験花 4-D と 6-H の香気成分発散量は、ほぼ同程度あるが、同試験花間の香りの強さの評価には顕著な有意差が認められた (カイ二乗検定, $p < 0.05$)。両試験区間ではリナロールの占める割合のみが有意に異なることから (カイ二乗検定, $p < 0.05$)、嗅覚閾値の低いリナロールの割合が香りの強さに影響した可能性が考えられる。香りの描写では、「青臭い」、「甘い」、「果物・フルーティー」が多かった (表-4)。

「オレンジビレッジ」では、 β -イオノン、3,5-ジメトキシトルエン、(*Z*)-3-ヘキセノール、および (*Z*)-2-ペンテノールが比較的高い値を示した (図-4)。試験花 6-E は 7-C よりも β -イオノンの割合が約 3 倍高く、香りの強さの評価が有意に異なるのは (カイ二乗検定, $p < 0.05$)、本化合物の増加が要因の一つと考えられる。香りの描写では、両試験区とも回答者の 30% 以上が「甘い」と回答した (表-4)。

「黄小町」は、3,5-ジメトキシトルエンと (*Z*)-3-ヘキセノールが、それぞれ全香気成分の 40% 強と 20% 強を占めた (図-4)。香気成分発散量は供試品種中で最も高く、香りの強さにおける肯定的な評価の割合は共に 82% に達した。これは、供試品種中で「サネ」に次いで 2 番目に高い割合だった。また、香りの嗜好における否定的な評価の割合も供試品種中で最も高かった。香りの描写は、いずれも「青臭い」、「臭い」、「バナナ」、およ

び「果物・フルーティー」の順に多かった(表-4)。

‘クリスピオンスイート’は、他品種で検出されなかったベラトロールが全体の26~34%を占める特徴的な香気成分組成を示した(図-4)。香りの描写では、いずれの試験花でも「甘い」、「青臭い」、「果物・フルーティー」が多かった(表-4)。特徴的な単語として「薬」がある他(表-4)、「湿布」や「漢方」等の薬に関連する単語も散見された(データ未掲載)。これらの香りの描写は薬品臭をもつベラトロールに起因すると考えられる。

‘クミンズ’では、(Z)-3-ヘキセノールが、全香気成分の約50%を占め、次いで、他品種で検出されなかったチグリル酸エチルが高い割合を示した(図-4)。本品種では、香気成分量の増加に伴い、香りを強く、かつ不快に感じる割合が有意に増加した(カイ二乗検定, $p < 0.05$)。香りの描写結果は、いずれの試験花も「甘い」、「青臭い」、および「果物・フルーティー」の順に多かったが、不快さが増した試験花では、「臭い」の回答も多かった(表-4)。

‘クンフー’と‘タイムレス’は、香りが比較的強く感じられ、香気成分発散量の増加に伴い、香りの嗜好における肯定的な評価が増加することから(カイ二乗検定, $p < 0.05$) (図-4)、芳香性に優れていると考えられる。2品種に共通の特徴として、芳香族化合物の3,5-ジメトキシトルエンと ρ -アニス酸メチルの両方の発散量が高いことが挙げられる。3,5-ジメトキシトルエンは、チャイニーズローズ(*Rosa chinensis*)やそれとの交雑育種を経て作出された芳香性バラ品種群の香気寄与成分であり(Scalliet et al, 2010)、 ρ -アニス酸メチルは、嗅覚閾値が低く、甘くフローラルな香りを有することから(Burdock, 2010)、これらの香気成分が‘クンフー’と‘タイムレス’の芳香に寄与した可能性が高い。ともに香りの描写は、「青臭い」、「甘い」、および「果物・フルーティー」が多かった(表-4)。

‘紅輝’では、3,5-ジメトキシトルエンとリナロールが、それぞれ全香気成分の60%強と20%強を占めた(図-4)。本品種では香気成分量の増加に伴い、香りの嗜好における肯定的な評価の割合が有意に増加した(カイ二乗検定, $p < 0.05$)。この原因は、リナロールの増加によるものと考えられる。香りの描写では、いずれの試験区でも「青臭い」、「甘い」、および「果物・フルーティー」が共通して上位に認められた(表-4)。

‘サネ’は、香りの強さと嗜好の肯定的な評価が供試品種中で最も高く、芳香性に優れた品種であると考えら

れる(図-4)。香りの描写はいずれの試験区でも「甘い」と「果物・フルーティー」が1位と2位で、34%以上の回答者が「甘い」と記述した(表-4)。また、「やさしい」や「さわやか」の回答も多かった。

‘シュガーラブ’は、 β -オシメンとリナロールが、それぞれ全香気成分の60%強と10%強を占めた(図-4)。香りの描写では「わからない」という記述が多かった(表-4)。原因として、主要香気成分の β -オシメンの嗅覚閾値が高いことや他の香気成分量が低いことが考えられる。

‘チョイス’では(Z)-3-ヘキセノールが、全香気成分の33~64%を占めた(図-4)。本品種では、試験花間で香気成分組成が異なっており、4-Bでは、3,5-ジメトキシトルエンの占める割合が他の供試花より高く、5-Gでは、ゲラニルアセトンの占める割合が他の供試花より高くなっていた。7-Eのみ有意に香りの不快さが増しているが、香気成分量や組成からは明確な原因は推定できなかった。官能評価時に芳香性に優れた‘サネ’の次に評価されたため、結果に影響がでた可能性も考えられる。

‘春’の発散香気成分は微量で、官能的な評価においても、香りが弱かったことが示された(図-4)。

‘バルバドス’の試験花5-Cと6-Gでは、 β -オシメンの占める割合が高く、その値は全体の30~33%に相当した(図-4)。しかし、主要な香気寄与成分は、嗅覚閾値の高い β -オシメンではなく、リナロールであると推定される。香りの描写では、「甘い」、「果物・フルーティー」、および「青臭い」が多かった(表-4)。

‘バレリーナ’の香気成分は、 β -イオノンが、全香気成分の31~37%を占める特徴的な組成であった(図-4)。香気成分発散量は他の品種と比べると高くないが、試験花3-Eにおける香りの強さの評価は高く、「よく香る」が占める割合は供試品種中で最も高かった。これは主要香気成分である β -イオノンの嗅覚閾値が低いことに起因すると考えられる。 β -イオノンについては、その香りに対して感受性が低い人や香りを感じとれない嗅盲の存在が知られている(Jaeger et al., 2013)。本品種において、一定割合で「香らない」の回答が存在した原因は、被験者の β -イオノンに対する嗅盲が影響している可能性がある。また、本品種では香気成分発散量の低下に伴い、香りの不快さが増す傾向が認められた(図-4a,c)。この原因として、 β -イオノン量の低下によって、 β -イオノン低感受性の被験者がその香りを嗅ぎ取れなくなり、(Z)-3-ヘキセノール等の脂肪酸誘導体由来す

る青臭い匂いをより明確に感じるようになった可能性が考えられる。香りの描写では、「甘い」、「青臭い」、および「果物・フルーティー」が多く用いられた(表-4)。

‘フォクシーフォックスストロット’では β -オシメンとベンジルアルコールが、それぞれ全香気成分の40~50%と19~26%を占めた(図-4)。香りの描写では「青臭い」が最も多く使用されたが(表-4)、(Z)-3-ヘキセノール量は低かったことから、本品種の青臭みの原因は別の要因であると推定される。その他、「甘い」、「さわやか」、および「果物・フルーティー」の単語も多かった(表-4)。

‘紅ずきん’では、(Z)-3-ヘキセノールが、全香気成分の45~46%を占めた(図-4)。また、本品種はフェルネセンの占める割合が高い特徴をもつ。香りの描写では、「甘い」、「青臭い」、および「果物・フルーティー」が多かった(表-4)。

‘ベロナ’では(図-4)、オクタナール、(Z)-3-ヘキセノールおよび、ベンジルアルコールが、高い割合を占めた。香気成分発散量が増加し、香りの強さが有意に変化すると「青臭い」・「花・フローラル」と感じられるようになり(表-4)、香りの嗜好における否定的な評価も高くなった(カイ二乗検定, $p < 0.05$)。香りの不快さが増した原因の一つとして(Z)-3-ヘキセノール量の増加が考えられる。また、オクタナールは、濃度が高いと脂肪臭を感じさせることから、オクタナールの増加も香りの不快さに寄与している可能性がある。香りが弱いときは、「柑橘」や「果物・フルーティー」の単語が最も多く使用された(表-4)。

‘ムーランルージュ’では、オクタナールと β -オシメンが、それぞれ全香気成分の30~33%と15~21%を占めた(図-4)。試験花4-Hのように香気成分発散量が少ないと、香りが弱く、好き嫌いの好みも生じにくいだが、試験花5-Aや6-Cの様に香気成分発散量が増加すると香りの嗜好の肯定的な評価も向上する。青臭い匂いの(Z)-3-ヘキセノール量が低く、シトラス様の香りを有するオクタナールの割合が高いため、芳香に優れた香気成分組成であると考えられる。香りの描写は「甘い」や「果物・フルーティー」が最も多いが、「さわやか」や「柑橘」の単語も多く用いられた(表-4)。

‘モンテカルロ’では、リモネンと1,8-シネオールが、それぞれ全香気成分の20%と19%を占めた(図-4)。香りの描写では、「青臭い」や「甘い」の他、「草」といった特徴的な単語が多く用いられた(表-4)。

‘レディーマーゴット’では、最も主要な香気成分で

ある(Z)-3-ヘキセノールとリナロールが、それぞれ全香気成分の40~51%と9~17%を占めた(図-4)。香りは強く感じられるが、不快に感じる被験者も多かった。香りの描写では「青臭い」が共通して多く、「薬」、「苦い」、あるいは「重い」といった特徴的な単語が見られた(表-4)。

IV 摘要

21品種・56試験花のチューリップ切り花を用いて香気成分の解析結果と香りの官能評価結果の比較を行った。この内、12品種において、消費者の70%以上が「香る」あるいは「よく香る」と肯定的に評価し得る香気成分発散量を算出した。これらの値は、各品種において香りの有無を判断するときの参考指標になると考えられる。被験者に好まれるチューリップの香りは、テルペノイドのリナロールあるいは β -イオノンの発散量と比率がともに高かった。一方、脂肪酸誘導体の(Z)-3-ヘキセノールの発散量が高いと、不快な匂いになると考えられる。チューリップの香りの描写には、「甘い」、「青臭い」、および「果物・フルーティー」の単語が最も多く用いられた。

引用文献

- 1) Burdock, G. H. (2010) : Fenaroli's handbook of flavor ingredients six edition. CRC Press, Boca Raton.
- 2) Facundo, H. V. V., D. S. Garruti, C. T. S. Dias, B. R. Cordenunsi, F. M. Lajolo, (2012) : Influence of different banana cultivars on volatile compounds during ripening in cold storage. *Food Res. Int.* **49**, 626-633.
- 3) Jaeger, S. R., J. F. McRae, C. M. Bava, M. K. Beresford, D. Hunter, Y. Jia, S. L. Chheang, D. Jin, M. Peng, J. C. Gamble, K. R. Atkinson, L. G. Axten, A. G. Paisley, L. Tooman, B. Pineau, S. A. Rouse, R. D. Newcomb (2013) : A Mendelian trait for olfactory sensitivity affects odor experience and food selection. *Curr Biol.* **19**, 1601-1605.
- 4) Jordán, M. J., K. Tandon, P. E. Shaw, K. L. Goodner (2001) Aromatic profile of aqueous banana essence and banana fruit by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O). *J. Agric. Food Chem.* **49**, 4813-4817.
- 5) 岸本久太郎・金澤大樹・小野崎隆・八木雅史・山口博康・中山真義・大久保直美 (2015) : ポットカーネーションにおける発散香気成分香解析と官能評価. *花き研報*, **15**, 1-13.
- 6) 岸本久太郎・大久保直美 (2016) : 温度や品質保持剤がチューリップ切り花の香気成分発散に与える影響. *園芸研*, **15**(別

- 1), 197.
- 7) 岸本久太郎・辻俊明・大久保直美 (2016) : チューリップの香りの官能評価 . 園芸研 , 15(別2), 226.
- 8) Matsui, K. (2006) : Green leaf volatiles: hydroperoxide lyase pathway of oxylipin metabolism. *Curr. Opin. Plant Biol.* **9**, 274-280.
- 9) 大久保直美 (2015) : 成人男女に対するチューリップの花と香りの嗜好調査 . 花き研報 , 15, 35-45.
- 10) 大久保直美 (2015) : チューリップ品種の香気成分の解析と分類 . 花き研報 , 15, 25-33.
- 11) 大久保直美・辻俊明 (2015) : チューリップ品種の香気成分の解析と分類 . 花き研報 , 15, 25-33.
- 12) 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.
- 13) Oyama-Okubo, N., T. Ando, N. Watanabe, E. Marchesi, K. Uchida and N. Nakayama (2005) : Emission mechanism of floral scent in *Petunia axillaries*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **69**, 773-777.
- 14) Scalliet, G., N. Journot, F. Jullien, S. Baudino, J. L. Magnard, S. Channelière, P. Vergne, C. Dumas, M. Bendahmane, J. M. Cock, P. Hugueney (2002) : Biosynthesis of the major scent components 3,5-dimethoxytoluene and 1,3,5-trimethoxybenzene by novel rose O-methyltransferases. *FEBS Lett.* **523**, 113-118.

Analysis and Sensory Evaluation of Emitted Scent Compounds from Tulip Cut Flowers

Kyutaro Kishimoto, Seiji Ikegawa, Miki Yamakawa, Yusuke Watanabe and Naomi Oyama-Okubo

Summary

Fifty-six cut flowers from 21 different tulip cultivars were compared in an emitted scent analysis and a scent sensory evaluation. The amount of scent emission expected when over 70% of consumers evaluated the scents from the flower as 'smell' or 'well smell' was calculated for 12 of the 21 cultivars. These values could serve as reference indicators for judging the presence of scents in each cultivar. The preferred tulip scents contained large amounts and high ratios of linalool or β -ionone terpenoids. However, high emissions of (*Z*)-3-hexenol, a fatty acid derivative, seemed to cause an unpleasant odor. "Sweet," "green odor," and "fruit/fruity" were the words most often used to describe the scent produced by tulips.

Accepted; July 28, 2017

Division of Floricultural Production and Postharvest Technology

2-1 Fujimoto, Tsukuba, Ibaraki 305-0852, Japan