

平成30年6月18日現在

機関番号：82111

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26660029

研究課題名(和文)花の香気成分の代謝・分解機構の解明

研究課題名(英文)Metabolic mechanism of floral scent compounds

研究代表者

大久保 直美(Oyama-Okubo, Naomi)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・野菜花き研究部門・ユニット長

研究者番号：90343962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：ペチュニア野生種およびペチュニアと同様の香気成分組成を持つユリの代謝産物の動態を明らかにするために、昼12時、夜0時の花卉のサンプルのメタボローム解析を行った。ユリとペチュニアの昼0時のサンプルから、芳香環に水酸基が付加した香気成分代謝産物候補化合物を得た。今後、その化合物をペチュニアあるいはユリから抽出し、精製後、構造決定を行う。  
新しい香りを持つ青色ペチュニア新品種の発散香気成分の解析を行い、既存のペチュニア野生種、品種にはない組成であることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：To clarify metabolite dynamics of petunia wild species and lily, metabolome analysis of their petal samples taken at 12 pm and 0 pm was performed. From the sample at 0 pm of petunia and lily, scent component metabolite candidate compound having hydroxyl group added to the aromatic ring was obtained. In the future, I will extract the compound from petunia and lily, and after purification, structure determination will be made.  
Analysis of the emitted scent compounds of a new fragrant blue petunia cultivar revealed that it is a composition not found in petunia wild species and existing petunia cultivars.

研究分野：天然物化学

キーワード：ペチュニア 香気成分 メタボローム解析

### 1. 研究開始当初の背景

香りは花の重要な品質の一つであり、香りの有無は消費者の購買意欲に多大な影響をもたらしている。香りの無い花は物足りなく感じられる一方で、香りの強い花は使用の場が限定される傾向にある。花の需要を広げるためには、香りの制御技術の開発は重要な課題である。

ペチュニアの野生種の一つ *Petunia axillaris* の香りの発散は、夜間に強く昼間に弱く香る昼夜リズムを有する(図1)。発散量と内生量の比較から、夜間から昼間にかけての香気成分の減少には、発散だけでなく、香気成分の代謝が関与している可能性が考えられた。香気成分の代謝機構の解明は、香りの制御技術につながると言える。

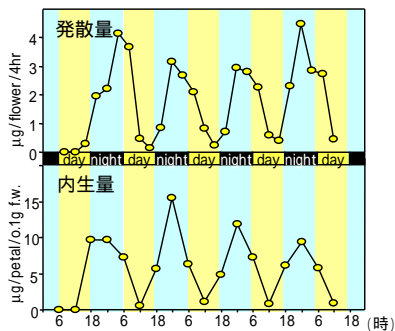


図1 *P. axillaris*の香気成分の昼夜リズム

### 2. 研究の目的

ペチュニアの香気成分の内生量の変化は発散量と同調しているが、発散されるよりも多くの量が夜から昼間にかけて減少していたことから、花弁内での香気成分量の制御には代謝が関わっていると考えられる。現在の花の香気成分の研究は生合成が中心であり、香気成分の代謝についてはほとんど手が付けられていない。

本研究では、花の香り研究のモデル植物であるペチュニアを用いて、香気成分の代謝産物の構造を明らかにする。香気成分代謝産物の解明は、代謝機構および香気成分の代謝に関連する酵素の解明につながり、さらにはその酵素を対象としたケミカルコントロール、組換え、マーカー育種など分子育種への応用が期待できる。

### 3. 研究の方法

#### (1) ペチュニアとユリのメタボローム解析

*P. axillaris*を12時間日長(6-18明/18-6暗)、25一定のインキュベータ中にペチュニアを置き、昼12時、夜0時の2点で花弁を採取した。それらの花弁のメタノール抽出物について、LC-Orbitrap-MSによるメタボローム解析を行った。

LC-Orbitrap-MS (かずさDNA研究所)

LC: Agilent 1200 series

MS: Thermo fisher LTQ ORBITRAP XL

研究実施期間中に、研究所にてペチュニア組換え体が一般温室で栽培されていた件が発覚し、ペチュニアを研究に用いられなくなった機関が生じたため、ペチュニアと同様の芳香族香気成分と発散リズムを持つユリ(図2)を新たに研究材料とした。ユリについては、23一定のインキュベータに置いた以外はペチュニアと同様の方法で花弁を採取した。ユリ花弁については、メタノール、クロロホルム等を用いて前処理を行い、CE-TOFMSによるメタボローム解析を行った。CE-TOFMS (ヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ): Agilent CE-TOFMS system

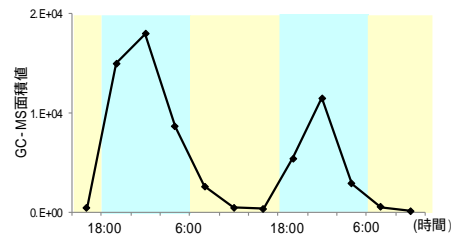


図2 ユリの香気成分発散量の昼夜リズム

#### (2) 新しい香りを持つペチュニアの解析

これまでのペチュニア品種にない甘く華やかな新しい香りを持つ青色ペチュニア新品種「F<sub>1</sub>ブルームーン」および、比較のため既存3品種を12時間日長(6-18明/18-6暗)、25一定のインキュベータ中に置き、開花後2日目の花の1日分の発散香気成分をテナックチューブに採取した。「F<sub>1</sub>ブルームーン」については、開花後4時間ごとに発散香気成分を5日間採取した。得られたサンプルは加熱脱着GC-MSによる分析を行った。

加熱脱着GC-MS (農研機構)

加熱脱着装置: Gerstel Thermal Desorption System 3

GC-MS: Agilent 7890A GC-5975C MS

### 4. 研究成果

(1) ペチュニア花弁サンプルについては、LC-Orbitrap-MSによるメタボローム解析により、7371種類の化合物ピークを得た。そのうち昼間のみ出現する化合物は90種類であった。その中から、芳香環に水酸基が付加した候補化合物が得られた。

ペチュニアについては、所属する研究所において組換え体が一般温室にて栽培されていた件が発覚し、ペチュニアを用いた実験が長期に渡りできなくなったことから、ペチュニアと同様の夜香性のユリを用いて、CE-TOFMSによるメタボローム解析を行った。その結果ペチュニアと同様に、芳香環に水酸基が付加した候補化合物が得られた。

候補化合物については、構造決定のために、ペチュニアおよびユリ花弁の抽出物からそれぞれ精製を進めている。

(2) 「F<sub>1</sub> ブルームーン」の主要香気成分は C6-C2 化合物であるフェニルアセトアルデヒド (ヒヤシンス様香気) であり、C6-C3 化合物であるイソオイゲノール (スパイシーな香気) が主要成分である既存のペチュニア品種とは香気成分組成が大きく異なっていた (表 1)。

表 1 ペチュニア 4 品種の 1 花あたりの主要発散香気成分量 (nmol)

	既存品種			
	F <sub>1</sub> ブルームーン	パカラブルー	カーベットトゥルーブルー	セレブリティーブルー
安息香酸メチル	13.4	0.7	50.8	0.8
イソオイゲノール	8.4	55.9	77.2	72.6
p-クレゾール	29.5	16.6	13.5	22.9
フェニルアセトアルデヒド	119.0	3.4	1.6	33.9
2-フェニルエタノール	14.4	1.7	1.2	6.9
パニリン	7.5	44.9	49.8	43.3
ベンズアルデヒド	24.9	32.7	71.0	20.5

「F<sub>1</sub> ブルームーン」は C6-C2 化合物の生合成活性が高く、「F<sub>1</sub> ブルームーン」の甘い特徴的な香りはこれらの香気成分に由来すると考えられる。

(3) 「F<sub>1</sub> ブルームーン」の発散香気成分の経時的な解析により、香気成分の発散量は明期から暗期の切り替わりの時間帯に最も高くなることが示された (図 3)。

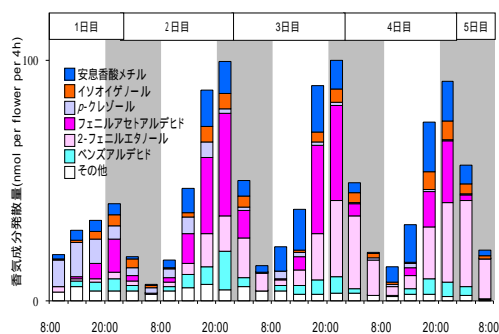


図 3 「F<sub>1</sub>ブルームーン」の発散香気成分量の経時変化

「F<sub>1</sub> ブルームーン」の開花日の明期では、p-クレゾール (消毒臭) が主要成分であり、2日目以降はフェニルアセトアルデヒド、安息香酸メチル (ドライフルーツ様香気) 2-フェニルエタノール (バラ様香気) が主要成分であった (図 3)。「F<sub>1</sub> ブルームーン」の株の開花している花の多くは開花後 2 日目以降の花であることから、植物体全体から感じられる甘く華やかな香りは、ヒヤシンス様の香りのフェニルアセトアルデヒド、バラ様の香りの 2-フェニルエタノール、ドライフルーツ様の香りの安息香酸メチルに由来すると考えられた。

安息香酸メチルなどの C6-C1 化合物、フェニルアセトアルデヒドなどの C6-C2 化合物、イソオイゲノールなどの C6-C3 化合物の生合成前駆体はフェニルアラニンである (図 4)。一方で、p-クレゾールの前駆体はチロシンと推定されている (Oliva et al., 2015)。「F<sub>1</sub> ブルームーン」の開花初期の段階ではチロシン-p-クレゾール経路、開花後日数が経つにつれて、フェニルアラニンを介した経路が活性化すると考えられる。また、「F<sub>1</sub> ブルームーン」の C6-C1 化合物、C6-C3 化合物量は他の品種と比較して少なかったことから、フェニルアラニンから trans-経皮酸への活性は低く、主に C6-C2 経路が活性化しているものと考えられる。

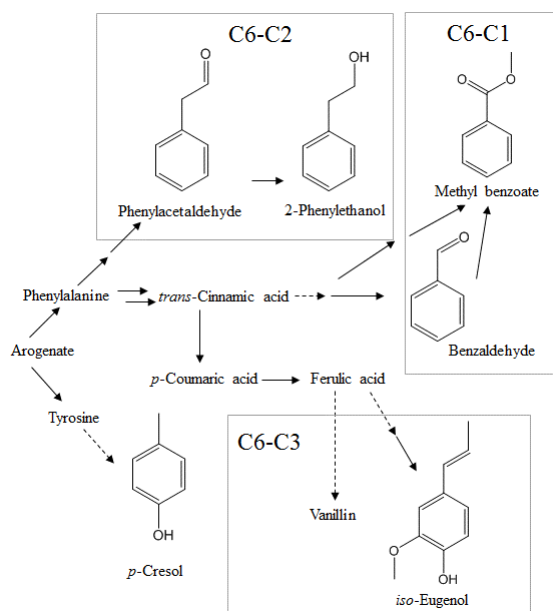


図 4 「F<sub>1</sub>ブルームーン」の香気成分の推定生合成経路

#### <引用文献>

Oliva, M., R. Ovadia, A. Perl, E. Bar, E. Lewinsohn, G. Galili and M. Oren-Shamir. Enhanced formation of aromatic amino acids increases fragrance without affecting flower longevity or pigmentation in *Petunia x hybrida*. Plant Biotechnol. J. 13, 2015, 125-136.

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)  
Naomi Oyama-Okubo, Tomoaki Haketa, Hiroyuki Furuichi and Shunsuke Iioka, Characteristics of Floral Scent Compounds in a New Fragrant Petunia Cultivar TX-794 'Evening Scentsation', The Horticultural Science, 査読有り, 87(2), 2018, 258-263,  
<https://doi.org/10.2503/hortj.0KD-090>

〔学会発表〕(計1件)

大久保直美、羽毛田智明、古市浩之、飯岡俊介、青色ペチュニアの発散香気成分の解析、園芸学研究、15(別1)、2015、196

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大久保 直美 (Oyama-Okubo, Naomi)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・野菜花き研究部門・ユニット長

研究者番号：90343962