

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00819

研究課題名(和文) 亜熱帯柑橘資源の香りの特性と香り成分によるストレス低減および抗炎症効果の解析

研究課題名(英文) Analysis of aroma profiles, stress amelioration potential, and anti-inflammatory effects of volatile aroma compounds extracted from subtropical citrus resources

研究代表者

和田 浩二 (WADA, KOJI)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号：50201257

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、亜熱帯柑橘としてシークワーサーに着目し、その精油の香りの特性、香氣成分によるストレス低減効果および抗炎症作用について解析・評価した。シークワーサー精油の構成成分はガスクロマトグラフ(GC)を用いて分析し、香りの特性は香氣抽出物希釈分析によるGC-におい嗅ぎ法により解析できた。また精油および主要な構成成分の香り環境下で、健常な成人女性によるビジュアル・ディスプレイ・ターミナル作業に伴うストレス低減効果を検証した。さらに、精油および主要な構成成分の抗炎症作用について、炎症メディエーターに対する抑制効果を確認した。得られた知見は、消費者や食品産業での実践的な香りの活用につながると考える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の最も大きな学術的な特色は、亜熱帯柑橘の香りの成分を食品の嗜好性(二次機能)としてのみ捉えるのではなく、ストレス低減や抗炎症効果という食品機能性(三次機能)と関連付ける点である。また、香りは食生活の中で容易に取り入れることができることから、高齢化社会でのメンタルヘルスケアにも貢献できる点で研究に大きな意義があると考えられる。さらに、本研究は沖縄特産の農産物や食品の多面的な機能性の研究を推進するものであり、地場産業としての果樹等の生産拡大だけでなく、国際的な経済環境に対応した農産物の利用や高付加価値化にも貢献できると考える。

研究成果の概要(英文)：In this study, aroma profiles, stress amelioration potential, and anti-inflammatory effects of volatile aroma compounds in essential oil extracted from the subtropical citrus resource shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) were investigated. The aroma compounds in shiikuwasha essential oil (SEO) were evaluated using gas chromatography (GC), followed by assessment of its aroma profile using GC-olfactometry with an extended aroma extract dilution analysis technique. Next, the potential SEO, along with the major volatile active-aroma compounds present, were evaluated for neurological stress amelioration effects via inhalation in healthy female adults engaged in visual display terminal work. The anti-inflammatory effects of SEO and its prominent active-aroma components were evaluated in terms of their ability to inhibit the production of inflammatory mediators. The findings of this study may lead to practical applications of utilization of aroma compounds for consumers and food industries.

研究分野：食品分析学

キーワード：柑橘 シークワーサー 精油 香氣成分 におい嗅ぎ 抗ストレス 抗炎症

1. 研究開始当初の背景

亜熱帯地域の食用植物は、高温や強い紫外線などの環境下でも生育できるように多種多様な防御成分を含んでいるが、これらの成分はヒトにとって独特の嗜好性(香りや味)を呈する成分や健康維持・増進に寄与する機能性成分となるものが多い。また、最近、食品の香りは脳機能の調節や維持にも重要な役割を持つことが注目されている¹⁾。そこで、沖縄在来柑橘であるシークワサー(*Citrus depressa* HAYATA)に着目し、果皮の香り成分の分析を行った結果、系統や生育ステージとは無関係に、他の香酸柑橘であるユズやカボスに比べて、抗酸化活性の高い γ -terpineneを非常に多く含むことを明らかにした^{2,3)}。香酸柑橘の快い香りは精神的な安定効果があるとされているが、 γ -terpineneは単独では不快な香りである。しかしながら、不快な香りが精神的にポジティブに作用することも報告されている⁴⁾。

以上のことから、亜熱帯柑橘であるシークワサーの香りの源となる精油の構成成分および個々の香り成分の特性や解析データを得ることを基盤として、香りの持つストレス低減効果や抗炎症効果といった新たな機能性の研究を行うこととした。

2. 研究の目的

亜熱帯柑橘の独特な嗜好性(香りや味)は、食品のおいしさである二次機能のみを付与する成分として捉えられてきた。一方、最近、食品の香りは脳機能の調節や維持にも重要な役割をもつことが注目されている。すなわち、亜熱帯柑橘のもつ香りを食生活の中で効率よく利用することにより、ストレス低減や抗炎症効果という食品機能性(三次機能)を引き出すことが可能であると考えられる。そこで本研究では、亜熱帯に位置する沖縄の在来柑橘であるシークワサーに着目し、香りの源である精油の構成成分やその香りの特性について、定性・定量分析だけでなく、香りの構成成分の質や強度をヒトにより官能的に評価し、解析を行う。さらに、シークワサー精油およびその香り特性に大きく寄与する成分を用いて、ヒトによるストレス低減効果や培養細胞系での抗炎症効果を検証・解析することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) シークワサー精油の構成成分および香りの特性の解析

① シークワサー精油の調製

シークワサー精油は、シークワサー果実を全果搾汁して得られた粗果汁の上清より採取したシークワサーパルプから調製した。すなわち、パルプを常圧下で水蒸気蒸留して得られた粗精油を遠心分離し、その上清を無水硫酸ナトリウムで一晩脱水したものをシークワサー精油とした。なお、得られたシークワサー精油は各分析に供するまで -30°C で保存した。

② シークワサー精油の香気成分の分析

シークワサー精油の香気成分の分析は、ガスクロマトグラフ(GC)-水素炎イオン化検出器(FID)により各香気成分を定量し、GC-質量分析計(MS)を用いて同定を行った。GC-FID分析の分離カラムにはDB-WAXを用い、カラム温度は 40°C で2分間保持した後、 $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で 200°C まで昇温し、さらに38分間保持した。香気成分の定量は、全ピーク面積に対する各成分のピーク面積比の百分率と内部標準法による定量値から算出して行った。GC-MS分析の分離カラムおよび温度プログラムはGC-FID分析と同一条件とした。なお、イオン化はEI法により行い、イオン源およびインターフェイス温度は 230°C 、イオン化電圧は 70eV とした。香気成分の同定は質量スペクトルおよび標準物質の保持指標を用いて行った。

③ シークワサー精油およびその構成成分の官能的な香気特性の解析

シークワサー精油およびその構成成分の官能的な香気特性を明らかにするために、におい嗅ぎ-GC(GC-O)による分析を行った。GC-O分析はGCにGerstel社のにおい嗅ぎ装置を装備して行った(図1)。すなわち、GCの分離カラムの出口をクロスピースによって1:1に分岐し、一方を検出器(FID)に、他方をカラムオープン外のsniffing portに導いた。分析条件はGC-FID分析と同一とした。

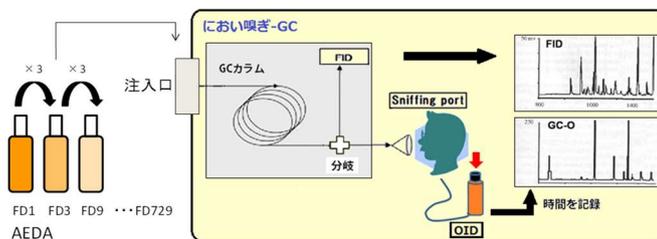


図1 GC-OとAEDAによる官能的な香気特性の解析

シークワサー精油の構成成分の香りへの寄与度は、香気抽出物希釈分析(AEDA: Aroma Extract Dilution Analysis)により、Flavor Dilution Factor(FD factor)を測定し、評価した(図1)。すなわち、精油をエーテルで 3^{n} に段階的に希釈し、GC-O分析を行った。分析はパネリスト5名が段階的に希釈した精油サンプルに対し、それぞれ2回ずつ試験を行った。FD factorはにおいを検出できたパネリストが0人になった時点で終了とし、最後に検出できた希釈倍率をFD factorとした。においの特性は、パネリストの訓練時に作成した用語表より選択して評価し、においの

検出は、においを感じている間に Olfactory Intensity Device (OID) を押すことによりモニターした (図 1)。さらに、GC-FID により測定したシークワーサー精油の香气成分の定量値と FD factor を用いて、下記の式により相対フレーバー活性 (RFA : relative flavor activity) を算出した。

$$RFE = \log 3^n / S^{0.5}, \quad 3^n : \text{FD ファクター}, \quad S : \text{相対面積 (\%)}$$

(2) シークワーサー精油およびその構成成分のストレス低減効果の解析

ヒトによるストレス低減効果は、香りとしてシークワーサー精油およびその精油の主要香气成分である limonen と γ -terpinen を用い、清水らの森林の香りなどのリラックス効果を評価した環境を用いて実施した⁵⁾。すなわち、図 2 に示した個室空間 (g) で香りのない環境 (コントロール) と香りのある環境内で、ビジュアル・ディスプレイ・ターミナル (VDT : Visual Display Terminal) 作業として、オドボール課題を実施し、作業効率、作業前後や作業中の心理的評価および生化学的評価によりストレスに対する効果を解析した。評価試験の被験者は 9 名 (女性、平均年齢 20.4 歳) とした。被験者には室内に入る前に生理的評価となるバイオマーカー測定のための唾液を採取し、心理的評価として気分プロフィール検査 (POMS : Profile of mood states) を実施した。次に、脳波および心電図測定装置を装着し、室内に入った後、香りやストレス作業を一定時間提示し、その間の脳波および心電図をモニターした。ストレス作業終了後、作業前との比較のため、唾液の採取と POMS を再度実施した。また脳波の周波数帯域は、 α 波、 β 波、 θ 波、 δ 波、測定部位は Fz、Cz、Pz、Oz とし、心電図から心拍変動を RR 間隔、LF 値、HF 値、LF/HF 比により解析した。

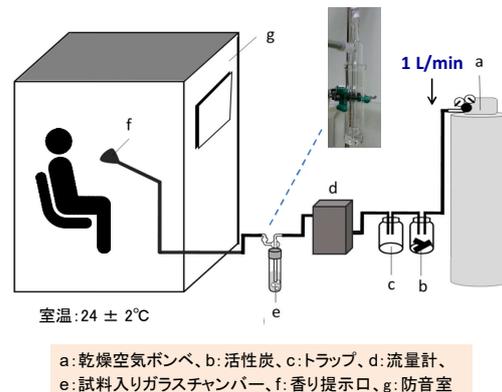


図 2 ストレス低減効果試験の個室環境

(3) シークワーサー精油およびその構成成分の抗炎症効果の解析

① 試料調製

シークワーサー精油およびその精油の主要香气成分である limonen と γ -terpine は、dimethyl sulfoxide (DMSO) に溶解し、フィルターにてろ過滅菌後、適宜希釈して用いた。なお、DMSO は細胞増殖に影響のない 0.5% の濃度で使用した。

② 細胞毒性試験

マウスミクログリア由来 BV-2 細胞株 (BV-2 細胞) を 24-well plate に播種し、10%FBS を含む培地で 24 時間インキュベートした。培養後、培養上清を除去してリン酸緩衝生理食塩水で細胞を洗浄し、その後シークワーサー精油、limonene および γ -terpinene を添加した培地に交換して 24 時間培養した。なお、細胞生存率 (%) は MTS 法により算出した。

③ NO 産生量および IL-1 β 産生量の測定

BV-2 細胞の培養は細胞毒性試験と同様に行った。すなわち、培養後はシークワーサー精油、limonene および γ -terpinene を添加し、さらにリポポリサッカライド (LPS) を終濃度 1 μ g/ml となるように加え、24 時間培養した。その後、培養上清を回収し、NO および IL-1 β 産生量を ELISA 法により測定した。

4. 研究成果

(1) シークワーサー精油の構成成分および香りの特性の解析

① GC-FID および GC-MS による精油の香气成分の分析

シークワーサー精油を GC-FID および GC-MS 分析した結果、55 成分を検出し同定した。主要な構成成分群は他の柑橘類と同様に炭化水素成分であり、組成比の 95% を占めた。炭化水素成分の中で最も大きな組成比を示したのも他の柑橘類と同様に limonene (57%) であったが、スイートオレンジ (86%) やマンダリンオレンジ (74%)、また同じ香酸柑橘類であるユズ (63~68%) に比べ、低い組成比を示した。一方、 γ -terpinene (25%) は他の柑橘類よりもかなり高い組成比を示したことから、シークワーサーの特徴的な香气特性に炭化水素成分の組成比が寄与していることが示唆された。含酸素成分では各精油ともアルコール類の組成比が最も高く、その中で linalool、terpinen-4-ol、 α -terpineol がアルデヒド類、エステル類に比べて高い組成比を示した。linalool と α -terpineol は花様、terpinen-4-ol はハーブおよび樹脂様といった柑橘類の香りの重要な寄与成分と考えられている⁹⁾。

② GC-O および AEDA による精油およびその構成成分の官能的な香气特性の解析

GC-FID および GC-MS 分析で同定・定量したシークワーサー精油の 55 成分について GC-O 分析を行った結果、47 成分のにおい特性を評価できた。また、AEDA の FD factor 1~729 において、OID によるにおいの検出頻度が最も高かった香气成分は linalool (59 回) であり、次いで limonene (46 回)、terpinolene (41 回)、 γ -terpinene (40 回)、 α -cubebene (40 回)、nonanal (40 回) の順であった。これら 6 成分の閾値は linalool (0.028ppm) が最も低く、次いで、nonanal (0.1ppm)、limonene (0.2ppm)、terpinolene (0.41ppm)、 γ -terpinene (0.6ppm) であった。したがって、GC-O

分析での検出頻度には各香気成分の閾値が大きく関わっていることが明らかとなった。さらに、AEDAにより各香気成分のFD factorを決定し、GC-O分析によるアロマグラムとGC-FID分析によるガスクロマトグラムを作成した(図3)。これまでGC-FIDおよびGC-MS分析の結果から、limoneneや γ -terpineneがシークワーサー精油の主要な構成成分であることを明らかにしているが、アロマグラムとガスクロマトグラムの比較により、nonanalやgremacren Dといったガスクロマトグラム上では非常に微量な成分も官能的に重要な成分であることが示唆された。そこで、より客観的に香気特性に対する各香気成分の寄与を評価するために、相対フレーバー活性(RFA)を測定した。今回最もRFA値が高かった香気成分は、 α -cubebene、 σ -elemene、gremacrene D、nonanal(いずれもRFA=16.87)であった。これら4つの香気成分はGC-FID分析において低い組成比であったが、GC-O分析において大きなFD factorを示したことから、シークワーサー精油の香気特性には微量な香気成分も大きく寄与することが示唆された。

以上の結果はシークワーサー精油の基礎的な知見にとどまらず、食品香料やアロマオイルとして精油を利用するための規格基準や品質管理、他の高酸柑橘類との差別化などに有用な情報を与えると考える。

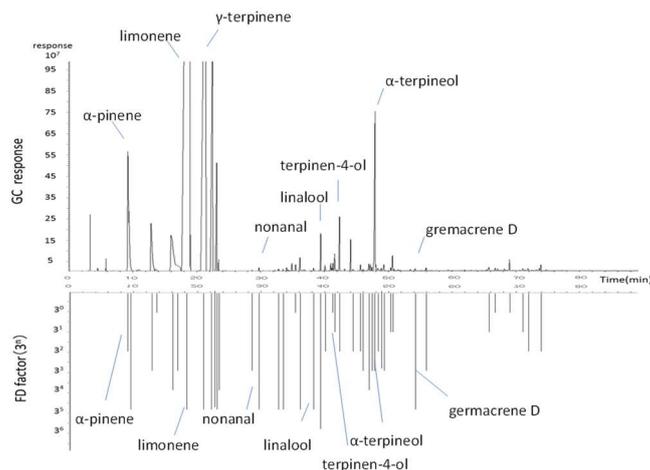


図3 シークワーサー精油のガスクロマトグラム(上)とアロマグラム(下)

(2) シークワーサー精油およびその構成成分のストレス低減効果の解析

個室空間で香り(シークワーサー精油、limonene、 γ -terpinene)のある環境と香りのない環境(コントロール)でVDT作業としてオドボール課題を実施し、心理的な評価を行った結果、「緊張」、「抑うつ」、「怒り」、「活気」、「疲労」、「混乱」の6つの因子において、シークワーサー精油の香りの存在下では、コントロールに比べ「活気」が上昇し、「疲労」が軽減されることが示された。一方、生理的評価である α -アミラーゼに有意差は認められなかった。またVDT作業に伴う脳波変動では、シークワーサー精油およびlimoneneの香りの環境に比べ、不快なにおい特性をもつ γ -terpineneの香り存在下で、コントロールに比べてOz(後頭部)での β 波の出現が有意($p < 0.05$)に低かったことから、VDT作業に伴うストレスが抑制されていることが示唆された。さらに、オドボール課題の作業効率性を示す誤答率についても、コントロールに比べ低い傾向を示した。心電図における心拍変動は、 γ -terpineneのR-R間隔が作業前(653.2ms)から作業後(733.0ms)で有意($p < 0.05$)に変化したことから、 γ -terpineneがストレスの緩和効果をもつことが示された(図4)。以上のことから、シークワーサー精油の快い香りとともに、その構成成分で不快な香り特性をもつ香気成分も脳の神経活動に大きく影響を及ぼすことが示唆された。

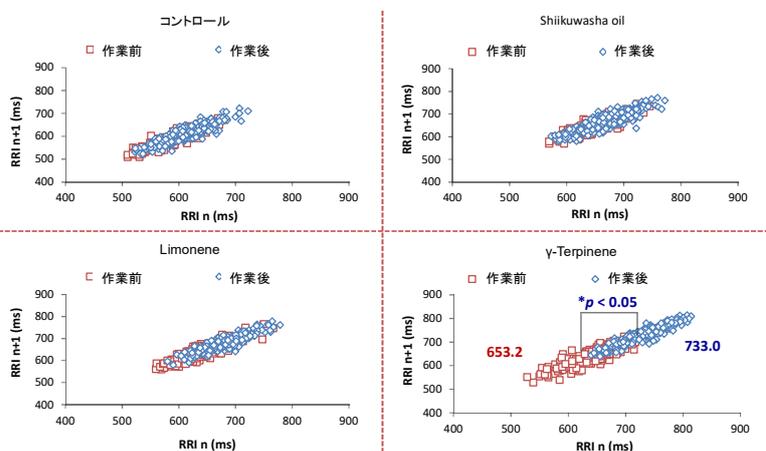


図4 ストレス作業に伴うシークワーサー精油、limoneneおよび γ -terpineneの心拍のR-R間隔変動への影響

(3) シークワーサー精油およびその構成成分の抗炎症効果の解析

①細胞毒性試験

シークワーサー精油、limonene および γ -terpinene の BV-2 細胞への毒性を MTS 法により検証した結果、3.9~500 μ g/ml において細胞の生存に影響を与えなかった。そこで、シークワーサー精油、limonene および γ -terpinene を 3.9~500 μ g/ml の濃度範囲で BV-2 細胞へ添加し、LPS 誘導に伴う NO および IL-1 β 産生量を測定した。

②LPS 誘導による NO および IL-1 β 産生に対するシークワーサー精油およびその構成成分の影響

BV-2 細胞の NO 産生誘導におけるシークワーサー精油の影響を解析した結果、濃度依存的に NO 産生量が抑制され、7.81 μ g/ml で有意 ($p<0.05$) な抑制が認められた (図 5)。また、limonene および γ -terpinene においても濃度依存的に NO 産生量を抑制した。IL-1 β 産生についても、シークワーサー精油では濃度依存的に産生量が抑制され、31.25 μ g/ml で有意 ($p<0.05$) な抑制を確認した (図 5)。一方、シークワーサー精油の主要な香気成分の 250 μ g/ml 添加における IL-1 β 産生量は limonene (27.9pg/ml) に比べ、 γ -terpinene (9.5pg/ml) が有意 ($p<0.05$) に強い抑制効果を示した。BV-2 をはじめとするミクログリア細胞において、LPS 刺激により産生が亢進される iNOS、COX-2、IL-1 β 、TNF- α の発現抑制は、p38 MAPK シグナルと NF- κ B の活性化調節によるものであり、NO 産生に関わる iNOS 発現の誘導には IL-1 β などの炎症性サイトカインの産生を介している⁷⁾。したがって、シークワーサー精油、limonene および γ -terpinene は、炎症性サイトカインである IL-1 β の発現を抑制し、NO 産生を阻害していることが示唆された。今後は、抑制のメカニズムの解明に取り組みたいと考えている。

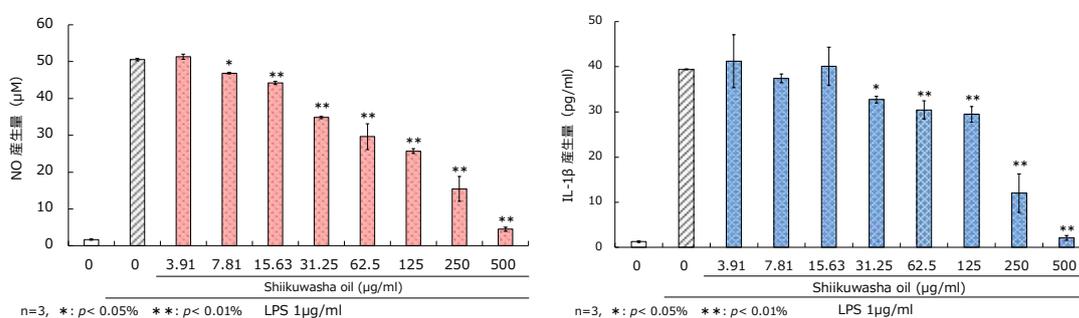


図 5 シークワーサー精油による LPS 刺激 BV-2 細胞における NO 産生 (左) および IL-1 β 産生 (右) の抑制効果

<引用文献>

- 1) 今西二郎、香りの生理効果の医療への応用、医学のあゆみ、253、499-502 (2015)
- 2) Asikin, Y., Taira, I., Inafuku-Teramoto, S., Sumi, H., Ohta, H., Takara, K., Wada, K., The composition of volatile aroma components, flavanones, and polymethoxylated flavones in Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) peels of different cultivation lines, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 7973-7980 (2012)
- 3) Asikin, Y., Maeda, G., Tamaki, H., Mizu, M., Oku, H., Wada, K., Cultivation line and fruit ripening discriminations of Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) peel oils using aroma compositional, electronic nose, and antioxidant analyses, Food Research International, 67, 102-110 (2015)
- 4) Horii, Y., Nagai, K., Nakashima, T., Order of exposure to pleasant and unpleasant odors affects autonomic nervous system response, Behavioural Brain Research, 243, 109-117 (2014)
- 5) Matsubara, E., Fukagawa, M., Okamoto, T., Ohnuki, K., Shimizu, K., Kondo, R., The essential oil of *Abies sibirica* (Pinaceae) reduces arousal levels after visual display terminal work, Flavour and Fragrance Journal, 26, 204-210 (2011)
- 6) Xiao, Z., Ma, S., Niu, Y., Chen, F., Yu, D., Characterization of odour-active compounds of sweet orange essential oils of different regions by gas chromatography-mass spectrometry, gas chromatography-olfactometry and their correlation with sensory attributes, Flavour and Fragrance Journal, 31, 41-50 (2016)
- 7) 川原浩一、森正敬、中山仁、ミクログリアにおける NO 誘導性アポトーシスと小胞体ストレス、日本薬理学雑誌、124、399-406 (2004)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kinjo, Y., Wada, K., Oe M., Hou. D-X., Takahashi, M.	4. 巻 26
2. 論文標題 Effects of p-hydroxybenzaldehyde and p-hydroxyacetophenone from non-centrifuged cane sugar, Kokuto, on serum corticosterone, and liver conditions in chronically stressed mice fed with a high-fat diet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 501 ~ 507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.26.501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hanagasaki, T., Hirose, N., Maeda, G., Onda, S., Wada, K.	4. 巻 25
2. 論文標題 Vinegar extract of fruit waste from juice production using Tankan (Citrus tankan Hayata) native to Okinawa, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 667-676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.25.667	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 広瀬直人、前田剛希、太田英明、宮城一菜、和田浩二	4. 巻 45
2. 論文標題 無核シークワシャー‘仲本シードレス’の摘果を利用した抽出酢の特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本食品保蔵学会誌	6. 最初と最後の頁 215-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Asikin, Y., Kusumiyati, Taira, E., Wada, K.	4. 巻 106
2. 論文標題 Alterations in the morphological, sugar composition, and volatile flavor properties of petai (<i>Parkia speciosa</i> Hassk.) seed during ripening	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Food Research International	6. 最初と最後の頁 647-653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodres.2018.01.044	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kinjo, Y., Takahashi, M., Hirose, N., Mizu, M., Hou, D.-X., Wada, K.	4. 巻 68
2. 論文標題 Anti-stress and antioxidant effects of non centrifuged cane sugar, Kokuto, in restraint-stressed mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oleo Science	6. 最初と最後の頁 183-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5650/jos.ess18198	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 和田浩二	4. 巻 40
2. 論文標題 シークワサー (Citrus depressa Hayata) ~機能性と香り	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 生物試料分析	6. 最初と最後の頁 271-278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Asikin, Y., Kawahira, S., Maeda G., Hirose, N., Kyoda, S., Wada, K.	4. 巻 26
2. 論文標題 Extended aroma extract dilution analysis profile of Shiikuwasha (Citrus depressa Hayata) pulp essential oil	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Food and Drug Analysis	6. 最初と最後の頁 268-276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfda.2017.04.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Asikin, Y., Kusumiyati, Shikanai, T., Wada, K.	4. 巻 9
2. 論文標題 Volatile aroma components and MS-based electronic nose profiles of dogfruit (Pithecellobium jiringa) and stink bean (Parkia speciosa)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Research	6. 最初と最後の頁 79-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jare.2017.11.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 大江萌那、高橋誠、高良健作、和田浩二
2. 発表標題 ヒハツモドキ (Piper retrofractum Vahl) 抽出物が前駆脂肪細胞(3T3-L1)の脂肪蓄積および糖代謝に与える影響
3. 学会等名 2019年度日本栄養・食料学会九州・沖縄支部および日本食品科学工学会西日本支部合同大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 広瀬直人、前田剛希、恩田聡、光部史将、和田浩二、太田英明
2. 発表標題 無核シークワサー未熟果を原料とした抽出酢の特性
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第67 回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Asikin, Y., Wang, N., Kusano, M., Hirose, N., Takeuchi, M., Wada, K.
2. 発表標題 MS-based flavor profiling of okinawan subtropical plant resources
3. 学会等名 13th Annual Conference of the Metabolomics Society, METABOLOMICS 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Asikin, Y., Haga, E., Shimizu, K., Kusano, M., Oku, H., Wada, K.
2. 発表標題 Stress amelioration potentials of Shiikuwasha (Citrus depressa Hayata) essential oil
3. 学会等名 13th Asian Congress of Nutrition (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------