

保蔵温度がシークワシャー果汁の品質に及ぼす影響

宮城 一 菜¹⁾ 藤瀬 朋子²⁾ 山本 健太¹⁾
 矢羽田 歩¹⁾ 古賀 信幸²⁾ 太田 英明²⁾

Influence of storage temperature on quality of Shiikuwasha (*Citrus depressa* HAYATA) juice

Kazuna Miyagi¹⁾ Tomoko Fujise²⁾ Kenta Yamamoto¹⁾
 Ayumi Yahada¹⁾ Nobuyuki Koga²⁾ Hideaki Ohta²⁾

(2008年11月28日受理)

緒 言

シークワシャー (*Citrus depressa* HAYATA)¹⁾ は、別名をヒラミレモンともいい、タチバナと並ぶ日本カンキツの原種の一つである。南西諸島から台湾の山地に分布し、沖縄では大宜味村や名護市屋部、勝山、伊豆味などの本島北部地域で栽培されている特産カンキツである。耐寒性はあまり強くないが、乾湿の変化や暑さに対する抵抗力はとても強い。果実は直径3～4cm、重量25g前後である。酸味が強く、沖縄では古くから芭蕉布の洗濯に使われたほか、スタヂ、カボスのような料理用カンキツとしての需要、果汁飲料としての利用、生食などの用途があるが、ほとんどは果汁飲料として加工されているのが現状である。

フラボノイド化合物は、カンキツ類や野菜類などに広く分布している植物成分の一種で、A環、B環およびC環(ヘテロ環)から構成されるC₆-C₃-C₆構造を持つ化合物である。フラボノイド化合物は、大きく2つのグループ、すなわち、多くの水酸基を持つポリフェノール型と、水酸基の代わりに多くのメトキシ基を持つ構造のポリメトキシ型に分類することができる。ポリフェノール型には、apigeninやluteolinなどが、一方、ポリメトキシ型にはノビレチン、タンゲレチン、およびシネンセチンなどが含まれる^{2, 3)}。

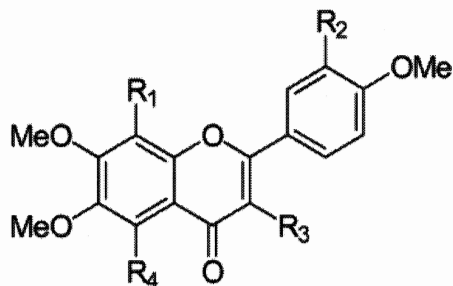
これらは当初、単なる色素として考えられたが、その後、抗酸化作用⁴⁾、抗炎症作用^{5, 6)}、抗ガン作用⁷⁻⁹⁾、などの多くの生理作用を有することが明らかとなり、機能性成分として注目されている。特に、

ポリメトキシ型フラボン化合物は、ポリフェノール型フラボン化合物より脂溶性が高く、細胞内へ浸透しやすいため、強い生理作用を示す可能性があることが報告されている¹⁰⁾。

最近カンキツ類の中でも、シークワシャーの果実や葉に機能性成分であるノビレチンが多く含まれていることが明らかにされている^{11, 12)}。ノビレチンは前述したポリメトキシフラボン類(以下:PMF)の1つで、活性酸素産生抑制による酸化ストレスの緩和作用¹³⁾、誘導型シクロオキシゲナーゼ誘導抑制による炎症緩和作用¹⁴⁾、さらには紫外線照射での炎症に関与するプロスタグランジンE2産生の抑制効果^{15, 16)}、老化関連疾患の原因の一つであるマトリックスメタロプロテアーゼ産生の抑制効果^{17, 18)}の報告があり、疾病予防・改善効果が期待される成分である。他方、交感神経作動作用をもち、脂肪組織の代謝を活性化するフェンチルアミン誘導体であるシネフリン^{19, 20)}は温州みかんに存在することが報告されている²¹⁾。本成分を高濃度含むダイダイ(*C. aurantium*)などからの抽出物は、痩身剤の活用も図られている^{22, 23)}。近年、シークワシャー中に、このシネフリンが存在することが示され、これらPMFおよびシネフリンのような生理機能性成分が注目されるに至っている²⁴⁾。

一方、温州みかんや夏みかん用として我が国のカンキツ果汁工場でも多く用いられている搾汁機には、全果・果皮付きで搾汁するインライン搾汁機(FMC社)、加温により果皮を軟化させ剥皮後裏ごしを行うチョッパーパルパー搾汁機がある^{25, 26)}。しかしながら、シークワシャーは果実自体が小さい

1)



2)

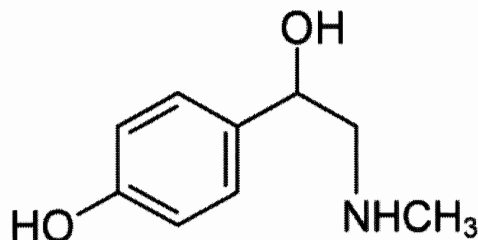


Fig.1 Polymethoxylated flavones and Synephrine

1): Polymethoxylated flavones

Nobiletin: R1=R2=OMe, R3=H, R4=OMe

Tangeretin: R1=OMe, R2=R3=H, R4=OMe

Sinensetin: R1=H, R2=OMe, R3=H, R4=OMe

2): Synephrine

ため、これらの搾汁機を用いるのは不適である。沖縄地域では、シークワシャー果汁の製造において、現在、遠心分離搾汁機が適用されている。遠心分離搾汁機は、底部の中心に備え付けられた破砕カッターで果実を粗砕した後、搾汁用スクリーンにて遠心力で果実を搾汁する装置である²⁶⁾。

上述した背景から、健康食品の一つとしてシークワシャー果実およびその加工品に対する需要が急速に拡大している。しかしながらシークワシャー果汁には、有用成分を豊富に含有する健康食品としても、強い苦味と酸味から、嗜好上、大変飲みにくく、品質の改善が強く求められている。また、これまで、PMF(ノビレチン、タンゲレチン、シネンセチン)(Fig. 1)、シネフリン(Fig. 1)などの生理機能性成分の安定性に関する知見の蓄積は遅々として進んでいない。

本研究では、上述の遠心分離搾汁機で製造したシークワシャー果汁中の機能性成分の安定性を明らかにするため、5℃、20℃、35℃の3温度区における品質特性を調査したので報告する。

実験方法

1. 実験材料

シークワシャー (*Citrus depressa* HAYATA)(クガニ系統)の果実試料には、沖縄県の名護市勝山地区の特定圃場で2005年12月5日に収穫し、洗浄した果実を用いた(果実重量 31.0 ± 2.0 g)。

2. 実験方法

1) 搾汁機およびサンプリング

本実験に用いた搾汁機は遠心分離搾汁機であり、機械の概要と果汁サンプリング条件は次の通りである。

遠心分離搾汁機²⁷⁾: コクサン製の H-122 を用いた。機械サイズは 470(W) × 560(D) × 835(H)mm である。シークワシャー果実 (100 kg) 全てを、一度に 50 個ずつ (処理能力: 約 1 kg/min) 遠心分離機 (1200 × g, 3 min) に投入することによって搾汁した。

各搾汁機の構造略図を Fig. 2 に示した。

各果汁はステンレス製の篩 JIS-Z8801 (355 μm) で濾過した。濾過した果汁は沸騰湯 (95℃) 中に設置したステンレス製のチューブ (φ 5 mm × 4.0 mm) を通して、流速 250 ml/min で加熱殺菌 (90℃) した。ガラス瓶 (250 ml 容) に 93℃ で熱間充填後、王冠で密栓した。充填した果汁は、上側を下にして 10 分間室温に置き (転倒させた形で、蓋内側の殺菌を目的とした)、その後 20 分間水冷した。

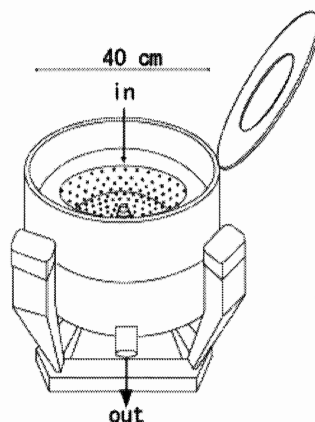


Fig.2 Schematic drawings of centrifugal extractor

2) 保蔵温度

3種類の搾汁機において搾汁した果汁は、Sanyo製のインキュベーター MIR-153 を用いて、5℃ (低温区)、20℃ (室温区)、35℃ (高温区) の3温度区で4ヶ月保蔵した。それぞれの果汁は、1ヶ月ごとに開封し官能検査および分析に供した。

3) 測定項目

i) 一般成分分析

可溶性固形物：20℃における屈折示度を Milton Roy 製屈折計を用いて測定、Brix として表示した。

滴定酸度：0.1N 水酸化ナトリウムで中和するのに要したアルカリ量からクエン酸として換算表示した。

ii) 品質指標分析

果汁の測色：ハンター式色差計は日本電色工業製 SZ-Σ 90 を用いて、反射光にて L^* 、 a^* 、 b^* 値を求めた。その反射による L^* 、 a^* 、 b^* 値を $L \cdot b^* / |a^*|^{28)}$ の式を用いて計算し、その値で褐色化の程度を表した。

アスコルビン酸分析：アスコルビン酸は Sawamura²⁹⁾ らの方法に準じて測定した。標準溶液はアスコルビン酸の標準品 (和光純薬工業社、大阪) を2% メタリン酸液で溶解し、最終濃度 0.1mg/ml を調整した。遠心分離後の試料上清液 300 μ l にエタノール 600 μ l、8% メタリン酸液 300 μ l を加え、攪拌混合後、遠心分離 (4000 rpm \times 15 min) した。得られた上清液を被験溶液として使用した。総アスコルビン酸は、水酸化ナトリウムで還元型アスコルビン酸に還元して HPLC で分析する方法を用いた。

HPLC 分析条件は以下の通りである。

カラム：LiChrospher 100:RP-18 (ϕ 4.0 \times 250 mm, 5 μ m)

移動相：0.2% メタリン酸液

流速：0.76 ml/min

カラム温度：40℃

注入量：20 μ l

検出波長：243 nm

PMF 分析：標準品ノビレチン、タンゲレチン (和光純薬工業社、大阪)、シネンセチン (フナコシ社、東京) の3種類をメタノール-DMSO(1:1) で溶解し、0.5mg/ml の標準溶液とした。

果汁試料 3ml にエタノール 7ml を添加攪拌後、超音波抽出 (30 min) を行った。上清液を Advantec 社製のシリジフィルター (ϕ 0.45 μ m) で濾過後、HPLC 分析に供した。

HPLC 分析条件は以下の通りである。

カラム：Hypersil ODS (ϕ 4.0 \times 125 mm, 5 μ m)

移動相：60% メタノール-10 mM リン酸

流速：1.0 ml/min

カラム温度：40℃

注入量：10 μ l

検出波長：340 nm

シネフリ分析：シネフリ標準品 (シグマアルドリッチジャパン社、東京) を移動相で溶解し、0.2 mg/ml の標準溶液とした。果汁試料をシリジフィルター (ϕ 0.45 μ m) に通したものをそのまま HPLC 分析に供した。

HPLC 分析条件は以下の通りである。

カラム：Develosil ODS-5 (ϕ 4.6 \times 250 mm, 5 μ m)

移動相：アセトニトリル-H₂O (2:98) - 10 mM リン酸

流速：0.8 ml/min

カラム温度：35℃

注入量：5 μ l

検出波長：223 nm

なお、HPLC 分析に使用した装置は全て島津製の LC-10ADvp シリーズを用いた。

一般分析および品質指標、HPLC 分析の値は、平均値 (n=3) で示した。

iii) 官能評価

パネリストとして、酸味の強いシークワシャー果汁について、官能評価経験の多い研究員 13 名の協力を得た。遠心分離搾汁機で果実を搾汁後、3温度区で保蔵していた果汁試料を検査当日に室温に揃え、評点法による官能評価を実施した。外観、風味、酸味、苦味、総合評価の5項目について、普通を0とした \pm 3点の7段階の嗜好尺度法³⁰⁾で評価し、得られた値は分散分析法で解析した。

実験結果および考察

1. 果汁の一般成分

果汁試料の可溶性固形物は、遠心分離搾汁機 10.9 \pm 0.1° Bx であった。また、酸度は 3.4 \pm 0.1% となり、3温度区で保蔵した果汁試料は、4ヶ月に亘る保蔵においても変化は見られず一定であった。

果汁の嗜好性の指標で最も多用される糖酸比は、一般に嗜好上好ましい糖酸比はバレンシアオレンジ果汁で 13.5 ~ 14.5、グレープフルーツ果汁で 10.0 ~ 11.0、温州みかん果汁で 12.5 以上とされている³¹⁾。しかしながら、今回分析したシークワシャー果汁は最も糖度の高い12月収穫の果実果汁でも糖酸比が 3.2 と極めて低かった。この糖酸比はレモン、ライム果汁の糖酸比 1.3, 1.7³¹⁾ に近い値である。このことから、酸味が大変強いシークワシャー果汁の嗜好の品質改善が必要であると考えら

れた。

2. 果汁の特殊成分

1) 色調の変化

ハンター色差計で測色した、色調の黄色化(褐変化)の程度を示す $L \cdot b / |a|$ 値²⁸⁾ の変化を Fig. 3 に示した。

L^* 値は数値が 100 に近いほど明るく、 a^* 値はマイナスが大きいほど青みが強く、 b^* 値はプラスが大きいほど黄色みが強いことを表している。ここでは、 $L \cdot b / |a|$ 値が高くなるにつれて褐変化が進行していることを示す。

遠心分離搾汁機で搾汁した果汁試料は高温の 35℃区に比べて 5℃区と 20℃区では、4ヶ月の保蔵においても $L \cdot b / |a|$ 値が 200 ~ 300 前後と、大きな変化は見られず果汁の色(黄色)が安定していた。一方、35℃区では 1ヶ月目から増加を見せ、4ヶ月目では 3554.7 となり、試験開始時に比較して 20 倍程の顕著な褐色化を示していた。太田ら³²⁾ は、貯蔵温度がリンゴ果汁の色調に及ぼす影響を調べ、 L^* 、 a^* 、 b^* 値の L^* 値はリンゴ果汁の褐変の進行に伴って減少していることから、 L^* 値を褐変の一指標として利用できることと述べている。今回供試したシークワシャー果汁の色調も、 a^* 値と b^* 値の変化が僅少であるのに対し、35℃区の L^* 値においては、試験開始時の値 37.8 から 4ヶ月保蔵後ではその値が 30.0 と減少していた。このことは、太田らの報告と同様の結果となっており、35℃区の果汁で品質劣化が進んでることが推察された。

2) アスコルビン酸の変化

試験開始時から 4ヶ月保蔵後のアスコルビン酸含量の残存率を Fig. 4 に示した。

アスコルビン酸の 4ヶ月保蔵後の残存率は 5℃区では 77.2%、20℃区では 75.2% だった。各温度区

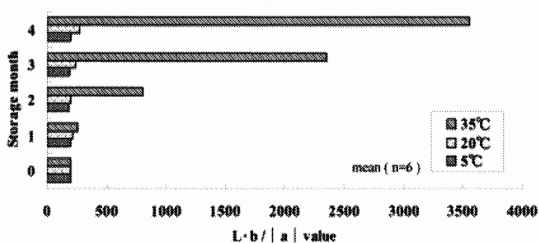


Fig.3 Change in $L \cdot b / |a|$ value for juice prepared using centrifugal extractor during storage at 5°C, 20°C and 35°C

とも保蔵時間の経過に伴いアスコルビン酸含量の減少がみられた。特に、35℃区の残存率が 41.5% と低く、保蔵温度が高いほどアスコルビン酸の残存率も低下した。このことから、アスコルビン酸量の変化には保蔵温度の影響が大きいと考えられた。

この貯蔵中におけるアスコルビン酸の減少について考えられるのは次の要因が挙げられる。第一に、充填したビン中のヘッドスペース量が多いほど貯蔵中における果汁の品質劣化(アスコルビン酸の減少、褐変度など)が著しいこと³³⁾。第二に、容器ヘッドスペース中にあった酸素がアスコルビン酸を酸化することである³⁴⁾。このことから、今回のシークワシャー果汁も、サンプリングの時にできた僅かなヘッドスペース中の酸素が、アスコルビン酸の低下の要因になったのではないかと考えられた。

3) ポリメトキシフラボン類の変化

各温度区における PMF 含量の残存率を Table 1 に示した。

遠心分離搾汁機で搾汁した果汁中の PMF 含量はノビレチン 14.0mg/100ml、タンゲレチン 5.6mg/100ml、シネンセチン 1.2mg/100ml だった。PMF 含量の 4ヶ月保蔵後の残存率は、ノビレチンは 5℃区 95.5%、20℃区 95.3%、35℃区 95.4%、タンゲレチンは 5℃区 94.3%、20℃区 96.6%、35℃区 96.1% に留まっており、その残存率は 95% 程度と高く保持されていた。また、同じく 4ヶ月保蔵後のシネンセチンの残存率は 5℃区 84.4%、20℃区 82.5%、35℃区 81.4% と、前者の 2つの成分に比べると残存率は低かったが、80% 程度は保持されていた。以上のことから、PMF であるノビレチンおよびタンゲレチンは、5℃、20℃、35℃の保蔵温度に関わらず安定性が高いことが示唆された。

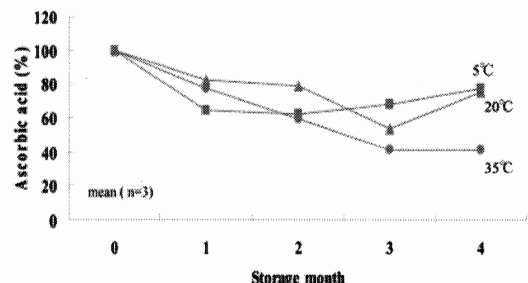


Fig.4 Change in ascorbic acid for juice prepared using centrifugal extractor during storage at 5°C, 20°C and 35°C.

■ : 5°C, ▲ : 20°C, ● : 35°C

4) シネフリンの変化

今回、本試験で温州みかんと同様に、シークワシャー果汁中にもシネフリンが存在することを確認した。果汁中の試験開始時のシネフリン含量は、遠心分離搾汁機 10.8mg/100ml であった。その果汁中のシネフリン含量の残存率を PMF と同様の Table1 に要約した。

シネフリン含量の残存率は、5℃区は 84.0%、20℃区は 80.0%、35℃区は 83.1% となっていた。シネフリンも PMF と同様に保蔵温度に関わらず、各温度区とも 80% 程度と比較的安定していた。品質劣化が進んでいると考えられる 35℃区においても、その残存率は 83.1% と 80% 程度は保持されていた。

5) 官能評価結果

遠心分離搾汁機で搾汁した果汁試料について、外観、風味、酸味、苦味、総合評価の 5 項目を調査し、Table2 に 3 ヶ月保蔵した各果汁試料の平均評価値と有意差の有無を示した。

果汁試料において、外観、風味、酸味、苦味の各項目では、5℃区と 35℃区および 20℃区と 35℃区の間には危険率 1%、また、総合評価も危険率 5% で有意差が認められた。このことから、35℃区の果汁で品質劣化が進んでおり、さらに、保蔵温度が高くなるにつれて評価値は低下した。

1 ヶ月ごとの官能評価を経時的に観察すると、最も大きな変化が見られた項目は外観であった。35℃区で保蔵した果汁試料の褐変が大きく進み、保蔵 1 ヶ月目の官能評価から有意差が認められた。保蔵 2 ヶ月目からは風味と総合評価において、3 ヶ月目では全ての項目で有意差が認められ、35℃区で評価値が最も低下した。

現在、果汁の賞味期間の判定は官能評価に基づいている。今回検査したシークワシャー果汁の総合評価値を一つの目安として賞味期間を見積もると、35℃区では 1 ヶ月程度、20℃区では 3 ヶ月程度、5℃区では 4 ヶ月程度の賞味期間になると推定された。

以上のことから、調査した各種化学成分および品質指標からは、保蔵温度が高くなるにつれて品質劣化傾向が大きいため、低温の 5℃区で保蔵することが推奨された。

要 約

シークワシャー果汁の保蔵中における品質および機能性成分の安定性に関する基礎的な知見を得るために、5℃、20℃および 35℃の 3 温度区で 4 ヶ月に亘って保蔵した果汁の官能および理化学的な変

Table 1 Change in PMF (nobiletin, tangeletin, and sinensetin) and synephrine content in Shiikuwasha juice extracted by using centrifugal extractor during storage at 5°C , 20°C and 35°C

Storage month	Nobiletin (%)	Tangeletin (%)	Sinensetin (%)	Synephrine (%)
5°C				
0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	95.3	92.9	84.2	88.9
2	98.6	91.1	75.5	81.5
3	98.1	92.5	81.0	84.3
4	95.5	94.3	84.4	84.0
20°C				
0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	94.2	100.0	87.8	85.2
2	100.0	96.6	82.4	85.2
3	97.2	98.2	82.9	84.3
4	95.3	96.6	82.5	80.0
35°C				
0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	100.0	96.4	77.1	98.1
2	97.9	100.0	87.9	82.4
3	93.7	90.3	84.8	80.6
4	95.4	96.1	81.4	83.1

mean ± S.D. (n=3)

Table 2 Sensory evaluation of Shiikuwasha juice produced using centrifugal extractor

Evaluation criteria	Storage temp.		
	5°C	20°C	35°C
Appearance	1.23 ^a	0.85 ^a	-2.46 ^b
Odor	0.69 ^a	0.31 ^a	-1.15 ^b
Sour taste	0.31 ^a	0.15 ^a	-0.69 ^b
Bitter taste	-0.31 ^a	-0.38 ^a	-1.31 ^b
Overall palatability	0.15 ^c	0.00 ^c	-0.46 ^d

a, b (p<0.01), c, d (p<0.05)

化を調査した。

①保蔵温度は、4 ヶ月保蔵中における PMF とシネフリンの安定性に顕著な影響を与えた。4 ヶ月保蔵後の 35℃区における PMF の残存率は、ノビレチン 95.4%、タンゲレチン 96.1%、シネンセン 81.4% であった。PMF の変化は 5℃区と 20℃区ではほとんどみられず安定していた。また、シネフリンの残存率は 4 ヶ月保蔵後の 35℃区では 83.1% であった。

②官能評価の総合評価において低温の5℃区で評価値が最も高く、5℃区と35℃区、20℃区と35℃区との間で有意差が認められ、35℃区の果汁の劣化が進んでいることを示した。また、総合評価から、遠心分離搾汁機によって搾汁された瓶詰め果汁の賞味期間は、35℃区で約1ヶ月未満、20℃区で3ヶ月程度、5℃区で4ヶ月程度になると見積もられた。

以上の結果から、低温の5℃区で保蔵することが官能評価と理化学的評価の両面において、品質および機能性成分の安定性に優れており、保蔵に最も適した温度であることを明らかにした。

謝 辞

本研究は、農林水産省農林水産技術会議事務局「沖縄県北部地域における特産果実の機能性に着目した高付加価値化技術のための利用技術の開発」および中村学園大学栄養科学部プロジェクト研究「内臓脂肪蓄積を制御する食因子の動的解析」の研究助成によって実施した。

文 献

- 1) 国際柑橘学会日本支部編：カンキツ用語集（第2版）（国際柑橘学会日本支部），p.127（1999）
- 2) Machida, K. and Ogawa, K. : On the flavonoid constituents from the peels of Citrus hassaku HORT, ex Tanaka, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 37, 1092 ~ 1094 (1989)
- 3) Chen, J., Montanari, A. M. and Widmir, W. W. : Two new polymethoxylated flavones, a class of compounds with potential anticancer activity, isolated from cold pressed Dancy Tangerine peel oil solids, *J. Agric. Food Chem.*, 45, 364 ~ 368 (1997)
- 4) Formica, J. V. and Regelson W. : Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids, *Food and Chemical Toxicology*, 33, 1061 ~ 1080 (1995)
- 5) Murakami, A., Nakamura, Y., Ohto, Y., Yano, M., Koshiba, T., Koshimizu, K., Tokuda, H., Nishino, H. and Ohigashi, H. : Suppressive effects of citrus fruits on free radical generation and nobiletin, an anti-inflammatory polymethoxy flavonoid, *Biofactors*, 12, 187 ~ 192 (2000)
- 6) Lin, N., Sato, T., Takayama, Y., Mimaki, Y., Sashida, Y., Yano, M. and Ito, A. : Novel anti-inflammatory actions of nobiletin, a citrus polymethoxy flavonoid, on human synovial fibroblasts and mouse macrophag- es, *Biochemical Pharmacology*, 65, 2065 ~ 2071 (2003)
- 7) Kawaii, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K. and Yano, M. : Effect of citrus flavonoids on HL-60 cell differentiation, *Anticancer Research*, 19, 1261 ~ 1269 (1999)
- 8) Kawaii, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K. and Yano, M. : Antiproliferative activity of flavonoids on several cancer cell lines, *Biosci. Biotech. Biochem.*, 63, 896 ~ 899 (1999)
- 9) Kohno, H., Yoshitani, S., Tsukio, Y., Murakami, A., Koshimizu, K., Yano, M., Tokuda, H., Nishino, H., Ohigashi, H. and Tanaka, T. : Dietary administration of citrus nobiletin inhibits azoxymethane-induced colonic aberrant crypt foci in rats, *Life Sciences*, 69, 901 ~ 903 (2001)
- 10) Kandaswami, C., Perkins, E., Soloniuk, D. S., Drzewiecki, G. and Middleton, E. Jr. : Antiproliferative effects of citrus flavonoids on a human squamous cell carcinoma in vitro, *Cancer Letters*, 56, 147 ~ 152 (1991)
- 11) Kawaii, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K. and Yano, M. : Quantification of flavonoid constituents in Citrus fruit, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 3565 ~ 3571 (1999)
- 12) Kawaii, S., Tomono, Y., Ogawa, K., Yano, M., Koizumi, M., Ito, C. and Furukawa, H. : Quantitative study of flavonoids in leaves of Citrus plants, *J. Agric. Food Chem.*, 48, 3865 ~ 3871 (2000)
- 13) Murakami, A., Nakamura, Y., Torikai, K., Tanaka, T., Koshiba, T., Koshimizu, K., Kuwahara, S., Takahashi, Y., Ogawa, K., Yano, M., Tokuda, H., Nishino, H., Mimaki, Y., Sashida, Y., Kitanaka, S. and Ohigashi, H. : Inhibitory effect of Citrus nobiletin on phorbol ester-induced skin inflammation, oxidative stress, and tumor promotion in mice, *Cancer Res.*, 60, 5059 ~ 5066 (2000)
- 14) Minagawa, A., Otani, Y., Kubota, T., Wada, N., Furukawa, T., Kumai, K., Kameyama, K., Okada, Y., Fujii, M., Yano, M., Sato, T., Ito, A. and Kitajima, M. : The Citrus flavonoid, nobiletin, inhibits peritoneal dissemination of human gastric carcinoma in SCID mice, *Jpn. J. Cancer Res.*, 92, 1322 ~ 1328 (2001)
- 15) Murakami, A., Nakamura, Y., Ohto, Y., Yano, M., Koshiba, T., Koshimizu, K., Tokuda, H., Nishino, H. and Ohigashi, H. : Suppressive effects of citrus fruits on free radical generation and nobiletin, an anti-inflammatory polymethoxy- flavonoid, *Biofactors*, 12, 187 ~ 192 (2000)

- 16) Suzuki, R., Kohno, H., Murakami, A., Koshimizu, K., Ohigashi, H., Yano, M., Tokuda, H., Nishino, H. and Tanaka, T. : Citrus nobiletin inhibits azoxymethane-induced large bowel carcinogenesis in rats, *Biofactors*, 22, 111 ~ 114 (2004)
- 17) Ishiwa, J., Sato, T., Mimaki, Y., Sashida, Y., Yano, M. and Ito, A. : A Citrus flavonoid, nobiletin, suppresses production and gene expression of matrix metalloproteinase 9 / gelatinase B in rabbit synovial fibroblasts, *J. Rheumatology*, 27, 20 ~ 25 (2000)
- 18) Sato, T., Koike, L., Miyata, Y., Hirata, M., Mimaki, Y., Sashida, Y., Yano, M. and Ito, A. : Inhibition of activator protein-1 binding activity and phosphatidylinositol 3-kinase pathway by nobiletin, a polymethoxy flavonoid, results in augmentation of tissue inhibitor of metalloproteinase-1 production and suppression of production matrix metalloproteinase-1 and -9 in human fibrosarcoma HT-1080 cells, *Cancer Res.*, 62, 1025 ~ 1029 (2002)
- 19) 木下武司・鮫島美枝子・三川 潮 : Citrus 属基原生薬の交感神経作動性物質について, *生薬学*, 33, 146 ~ 149 (1979)
- 20) 三川 潮 : 陳皮の薬理・化学・生化学, *現代東洋医学*, 5, 52 ~ 54 (1984)
- 21) Namba, T., Araki, I., Mikage, M. and Hattori, M. : Fundamental studies on the evaluation of crude drugs. VIII . Monthly variations in anatomical characteristics and chemical components of the dried fruit peels of *Citrus unshiu*, *C. aurantium* and *C. natsudaidai*, *生薬学*, 39, 52 ~ 62 (1985)
- 22) 辻田隆廣・高久武司 : ラットを用いたカンキツ類の脂肪分解活性の検討, *食科工*, 55, 102 ~ 108 (2008)
- 23) Adriane, F. B. and Adam, M. : *Citrus aurantium*, an ingredient of dietary supplements marketed for weight loss: Current status of clinical and basic research, *Exp. Biol. Med. (May wood)*, 229, 698 ~ 704 (2004)
- 24) 太田英明 : 注目を集めるシークワシャーの機能性成分, *Techno Innovation*, 11, 21 ~ 25 (2001)
- 25) 渡辺敦夫・飯野久栄・太田英明・大谷敏郎・木村進 : 温州ミカン用試作搾汁機の特長, *日食工誌*, 29, 277 ~ 282 (1982)
- 26) 太田英明・殿原慶三・幸野憲二・伊福 靖 : ユズ果汁の搾汁と品質特性に及ぼす搾汁機の影響, *日食工誌*, 30, 629 ~ 635 (1983)
- 27) Takenaka, M., Nanayama, K., Isobe, S., Ozaki, K., Miyagi, K., Sumi, H., Toume, Y., Morine, S. and Ohta, H. : Effect of extraction method on yield and quality of *Citrus depressa* juice, *Food Sci. Technol. Res.*, 13, 281 ~ 285 (2007)
- 28) 池田浩暢・石井利直・荻木俊行・太田英明 : 段ボール容器の改良によるブロッコリー (*Brassica oleracea var. italica*) の鮮度保持, *日食保蔵誌*, 28, 81 ~ 86 (2002)
- 29) Sawamura, M., Ooishi, S.O. and Li, Z.-F. : Reduction of dehydroascorbic acid by sodium hydrosulphide and liquid chromatographic determination of vitamin C in citrus juices, *J. Sci. Food Agric.*, 53, 279 ~ 281 (1990)
- 30) 日本フードスペシャリスト協会編 : 食品の官能評価・鑑別演習 (第2版) (建帛社), p.32 ~ 38 (2006)
- 31) (社) 日本果汁協会編 : 最新 果汁・果実飲料事典 (朝倉書院), p.273, 305 (1997)
- 32) 太田英明・前田万里・與座宏一・吉田企世子 : 軟包装容器の酸素透過性および貯蔵温度が混濁リンゴ果汁のアスコルビン酸色調と官能評価に及ぼす影響, *日食保蔵誌*, 16, 59 ~ 63 (1990)
- 33) 太田英明・吉田企世子・百留公明・青柳英夫・岡部光雄・薄田亘 : ヘッドスペース, 殺菌条件および貯蔵条件が温州ミカン缶詰果汁の品質に及ぼす影響, *日食工誌*, 30, 200 ~ 208 (1983)
- 34) 太田英明・與座宏一・野方洋一・吉田企世子 : 貯蔵中における無菌包装温州ミカン果汁の品質変化; 貯蔵温度および酸素の影響, *日食保蔵誌*, 21, 17 ~ 23 (1995)