

## 容器詰め飲料素材としてのイチジク茶の特性

高橋 徹, 沖浦 文, 阿部 竜也

### Characteristics of Fig Tea as an Ingredient for Packed Drinks

Toru Takahashi, Aya Okiura and Tatsuya Abe

Fig tea, made by fig (*Ficus carica* L.) leaves, has good aroma. In recent years, there are many types of packed tea drinks in the market, but the packed fig tea is not commercialized. Thus the possibility of fig tea was examined as an ingredient for packed drinks.

The fig tea infusion has bright yellow color, neutral pH, and sweet smell. After heated above 120°C for sterilization, deterioration of flavor and reduction of antioxidant capacity (ORAC) were slight, whereas significant browning occurred. It was found that the addition of vitamin C reduced the browning but slightly changed the flavor.

To investigate the shelf-life, PET bottled fig tea (with 150ppm of vitamin C) was produced and stored at 4°C, 28°C and 55°C in the dark for 6 months. The extent of browning and flavor change were increased, antioxidant capacity and concentration of antioxidant agents (rutin, caffeoylmalic acid) were reduced with storage. The higher the storage temperature, these deteriorative phenomena were accelerated. From the result of sensory test, the shelf-life of PET bottled fig tea at room temperature was considered less than 6 months.

These results show it is possible to commercialize packed fig tea and to improve the quality and the shelf-life in packed fig tea by effectual anti-oxidation technique, especially using high gas barrier package.

**Key words:** Fig, leaf, tea, flavor, antioxidant, ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), sterilization, storage, browning

近年, 日本国内では茶系飲料が一定の市場を形成し, その多くはチャ (*Camellia sinensis* L.) の葉を原料とする緑茶, 紅茶, 烏龍茶などである<sup>1)</sup>. しかし, チャ以外の様々な植物の葉や花などを材料とした茶類でも, 容器詰め飲料が市販されている. 古くからある麦茶 (オオムギ: *Hordeum vulgare* L.) をはじめ, ソバ茶 (*Fagopyrum esculentum* M.) やグアバ茶 (*Psidium guajava* L.) など単独で使用される場合もあれば, 数種~十数種の植物材料が配合される場合もある.

イチジク (*Ficus carica* L.) の葉は, 古来より煎じ薬や漢方薬などに利用されてきた. 我々はその機能性や成分を調査しており, これまでに葉の抗酸化能やその関与成分について報告した<sup>2-3)</sup>. 抗酸化成分の中でもカフェリンゴ酸は, これを含んでいる植物が少なく, イチジク葉の特徴的成分の一つといえる. このようなイチジク葉は茶にも加工され, 商品化もされている. 兵庫県の川西市商工会が販売しているイチジク茶「凜雫<sup>®</sup>」もその一つであり, 緑茶と同様の製法を適用することで, 優れた香りを有することが特徴とされている. 我々はこの「凜雫」にも抗酸化能があり, 生の葉と同様にカフェリンゴ酸などの抗酸化成分を含むことを報告した<sup>3)</sup>.

現在, 「凜雫」は茶葉としてのみ販売されているが, これを含めて, イチジク茶が容器詰め製品化された事例は未

だない. そこで, イチジク茶の特性を調査し, 他にはない特徴的な香りを活かした容器詰め製品ができるかどうかを検討した. その結果, 幾つかの知見が得られたので報告する.

### 材料および方法

#### 1. 材料

イチジク茶は, 川西市商工会の「凜雫」を使用した. 水はイオン交換樹脂および活性炭で処理し, 脱気したものを使用した. 酸化防止剤のビタミンCとして, L-アスコルビン酸ナトリウム (食品添加物) を使用した.

包装容器として透明レトルトパウチ (140 mm × 170 mm, 最外層: ガラス蒸着 PET, 中間層: 二軸延伸ナイロン, 最内層: ポリプロピレン) および PET ボトル (容量 500 ml, 単層, 平均肉厚 0.355 mm, 酸素透過度 0.04 ml/ボトル/日) を使用した. PET ボトルおよびそのポリエチレンキャップは, エチレンオキサイドガスで滅菌してから使用した.

#### 2. 容器詰めイチジク茶の作成

##### 2-1. 殺菌加熱の影響評価

茶葉の 150 倍重量の湯を使用し, 80°C で 3 分間攪拌し

て浸出液を調製した。その後、200メッシュのナイロンネットで濾過し、直ちに室温程度まで冷却した。浸出液のBrixは0.14、pHは6.88であった。液を二分し、一方にはビタミンCを300 ppm添加した。透明レトルトパウチに200 mlを満注充填し、ヒートシール密封した。一部の試料には、ヘッドスペースガスとして空気を20 ml注入してからヒートシール密封した。殺菌はレトルト装置を用い、シャワー式にて122°Cで9分間行った ( $F_0=10.7$ )。

## 2-2. 液濃度およびビタミンC添加量の影響評価

茶葉の50倍重量の湯を使用し、80°Cで3分間攪拌して浸出液を調製し、ナイロンネットで濾過した。浸出液のBrixは0.646であった。これを段階的に希釈してBrix 0.319, 0.161, 0.083の浸出液も調製し、殺菌加熱は行わずに食味評価を行った。

同様の方法でBrix 0.2の浸出液を調製し、ビタミンCを0, 100, 200, 300 ppm添加した浸出液を調製した。透明レトルトパウチに200 mlを充填して(ヘッドスペースガスは無し)ヒートシール密封し、レトルト装置で殺菌した ( $F_0=9.6$ )。その後、55°C・暗所で保存試験を行った。

## 2-3. 高温短時間殺菌の影響評価

2-2と同様にBrix 0.2の浸出液を調製し、これにビタミンCを150 ppm添加した。熱交換器を用いて136°Cで30秒間の高温短時間殺菌 ( $F_0=$ 約15相当)を行い、直ちに室温程度まで冷却した。

## 2-4. PETボトル詰め試作品の評価

茶葉の50倍重量の湯を使用し、ニーダーを使用して80°Cで3分間、12 rpmで攪拌しながら浸出した。その後ナイロンネットで濾過し、直ちに10°C以下に冷却した。次いでクラリファイアーを用い、送液速度500 L/h、ローター回転速度10000 rpmの条件で微粒子を除去し、清澄化した。Brixを約0.2に調整し、ビタミンCを150 ppmとなるよう添加した。調合後の浸出液はBrix 0.224、pH 6.71であった。熱交換器を用いて136°Cで30秒間の高温短時間殺菌 ( $F_0=$ 約15相当)を行い、直ちに室温程度まで冷却してから、クリーンブース内でPETボトルに無菌充填し密封した。その際、ヘッドスペースが生じないように、液は満注充填とした。室温(28°C)で1週間静置し、異常が無いものを食味評価および保存試験に供した。保存前の浸出液はBrix 0.218、pH 6.28であった。保存は4°C(冷蔵)、28°C(室温相当)、55°C(劣化促進条件)の暗所で行った。

## 3. イチジク茶浸出液の調査方法

### 3-1. 性状

Brixは示差(屈折)濃度計(ATAGO:DD-5)で測定した。pHはガラス電極式pHメーター(堀場製作所)で測定した。色調(水色)は分光測色計(コニカミノルタ:CM-3500d)により透過光を測定した。吸光スペクトルはマイクロプレート用分光光度計(BioTek:μQuant)を用い、2 nm刻みで400~800 nmの範囲を測定した。色調および吸光スペクトルを測定する際は、浸出液を0.45 μmメンブランフィルターで濾過した。

### 3-2. 抗酸化能(ORAC:Oxygen Radical Absorbance Capacity)

Dávalosら<sup>4)</sup>の方法を一部改変して測定した。96穴マイクロプレートの各ウエルに、適宜希釈した試料液25 μLと、100 nMのフルオレセインを含むリン酸緩衝液(pH 7.5)150 μLを入れ、37°Cで30分間保持した。次にラジカル発生剤として480 mMのAAPH\*を25 μL添加し、37°Cで保持しながら90秒間隔で57回、Ex波長485 nm、Em波長520 nmの条件で蛍光強度を測定した。AAPHの添加および蛍光測定は蛍光・発光プレートリーダー(BMG LABTECH:FLUOstar OPTIMA)で行った。測定した蛍光強度の積算値を求め、troloxで作成した検量線から、浸出液100 mlあたりのtrolox当量を算出してORAC値とした。

\* 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride

### 3-3. 成分分析

ポリフェノール類はKammererら<sup>5)</sup>の方法を一部改変し、HPLCで分析した。装置は1100システム(Agilent)、カラムはSynergy Hydro-RP(Phenomenex:粒子径2.5 μm, サイズ100 mm×3.0 mm i.d.)を用いた。カラム温度は40°C、移動相はA液:2%酢酸、B液:0.5%酢酸/アセトニトリル=1/1を使用し、流速0.4 ml/minで、B液比率を分析開始時(10%)、8分(24%)、16分(30%)、24分(55%)、30分~33.2分(100%)、34~36分(10%)とするグラジエント条件で分析した。ポリフェノール類の検出は波長250および320 nmの吸光度で行った。分析は二反復で行い、p-ヒドロキシ安息香酸エチルを内部標準として添加・測定し補正した。

ビタミンCはHPLCで測定した。装置はLC-10A(島津)を、カラムはAsahipak NH2P-50 4E(Shodex:粒子径5 μm, サイズ250 mm×4.6 mm i.d.)を用い、移動相にはリン酸緩衝液(pH 2.2)/アセトニトリル=1/4を使用した。カラム温度35°C、移動相流速1 ml/minとし、254 nmの吸光度でL-アスコルビン酸を検出した。分析は二反復で行った。

### 3-4. 食味評価

PETボトル詰めイチジク茶は、12名のパネルにより、3点識別法および3点嗜好法で評価した。その際、水色の影響を排除するため、被験者には赤色サングラスを着用させた。その他の試料は、数名のパネルによる観察ならびに記述法で評価した。また、味覚認識装置(インテリジェントセンサーテクノロジー:SA402B)を用い、酸味、塩味、旨味、苦味、渋味、苦味雑味の各刺激値を測定した。

## 結果

### 1. 殺菌加熱がイチジク茶の品質に及ぼす影響

#### 1-1. 性状

イチジク茶浸出液のpH、Brix、色調を表1に、外観を図1に示した。殺菌前のpHは6.88で、ほぼ中性であった。ビタミンCとしてL-アスコルビン酸ナトリウムを

表1 イチジク茶浸出液の特性

試験区	pH	Brix	色調			
			L*	a*	b*	$\Delta E^*$ <sup>z</sup>
殺菌前	6.88	0.14	97.55	-4.47	21.22	0
HS無	6.36	0.14	96.54	-2.66	18.92	3.10
HS有	6.08	0.14	91.98	0.51	24.56	8.18
VC添加・殺菌前	6.95	0.16	98.33	-4.81	19.95	0.00
VC添加・HS無	6.28	0.16	97.98	-3.65	16.87	3.31
VC添加・HS有	6.05	0.16	97.68	-2.87	15.35	5.03

z 殺菌前の浸出液を基準試料とした色差

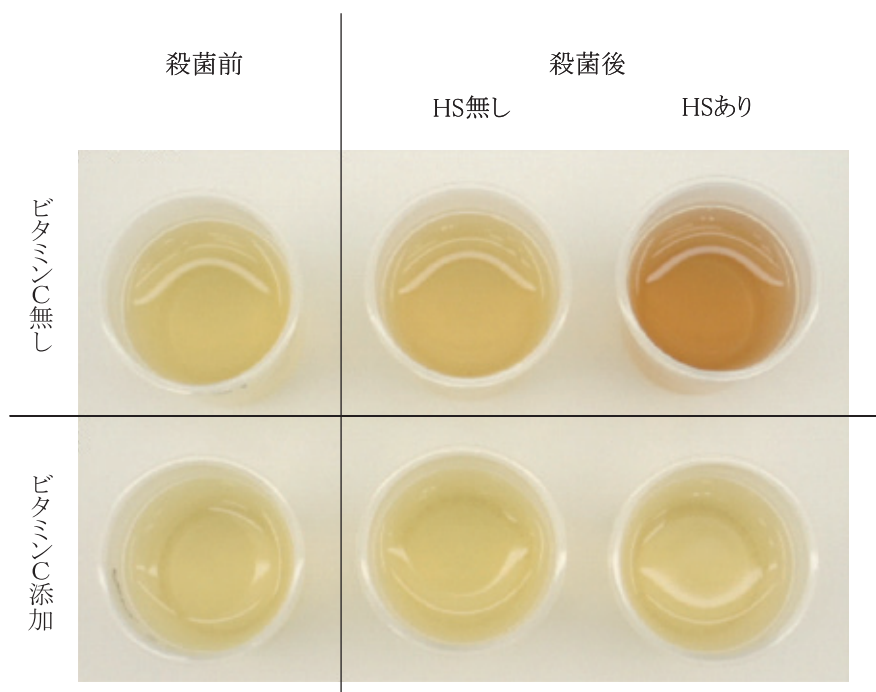


図1 ビタミンC添加およびレトルト殺菌がイチジク茶浸出液の色調に及ぼす影響

\* HS: ヘッドスペース

300 ppm 添加したところ, pH は若干上昇し 6.95 となった. pH は殺菌加熱により若干低下する傾向を示した.

茶葉 1 に対して 150 倍重量の湯を用いて調製した浸出液の Brix は 0.14 で, ビタミンC 添加により若干上昇するものの, 殺菌加熱による影響は見られなかった.

浸出直後(殺菌前)の色調は薄い黄色であったが, ビタミンC 添加により若干明るくなり(L\* 値が上昇), 黄色が若干薄くなった様に見える( b\* 値が低下). 殺菌加熱により浸出液は明らかに褐変し( a\* 値が上昇), その程度はヘッドスペース(HS)のある方が顕著であった. ビタミンC を添加した浸出液でも褐変は起こったが, その程度は軽微であった.

## 1-2. 食味

殺菌前のイチジク茶浸出液は特有の甘い芳香を有し, 緑茶のような旨味はほとんどなく, 少しの渋味・苦味を有していた. 数名のパネルにより食味評価を行った結果, ビタミンC 添加により味・香りが若干薄く(弱く)なる傾向がみられた. 殺菌加熱により香りは明らかに変化し, 本来の甘い香りから, ほうじ茶様の香りとなった. この変化はビタミンC 添加したものでも同様であった. 味の変化は香りほど大きくなかったが, 渋味がわずかに弱くなる傾向であった. 香り, 味ともに HS のある方が変化は大きかった. 味覚認識装置を用いて食味を測定し, 得られた結果の主成分分析を行ったところ, ビタミンC 添加により酸味・旨味

が若干低下し, 殺菌加熱により渋味が若干低下する傾向がみられた(図2). これは官能評価とほぼ同じ傾向であった. また, 加熱の影響はHSがある方が大きいことも示された.

1-3. 抗酸化能および抗酸化成分

イチジク茶浸出液のORAC値はビタミンC添加により

若干高くなったものの, 殺菌加熱の影響はみられなかった(図3). イチジク茶に含まれるポリフェノールで, 主要な抗酸化成分と考えられるカフェリンゴ酸およびルチンの殺菌加熱後の残存率は, いずれも90%以上と高かった(図4). カテキン類およびカフェインは検出されなかった.

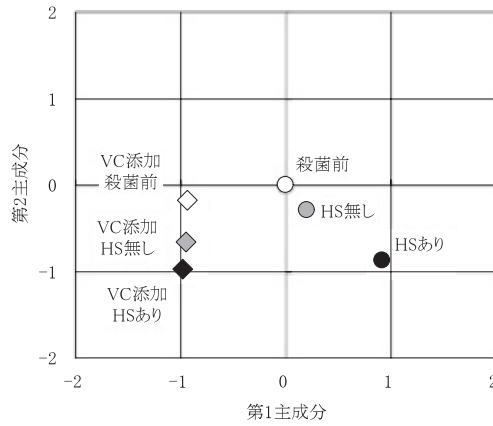


図2 味覚センサーによるイチジク茶浸出液測定値の主成分分析結果  
第1主成分: 酸味・旨味の濃淡, 第2主成分: 渋味の濃淡

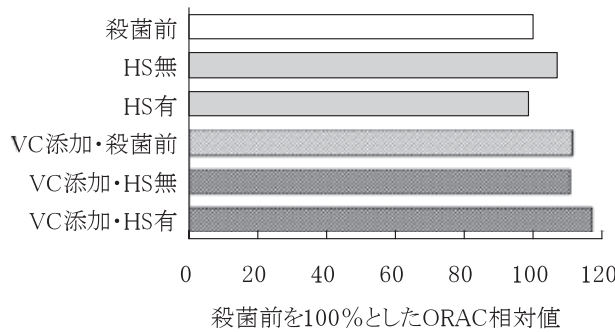


図3 レトルト殺菌がイチジク茶浸出液のORAC値に及ぼす影響  
\* VC: ビタミンC, HS: ヘッドスペース

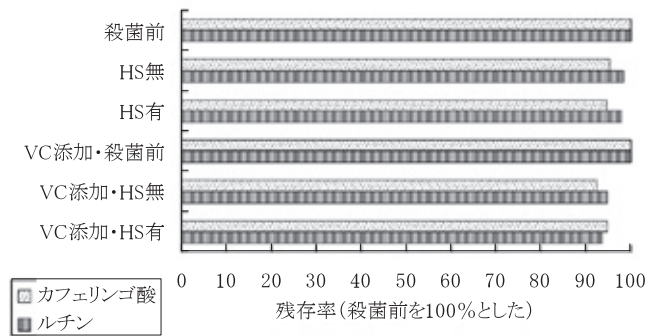


図4 レトルト殺菌がイチジク茶浸出液のポリフェノール類に及ぼす影響  
\* VC: ビタミンC, HS: ヘッドスペース

## 2. 液濃度およびビタミンC添加量がイチジク茶の品質に及ぼす影響

### 2-1. 浸出液濃度が食味に及ぼす影響

Brix 0.646, 0.319, 0.161, 0.083 に濃度調整したイチジク茶浸出液の食味を, 数名のパネルにより評価した。その結果, Brix 0.646 は苦味等の不快な味が強い, あるいは濃すぎるとの評価であった。Brix 0.319 でも, 一部のパネルからはまだ濃いとの評価が得られた。一方, Brix 0.083 では香りは十分感じられるものの, 色や味が薄いとの評価があった。Brix 0.161 は香り・味ともに丁度良い, あるいは若干薄く感じられる程度だが問題無いという評価が得られた。

### 2-2. ビタミンC添加量が食味および色調に及ぼす影響

Brix 0.2 の浸出液にビタミンCを0, 100, 200, 300 ppm 添加し, レトルト殺菌した。殺菌直後では, 無添加 (0 ppm) のみ褐変し, ビタミンC添加試料は添加量に関係なく,

ほとんど褐変していなかった。食味では, 100 ppm が最も良く, 300 ppm では風味が乏しく感じられる結果となった。殺菌後の各試料を 55°C で 20 日間保存したところ, 100 ppm 添加試料でも褐変がみられたが, 200 および 300 ppm 添加試料ではほとんど変化はみられなかった。55°C で 6 ヶ月保存した後では, 全ての試料で褐変がみられ, その程度 (L\* 値の低下, a\* 値の上昇, 色差の増加) はビタミンC添加量が多いほど小さかった (図 5, 表 2)。各試料のビタミンC残存量を測定したところ, 添加量 300 ppm では約 10 ppm が残存していたが, その他の試料ではビタミンCは検出されなかった (データ省略)。

保存中には液の褐変だけでなく, ナイロンネット濾過では除去しきれなかった, 茶葉由来と考えられる微粒子が沈殿し, さらにそれが褐変している状態が観察された。



図 5 ビタミンC添加量がレトルト殺菌後に 55°C × 6 ヶ月保存したイチジク茶浸出液の色調に及ぼす影響

表 2 ビタミンC添加量が6ヶ月保存したイチジク茶浸出液の色調に及ぼす影響

試験区 <sup>z</sup>	L*	a*	b*	ΔE* <sup>y</sup>
0ppm, 冷凍	97.83	-3.14	11.90	—
0ppm, 55°C	89.85	1.00	20.78	12.63
100ppm, 55°C	92.90	0.10	18.18	8.62
200ppm, 55°C	94.80	-1.46	16.94	6.12
300ppm, 55°C	95.13	-2.10	16.56	5.49

z ビタミンC添加量, 保存温度

y 0ppm, 冷凍保存を基準試料とした色差

### 3. 高温短時間殺菌の評価

殺菌直後の浸出液の色差を表3に示した。先に行ったレトルト殺菌加熱の結果(表1)と比較して、色調変化すなわち褐変は明らかに少なかった。また、殺菌直後のビタミンC残存量を調べたところ、約100 ppm(残存率78%)であった。

### 4. PETボトル詰めイチジク茶の評価

#### 4-1. 性状

浸出液のpHは、製造直後は6.28であったが保存中に低下し、6ヶ月後には4℃保存が6.05、55℃保存が5.4となった。浸出液のBrixは製造直後の0.218から、6ヶ月後には4℃保存が0.224、55℃保存が0.237となり、保存温度が高いほど上昇する傾向が見られた。

浸出液の色調は保存温度が高いほど顕著に変化し、55℃保存では1ヶ月で明確な褐変がみられた。28℃保存では3ヶ月で褐変が確認できるようになり、6ヶ月で顕著となった(図6)。浸出液の色差も褐変の進行と同様に、保存温度が高いほど顕著に上昇した。また、浸出液の吸光スペクトルを調べたところ、470～490 nmの吸光度は色差と同様の変化を示した(図7)。

#### 4-2. 食味

製造直後のPETボトル詰めイチジク茶浸出液と、80℃の湯で浸出させた後に同じ濃度に調製したもの(ビタミンC添加なし)とを比較した。その結果、識別試験では12

名中9名が正解し、有意差がみられた(危険率5%)。しかし、正解者の中でPETボトル詰めが美味しいと評価したパネルは4名、美味しくないとしたパネルは5名で、嗜好差はみられなかった。保存の影響に関しては、4℃保存を基準として同様に評価した(表4)。28℃保存では3ヶ月目以降、識別試験では有意差がみられたが、嗜好試験では差はみられなかった。55℃保存では1ヶ月目で識別試験・嗜好試験ともに有意差が生じ、55℃保存の方が劣る結果となった。

保存6ヶ月目の試料を味覚認識装置で測定した(図8)。4℃保存を基準として比較すると、28℃保存では酸味がやや強まっている他はほとんど差がなかった。55℃保存では酸味、苦味、後味・苦味が顕著に強まり、反対に旨味が弱まった。この他、塩味や後味・旨味が若干弱まり、渋味は若干強まっていた。

#### 4-3. 抗酸化能および抗酸化成分

保存中のORAC値およびポリフェノール含量を測定した(図9)。ORAC値は4℃保存ではほとんど変化しなかったが、28℃、55℃保存では温度が高いほど大きく低下した。一方、カフェリンゴ酸およびルチンの含量はORAC値よりも大きな低下傾向を示した。低下は保存温度が高いほど大きく、55℃保存の6ヶ月目では、カフェリンゴ酸は1/4程度まで減少し、ルチンは消失した。これらポリフェノール含量の低下は保存3ヶ月以降に顕著となる傾向がみられた。

表3 高温短時間殺菌がイチジク茶浸出液の色調に及ぼす影響

試料	L*	a*	b*	$\Delta E^*$ <sup>z</sup>
殺菌前	99.18	-4.91	12.13	0
殺菌後	99.15	-4.17	10.73	1.59

<sup>z</sup> 殺菌前を基準試料とした色差

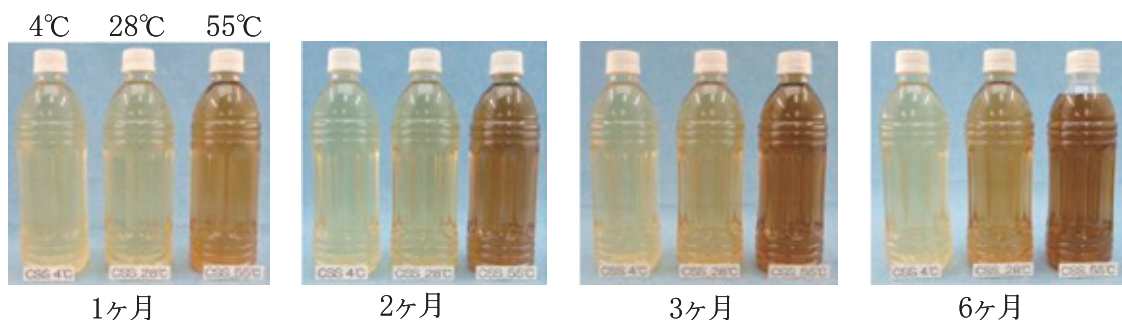


図6 保存に伴うPETボトル詰めイチジク茶の色調変化

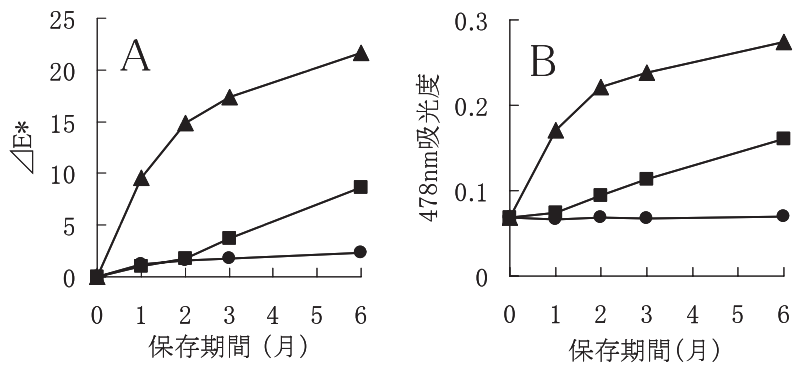


図7 保存温度がPETボトル詰めイチジク茶の色調に及ぼす影響

A: 色差 (製造直後を基準試料とした) B: 波長 478 nm の吸光度  
 ●: 4°C, ■: 28°C, ▲: 55°C

表4 保存に伴うPETボトル詰めイチジク茶の食味変化 z

試料	試験内容	保存期間			
		1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	6ヶ月
28°C保存	識別	差なし	差なし	差あり	差あり
	嗜好 <sup>y</sup>	差なし	差なし	△	△
55°C保存	識別	差あり			
	嗜好	×			

z 4°C保存品を基準とした三点識別・嗜好試験 (n=12, 危険率5%以下)

y 嗜好試験結果 ○: 美味しい, ×: 不味い, △: どちらともいえない

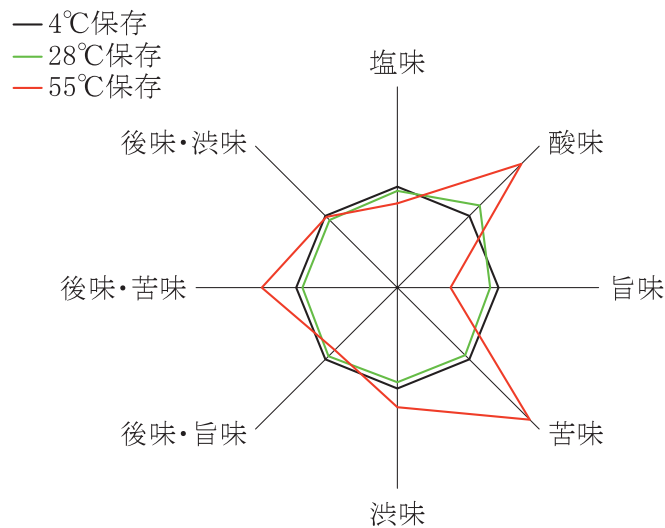


図8 6ヶ月保存後のPETボトル詰めイチジク茶の味覚センサー測定結果

\* 4°C保存品を基準として表した

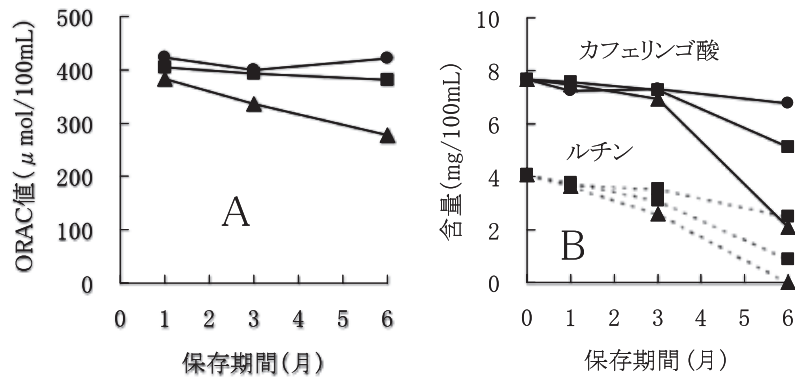


図9 保存温度がPETボトル詰めイチジク茶の抗酸化能ならびにポリフェノール類含量に及ぼす影響

A: 抗酸化能 (ORAC), B: ポリフェノール類含量  
●: 4°C, ■: 28°C, ▲: 55°C

## 考察

イチジク茶浸出液の性状は、水色は薄い黄色、特有の甘い芳香を有し、味は淡泊でわずかな渋味・苦味があり、pHは6.86でほぼ中性で、抗酸化能を示すポリフェノール類を含んでいる。このようなイチジク茶の、容器詰め飲料素材としての適性を評価するため、製造工程（殺菌加熱、ビタミンC添加、等）および保存が品質に及ぼす影響を調査した。

### 1. イチジク茶の品質と殺菌加熱

イチジク茶浸出液はpH4.6以上であるため、120°Cで4分間の加熱以上に相当するレトルト殺菌、または高温短時間殺菌が必要となる<sup>6-7)</sup>。缶入り緑茶と同等<sup>7)</sup>のレトルト殺菌加熱により、イチジク茶浸出液は褐変した。香りではほうじ茶様の加熱劣化臭が生じた。緑茶ではp-クマリン酸の熱分解産物である4-ビニルフェノールが加熱劣化臭の原因物質の1つとされている<sup>7-8)</sup>。イチジク茶にもクマリン類が含まれており、その熱変性物が加熱劣化臭を引き起こしている可能性がある。味については、色調や香りほど大きな変化はなく、品質への影響も小さいと考えられる。

褐変や香りの変化がHSの存在によって顕著となったことから、これらの変化には酸素が大きく関与していると考えられる。充填時のHSガス置換や、加熱時間を大幅に短縮できる高温短時間殺菌など、酸素の影響を極力減らすことが、高品質な容器詰めイチジク茶製造に必要なといえる。そこで、プレート式熱交換器により高温短時間殺菌を行ったところ、レトルト殺菌と比べて大幅に褐変を軽減することができた。従って、イチジク茶ではレトルト殺菌よりも、高温短時間殺菌後に無菌充填する製法が適していると考えた。

緑茶では、殺菌加熱によりカテキン量が減少するとともに、異性化することが知られている<sup>9-10)</sup>。イチジク茶では

殺菌加熱がORAC値、ならびにカフェリンゴ酸やルチンの残存率に及ぼす影響はわずかであった。異性化については調査していないので明らかではないが、容器詰め製品においても抗酸化能とその関与成分を維持できることが分かった。

### 2. イチジク茶の品質とビタミンC添加

ビタミンC添加により、加熱殺菌に伴う褐変が顕著に抑制されることが分かった。殺菌直後の状態についてみれば、100ppmの添加でも十分な褐変抑制効果が得られると考えられた。一方、ガスバリア性が低い透明レトルトパウチ詰めで55°C保存すると、100ppmでは短期間で褐変が生じ、期間が長くなると300ppmでも褐変した。このため、缶などガスバリア性が極めて高い容器であれば、100ppm程度の添加量でも十分と考えられるが、ガスバリア性の低い単層PETボトルなどでは、できる限り添加量を多くする必要があると推察される。

一方で、ビタミンC添加はイチジク茶の色調や風味を変化させることも分かった。色調では明度が高くなり、その結果黄色味がやや薄くなった印象を受ける状態となった。風味に関しては、添加量が多くなるほど、薄く感じられる傾向がみられた。緑茶では、50ppm以上のL-アスコルビン酸添加により、pHが低下すると風味が変化することが報告されている<sup>11)</sup>。本研究ではビタミンCとして、pH低下に伴う酸味を生じないL-アスコルビン酸ナトリウムを使用した。300ppm添加してもpHの変化はわずかであったが、風味が比較的大きな影響を受けたことから、添加量の設定には注意が必要である。市販の容器詰め緑茶では350ppm程度のビタミンCが添加されており<sup>9)</sup>。イチジク茶でも添加量を変えた試験の結果から、同程度のビタミンC添加が褐変防止には好ましいと思われる。しかし、風味の変化を最小限とするには、添加量は100~200ppmの範囲内にとどめるべきと考えられた。



### 3. 容器詰めイチジク茶の品質・保存性

浸出液濃度と風味の関係を検討した結果、イチジク茶の重要な特徴である香りが十分に感じられ、かつ苦味等の不要素が少なく、飲みやすいと思われる濃度は Brix 0.15 ~ 0.2 程度と考えられた。最適な浸出液処方、パネルを増やすなどしてさらに検討する必要があるが、本研究では Bx 0.2、ビタミンC添加量 150 ppm の浸出液を用いて試作・評価を行った。製造方法は褐変が少ない高温短時間殺菌と無菌充填の組み合わせとし、容器には比較的ガスバリア性が低い単層の PET ボトルを用いた。

製造直後の品質は、殺菌加熱およびビタミンC添加を行っていないものと比較して、違いは感じられるものの、優劣はつかない結果となった。従って、今回試作した PET ボトル詰めイチジク茶は、本来の姿・品質を保っていると言える。製造直後の品質については、先に述べたように酸素や熱の影響を排除する対策により、さらに向上できる可能性がある。

一方、保存性については緑茶などと同様に、保存温度が高いほど色調（褐変）や風味の変化は速かった。55℃保存（劣化加速条件）では1ヶ月で明らかに劣化し、28℃保存（室温相当）では3ヶ月目以降に差が生じたことから、今回の試作品の、室温におけるシェルフライフは3~6ヶ月と考えられる。

本研究では変化を調べるために、PET ボトルの中ではガスバリア性が最も低い単層ボトルを使用した。そのため、外部から進入した酸素によって褐変の進行やポリフェノールの減少、さらに成分変化に起因する風味の変化が起こったと推察される。単層 PET ボトルは、一般的な高温短時間殺菌+無菌充填飲料で使用される容器である。従って、イチジク茶をこの製法で容器詰めした場合、そのシェルフライフも今回の結果と同様に、室温で6ヶ月以内になると推定される。一般的な PET ボトル詰め飲料のシェルフライフは6ヶ月~9ヶ月と考えられるため、PET ボトル詰めイチジク茶を市販するためには、あと少しの保存性向上が必要と考えられる。

### 4. 容器詰めイチジク茶の品質・保存性向上技術

ビタミンC（ここではL-アスコルビン酸ナトリウム）の添加は褐変の防止・軽減に必要であるが、本来の風味を損なわないためには、あまり多くを添加することはできない。今回使用した単層 PET ボトルの酸素透過度は 0.04 ml/ボトル/日なので、6ヶ月で約7mlの酸素が透過することになる。ビタミンCの酸化反応は複雑であるが、酸素分子1モルを完全に除去するには2モル程度のビタミンCが必要と考えられる<sup>12-17</sup>。従って7mlの酸素を除去するには120~130 mg (240~260 ppm 相当) のビタミンCが必要となる（液体への酸素溶解速度や液中での拡散速度など、細かな項目は無視している）。加熱に伴う減少や、キャップ部の酸素透過も考慮すると、やはり市販緑茶と同等の300 ppm 程度のビタミンC添加が必要と考えられるが、この濃度ではビタミンCによる風味変化は避けられない。一

方、ボトルのガスバリア性を向上することでも保存性を高めることができる。ガスバリア性材料や酸素吸収素材を用いた多層化<sup>18-20</sup> や、外面コーティング<sup>20</sup> により、ボトルのガスバリア性を2~数倍に高める事が可能である。このようなハイバリア性 PET ボトルによる緑茶の保存中の劣化抑制<sup>7, 18</sup> や、ワインのシェルフライフ延長<sup>21</sup> などが報告されている。このように、ガスバリア性の高い PET ボトルの使用は、イチジク茶のシェルフライフを延長するだけでなく、ビタミンC添加量を減らせるので風味変化を抑えることにも寄与する。一方で、イチジク茶の風味に影響しない、別の酸化防止剤の検討も手段の一つとして考えられる。

褐変の進行とポリフェノール類の減少が同じ傾向をたどることから、緑茶と同様に<sup>7</sup> ポリフェノール類がイチジク茶の褐変に関与していることが推察される。ポリフェノール類は pH が高い方が分解しやすいため、pH を下げることでポリフェノールの残存率を高め、その結果として褐変の進行を抑制できる可能性もある。一方、カフェリンゴ酸やルチンの含量が大きく低下した55℃保存でも、ORAC 値はそれほど大きく低下しなかったことから、ポリフェノール類以外の抗酸化成分の存在も考えられる。

保存中には茶葉由来と考えられる微粒子が、褐変した状態で沈殿して外観を悪くすることも判明した。従って、今回の試作と同様に、製造段階でクラリファイア等により微粒子を除去することも、品質を高めるために必要な工程といえる。その他、可視光が緑茶の色調に影響を与えるとの報告<sup>22</sup> もあるため、透明容器に詰める際には光の影響も検討する必要がある。

### 5. まとめ

酸素や熱の影響を低減することで、殺菌加熱を受けた後でもイチジク茶本来の風味を保持できることがわかった。保存性に関しては、今回試作した単層 PET ボトル詰めイチジク茶では、シェルフライフは十分とはいえなかった。しかし、酸化防止技術を検討することによって、シェルフライフを含む商品性は向上できる。特にガスバリア性の高い容器の使用は、最も効果が大きいと考えられる。以上より、イチジク茶は容器詰め飲料素材として適性があり、その商品化は十分に可能と考えられた。

### 文 献

- 1) 久保喜寛：09年の清涼飲料市場，缶詰時報，89，614-623 (2010)。
- 2) 高橋 徹，齋藤圭太，目代貴之，河野雅弘：イチジク葉の抗酸化能とその関与成分について，東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書，27，21-27 (2009)。
- 3) 高橋 徹，阿部竜也，齋藤圭太，目代貴之，河野雅弘：イチジク葉に含まれる抗酸化成分の解明，日本農芸化学会 2009 年度大会講演要旨集，p14 (2009)。

- 4) Dávalos, A., Gómez-Cordovés, C. and Bartolomé, B. : Extending Applicability of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC-Fluorescein) Assay, *J. Agric. Food Chem.*, **52**, 48-54 (2004).
- 5) Kammerer, D., Claus, A., Carle, R. and Schieber, A. : Polyphenol Screening of Pomace from Red and White Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS, *J. Agric. Food Chem.*, **52**, 4360-4367 (2004).
- 6) 芹沢全理:清涼飲料の製造技術(5)茶系飲料およびコーヒー飲料の製造, *食品と容器*, **49**, 602-608 (2008).
- 7) 衣笠 仁:茶の加工と包装・貯蔵〔7〕茶の二次加工・容器入り茶の製造, *食品と容器*, **45**, 244-249 (2004).
- 8) 末松伸一, 久延義弘, 末兼幸子, 中野和子, 小松美博:緑茶飲料缶詰の加熱殺菌における香气成分の変化, *東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告*, **21**, 49-56 (1996).
- 9) 久延義弘, 中野和子, 末松伸一:無菌充填茶類飲料の品質向上 - I, *東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告*, **24**, 143-156 (2002).
- 10) 末松伸一, 久延義弘, 西郷英昭, 松田良子, 原 京子, 小松美博:茶飲料缶詰の製造工程における成分変化, *日食工誌*, **40**, 181-186 (1993).
- 11) 末松伸一, 久延義弘, 西郷英昭, 松田良子, 原 京子, 小松美博:緑茶飲料缶詰の嗜好性に及ぼす飲用温度と成分の影響, *東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告*, **20**, 97-104 (1994).
- 12) 真野純一, 浅田浩二:ビタミンC, 抗酸化物質のすべて, p82-92, 先端医学社, 東京 (1998).
- 13) 林 建樹:アスコルビン酸の化学と食品への利用, *日本食品工業学会誌*, **33**, 456-462 (1986).
- 14) Lowry, J.P. and O' Neill, R.D. : Homogeneous Mechanism of Ascorbic Acid Interference in Hydrogen Peroxide Detection at Enzyme-Modified Electrodes, *Anal. Chem.*, **64**, 453-456 (1992).
- 15) Deutsch, J.C. : Ascorbic Acid Oxidation by Hydrogen Peroxide, *Anal. Biochem.*, **255**, 1-7 (1998).
- 16) 橋本浩二:無菌充填および熱間充填における酸素含有量の違いによるモデル液のL-アスコルビン酸の変化, *食品と容器*, **46**, 652-654 (2005).
- 17) Rojas, A.M. and Gerschenson, L.N. : Influence of System Composition on Ascorbic Acid Destruction at Processing Temperatures, *J. Sci. Food Agric.*, **74**, 369-378 (1997).
- 18) 関根章智:軽量化多層PETボトルを用いた緑茶の保存性評価, *包装技術*, **47**, 73-75 (2009).
- 19) 食品包装事典 情報編, p194, 産業調査会, 東京 (1987).
- 20) Swenson, P. : Injection and co-injection perform technologies, PET PACKAGING TECHNOLOGY, p158-183, Sheffield Academic Press Ltd, UK (2002).
- 21) 渡辺祐登, 齊藤朝治, 後藤昭二:ポリエチレンテレフタレート製ボトル詰ワインの保存性に関する研究, *食品工業*, **27**, 65-77 (1984).
- 22) 田辺利裕, 樋口香織, 沖浦 文:PETボトル詰緑茶飲料における加温保存中の変色に対する可視光照射試験, *東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告*, **26**, 25-27 (2006).