

# 茶類飲料の品質に及ぼす容器材質及び保存温度の影響について

藤井正人

紅茶を始め、緑茶、烏龍茶などの茶類飲料は世界中で広く飲まれている嗜好飲料であるが、近年は特に茶の成分が持つ機能性に目が向けられるようになり、その消費量が大きく伸びている。

これらの茶類飲料が飛躍的に消費量を伸ばすきっかけは1981年の缶入り烏龍茶の発売であったと考えられる。それ以後、様々な種類の茶類飲料が缶入りだけでなく、紙容器やPETボトル（以下PET）入りとして市販されるようになった。また、缶入りだけでなく、他の容器入りも自動販売機で売られるようになったことも消費拡大を促したと考えられる。

著者らは先に、市販缶入り茶類飲料（緑茶、烏龍茶、ストレートタイプの紅茶）の各種成分と品質について検討を行い、その結果を報告<sup>1)</sup>した。多くのメーカーが同じ商品名で缶入りだけでなく、紙容器やPET入りを製造・販売しており、容器材質や保存温度が品質に及ぼす影響に差があると考えられたため、検討を行い、その結果を報告する。

## 実験方法

### 1. 試料

平成6年6月～7月の間に製造された緑茶、烏龍茶、紅茶（ストレートタイプ）の各種容器入り飲料を飲料メーカー3社から提供を受けた。缶は340g入り、PETが1.5l入り、紙容器では緑茶が250ml、他は200ml入りであった。

### 2. 保存試験

供試試料を5℃、30℃、及び55℃（55℃は缶のみ）の恒温器中で6ヶ月間（55℃は4ヶ月間、紅茶のみ7ヶ月間）保存し、0.5ヶ月目（55℃缶のみ）、1ヶ月目（5℃保存以外）と2、4、6ヶ月目にpHと色調を測定し、同時にビタミンC、カテキン類、メチルキサンチン類を分析した。

紅茶飲料については7ヶ月保存後にテアフラビン、テアルビジンを測定した。

### 3. 測定法

#### 3.1 pH, 色調

pHはpHメーター（東亜電波工業(株)、HM-30S型）で、色調は測色計（日本電色工業(株)、VG-ND-Σ80型）を用いて透過法で測定した。

供試試料を室温に戻して開封し、ピーカーに採取後、速やかに測定した。pH測定はスターラーによる攪拌は行わず、静置状態でいった。

#### 3.2 ビタミンC

前報<sup>1)</sup>と同様にHPLCにより分析した。試料を10%メタリン酸と蒸留水で5～10倍に希釈後、0.45μmミリポアフィルターでろ過し、その5μlを分析に供した。

#### 3.3 カテキン類, メチルキサンチン類

茶カテキンの主成分である5種類のカテキン類、即ち、エピガロカテキン（EGC）、エピガロカテキンガレート（EGCg）、エピカテキン（EC）、エピカテキンガレート（ECg）、及びカテキン（C）と3種類のメチルキ

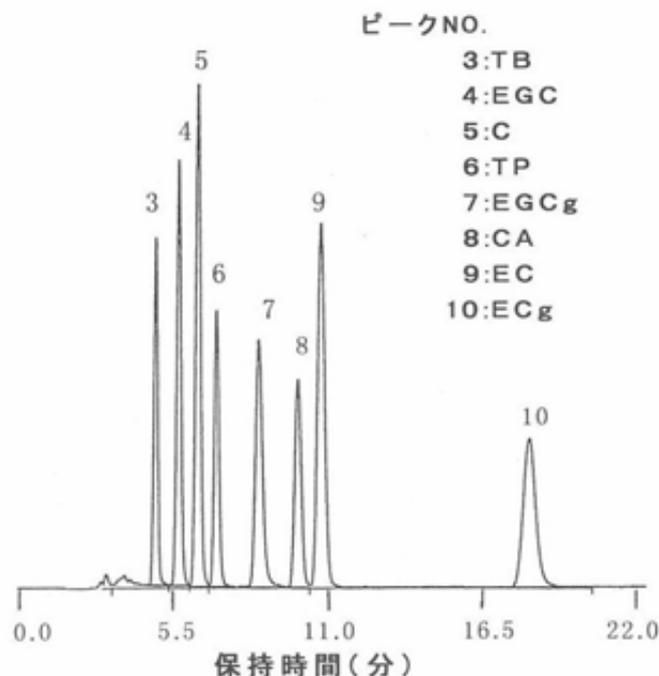


図1 カテキン類及びメチルキサンチン類のHPLCクロマトグラム

サンチン類, 即ち, カフェイン (CA), テオプロミン (TB), テオフィリン (TP) の8成分を寺田らの方法<sup>2)</sup>に準じて, HPLCにより分析した。

HPLCはガリバーシリーズ低圧グラジェント付アイソクラティックシステム型 (日本分光株), カラムはTSKgel ODS-80Ts (東ソー株, 5  $\mu$ m,  $\phi$  4.6mm  $\times$  250mm), プレカラムはガードバックカートリッジマイクロボンダパックC<sub>18</sub> (ウォーターズ) を使用し, 移動相はメタノール-水-0.2Mリン酸緩衝液 (pH3.0) 13:32:5で, 流速は1.5ml/min, 試料注入量は5 $\mu$ lとし, 検出器はUV検出器を使用し, 検出波長を207nmとした。

標準品のHPLCのクロマトグラムを図1に示した。

### 3.4 テアフラビン, テアルビジン

Robertsら<sup>3)</sup>の方法に準じて, 分光光度計 (株島津製作所製UV-150-02型) を用いて比色分析した。

### 4. 試薬

カテキン類はカテキンキット (5種類のカテキン各10mgのセット, 栗田工業株), メチルキサンチン類はTPのみ1級で, 他は特級 (いずれも和光純薬工業株) を用いた。その他の試薬, 溶媒類は特級またはHPLC用を用いた。

## 実験結果及び考察

### 1. 保存中のpHの変化について

保存中のpHの変化を茶類飲料の種類別に図2に示した。全般的には, pHは保存中に一度上昇したのち下降する傾向がみられるなかで, 紅茶の紙容器35 $^{\circ}$ C保存のみ顕著なpH低下が見られた。これを除けば, 紅茶は緑茶や烏龍茶に比べて変化が少なかった。容器による差については, 緑茶の缶55 $^{\circ}$ C保存1ヶ月目のpHは異常に高い値を示し, これが製品のバラツキによるものか, 他の要因によるものかは不明であった。全体に缶はpHの変動が最も小さく, PETと紙容器を比較すると, 紅茶や烏龍茶の結果から, 紙容器の方が変化がより大きい傾向を示した。また, 保存温度については5 $^{\circ}$ Cの方が35 $^{\circ}$ Cより概ね変化が大きい傾向が見られたが, その理由は不明である。

なお, 茶類飲料は緩衝能が小さいためと思われるが, 測定中にpH値が変動しやすかった。

### 2. 保存中の色調の変化について

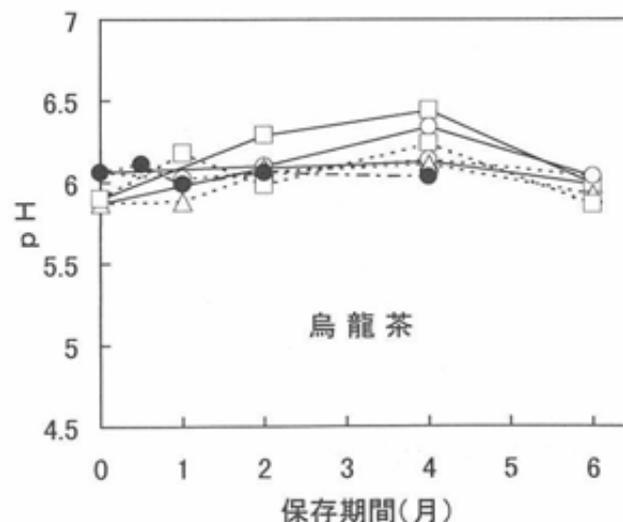
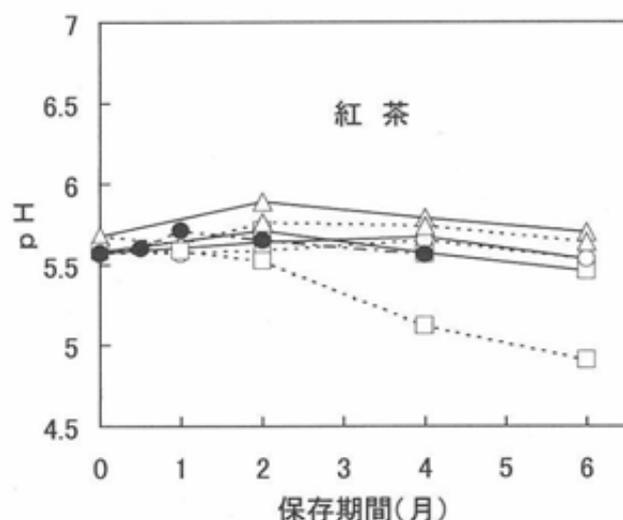
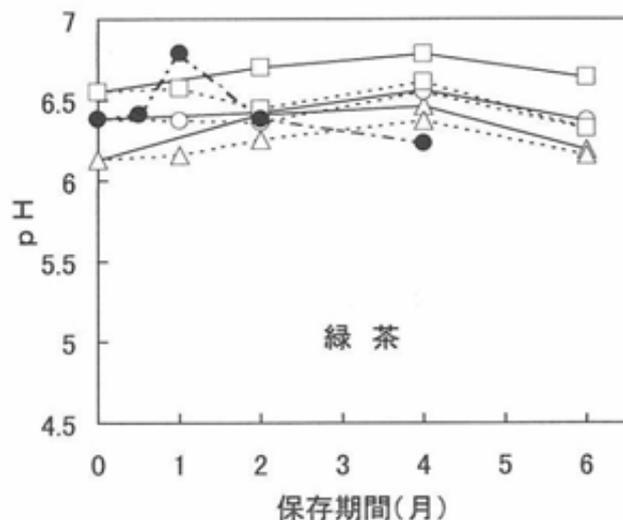


図2 茶類飲料保存中のpH変化

—○— 缶:5 $^{\circ}$ C    —△— PET:5 $^{\circ}$ C    —□— 紙:5 $^{\circ}$ C  
 -○- 缶:35 $^{\circ}$ C    -△- PET:35 $^{\circ}$ C    -□- 紙:35 $^{\circ}$ C  
 ● 缶:55 $^{\circ}$ C

## 2.1 L値

色調のうち、L値の変化を図3に示した。pHと同様に、紅茶の紙容器35℃保存におけるL値の低下が大きかった。即ち、紅茶の液色が暗い、あるいは濃い色になったことになる。その他、全体的に見れば、烏龍茶の変化が最も小さく、容器や温度の影響が少なかったこと、また、容器別に見れば、烏龍茶でわずかに逆転も見られたが、缶がL値の変化が最も少なかったと言える。PETと紙容器では、緑茶の場合、PETではL値が上がり、紙容器では下がるという逆の傾向が見られ、その変化の大きさもほぼ同じ位であった。紅茶でもL値の変動幅は小さかったが、緑茶と似たような傾向が見られた。温度の影響については、概ね温度が高いほどL値が低下した。

## 2.2 a値

a値の変化を図4に示した。L値に比べ、a値はどの試料でも変化が小さかったが、紅茶の紙容器35℃保存の大きな上昇が認められた。先のL値の低下と考え合わせると、色が暗赤色化したことになる。これは後述するように、紅茶の液色成分の消長と深い関係にあった。その他、緑茶ではPETの35℃が6ヶ月目に上昇したこと、烏龍茶で紙容器の35℃が他の烏龍茶の試料に比べ、変化がやや大きかったことなどが見受けられたが、容器や温度による影響の差は全体に小さかった。

## 2.3 b値

b値の変化を図5に示した。紅茶の紙容器35℃保存で、pHやL値、a値で見られたような顕著な変化は見られなかった。緑茶ではPET35℃保存の上昇が他よりやや大きく、紅茶ではPETや紙容器よりも缶の方がb値の変動が大きかった。また、烏龍茶では全体に変化が小さかった中で、PET35℃保存の変動がやや大きかった。全体的にみて、紙容器における変化が缶やPETに比べ小さく、温度による影響も少なかった。

## 3. 保存中のビタミンC濃度の変化

保存中のビタミンC濃度の変化を図6に示した。成分の酸化防止を目的にいずれの茶類飲料にもビタミンCが添加され、その濃度は緑茶が最も高く、次に紅茶で、烏龍茶がもっとも低かった。緑茶には茶葉から抽出されたビタミンCも含まれると考えられる。

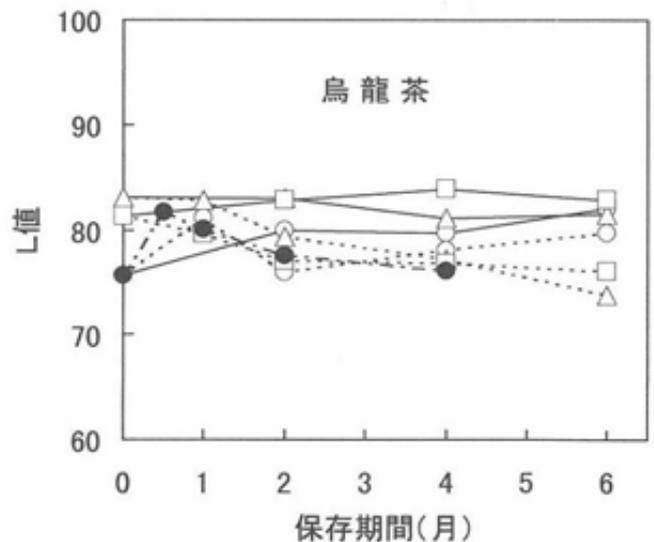
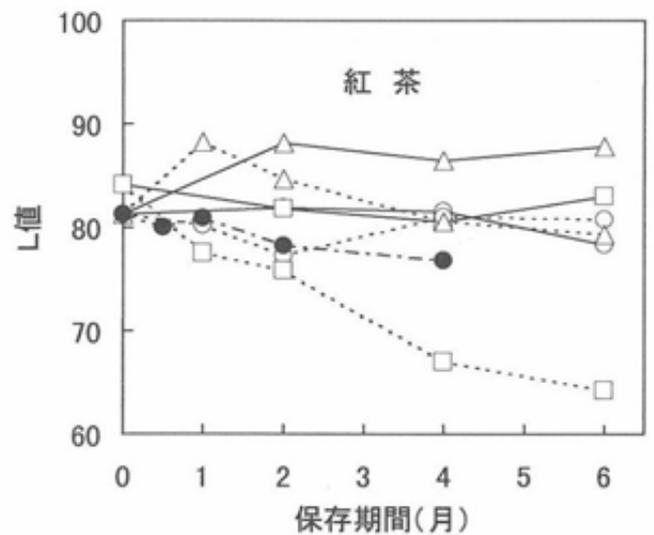
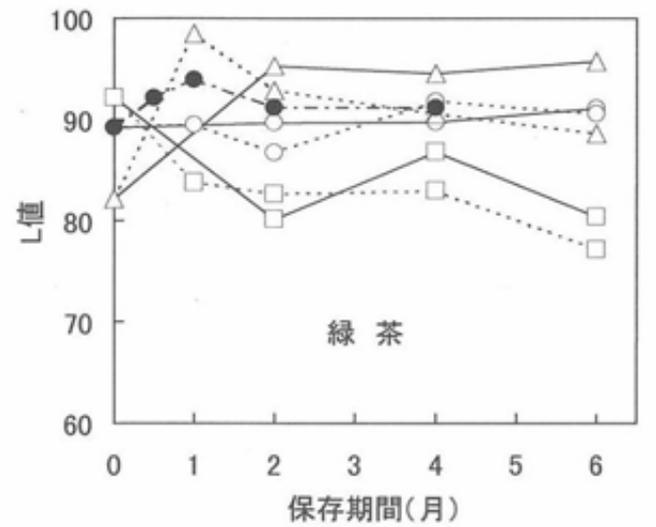


図3 茶類飲料保存中のL値の変化

○—缶:5°C      △—PET:5°C      □—紙:5°C  
 ○—缶:35°C      △—PET:35°C      □—紙:35°C  
 ●—缶:55°C

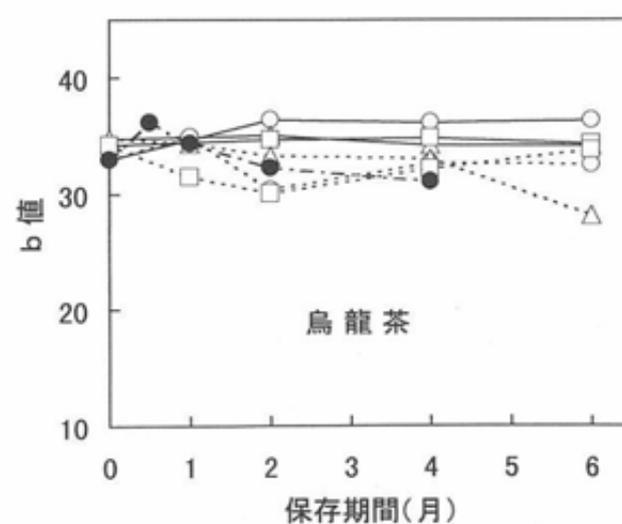
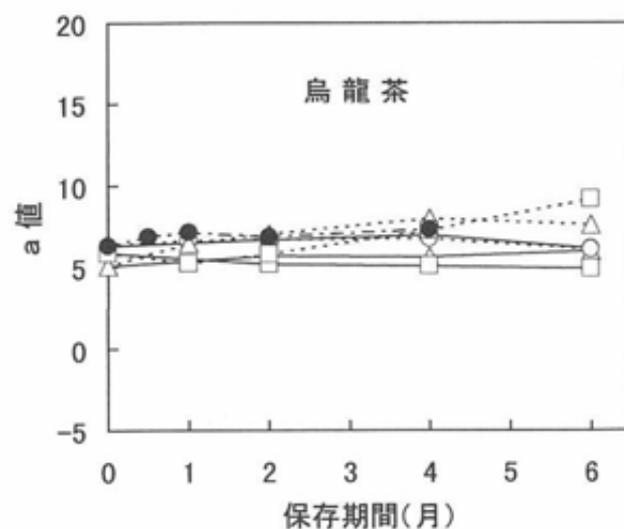
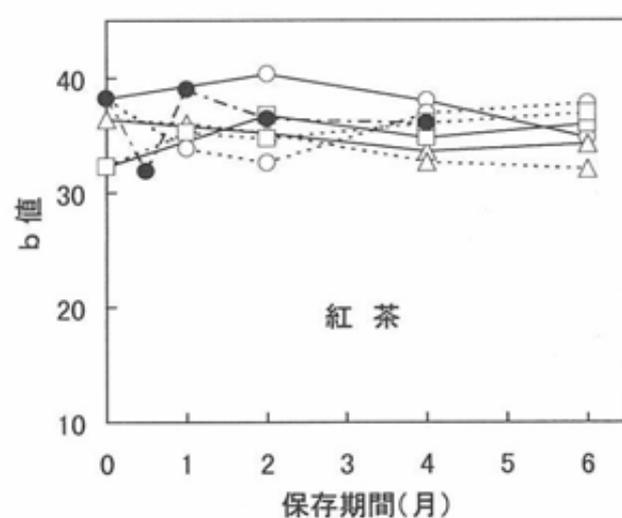
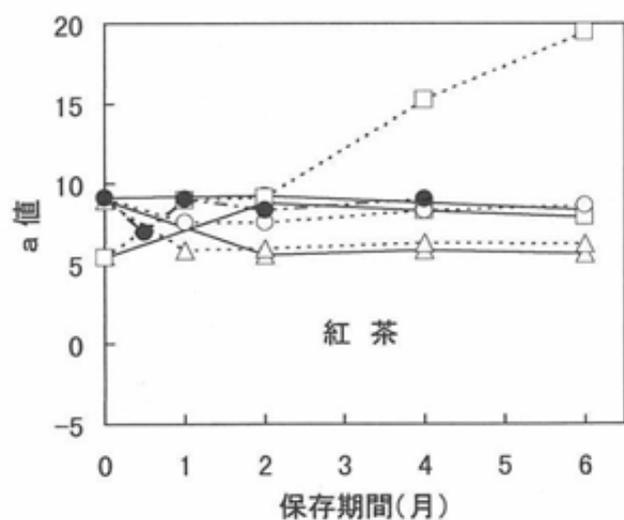
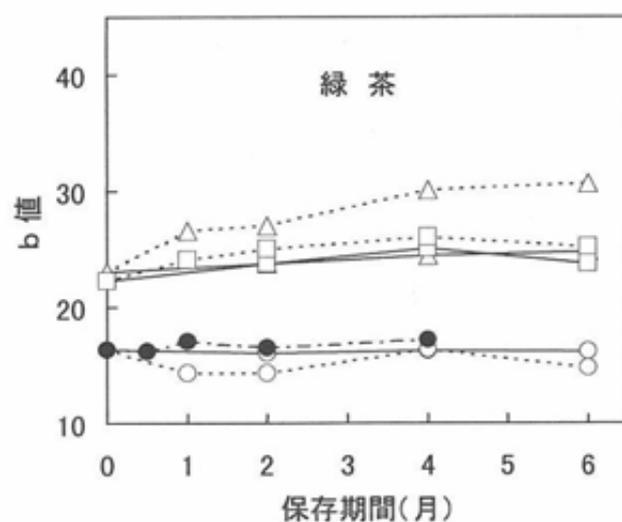
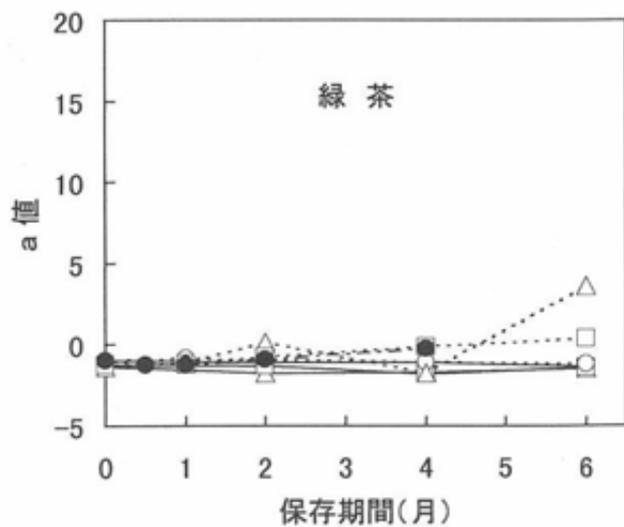


図4 茶類飲料保存中のa値の変化

○ 缶:5°C      △ PET:5°C      □ 紙:5°C  
 ○ 缶:35°C    △ PET:35°C    □ 紙:35°C  
 ● 缶:55°C

図5 茶類飲料保存中のb値の変化

○ 缶:5°C      △ PET:5°C      □ 紙:5°C  
 ○ 缶:35°C    △ PET:35°C    □ 紙:35°C  
 ● 缶:55°C

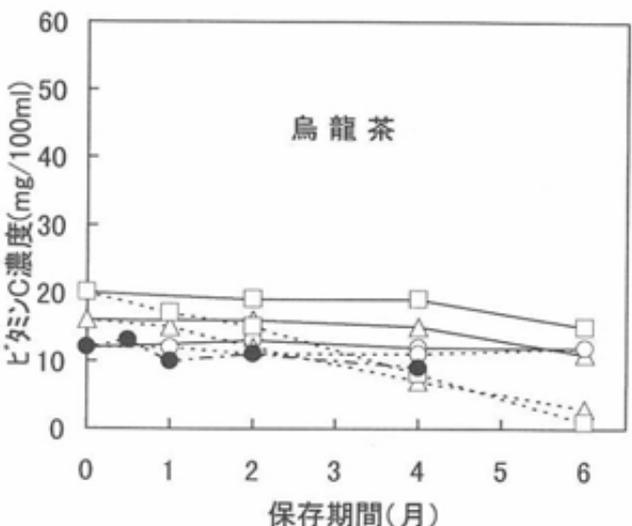
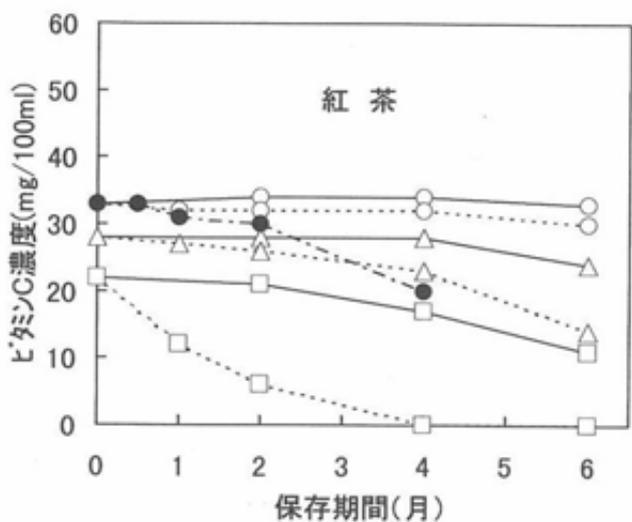
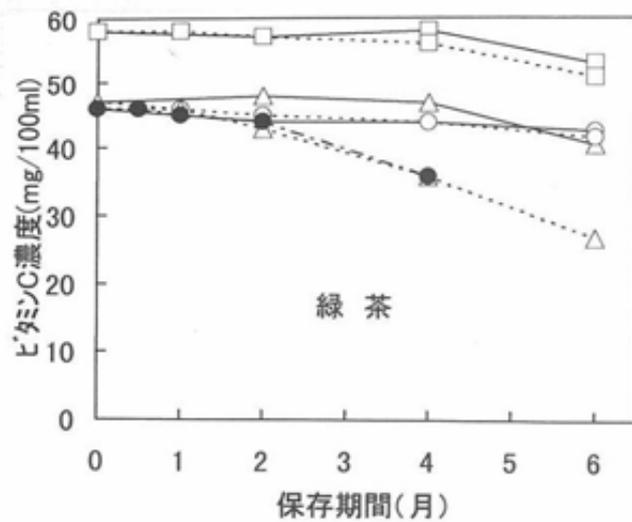


図6 茶類飲料保存中のビタミンC濃度の変化

○— 缶:5°C    △— PET:5°C    □— 紙:5°C  
 ○-○ 缶:35°C    △-△ PET:35°C    □-□ 紙:35°C  
 ●-● 缶:55°C

ビタミンCが最も早く減少したのは紅茶の紙容器35°C保存で、4ヶ月目には0となった。5°C保存でも6ヶ月目には半減した。烏龍茶の場合はスタートの濃度が他の飲料より低いので目立たないが、紙容器35°C保存は6ヶ月目にはスタート時の5%まで減少し、PETも19%になった。緑茶では55°C保存は別として、缶や紙容器よりPETの方がビタミンC濃度の低下が大きく、35°C6ヶ月保存では缶や紙容器がスタートの90%前後であったのに比べ、57%とかなり低下した。

PETと他の容器の大きな違いは光の透過性であるが、保存は遮光した恒温器を使用したので光の影響は考えられにくい。それ以外の要因として考えられる容器の酸素透過性については測定しなかったため明らかでないが、缶は別として、PETも紙容器も茶類飲料毎にメーカーが異なり、同じ種類の容器でも、特に紙容器では使われているアルミやポリエチレンフィルムの厚さ等が異なり、酸素透過性に差があったと推定された。PETと紙容器のそれぞれのビタミンC濃度の変化を比べると、PETの場合は3種類ともほぼ同じような減少パターンであるが、紙容器では紅茶>烏龍茶>緑茶の順に5°C保存と35°C保存の減少幅の差が小さくなっており、紙容器の酸素透過度の差による影響が考えられた。

#### 4. 保存中のカテキン類濃度の変化

保存中のカテキン類の濃度の経時変化について検討した。ここでは5種類のカテキンを合計した総カテキン類について、スタート時の濃度を100%とした場合の、それぞれの試料の6ヶ月(缶55°C保存のみ4ヶ月)保存後の濃度を残存率(%)として表し、図7に示した。この場合も紅茶の紙容器35°C保存が最も大きく減少した。これ以外では、紅茶の場合の缶が緑茶や烏龍茶の缶よりやや残存率が低くなった。

データは示さなかったが、個々のカテキン成分の経時変化についてみると、CやECは一部の試料を除いて全体的に残存率が高く、ECgやEGCg等のガレートは全般に低い傾向が見られた。さらに、EGCは緑茶や烏龍茶ではやや高めの残存率であったが、紅茶のEGCは試料全体の中でも最も残存率が低かった。

#### 5. 保存中のメチルキサンチン類濃度の変化

メチルキサンチン類のうち、TPはどの茶類飲料中からもほとんど検出されず、TBはわず

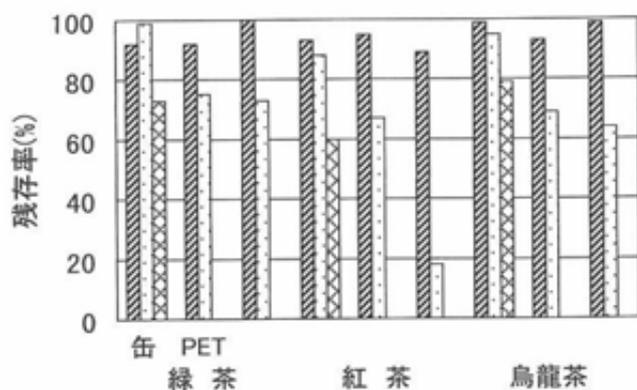


図7 茶類飲料保存後の総カテキン類残存率

■ 5°C・6ヶ月保存後  
□ 35°C・6ヶ月保存後  
⊠ 55°C・4ヶ月保存後

かに検出された程度で、分析結果のバラツキの方が大きいと考えられ、保存中の濃度変化はあまり認められなかった。

CAについては、カテキン類と同様に、スタート時の濃度を100%とし、保存後の濃度を残存率(%)として表し、図8に示した。カテキン類に比べ、全体に残存率は大きかったが、ここでは紅茶の紙容器35°C保存は他よりやや低かった。烏龍茶では容器による差や保存温度による差がほとんど認められなかった。

## 6. 紅茶飲料中のテアフラビン、テアルビジン

紅茶の液色の主成分であるテアフラビンやテアルビジンについては、各容器の5°C 7ヶ月保存後の試料の濃度を100%とした場合の、35°Cあるいは55°C(缶のみ、4ヶ月)保存試料の濃度を残存比(%)で表し、図9に示した。

テアルビジンはテアフラビンの重合等の化学変化により形成されるもので、テアフラビンの減少とテアルビジンの増加は対の関係と考えられる。図9からもこれを裏付ける結果が得られた。テアフラビン、テアルビジンの増減、つまり品質変化の最も大きかったのは紙容器であった。次にPET、缶の順であったが、缶でも35°Cは5°C保存に比べ、テアフラビンがかなり減少し、55°Cでは4ヶ月で半分近くまで減っており、保存温度の影響が大きいことが分かった。ただ、缶の場合テアフラビンの減少に比べ、テアルビジンの増加は他の容器より少なかった。

前述のように、色調のうち、L値やa値の変化が紙容器入りの紅茶で特に顕著であったが、竹尾らにより報告<sup>4)</sup>されているように、テアフ

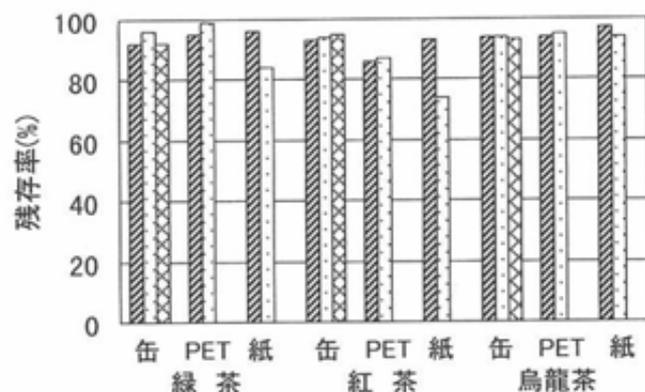


図8 茶類飲料保存後のカフェイン残存率

■ 5°C・6ヶ月保存後  
□ 35°C・6ヶ月保存後  
⊠ 55°C・4ヶ月保存後

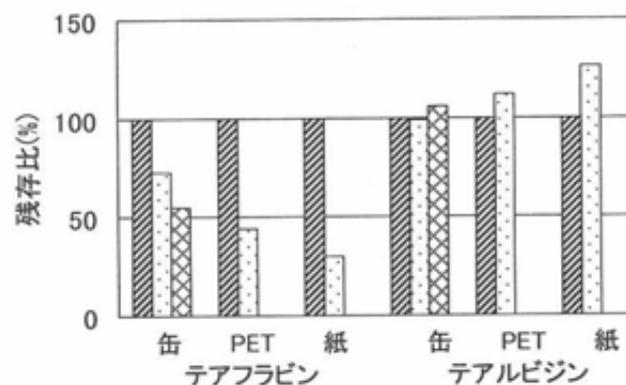


図9 茶類飲料保存後のテアフラビン・テアルビジンの残存比

■ 5°C・7ヶ月保存後  
□ 35°C・7ヶ月保存後  
⊠ 55°C・4ヶ月保存後

ラビンは明るい赤橙色であり、テアルビジンが濃赤色であることからみても、テアフラビンが減少し、テアルビジンが増加することは色調が暗赤色化、あるいは濃赤色化することになり、これらの結果とL値やa値の変化が深い関連があることが認められた。

以上の結果から、冬場の気温の低い時期には容器材質による茶類飲料の品質への影響は大差がないと思われるが、夏場の気温の高い時期には、特に紙容器製品は流通段階での管理によっては大きな品質劣化が起きることが考えられる。茶類飲料の種類の中では特に紅茶の品質変化が大きいことが分かった。

## 要約

緑茶，紅茶（ストレートタイプ），烏龍茶のそれぞれ缶，PET，紙の3種類の容器入り市販茶類飲料を用いて，容器材質及び保存温度の違いによる品質保存性への影響について検討し，以下の結果を得た。

1) 紅茶の紙容器35℃保存のpH，L値，a値，ビタミンC濃度及び総カテキン類濃度等は保存中に最も顕著な変化を示し，保存1ヶ月で5℃保存品との差が官能的にも認められた。

2) 缶は各飲料とも最も経時変化が小さく，35℃6ヶ月保存後も5℃保存品と官能的に大差がなかった。しかし，55℃保存では2ヶ月で5℃保存品との差が認められた。

3) 飲料の中では紅茶がいずれの容器でも品質変化が最も大きく，緑茶と烏龍茶では全体的にみて烏龍茶の方が変化が少なかったといえる。

4) 紅茶のL値やa値の経時変化と紅茶の液色の成分であるテアフラビンとテアルビジンの濃度変化との間に関連性が認められた。

## 文 献

- 1) 藤井正人・川辺元:愛知食品工技年報, 38, 7(1997)
- 2) 寺田久屋・鈴木晃世・田中治夫・山本勝彦:食衛誌, 33, 4, 347(1992)
- 3) E. A. H. Roberts and R. F. Smith: J. Sci. Food Agric., 14, 689(1992)
- 4) 竹尾忠一・大沢キミコ:日食工誌, 20, 10, 463(1984)