

## 食品へのカビ臭移行防止 (第2報)

### 移行メカニズム解明とその対策

但馬良一\* 馬場亜希\* 峯孝則\*  
天知輝夫\* 増田正裕\*\* 泉哲男\*\*\*

Prevention of Musty Odor (TCA) Migration into Foodstuffs (2)

Clarification of the Migrating Mechanisms of TCA and its Prevention

Ryoichi TAJIMA\*, Aki BANBA\*, Takanori MINE\*,  
Teruo AMACHI\*, Masahiro MASUDA\*\*, Tetsuo IZUMI\*\*\*

2,4,6-Trichloroanisole (TCA), which has an extremely low sensory threshold level, causes musty odor in foods. The mechanisms of TCA migration in the processing of foods were elucidated. Two main migration routes were clarified: 1) the processed foods (ex. bottled) are tainted by TCA migrating through closures during their storage from the outer TCA rich atmosphere, or 2) raw materials or the containers themselves are previously tainted by TCA migrating through their packaging materials.

The use of higher gas barriered packing materials or cap liners clearly prevented the migration of TCA into processed foods. Several other methods to prevent TCA migration are also discussed.

Keywords: TCA, TGP, Musty odor, Pallet, Cap liner, Migration, Prevention

カビ臭として官能閾値の極めて低い2,4,6-Trichloroanisole (以下TCA) に注目し、食品への移行メカニズムの解明を行った。移行ルートとしては、1)製品化後その物流保管段階でTCAが中身に移行する場合および2)既にその原料や包材(原材料)にTCAが着臭している場合のあることを明らかにした。

その移行防止策として、原材料または製品中身へのTCA移行経路となる梱包材、またはキャップのガスバリア性を向上させることを明らかにすると共に、その他2、3の防止方法についても提言した。

キーワード: TCA、TCP、カビ臭、パレット、キャップライナー、移行、防止策

\* サントリー(株)基礎研究所 分析科学センター (〒618 大阪府三島郡島本町若山台1-1-1): Laboratory of Quality Control, Institute for Fundamental Research, Suntory Ltd., 1-1-1, Wakayamadai, Shimamoto-cho, Mishima-gun, Osaka, 618 \*\* サントリー(株)洋酒研究所 (〒618 大阪府三島郡島本町若山台1-1-1): Research Laboratories of Distilled Spirits and Liqueurs, Suntory Ltd., 1-1-1, Wakayamadai, Shimamoto-cho, Mishima-gun, Osaka, 618 \*\*\* サントリー(株)生産企画部 (〒107 東京都港区元赤坂1-2-3): Production Planning department, Suntory Ltd., 1-2-3, Moto Akasaka, Minato-ku, Tokyo, 107

## 1. 緒言

カビ臭原因物質として知られている塩素化アニソール化合物は、その極めて低い官能閾値と高い昇華性が相俟って、近年しばしば食品から検出される機会が多くなり、食品業界を中心に深刻な問題としてクローズアップされてきた。特に2,4,6-Trichloroanisole (以下TCA) は、その官能閾値が驚異的に低い物質であることは、既にいくつかの文献<sup>1) 2)</sup> で明らかにされているとおりでである。

TCA が初めて化学的に合成されたのは1925年 (Kohnら<sup>3)</sup>) で、一時期ポリエステル繊維の染色助材として使用されていた。

その後数人の研究者により、微生物学的にも塩素化フェノールなどから生成されることが明らかにされている<sup>4) ~6)</sup>。中でも、1982年Ulrikeら<sup>4)</sup>の実験は詳細で、彼らは土壌に<sup>14</sup>CでラベルしたPentachlorophenol (以下PCP) を散布し、その分解・反応物を分析する中から、TCAを始めとする塩素化アニソール類を検出している。

したがって、合成以外の経路でTCAが出現したのは、1930年代<sup>7)</sup>に塩素化フェノール化合物が農薬や防黴剤として使用されたと同時にであり、それ以来、地球的規模で広がりを見せ始めたと考えられる。

1966年Engelら<sup>8)</sup>が鶏卵や鶏肉からTCA類を検出したのも、1974年にMaarseら<sup>9)</sup>が米からTCA類を検出したのも、木材用防ばい剤として使用されたPCPを始めとする、塩素化フェノール類の分解・反応物であったことが明らかにされている。

一方、日本で本格的にTCAが出現し始めたのは、TCPが木材用防黴材として使用され始

めた1960年という事になる<sup>10)</sup>。さらに1977年そのナトリウム塩が使用され始め<sup>10)</sup>、水溶化することで汎用性が向上し、TCPの存在範囲が拡大するに至ったと推測される。

学会発表や新聞等での報告・報道例はないが、日本国内で食品へのカビ臭移行が顕在化し始めたのは1970年代半ばであり、TCA発生源としてしばしば問題になった木製パレットを合成樹脂製に変更する等の対策などが講じられ、一応の効果が認められてきた。

しかし、近年段ボール箱を始めとする紙製包材が発生源となるTCA移行も見受けられ、食品およびそれらの原料や包材への移行の機会が多くなってきた。

海外でもココアパウダー<sup>11)</sup>、ドライフルーツ<sup>12)</sup>、コーヒー豆<sup>13)</sup>等々、様々な食品への移行が報告されている。そのTCA発生源はパレットを始めとする木製素材以外に、紙袋、段ボール、麻袋など、様々な素材が報告されており、もはやTCA発生源種の拡大は世界的傾向ともいえる。

本論文は、加工食品に対するカビ臭移行防止の観点から、先ずしばしばTCA発生源として問題になってきた木製パレットに注目し、そこで発生したTCAが食品(飲料)へ移行するメカニズムの解明とその防止策を明らかにする。次に、段ボール箱から発生したTCAの移行をも想定し、食品原料や包材への移行の挙動を報告すると共に、解決に向けての当面の取り組み方を提案する。

## 2. 実験

### 2.1 TCA移行メカニズム解明のための方法および装置

(1) カビ臭関連物質移行量調査

カビ臭が認められたウイスキー製品が保管されていた倉庫を特定し、同様にカビ臭のする製品1パレット分を官能検査により見つけ出した。そのパレット、段ボール、化粧箱、キャップライナーおよび飲料について、カビ臭関連物質 (TCA および 2,4,6-Trichlorophenol; 以下TCP) を定量した。この時、パレットへの製品段ボール積載数は8ケース×6段であった。また、段ボール1箱当たりの製品入り数は12本で、全て1本ずつ化粧箱に入っていた。キャップライナーは直径25mmのポリエチレン (以下PE) ハイシート (厚さ2mmの発泡PEをクッション材に、厚さ60 $\mu$ mのPEフィルムを両面に貼付) であった。

(2) Pilfer proof キャップ付きガラス瓶入り飲料へのTCA移行要因調査および移行メカニズムの解明

(a) シール条件の選定

飲料にTCAが移行するという特性に対し、考えられた要因は①キャップライナーの種類②瓶口天面の形状③キャッパーの打栓圧の3つであった。

三元配置分散分析として取り上げた各要因の水準は、次の通りであった。

ライナーの種類として、ガスバリア性が異なるPEハイシート、ポリプロピレン (以下PP) ハイシートおよび、ポリエチレンテレフタレート (以下PET) ハイシートの3水準を挙げた。また、瓶口形状は瓶口がフラットな“Press-Blow”および、瓶口中央が山形になっている“Blow-Blow”の2水準を挙げた。打栓圧は50および250kg/headの2水準で、いずれも想定し得る最低値と最高値として採用した。TCA移行

時の濃度は約100mg/m<sup>3</sup> (35℃) であり、ウイスキーを充填して約1カ月間保管後、ウイスキー中のTCA濃度を定量した。

(b) TCA移行経路究明のための試作キャップライナー

発泡PEをクッション材に、低バリア材として厚さ60 $\mu$ mのPEフィルムおよび、高バリア材として厚さ30 $\mu$ mのPETフィルムを組み合わせた構造を有するもの3種を試作した。

①発泡PE+PEフィルム (瓶口面)

②発泡PE+PETフィルム+PEフィルム (瓶口面)

③発泡PE+PEフィルム+PETフィルム (瓶口面)

(c) 飲料へのTCA移行実験装置

ゴムセプタムを通し移行実験雰囲気 (空气中) のTCA濃度が測定できる、塩ビ製密閉槽 (H 0.5m×W 2.0m×D 1.0m) を作成し、その中に試作ライナー付きキャップを装着したガラス瓶入りウイスキーを、100mg/m<sup>3</sup> (35℃) のTCA雰囲気下で1カ月間保管した (Fig. 1)。移行雰囲気のTCA濃度の調整は、シャーレに入れたTCAを密閉槽内に放置し、槽内空气中のTCA濃度測定 (2.2 (4) 参照) 結果を基に、シャーレの出し入れを調節することにより行った。

また、微調整はゴムセプタムからTCAの100mg/L、n-Hexane (和光純薬工業製 残留農薬分析用300; 以下ヘキサン) 溶液を注入することによりおこなった。

(3) 合成樹脂に対するTCA移行実験条件

厚さ0.5mm、面積10cm<sup>2</sup>の低密度ポリエチレン (以下LDPE)、高密度ポリエチレン (以

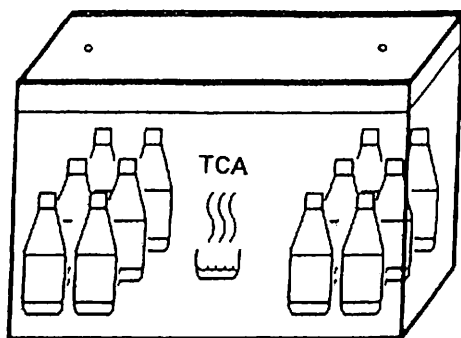


Fig. 1 Apparatus and the conditions for testing TCA migration from the TCA atmosphere into bottled alcoholic beverages through a cap liner

CONDITION

TCA conc. in air : 100mg/m<sup>3</sup>  
 Storage temp. : 35 °C  
 Box size : H 0.5m, W 2.0m, D 1.0m

下HDPE)、PPおよびPETをFig. 1に示した塩ビ製密閉槽に吊るし、槽内のTCA濃度が100mg/m<sup>3</sup> (35°C) になるように前述 (2.1 (2) (c)) と同様にTCA濃度を調整した。この状態で分析的に収着平衡に達したと考えられるまで保管を続けた (約6週間)。

(4) 合成樹脂フィルムのTCA透過量測定装置

汎用梱包材であるPEフィルム2種およびPETフィルム1種 (いずれも30 μm) を内径75mm、高さ90mmのセパラブルフラスコに挟み、片方には著者らが今までに経験した事

のある最高TCA雰囲気濃度である、75mg/m<sup>3</sup>になるように、TCA100mg/Lのヘキサン溶液300 μlを含浸させた直径5cmの濾紙を入れた (Fig. 2)。また、他方にはヘキサン20mlを入れ、試験フィルムを透過して溶解したヘキサン中のTCA濃度を経時的に定量した。

(5) 食品、包材に対するTCA移行実験装置

密閉できるガラス容器 (60mm φ、H 12.5 mm) に濾紙を吊るし、容器内空気のTCA濃度が75mg/m<sup>3</sup>になるよう、TCAの100mg/Lのヘキサン溶液265 μlを塗布した。容器の底には、砂糖、ほうじ茶、インスタントコーヒーといった食品原料を各5gずつ別々の容器に入れた。また、PE王冠を始め3種のキャップも同様に別々に置き、20°Cで24時間後、それらに対するTCA移行量を定量した。

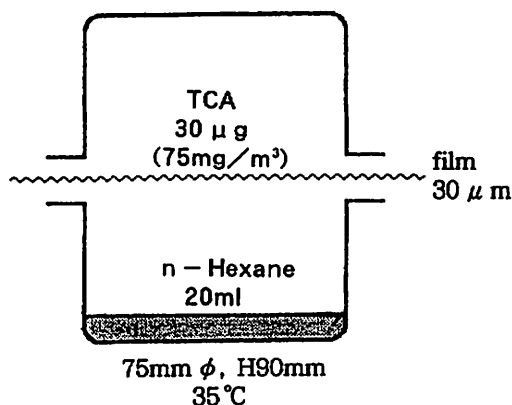


Fig. 2 Apparatus and the conditions used for the measurement of TCA permeability through various plastic films

2.2 分析方法

(1) パレット、段ボール中のTCA、TCP濃度 前報<sup>14)</sup>で紹介した、電子捕獲型検出器付きガスクロマトグラフ (以下ECD-GC) を用い定量した。

(2) キャップライナー、合成樹脂フィルムへの TCA 移行量

ライナー材を金属製ピンセットで摘みながら、ハサミで約5mm四方大に切断し、ヘキサン20mlを入れた25ml容共栓付きフラスコ内で浸漬した。72時間後その浸出液を前報<sup>14)</sup>に準拠し、内部標準物質を添加した後、必要があれば濃縮しガスクロマトグラフ—質量分析装置（以下GC—MS）で定量した。

(3) ウイスキー（43%）中の TCA 濃度

試料100mlに水を加え、アルコール濃度を20%以下に希釈した。次に、その希釈液を500ml容分液ロートに移し、炭酸ナトリウム約30gを加えた後、ヘキサン100ml×2回で抽出した。さらに溶媒層を水20mlで洗った後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーでクリンナップした。

使用したカラムは内径10mmで、長さ4~5cmになるようシリカゲル（Merck社製70~230mesh ASTM）を充填し、その上に無水硫酸ナトリウムを約1cm積層し、上記で得られた溶媒層をカラムに通した。その通過液およびヘキサン50mlでの洗液を併せ、試験液とした。分析は前報<sup>14)</sup>で紹介した、ECD—GCを用いた方法により定量した。

(4) 移行雰囲気中の TCA 濃度

Fig. 1に示す密閉槽のゴムセプタムを通し、ガスタイトシリンジで槽内空気を採取し、ECD—GCを用い定量した。

GC条件

機種：島津GC—9A（ECD付き）

カラム：1%OV—17 on Gaschrom Q、  
80~100mesh、1.5m×3.1mm  
i.d. glass column

カラム温度：175℃

注入口温度：250℃

ガス流量：50ml/min

注入量：2 μl

(5) 食品原料への TCA 移行量

食品原料の場合は、前報<sup>14)</sup>に準拠して水蒸気蒸留後ヘキサン抽出し試験液を得た。

さらに、ヘキサン100ml×2回で抽出後、2.2(3)に示すクリンナップ操作を行い、内部標準物質を添加した後、濃縮しGC—MSで定量した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 木製パレットからPilfer Proofキャップ使用飲料への TCA 移行メカニズム

(1) パレットへの積載日数が30、40および60日経過したウイスキー製品の分析結果をTable 1に示した。パレットの材質はいずれも松材であった。

(2) 本実験を実施した1977、1978年当時の段ボール中のTCP濃度は、前報<sup>14)</sup>にも示した通り1mg/kg以下が一般的な含有量であった。

そのことを考慮した上で、Table 1に示した段ボール箱中のTCP濃度をパレットへの積載高さとの関係で見直してみると、1段目ないしは2段目の段ボール箱についてのみTCPが移行していたことが判る。

これは、蒸気圧の低いTCPは空間を自由に移動できなかったものの、パレットと直接接触している1段目の段ボール箱には、比較的高濃度に移行したと考えられる。

同様に1段目の段ボール箱と直接接触しているカートンケース（Cardboard box）も比較的高濃度にTCPの移行が認められた。

Table 1 Amounts of TCA and TCP in bottled alcoholic beverages packed in corrugated cardboard boxes loaded on wooden pallet

Pallet No. TCP conc. TCA conc.		No. 1 (60 days elapse) 200 mg/kg 2280 mg/kg			No. 2 (40 days elapse) 70 mg/kg 3500 mg/kg			No. 3 (30 days elapse) 460 mg/kg 110 mg/kg		
		1st	2nd	4th	1st	2nd	4th	1st	2nd	4th
Sample and Item Layer	TCP <sup>a)</sup>	40	12	0.3	3.7	0.1	0.1	27	0.2	0.3
	TCA <sup>b)</sup>	1260	490	75	460	150	27	320	38	24
Corrugated cardboard box	TCP <sup>a)</sup>	23	4.8	0.2	3.7	0.2	0.1	5.5	0.4	0.9
	TCA <sup>b)</sup>	2540	480	90	1580	250	37	260	51	31
Carboard box	TCP <sup>a)</sup>	23	4.8	0.2	3.7	0.2	0.1	5.5	0.4	0.9
	TCA <sup>b)</sup>	2540	480	90	1580	250	37	260	51	31
Cap liner	TCA <sup>d)</sup>	0.48	0.21	0.03	0.13	0.03	N.D.	0.03	0.02	0.02
Whisky	TCA <sup>d)</sup>	1.72	0.11	0.08	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

a) mg/kg, b)  $\mu$ g/kg, c)  $\mu$ g/piece, d)  $\mu$ g/L

N.D. : not detected, detection limit : c) 0.01  $\mu$ g/piece, d) 0.01  $\mu$ g/L

一方、昇華性のあるTCAは、パレットからの距離が遠くなるに従い、段ボール箱中のTCA濃度は漸減傾向を示しており、明らかにパレットの影響を受けたと考えられた。さらに、当時の調査および補足実験で、以下のことが明らかになった。

①「木製パレットはカビ易いのでTCP処理している。特に、梅雨時に製造する松材パレットは高濃度で処理する。」という情報(1978年)があった。またそれを裏付けるようにTCP、TCAを検出したパレットの多くは6月に製造されたものであった。

②木製パレットからTrichoderma sp.を主体とした強力なTCPメチル化菌を単離<sup>10)</sup>し、それを用いてパレットから製品中身へのシミュレーションテストに成功したことなどから、本移行事例は木製パレットがTCA発生源であったと結論付けられた。

(3) Table 1に示した通り、パレットへの積載後30日を経過した製品群では、キャップライナーまでの移行が認められるが、製品中身までの移行は無かった。しかし、同様に40日経過群ではパレットに最も近い1段目の製品中身に移行が認められ、60日経過群では積載高さが4段目の製品中身にまで移行していることが判った。

これらを基にすれば、ウイスキーの場合少なくとも40日以内にパレットから中身にTCAが移行する場合があると言える。



### 3.2 Pilfer proofキャップから飲料へのTCA移行要因

#### (1) 移行要因の解析

移行実験および分散分析の結果をTable 2に示した。

ガラス瓶に詰められしっかりキャッピング

Table 2 Statistical analysis of putative factors affecting TCA migration into alcoholic beverages in bottles with a PP cap

DISK kind (A)	Sealing surface of bottle (B)		Press-Brow	Blow-Blow
	Capping head pressure (C)			
PE Hi-sheet	50kg/heat	250kg/heat	8.65 $\mu$ g/L	8.72 $\mu$ g/L
PP Hi-sheet	50kg/heat	250kg/heat	4.56 $\mu$ g/L	4.48 $\mu$ g/L
PET Hi-sheet	50kg/heat	250kg/heat	0.11 $\mu$ g/L	0.12 $\mu$ g/L

Factor	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>
A	145.44	2	72.72	3327 **
B	0.00	1	0.00	0.20
AB	0.01	2	0.01	0.24
C	0.00	1	0.00	0.02
AC	0.02	2	0.01	0.35
BC	0.00	1	0.00	0.02
ABC	0.04	2	0.02	—

S : Sum of squares  
 $\phi$  : Number of degrees of freedom  
 V : Mean square  
 F<sub>0</sub> : F-value  
 \*\* : 1% Significance level

されている飲料に対し、TCAが移行するメカニズムは分散分析の結果からも判るとおり、キャップライナー種のみが強く効いていた。  
 (2) キャップライナーの種類とTCA移行量の関係

TCA移行濃度をFig. 3最下段に示す。飲料中のTCA濃度は全て異なり、実験に供した3

種のライナー材のTCAバリア性に差のあることが判った。

ここで、Pilfer proofキャップを經由しての飲料へのTCA移行量は、ライナー全体の(厚さ方向)のガスバリア性に依存するのではなく、瓶口面に接する材質のガスバリア性に強く依存していることが判る。

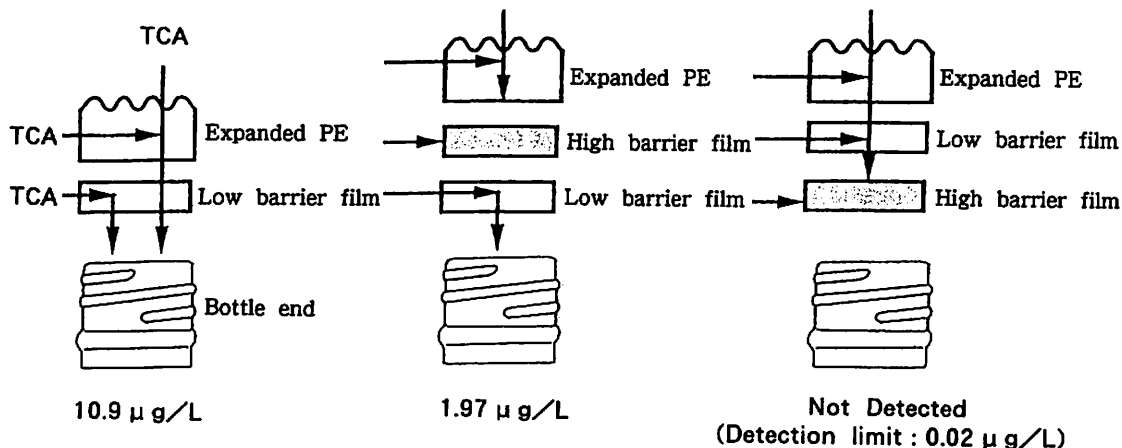


Fig. 3 Concentrations and the route of TCA migration into bottled alcoholic beverages through cap liners with different material constitutions

すなわち、TCAはFig. 3の矢印に示す経路で、ライナー材を透過したと考えられた。

したがって、ガラスや金属のようにTCAを透過しない材質が容器本体である場合、そのクロージャーを構成するキャップライナーの瓶口側材質のガスバリア性を向上させることで、流通・保管環境での移行は防止できると言える。

### 3.3 合成樹脂に対するTCA収着量

Fig. 4に示すように酸素透過量とTCA収着量との間に、比較的良好な直線関係が得られた。本結果を基にすれば、キャップライナーの高TCAバリア材は、PET樹脂が妥当と考えられる。また必要があれば、さらにガスバリア性の高い材質を選択することにより、TCA移行防止性能は向上すると考えられる。

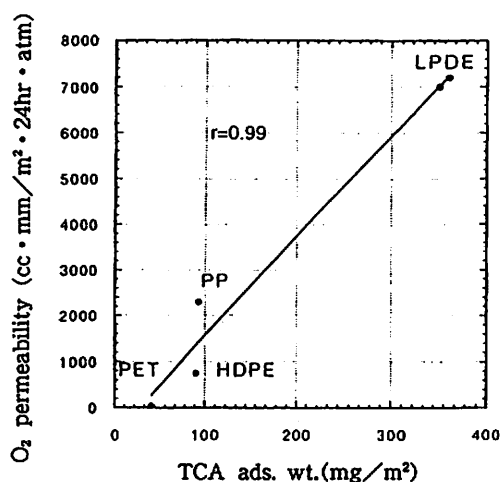


Fig. 4 Relationship between oxygen permeability of the plastic films and the amounts of TCA adsorption

### 3.4 合成樹脂フィルムのTCAバリア性

実験に用いた装置が小さく、透過したTCAがヘキサン層で気液平衡に達したため、Fig.

5に示すように良好な直線関係を得ることができなかった。

しかし、この実験において、PETフィルムの場合、1週間を経過してもなおTCAの透過は認められなかったのに対し、汎用梱包材であるPEフィルムは、2~3日の内にTCAを透過していることが明らかとなった。

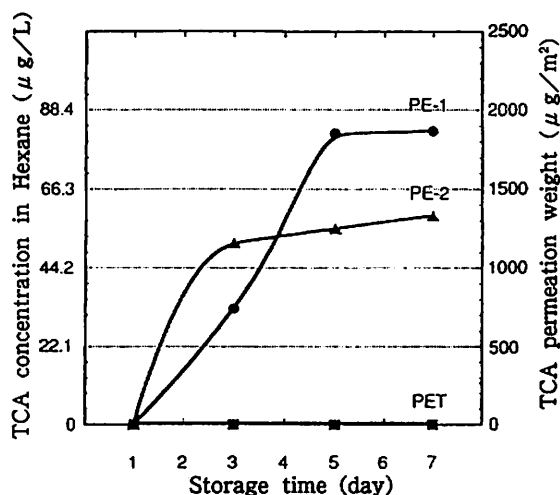


Fig. 5 Speed of TCA permeation through some wrapping films

### 3.5 食品原料および包材(キャップ)に対するTCA収着量

汎用梱包材であるPEフィルムが簡単にTCAを透過することから、それによって梱包されている食品製品のみならず、原料や包材に対するTCA移行までもが懸念される。Table 3は、食品用原料や包材へのTCA移行を想定した実験結果である。

原料の場合、砂糖では1g当たり0.003 µgと極僅かな量であったが、ほうじ茶ではその2000倍近い量である5.7 µg/gと圧倒的な収着を認めた。また、キャップ類ではそれぞれ1コ当たり0.60~0.71 µgと収着量に大差は



Table 3 Amounts of TCA adsorbed into some foodstuffs and bottling closures stored in TCA rich atmosphere

Sample	TCA ads. weight
Raw material	
Sugar	0.003 $\mu\text{g/g}$
Hoji-tes	5.7 $\mu\text{g/g}$
Powder coffe	1.3 $\mu\text{g/g}$
Package (cloure)	
27mm PE crown cap	0.60 $\mu\text{g/piece}$
28mm PE PP-cap	0.60 $\mu\text{g/piece}$
38 mm Maxi-cap	0.71 $\mu\text{g/piece}$

なかった。

食品製造企業が以上のような原料や包材を使用して製品を製造すれば、TCAの官能閾値から考え、カビ臭が検出される恐れが多分にあると言える。

### 3.6 防止策の提案

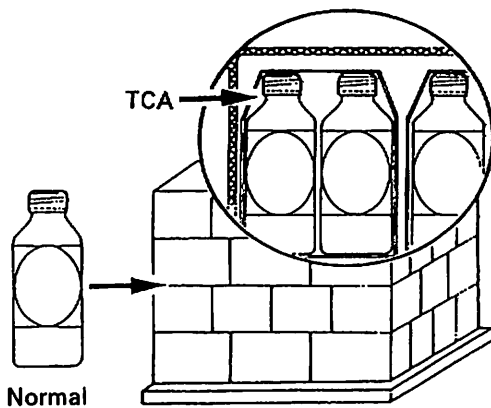
緒言でも述べたとおり、様々な食品に対す

るTCA移行事例が報告されている。ただ、それらのほとんどがTCA発生源の特定や移行経路の究明に関するものであり、対策に関する研究はなく、提言もほとんどない。提言されている場合もその多くが微生物学的考察に基づいた方策（物流環境や資材の温湿度管理）に集約されている。

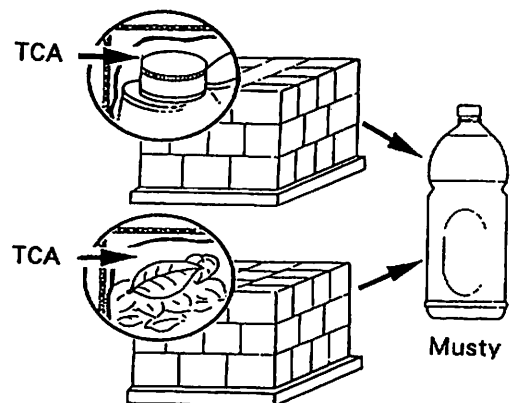
しかし、現実の物流環境（ほとんどの場合空調はない）を考えた場合、微生物関連上の方策だけでは不十分であり、他の方策を含め総合的に議論する必要がある。

ここで、食品製造企業としてカビ臭移行の防止を目的に、その方策を提言するとすれば、その移行経路をFig. 6に示す2つのタイプに大別して考える必要がある。

- (1) 正常な製品を製造したにも関わらず、パッケージのガスバリア性が低いために、TCAが食品に移行する場合。
- (2) 食品原料やパッケージに対し、既にTCAが移行しており、それらを使用して製品を製造した場合。



[Route 1]



[Route 2]

Fig. 6 Two migration pathways of TCA into foodstuffs

ここで、食品へのカビ臭移行を防止するためには、品質管理上の対策と品質設計上の対策および、応急対策と抜本対策に分けられ、それぞれ以下の様な方策が考えられる。

### 3.6.1 品質管理上の対策 (応急対策)

(1) TCAの生成にはカビが関与していることから、食品メーカーとして当然のことではあるが、物流環境 (特に湿度、水濡れ、ゴミ、埃) 管理の強化と言った微生物関連上の対策が最低限必要であることは言うまでもない。

(2) TCA発生源として依然問題になる事の多い、木製パレット上に長期間保管しないために、原料・包材・製品の先入れ先出しの徹底。

(3) 木製パレットを始め段ボール箱等のカビ臭官能検査の実施と、パネラーの育成によるカビ臭発生源の排除。

### 3.6.2 品質設計上の対策 (応急対策)

上記の対策を実施してもなお必要があると判断されれば、いずれもコストアップに繋がるが、次の様な緊急的対策を講じざるを得ない。

(1) 食品包材の高ガスバリア化

(2) パレットの脱木材化

(3) 原料・包材用梱包材の高ガスバリア化もしくは、脱木 (紙) 材化

### 3.6.3 品質設計上の対策 (抜本対策)

(1) 木材用防黴剤の脱TCP化 (代替品の探索、開発)

(2) TCP不含 (低減) 段ボールの開発

## 5. 結 論

(1) TCA含有パレットに積載されたPilfer proofキャップ付きウイスキー製品 (アル

コール濃度43%)の場合、TCAは40日以内に中身に移行することがある。それを防止するには、キャップライナーの瓶口側材質の高ガスバリア化が有効である。

(2) TCAは30 $\mu$ mのPEフィルムなら2~3日で透過し、梱包されていた原料や包材に移行することがある。

それを防止するには、梱包材のガスバリア性を向上させる必要がある。

(3) 実験に用いた試料数は少ないものの、TCA収着量と酸素透過量の間に関連を認めた ( $n=5$ ,  $r=0.99$ )。本データを基にすれば、高ガスバリア材としてPET樹脂が妥当と考えられる。

(4) 原料・包材を含めた物流の品質管理によって、ある程度の防止は可能と考えられるが、完全な防止は困難である。完全な防止効果を図るためには、包装品質設計上の対策として、前述のような方策が必要である。

しかし、莫大な経費が必要になる事から、緊急対策としての位置づけと考えざるを得ない。抜本対策としては、木材用防黴剤の脱TCP化およびTCP不含 (低減) 段ボールの開発が急がれる。

### <引用文献>

- 1) N. M. Griffiths, Chem. Senses Flavor, 1, 187 (1974)
- 2) D. FG. Guadagni, R. G. Buttery, J. Food Sci., 43, 1346 (1978)
- 3) M. Kohn, M. Heller, Monatsh., 46 (91), 91~100 (1925)
- 4) M. Ulrike, I. Scheunert, W. Klein, F. Korte, J. Agric. Food Chem., 30 (6), 1191~1194 (1982)

- 5) H. R. Buser, C. Zanier, H. Tanner, J. Agric. Food Chem., 30, 359 (1982)
- 6) F. B. Whitfield, C. R. Tindale, K. J. Shaw, G. Stamly, Chemistry and Industry, 7, Oct., 661 (1985)
- 7) "NANOGEN INDEX (A dictionary of pesticides and chemical pollutants)", Nanogens International, p.77, 103 (1980)
- 8) C. Engel, D. Groot, C. Weurman, Science, 154 (14), 270~271 (1966)
- 9) H. Maarse, L. Nijssen, J. Jetten, Topics in Flavour Research (TNO Division of Nutrition and Food Research), 241~250 (1987)
- 10) 中村嘉明、木材工業、41 (1), 13~17 (1986)
- 11) F. Whitfield, C. Tindale, K. Shaw, G. Stanley, Chemistry and Industry, 5 Nov., 772~774 (1984)
- 12) F. Whitfield, T. Nguyen, K. Shaw, J. Last, C. Tindale, G. Stanley, Chemistry and Industry, 10 (19), 661~663 (1985)
- 13) J. Spadone, G. Takeoka, R. Liardon, J. Agric. Food Chem., 38 (1), 226~233 (1990)
- 14) 馬場亜希、西端綾子、但馬良一、峯孝則、泉哲男、天知輝夫、食品へのカビ臭移行防止 (第1報)、日本包装学会誌、3 (1), 35 (1994)
- 15) 天知輝夫、吉栖肇、TCA生成に関する微生物面よりの原因究明と対策、(1978) 未発表

(原稿受付 1993年10月29日)

(審査受理 1994年1月12日)