

***** 解 説 *****

新食品シリーズ 5

食 品 用 包 装 材 料

石 谷 孝 佑

1. 食品包装の目的

食品を包装する目的には大きく分けて三つある。まず第一の目的は、消費者の手に渡るまでの輸送、保存中に起こる微生物や害虫などによる生物的被害や温湿度、光線、酸素、振動・衝撃などの外的要因から内容物を守り、品質の低下を防止することである。第二には、商品を小口に分けたり、組み合わせたり、混同を防止するなど、荷扱い時、販売時の能率を向上させたり、使用する際に便利にすることである。第三の目的は、人目を引くデザインを施したり、清潔感、未使用感を持たせたり、表示や内容説明をするなど、消費者に好ましい感じを与えることである。食品包装では内容物の保護が最も重要な目的である。

食品包装に用いられる包装材料は、安全性の高いものであると同時に、内容物の品質を保護する上で必要な特性を十分備えているものでなければならない。とくに内容物の保護の点から、①物理的、化学的な安定性、②物理的な強さ、③外界との遮断性の3点がとくに重要である。実用に当っては、透明性、包装機械適性、経済性なども重要な要素である。

2. 食品包装の分類

食品を包装する場合、包装される食品の品質特性や流

Takasuke ISHITANI 農林水産省農業研究センター

著者紹介 [略歴] 昭和18年生まれ、昭和42年東京農工大学農芸化学科卒。農水省食品総合研究所食品包装研究室長、農水省研究調査官等を経て、現在農業研究センター・プロジェクトチーム長。[専門分野] 食品包装、品質保持技術全般。[編・著書] 食品と包装(医歯薬出版)、食品包装便覧(日本包装技術協会)、食品流通技術ハンドブック(食品流通システム協会)、機能性・食品包装技術ハンドブック(サイエンスフォーラム)、食品加工工程図鑑(建帛社)など。[趣味] 囲碁、将棋、写真、音楽・絵画鑑賞、旅行など。[連絡先] 〒305 つくば市観音台 3-1-1 (勤務先)。

通・消費形態などによって、それぞれ望ましい包装形態、包装資材、包装条件などが選定される。以下に、食品包装を日本工業規格(JIS)や包装形態別、包装材料別、包装技法別、食品群別などで分離してみる。

(1) JIS による分類

個装、内装、外装。

JIS Z 0101 では、『包装とは、物品の輸送、保管などにあたって、価値および状態を保護するために適切な材料・容器などを物品に施す技術および施した状態をいい、これを個装、内装、外装の3種に分ける。』と規定している。

(2) 包装材料による分類

紙、プラスチック、金属、ガラス、その他(木、竹、布、陶器等)。

(3) 包装材料および形態による分類

段ボール箱、紙容器、紙袋、金属缶、金属チューブ、コンポジット缶(実用形態)、ガラスビン、プラスチック袋、プラスチック成形容器(ボトル、カップ、トレイ、チューブ等)、バッグインボックス、バッグインドラム、ネット等。

(4) 包装技法による分類

真空包装、密着包装、ガス置換包装、収縮包装、ストレッチ包装、スキン包装、ラップ包装、レトルト包装、無菌包装等。

(5) 包装材料の物性と期待される効果からみた分類

柔軟包装、剛性包装、ガスバリアー包装、防湿包装、防水包装、緩衝包装、保香包装、遮光包装等。

(6) 食品の形状による分類

液体食品包装、固形食品包装、固液食品包装、粉末食品包装、高粘度食品包装等。

3. 包装材料の種類と特性

包装材料の使用量を種類別にみると、紙・板紙製品が約半数を占め、ついでプラスチック資材、金属容器、ガ

ラス容器、木製品、その他の順になっている。

(1) 紙容器

紙・板紙を用いた包装材料には、段ボール箱、一般紙容器、複合紙容器などがある。

段ボールは、主として2枚のライナーと波形に成形された中しんとを接着剤で貼りあわせて作られるもの（両面段ボール、図1）で、おもに段ボール箱として外装用に用いられる。一般紙容器には、薄紙を用いた紙袋、板紙を用いた紙器およびこれらにプラスチックを貼りあわせたりコーティングしたものなどがある。形態としては、箱、筒、カップなど多様な形態のものがある。複合紙容器は、紙器をプラスチック、金属箔などと複合し、内容物の保護機能をいっそう発展させたもので、シングルボード紙容器、コンビジット缶、バッグインボックス、無菌充填用紙容器（図2）などがある。液体食品の包装において複合紙容器の果たす役割は高まっている。

(2) プラスチック包装材料

プラスチック包装材料は、人工的に合成された高分子化合物を主原料としている。食品包装に用いられるプラスチックを便宜的に汎用性樹脂、耐熱性樹脂、遮断性樹脂に分けることができる。汎用性樹脂にはポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、エチレン・酢酸ビニル共重合体等があり、耐熱性樹脂にはナイロン、ポリエステル、ポリカーボネート等があり、遮

断性樹脂にはポリ塩化ビニリデン、エチレン・ビニルアルコール共重合体、ポリビニルアルコール等がある。

おのおののプラスチックの特徴と用途について述べる。

1) ポリエチレン (PE)

低密度（高圧法）ポリエチレン（LDPE）と高密度（低圧法）ポリエチレン（HDPE）の二種類があり、フィルムその他、ボトル、チューブ、キャップなどにも成形されて用いられる。フィルムの成形法には空気で膨らませ、筒状の製品にするインフレーション法とシート状に押し出すTダイ法がある。樹脂の密度が高くなると透明度が低下し、剛性が増して伸びが小さく、引張強度が高くなり、手触りが硬くなる。一般に気体透過性は高いが、水蒸気透過性は低い。ヒートシール性に優れ、価格が安いので、汎用フィルムとして用途は広い。フィルムにヒートシール性を付与する目的で他のフィルムと貼りあわせて用いられることが多い。

2) ポリプロピレン (PP)

フィルムその他、ボトル、カップ、トレイ等の成形容器に用いられる。フィルムには延伸フィルム（OPP）と無延伸フィルム（CPP）の二種類があり、延伸によって物理強度や気体遮断性が高まる。二軸延伸フィルムは透明性が良く、腰があり、物理的強度に優れている。融点は約170℃と高く、耐熱性は良いが、低温下では物性が脆くなる。気体透過性は高いが、価格が安いことなどから用途が広く、水蒸気透過性が低いことを利用した乾燥食品の防湿包装などを中心に多用される。またCPPはレトルトパウチなどの耐熱性包装材料の接着層（ヒートシール層）として用いられる。

3) ポリスチレン (PS)

非結晶性ポリマーで、透明性、成形性、ヒートシール性に優れ、安価なため、フィルムその他、ボトル、カップ、トレイ等の成形容器に多く用いられる。ポリスチレンポリマーのみのものを一般用ポリスチレン（GPPS）、本来の脆い性質を改善するために合成ゴムを配合し、耐衝撃性を高めたものを耐衝撃性ポリスチレン（HIPS）という。フィルムは気体透過性が高いので青果物の包装などに用いられる。

4) ポリ塩化ビニル (PVC)

ポリマーは、硬くて熱安定性が悪いので、一般に可塑剤や安定剤などの添加剤を配合して用いられる。可塑剤を多く含む柔らかい軟質フィルムは気体透過性が高く、ストレッチ包装、業務用ラップ包装などに用いられる。比較的気体遮断性の良い硬質ポリ塩化ビニルはボトル、カップ、トレイ等の成形容器に用いられる。かつては食

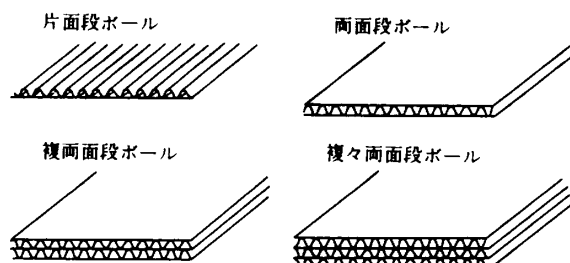


図1. 段ボールの種類と構造

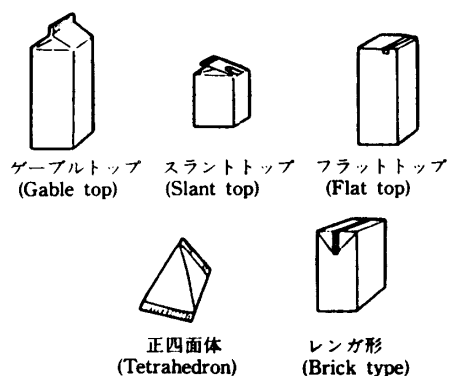


図2. 無菌充填用紙容器の例

食品用包装材料

品用に多量に用いられたが、塩ビモノマーの問題以来、食品用包装材料としての地位は低くなっている。

5) エチレン・酢酸ビニル共重合体 (EVA)

酢酸ビニル含量の少ないもの(数%~40%)がフィルムとして用いられている。おもに他の樹脂との共押出しやポリオレフィン樹脂と混合され、積層フィルムのヒートシール層として用いられる。酢酸ビニル含量が多くなるとポリエチレンより透明性が良くなり、柔軟性、ガス透過性が高くなり、特性の異なるフィルムを得ることができる。単体フィルムは腰が弱く、おもにストレッチフィルムなどに用いられる。

6) ナイロン (N または Ny)

一般名ではポリアミド (PA) とも呼ばれる。食品包装に用いられるナイロンの大部分は、カプロラクタムを原料とするナイロン6である。二軸延伸ナイロン (ON) および無延伸ナイロン (CN) とともに積層フィルム、成形容器の基材として用いられる。フィルムは引張強度、衝撃強度、ピンホール強度などの物理強度や耐熱性に優れているので、高温加熱殺菌をする多水分食品の包装や大袋や突起のある食品の包装で、とくに包装材料に優れた物理強度が要求される場合に多く用いられる。水蒸気透過性は比較的高いが、気体遮断性は中程度である。

7) ポリエステル (PET)

テレフタル酸とエチレングリコールの重合反応によって得られる結晶性のポリマーであるポリエチレンテレフタレートが最も一般的である。透明性、耐熱性、耐衝撃性、揮発性物質遮断性に優れており、フィルム、ボトル、トレイ等に成形されて用いられる。優れた耐熱性からレトルトパウチ、電子レンジ食品用成形容器などに多く用いられる。また、優れた揮発性物質遮断性、透明性、強度などから、飲料用ボトルとしても多用されており、一般食品の保香包装にも用いられる。

8) ポリカーボネート (PC)

透明性、耐熱性、揮発性物質遮断性に優れたポリマーで、ボトル、トレイ、フィルムなどに用いられるが、使用量は少ない。酸素遮断性は中程度である。

9) ポリ塩化ビニリデン (PVDC)

塩化ビニリデンモノマーを少量の塩化ビニルモノマーと共重合させて作られるポリマーで、比重は約 1.6 とプラスチックの中で最も重い。ソーセージケーシング、家庭用ラップフィルムなどの単体フィルムおよび成形容器、小袋等の積層材、フィルムのコーティング材などに用いられる。気体遮断性、水蒸気遮断性、揮発性物質遮断性、耐熱性に優れており、酸化防止包装、保香包装、防

湿包装、ガス置換包装などに多く用いられる。

10) エチレン・ビニルアルコール共重合体 (EVOH)

エチレンと酢酸ビニルを共重合させ、これを部分けん化して作られるポリマーで、乾燥状態で非常に優れた気体遮断性をもっている。気体遮断性に対する水蒸気の影響を少なくするためポリオレフィン等と積層し、酸化防止包装用のフィルム、成形容器の基材として多用される。

11) ポリビニルアルコール (PVA)

ポバール、ビニロンなどとも呼ばれる親水性の強いポリマーで、乾燥状態では高い気体遮断性をもっている。延伸したり、ポリ塩化ビニリデンをコーティングしたり、ポリオレフィンと積層することによって水蒸気の影響を弱め、酸化防止包装などに用いられる。

プラスチック包装材料は、単体あるいは異なった性質の材料を積層(ラミネート)して用いられる。図3に4層構成のレトルトパウチの例を示す。表面のポリエステルは印刷とアルミ箔面の保護、アルミ箔は品質保持のためのガス遮断性賦与、延伸ナイロンは強度賦与、最内装の未延伸ポリプロピレンはヒートシール性の賦与のために用いられている。表1に食品の品質保持から見た適性な軟包装材料の例を示す。

(3) 金属包装材料

金属容器は古い歴史をもっているが、19世紀初頭、ピーター・デュラン(英)の缶詰の発明によって食品の長期貯蔵技術として飛躍的な発展をとげた。プラスチック包装容器と品質保持技術が発展した現在では、金属缶は大部分が飲料に用いられている。

金属缶は耐熱性、伝熱性に優れ、光線や気体の透過性がまったくなく、食品の保存容器として優れた特性をもっている。またガラスに比べて成形、塗装、印刷などの加工がしやすく、輸送時の破損も起こりにくいという利点がある。反面、内面腐蝕を生じやすく、紙やプラスチックより重いという欠点がある。

缶の材料には、鋼板、ブリキ、TFS(Tin Free Steel)、アルミニウムなどがある。ブリキは錫の犠牲溶解性によって鋼板の耐蝕性を改善したもので、食品用として広く用いられてきたが、変色や錫の溶出が問題になる場合がある。TFSは1960年代から使われ始めたもので、鋼板を電解クロム酸処理し、さらにその表面をエポキシ系な



図3. 4層構成のレトルトパウチの断面図

表 1. 食品の品質保持からみた適性軟包装材料

包装対象食品, 技法	要求される特性	適性軟包装材料	
レトルトパウチ食品	耐熱性, 強度	基 材	PET, ON, PVDC, SiO 蒸着, Al 箔, EVOH 共押, PVDC 共押
		接着層	CPP
多水分・中間水分食品で湯殺菌する食品 (変敗防止)	耐熱性, 強度	基 材	OPP, PET, ON, CN, PVDC, KN, KOP, KPET
		接着層	LDPE, EVA, LLDPE
多水分・中間水分食品で無加熱の食品 (酸化・褐変防止)	酸素遮断性強度	基 材	KOP, KPET, KON, PVDC, EVOH, OV(PVA)
		接着層	LDPE, EVA
多水分・中間水分食品で大容量の物, 突起のある食品	高強度	基 材	ON
		接着層	厚手 LDPE
真空包装・密着包装 (酸化防止包装)	酸素遮断性	基 材	KOP, KPET, KON, PVDC, EVOH, OV(PVA), VM, Al 箔
		接着層	LDPE
脱酸素剤封入包装 (酸化・カビ防止)	酸素遮断性	基 材	KOP, KPET, KON
		接着層	LDPE
二酸化炭素置換包装, 窒素置換包装 (低酸素)	ガス遮断性	基 材	EVOH, OV(PVA), Al 箔
		接着層	LDPE
保香包装	揮発性物質遮断性, 非取着性	基 材	PET, PC, KPET, PVDC, EVOH, OV(PVA), SiO 蒸着, VM, Al 箔
		接着層	PET-G, PAN, EVOH
防湿包装	水蒸気遮断性	基 材	HDPE 単体, OPP, KOP, VM, Al 箔
		接着層	CPP, LDPE
青果物	ガス透過性	単 体	LDPE, 無機多孔質練り込み LDPE, OPP, 軟質 PVC, PS, EVA, BDR, MST

LDPE: 低密度ポリエチレン, LLDPE: 直鎖低密度ポリエチレン, HDPE: 高密度ポリエチレン, PET: ポリエチレンテレフタレート, OPP: 延伸ポリプロピレン, PC: ポリカーボネート, CPP: 無延伸ポリプロピレン, PAN: ポリアクリロニトリル, ON: 延伸ナイロン, PVDC: ポリ塩化ビニリデン, CN: 無延伸ナイロン, KOP: ポリ塩化ビニリデン塗布 OPP, PVC: ポリ塩化ビニル, KON: ポリ塩化ビニリデン塗布 ON, PS: ポリスチレン, KPET: ポリ塩化ビニリデン塗布 PET, BDR: ポリブタジエン, EVA: エチレン・酢酸ビニル共重合体, MST: 防湿セロファン, EVOH: エチレン・ビニルアルコール共重合体, VM: アルミ蒸着, PVA: ポリビニルアルコール, ポパール, Al 箔: アルミ箔, OV: 延伸 PVA, 延伸ビニロン, 共押: 共押出し積層材料, SiO 蒸着: セラミック蒸着, ガラス蒸着

どの塗料で塗装したものである。食品に用いても変色や腐蝕を起こしにくい特徴をもっている。アルミニウムには、純粋なアルミニウムおよびマンガンやマグネシウム等との合金がある。前者はインパクト缶 (実用形態), チューブに、後者は DI (Drawn and Ironing) 缶に用いられる。

アルミニウム箔は美しい金属光沢があり、水蒸気、気体、揮発性物質、光線の遮断がほぼ完全で、軽いという

特徴がある。アルミニウム箔はプラスチックフィルムと積層して高遮断性包装材料として用いられるほか、カップやトレイなどにも成形して用いられる。

(4) ガラス容器

ガラスは非常に古くから食品用の容器として用いられてきたが、長期保存を目的としたビン詰は 19 世紀初頭のニコラ・アペール (仏) の発明に端を発する。

ガラスは化学的に安定で耐熱性があり、水蒸気や気体

食品用包装材料

の透過性がまったくなく、食品の保存容器として優れた特性をもっている。また透明性が良く、質感があり、リサイクルも可能である。ガラスは、珪砂、ソーダ灰、石灰を原料に作られるが、珪砂、石灰ともに世界的に賦存量が多く、資源的にも安定している。

一方、透明なガラス容器は光線の影響を受けることや、重たく、衝撃や急激な温度変化に弱いこと、密封・殺菌

がしにくいことなど、多くの不利な点があり、そのため使用範囲が、殺菌しやすい食品、中身を見せたい食品などに限定される。

ガラス容器は、製造直後は強度的に優れているが、取扱いの過程で発生する小さな傷によって強度が著しく低下するので、これを防ぐために酸化チタンやプラスチックによるコーティングなどの種々の表面処理が行われる。