カット=複合フィルムと紙器とを組み合わせたバッグインボックス

1. 包装材料の機能

竹の皮、ワラ、木、紙など各時代によって、いろいろな素材が包装材料として使われてきたが、現代における包装材料とは、板紙、プラスチック、金属缶、ガラス容器、といわれており、それぞれの目的、用途に応じて使われている。これら包装材料に求められる機能をまとめると、大きく以下の項目となる。

- i) 内容物の保護性（内容物の破壊を防止すること、水や空気を通さないことなど）
- ii) 取り扱いの便利性（運びやすいこと、開封しやすいことなど）
- iii) 販売促進性（内容物の表示、印刷の美しさ、形態のおもしろさなど）

以上が一般的な包装材料の機能といわれるものであるが、食品包装材料ということになると、上記の項目はもちろんのこと、「材料が衛生的であり、食品の変質を防止する機能があること」、また人々が直接口にするものが入っていることから、「包装材料の外側から内容物が見えること」も大きな機能となる。さらに食品は毎日消費していくものであるから、包装材料はできるだけ安価なものでなくてはならない。このようなことから、透明感があり、軽く、またいろいろな形態に加工できる高分子材料（特にプラスチック）は優れた包装材料といえることができる。

2. 食品の包装形態

スーパーマーケットなどに立ち寄って、店内をひとわり見ればよくわかることであるが、高分子材料を用いた食品の包装は、大きく4つの形態に分けられる。すなわち、プラスチックフィルムで作られた袋状のもの、食用油や醤油などに用いられているボトル、ヨーグルト、プリンなどに代表されるカップ、さらに牛乳容器、ジュース容器などに用いられている紙と

Polymer Material for Food Package

食品包装用高分子材料

下山田正博

Masahiro Shimoyamada, 大日本印刷(株)中央研究所

の複合容器である。これらのうち、高分子材料でなくてはできない形態をあげるとすれば、やはりフレキシブルパッケージといわれる袋状のものをあげなくてはならない。なぜならば、軽く、安価であり、包装の基本的形態である袋に加工できる材料は、紙かプラスチックフィルムであり、このうち、先に述べた包装材料の基本的機能を満足できるものは、プラスチックフィルムだけだからである。本稿では、高分子材料を用いた食品包装材料のうち、特にプラスチックフィルムを用いた包装材料を作っていくうえでの基本的考え方およびその評価、さらに新しい包装形態への適用などについて紹介していくことにする。

3. 食品包装材料の設計

表1は、食品包装用として使用される代表的フィルムの物性を示したものである。これらのフィルムのなかには、もちろん単独で包装材料として使われるものもあるが、多くの場合、2種類以上のフィルムを融着あるいは接着剤などで複合化した形で用いられている。これは、単体フィルムでは、包装材料として各機能を満足させられないことが大きな理由である。

図1と図2に示したものが、食品包装材料としての複合フィルムの基本構成である。プラスチックフィルムを包装材料として使用する場合、まず袋としての形態にすることが必要であり、袋を形成するためのヒートシール性（熱封着性）は、内容物の保護と関連し、

下山田正博 大日本印刷(株)中央研究所(162 東京都新宿区市ヶ谷加賀町 1-12) 研究員
昭和47年早稲田大学理工学部卒、49年早稲田大学修士課程修了。同年大日本印刷(株)入社、現在に至る。専門は高分子加工、包装材料加工。
＜趣味＞ 水泳、ドライブ、歴史の本を読むこと。

表 1 各種包装用フィルムの性能

フィルムの種類	記 号	厚み (μ)	酸素ガス透過性* ($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$)		水蒸気透過性* ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)	ヒート シール 性	印刷性	フィル ム強度
			乾燥時	多湿時				
低密度ポリエチレン	LDPE	25	5000~10000	5000~10000	15~20	◎	△	○
高密度ポリエチレン	HDPE	25	2000~3000	2000~3000	5~20	◎	△	○
ポリプロピレン	PP	25	2000~4000	2000~4000	10~20	◎	△	○
延伸ポリプロピレン	OPP	20	1200~1600	1200~1600	6~12	×	○	○
延伸ポリエステル	PET	12	90~100	90~100	50~60	×	○	○
延伸ナイロン	ON	15	25~30	100~150	240~280	×	○	○
セロハン	PT	20	8~12	500~1000	大	×	○	△
ポリビニルアルコール	PVA	20	2~3	10~100	300	×	△	○
エチレンビニルアルコール コポリマー	EVAL	16	1	30~35	90~110	×	△	○
PVDC コート OPP	KOP	20	7~9	7~9	4~5	×	△	○
PVDC コート PET	KPET	12	9~15	10~20	6~8	×	△	○
PVDC コート ON	KON	15	3~5	15~20	7~11	×	△	○
PVDC コート セロハン	Kセロハン	20	1~2	13~25	10	×	△	△
PVDC コート PVA	KOPVA	15	1	2~3	6	×	△	△

* 数値が少ないほどバリアー性は高い。◎非常に良好，○良好，△普通，△適性なし

きわめて重要な機能である。このヒートシール性は、表1に示したように、ポリオレフィン系樹脂フィルムがもつ大きな特徴であり、複合フィルムにおいては、必ずといっていいほど、この系統の樹脂フィルムが袋の最内層として用いられている。

図1に、袋の外側となるベースフィルムと袋の内側となるヒートシール層とによって構成されたものを示す。先にも述べたように、包装材料は、それ自体、販売促進性の機能を有する必要があるため、内容物の説明あるいは美観を付与させるための印刷とは、切っても切れない関係にある。図1のように印刷層は、インキの内容物との非接触あるいは脱防止のため、上下のフィルムの中に位置させるのが普通である。さて、この上下2枚のフィルムを複合化することによって得られる機能を明確にするため、表1に示した各種プラスチックフィルムのなかから、ベースフィルムがセロハン、ヒートシール層がポリオレフィン系樹脂フィルムの場合について述べることにする。

ベースフィルムとして用いるセロハンは酸素ガスバリアー性が高く（酸素を透過しにくい）、内容物である食品の酸化を防ぐ効果がある。また透明性が高く、印刷適性が良好であるという特性を有する。一方、ポリオレフィン系樹脂は水蒸気バリアー性が高く（水蒸気を透過しにくい）、フィルム強度、伸び、柔軟性を有し、しかもヒートシール性良好なフィルムである。したがってこの2層フィルムは、酸素ガス、水分に対するバリアー性が高く、しかもヒートシール性を有し、内容物を透視しうることもでき、さらにフィルム

▲図 1

▼図 2

強度など所定の性能を有し、食品包装材料としては、ほぼ満足のいくものといわれる。

しかしながら、袋の外側に用いられるセロハンは、乾燥状態下では酸素ガスバリアー性が高いものの、多湿下では急激にその機能が失われてしまう。この点を改善したのが図2に示した3層の複合フィルムである。この構成ではベースフィルムとして2軸延伸ポリプロピレン（OPP）あるいは、2軸延伸ポリエステル（PET）などの水分に対して影響の少ないフィルムを用い、ヒートシール層との間に湿度に対しては影響を受けやすいが、乾燥下では酸素ガスバリアー性の高いポリビニルアルコール（PVA）系フィルムをおき、バリアー性をより完全にしたもののである。

4. 食品包装材料としての評価

図3は前節で述べた複合フィルムを用い食品包装材

図3 複合フィルムの食品保存効果(袋詰め大豆油の過酸化物質)

図4 熱間シール性測定機

としての効果を確認したものの一例である。過酸化物質価とは酸化によって生ずる過酸化物質の量を示すもので、この過酸化物質価が増えるに従って、いわゆる油臭く感じたり、またさらに増えると下痢などの症状を示すものである。図中、上二つのフィルムは2層構成であり、放置日数が伸びるに従って過酸化物質価が上昇していくのがわかる。それに対しPVA系フィルムを含む3層構成のものはあまり変化していないことがわかる。包装された食品が商品として価値を維持できるまでの期間すなわち食品の保存期間を、シェルフライフ(shelf life)と呼び包装材料選定上、重要な項目となっている。この例の場合、過酸化物質価が3~4mg当量以下が一応食品としての適用限界であるから、3層構成のものは9週間以上のシェルフライフがあり、2層構成のものは1~3週間のシェルフライフしかないといえる。以上のように各包装材料の食品保存に関する評価はきわめて重要であり、過酸化物質のほかにも食品の色調変化あるいはビタミンの変化などに着目し各種評価が行なわれている。

一部の高級食品を除き、大部分の加工食品は大量販

図5 各樹脂の熱間シール性(基材:PET₁₂)

売されるものであるから、その包装作業工程は、かなり機械化されており、自動充填包装機といわれる装置で生産が行なわれている。この装置は袋を作りながら同時に内容物を充填していくものであり、包装材料側に求められる要求は、いかに確実にヒートシールができるかということにある。ヒートシールとは、加熱によって袋の内面の一部を熱融着させ、袋状のものを形成させていくことであり、先に述べたポリオレフィン系樹脂フィルムを用い熔融封着後、十分な冷却を行えば確実に達成されるものである。しかしながら、充填包装機が高速化するに従い、ヒートシール部分が十分冷却する前に内容物が充填されてくることから、袋底部の底ぬけ現象が発生し、高速充填ができないことがある。熱間シール性あるいはホットタック性といわれるこの現象が、高分子材料の熱熔融挙動に関係することはわかっていながらも、前記食品保存に関するガスバリアー性評価などと異なり、商品としての最終性能に直接関係がないことから、包装材料の評価選択はもっぱら経験的になされていた。

図4はこの熱間シール性を数値評価するために開発した測定装置であり、図5はこの測定装置を用いて測定した測定結果である²⁾。測定原理は2枚のフィルムがヒートシールされると同時に、フィルムの両端に荷重がかかるようになっており、熔融したヒートシール面がむりやりに引きはがされるようになっている。引きはがされた距離が短いほど、そのフィルムの熔融張力が強く、熔融時でも強いヒートシール強度を有することになる。図5に示すようにたとえばアイオノマーフィルムなどは、各ヒートシール温度ではなく距離が短く、熱間シール性が良好なことを示している。この

表 2 複合フィルムの材料構成と用途例

構 成	特 性	用 途
普通セロハン/PE	ヒートシール性	インスタントラーメン, 菓子, 調味料, 小袋砂糖, 加工のり, 医薬品
Kセロハン/PE(EVA)	低温シール性, 耐ボイル性, 夾雑物シール性, ガスバリアー性	みそ, 漬物, 煮物, 液体スープ
OPP/PE(EVA)	ヒートシール性, 防湿性	インスタントラーメン, 冷凍食品, 菓子, 加工のり
OPP/セロハン/PE(EVA)	耐ボイル, ガスバリアー性	煮物, 漬物, 調理食品
OPP(KOP)/PP	耐摩耗性, 防湿性 (ガスバリアー性)	スナック, おかき, ピーナッツ, チョコレート
ONy/PE(EVA) または KNy/PE(EVA)	耐衝撃性, 耐ピンホール性 (ガスバリアー性)	調理食品, 冷凍食品, 包装もち, こんにゃく, かまぼこ, 液体スープ, 各種たれ
PET/PE(EVA) または KPET/PE(EVA)	低温シール性, 耐ボイル性 (ガスバリアー性)	調理食品, 冷凍食品, 液体スープ (包装もち)
OPP/エパール/PE	ガスバリアー性, 防湿性	剥り節, 粉末ジュース
ONy/エパール/PE(EVA)	ガスバリアー性, 耐ボイル性	液体スープ, みそ, 漬物, 畜肉
セロハン/PE/Al/PE (アイオノマー)	夾雑物シール性, 熱間シール性	お茶, 粉末スープ, 化粧品, 医薬品
セロハン/PE/Al/PE/紙/PE (アイオノマー)	同 上	お茶, 調理用小麦粉, 粉末スープ
PET/Al/アイオノマー	上記に加え, フィルム強度	ジャンプー, 冷凍食品
PET/PE/Al/PE(アイオノマー)	同 上	ビスケット, 調理用小麦粉, コーヒー, お茶漬のり
紙/Al/PE(アイオノマー) または 紙/PE/Al/PE(アイオノマー)	夾雑物シール性, 熱間シール性	お茶漬のり, ふりかけ, 粉末スープ
グラシン/PE	耐油性	油性食品, 菓子, 薬品
PE/板紙/PE	易廃棄性	ミルク, ジュース
カップ原紙/PE	耐熱性	耐熱性カップ

測定結果は, 実際の自動充てん包装機の充てん結果とよく一致し, 今まで不明確であった自動充てん包装機での現象を正確に把握できると同時に, 新しいヒートシール性樹脂フィルムの開発が容易にできるようになってきている。

以上, プラスチックフィルムを用いた食品包装材料の機能を評価方法と関連させ, バリアー性という材料物性の面と熱間シール性という加工面から述べたが, このほかにも加熱殺菌時におけるフィルムの耐熱性あるいは包装材料の放射線殺菌による変化, また食品特有な包装適性など, いろいろな評価を行なっていかなければならないのが実状である。このような各種評価に基づき, 現在世の中で販売流通している食品包装用複合フィルムの材料構成と特性および用途の一例を表 2 に示した³⁾。

5. 新しい食品包装材料

近年, 日本酒, ワイン, ビール, ジュースなどの液体の食品? がプラスチックで包装されるようになってきている。これらは新しい材料が開発されたことによるよりはむしろ材料の組み合わせあるいは新しい加工技術の開発によって可能となったものの方が多い。

このなかで, 本稿で述べてきた複合フィルムと紙器の組み合わせで開発された, バグインボックスとい

われる包装材料を紹介する。この包装容器は箱の中に複合フィルムを挿入したもので, 酒類などの包装用として使われている。ここに使用されている複合フィルムは, 内容物保存に関する配慮はもちろんのこと, 商品の輸送途上における破袋やピンホールに十分な配慮がなされている。特に耐ピンホール性に関しては, 単体フィルムよりむしろ複合化することによって, より性能が向上する構成となっている^{4), 5)}。カット写真 (123 頁) を見ていただければわかるように, このバグインボックスはこれにくく, 運びやすい, さらに目立つ包装形態であるという, 始めに述べた包装材料としての機能をすべて満足しているものである。そしてこの包装材料には目に見えない形でプラスチック複合フィルムという高分子材料が使われていることを注目していただければ, 本稿の目的もある程度達成されるものと思う。

文 献

- 1) (株)クラレ, エパールフィルム資料
- 2) 下山田正博, 土屋博隆: 包装技術, 18, 23 (1980)
- 3) 田島 弘: プラスチックス, 29, 30 (1978)
- 4) 下山田正博, 福田利弘: 第 11 回包装研究発表会要旨 (1978)
- 5) 大日本印刷(株), カタログ