

## 包装アーカイブス

### 紙複合容器（液体紙容器）

#### はじめに

「液体紙容器」が初めて日本に入ってきたのは1950年代で、牛乳瓶の代替容器として急速に普及し、ジュース等のチルド製品の清涼飲料に拡大していった。その後、バリア性能を付加した容器が開発され、ゲーブルトップ容器に注出口が付いた容器や、レンガ型容器など、その形状や、包装材料の仕様は、社会のニーズや環境の変化に伴って変化を遂げ、その市場は広がりを見せてきた。大日本印刷（以下 DNP）が1970年代に「液体紙容器」の開発を4名のプロジェクトチームから始めて35年ほど経つが、その歴史はまさに包装形態、包装材料、充填包装システムの開発の歴史である。それは筆者がDNPに入社して10年が経つ今も継続中である。DNPは紙器、軟包装、プラスチック成型技術の融合によってBIB、BIC、ゲーブルトップ型、レンガ型など様々な液体用の紙容器、または紙とプラスチックの複合容器を開発してきたが、それらは数十mlの小容量からton単位の大容量まで、充填方法、流通方法もチルド、常温、アセプティックと多岐にわたる。

液体紙容器および充填システムの品質に関するユーザーの要望事項は、言葉は悪いが昔は「漏れなければよし」というレベルであったが、近年では、「安心・安全性」、「利便性」、「衛生性」にとどまらず、「機械適性」、「生産効率」、「低コスト」、「意匠性」というように高いレベルになってきている。

本稿では液体紙容器を大きくチルド流通品と常温流通品に大別した上で、DNPにおける液体紙容器のこれまでの歴史と、最近の液体紙容器及び充填包装システムの概況と今後の動向について述べる。

#### 1. チルド流通用液体紙容器

##### 1.1 チルド流通容器

チルド流通容器の代表は、ゲーブルトップ型の牛乳容器で、容量は500mlから1Lが多く、内容物は牛乳の他に、果汁飲料、コーヒー飲料、乳酸菌飲料等である。DNPがこのゲーブルトップ型のチルド容器市場に参入したのは1970年代半ばである。

DNPではチルド流通のゲーブルトップ容器をLカートンと呼んでいるが、このLカートンに1ピース注出口を付けて注ぎやすさを付与した容器を1984年にヨーグルト飲料で上市した。その後1989年の果汁自由化により低果汁から100%果汁飲料がチルド容器でも姿を見せ始め、フレッシュ感を保持するためのガスバリア性と保香性が必要とされるようになった。そこでDNPは果汁自由化と時を同じくして、これまで基本的にPE（ポリエチレン）／紙／PEの3層構造であったチルド容器に、バリア性を付与する開発を進め、紙とシーラント層（接着層）の間にガスバリア層を設け、かつ接液するPE層を薄くして、酸化防止とフレーバーの吸着低減をねらったバリアカートンと、オレンジ果汁に含まれる香気成分d-リモネンの非吸着とビタミンCの低下を防ぐことを目的としたFFシーラント（Fresh Flavor：ヒートシール可能なPET）

## 包装アーカイブス

カートンをそれぞれ 1991 年、1992 年に上市した。これらはいずれも従来の L カートンよりも d-リモネンの残存率は高く、官能面で良い評価を得ることができた。

表1 チルドカートン包材層構成

	種類	スペック
①	一般カートン	PE/紙/PE
②	バリアカートン 1	PE/紙/PE/PVDC/PE
③	FF シーラント	PE/紙/PE/FF
④	バリアカートン 2	PE/紙/EVOH/PE
⑤	L-MX カートン	PE/紙/PE/MXNY/PE

内容物の保護やシール性の向上を目的に 1999 年に開発した L-MX カートンは、バリア層に MX ナイロンを用い、貼り合わせ部分の端面処理方法にもスカイプヘミングを採用することで、紙の端面が接液しない構造になっている。この商品は現在の DNP チルド流通容器の主流商品となっている。



図1 L-MX カートン

### 1.2 チルド流通商品の充填システム

乳業メーカーを主体に、チルド製品の製造工場は、食品衛生管理システムの一つである HACCP (Hazard Analysis Critical Control

Point) の普及と、ESL (賞味期限延長システム: Extended Shelf Life) の導入により、近年大きく変化してきている。これまで以上に商品の安全・安心を追求することに重点をおき、なおかつ賞味期限の延長を考えた充填包装システムに移行している。工場内の充填環境もここ数年で飛躍的に整備されて、牛乳をはじめとするチルド用液体紙容器の充填機は ESL 対応の設備が増えている。ESL 対応機とは、充填機内に包材の殺菌工程を導入し、よりクリーンな環境下で、充填できるように設計開発された充填機である。さらに充填タンクや配管はもちろんのこと、充填機内の自動洗浄を可能にしたり、蒸気で充填配管の滅菌をしたり進化を続けている。今後はより無菌充填機に近づくと予想している。

## 2. 常温流通用液体紙容器

### 2.1 常温流通用容器

常温流通用容器で最も一般的で消費者になじみの深い容器は、500ml 以下の小型容器では、ブリック容器 (レンガ型容器) であり、500ml 以上の大型容器では、ゲーブルトップ容器である。前者は無菌充填方式、後者はホット、常温、無菌充填方式がとられている。常温流通用容器のほとんどが、高いバリア性能を持った長期保存可能なスペックを有している。その使用用途を、別途表2に記載する。

DNP がこの常温流通のゲーブルトップ紙容器の市場に参入したのは 1970 年代後半である。当初の商品としては、食用油、清酒、乙類焼酎であった。DNP はその後、各市場において急速にシェアを伸ばすことができたが、

## 包装アーカイブス

表2 常温流通用バリアカートン使用例

分類	内容物
清涼飲料	果汁飲料、コーヒー・紅茶、茶、健康飲料
酒類	清酒、合成酒、焼酎、ワイン、リキュール類
調味料	各種つゆ、各種たれ、醤油、ソース、食酢
その他	洗剤、ワックス、シリコン、パーマ液

それを牽引したのは紙化率が急速に伸びていった清酒、焼酎市場であった。当時清酒は底角寸法 95mm×95mm (95 角) の 1.8L が主流であったが、1980 年に清酒大手である O 酒造 (現 G 社) に採用された 85mm×85mm (85 角) の DNP 製のスリム型 (当時) 容器は、持ちやすさ、冷蔵庫などに入る収納性、また意匠性が好評で、その後清酒、焼酎においてスタンダードな形状になった。

当時普及の注出口の取り付け部は、接液部と印刷面にメンブレンがヒートシールされており、注出口の装着は、充填機の外で別装置にてヒートシールする外付け方式であった。そこで、DNP は充填ラインのメリットを出すため、充填機内でカートンの内側から注出口を挿入し、超音波シールにより溶着する内付け方式を開発した。これにより、メンブレンシールが不要で、充填機内で確実に装着できるため、包材コストダウンと充填ラインの後工程の簡素化が可能になったのである。

しかしながら品質面の安定性にはまだまだ問題があり、改善点すべき点が多くあった。充填機自体の精度向上は言うまでもなく、包

材面では酒質の向上 (官能)、充填機適性向上 (ヒートシール性および耐ピンホール) などである。官能面において素人である我々にとっては、酒質評価はユーザーに頼るところが大きく、接液面に使用する PE や、各層間のラミネート方法などによりその評価結果は大きく異なるもので、難題の一つであったが、粘り強く改良を続けることで、納得いただける仕様を確立できた。またこれまでの 5 層構成の PE/紙/PE/AL/PE のカートンでは、いくら PE、紙、アルミを厚くしても防げなかった、ヒートシール時のピンホール、アルミ割れによる漏れが、AL/PE (接液面) の層間に PET フィルムを貼り合わせるにより激減した。その結果 PE/紙/PE/AL/PET/PE という 6 層構成がその後のスタンダードとなった。これらの改善のために、膨大な労力と時間と費用を費やした当時の包材研究、カートン製造、充填機開発に携わった諸先輩方に対し、その地盤の上に立って仕事をしている筆者ら比較的若い世代の技術者は感謝しなければならないとつくづく感じるのである。

さてここ数年の素材面でのカートンの変化は、特に酒用のゲブルトップ容器において顕著である。水蒸気バリア性能、酸素バリア性能ともナンバー 1 であり、これまで常温流通容器として盤石の地位を誇っていた、AL/PET をバリア層としてきた 6 層構成の PE/紙/PE/AL/PET/PE (DNP では L アルミカートン) において、このバリア層のアルミの使用量を低減 (もしくは使用しない) するために、アルミ蒸着 PET に置き換えたり、シリカ蒸着 PET に置き換えた容器が広く普

## 包装アーカイブス

及してきた。具体的にそれらの層構成を表3に示す。

表3 DNP常温流通容器の包材層構成

	品種	スペック
①	アルミカートン (L-Alumi)	PE/紙/PE/AL/ PET/PE
②	アルミ蒸着カートン (L-VM)	PE/紙/PE/VM・ PET/PE
③	シリカ蒸着カートン (L-Barrier)	PE/紙/PE/SiO <sub>x</sub> ・ PET/PE

※品種 ( ) 内はDNP呼称

※スペックは左側が外面、右側が接液面

各々簡単に説明すると、アルミ箔を使用したカートン(表3①)はバリア性能が非常に高く、遮光性にも優れており、内容物保護の観点から完璧な容器として長年使用されている。アルミ蒸着PETをバリア層に使用したカートン(表3②)のアルミ蒸着層は500Å(オングストローム)でアルミの使用量がアルミ箔容器の140分の1で、遮光性はアルミ箔容器と同等の性能を有している。

これらに対しアルミ箔を使用せず、その性能に近づけた液体紙容器に、PET樹脂にガラス質を蒸着させたフィルムを使用した容器がある。バリア層にはSiO<sub>x</sub>(シリカ:表3②)やAL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(酸化アルミ)等が用いられている。ただしこの容器は先の2つの容器に比べて、バリア性能が若干劣る以外に、遮光性も低いことが今後の課題として挙げられる。

現在、酒類においてはアルミ箔を用いた容器よりもアルミ蒸着PETやシリカ蒸着PETを用いた容器の方が多くなっている。商品の

消費サイクルや包装資材のバリア性能のアップにより、今後このような動きは、他の商品のゲブルトトップ容器においても広がっていくものと予想される。



図2 常温流通液体紙容器

最近では、ユーザーニーズの変化により容器の形状や容量の多様化も進んでおり、現在では40角120ml~140角4Lの容器が上市されている。ゲブルトトップ以外の形状では、フラットトップ型、ブリック型も提供している。

## 2.2 常温流通商品の充填システム

### 2.2.1 無菌充填システム

液体紙容器の無菌包装システムは、清涼飲料で広く使用されているストロー付のブリック型小型容器に代表される。この容器の無菌充填機はロール紙を供給してブリック型容器に成型充填するシステムで、包材仕様はアルミ箔仕様である。一方ゲブルトトップ型容器の無菌充填機は、ブリック型と同様にアルミ箔仕様のため、チルド流通品と比較して包装資材価格が高く、ココア、乳入りのコーヒー・紅茶、スープ等の限られた商品で展開されて

## 包装アーカイブス

いる。また無菌性確認に時間を要することや生産前プレ殺菌、生産前後の CIP 洗浄等に時間を掛けなければならず、型替や品種切替えの少ない連続長時間充填体制が高付加価値商品の充填に限定されている。DNP のゲブルトップ型の無菌充填システム DN-AL シリーズ（能力 4000~5000 本/H）は、1985 年に清酒メーカーに始めて納入したが、現在は主に乳飲料メーカーにて稼働中である。

### 2.2.2 ホット充填システム

ホット充填システムは清涼飲料、特にコーヒー・紅茶や酒類の注出口つきのゲブルトップ紙容器のシステムに代表される。そしてその工程は次の通りであり、①カートン供給→②ボトム加熱→③ボトムくせ折り→④ボトムプレス→⑤注出口挿入→⑥注出口シール→⑦トップ1次くせ折り→⑧充填→⑨トップ2次くせ折り→⑩トップ加熱→⑪トッププレス→⑫トップ冷却刻印→⑬容器排出となっている。この中で加熱からプレスの工程が最も重要で、改良改善が繰り返されてきた部分である。加熱に関してはボトム、トップとも熱源直後で 300~400℃前後の熱風をカートンの内面および外面 PE に吹きつける。この時いかに均一に PE を溶融するかが重要である。均一な炙りを得るためには、大きさ、形状、分布密度の異なる微細な孔加工を施したチャンパーによる選択加熱方式が有効である。次にエンボス加工を施したシール金具で加圧シールをするが、バリア層が割れや切れを起こさず、溶融 PE が折り畳まれた隙間に溜りやすいように、カートン紙厚および重なり方を

考慮したプレス金具のエンボス、段差加工精度および、カートンとプレス金具のシール位置精度が重要である。

DNP の充填システムは、充填機専門メーカーと二人三脚で協力して開発を行い、製造、販売をしている。1985 年より能力 1000~2000 本/H の全自動型充填機の販売を開始し、1989 年には低速充填機を希望されるユーザー向けに能力 300~600 本/H の半自動型充填機の販売を開始した。DNP の充填システムが広く世に知られるようになったのは、1994 年に販売を開始したロータリー型角数兼用充填機 DR-10 である。この充填機のポイントは、機械のコンパクトさと、1 台で 60 角、70 角、85 角、95 角の容器製造を可能とし（型替えユニットが必要）、さらに日本で初めて充填駆動にサーボモーターを採用し充填内容物に最適な充填データを 50 種類格納可能とした点が市場に高く評価され爆発的なヒット商品となった。同型の高能力機 DR-15（1500 本/H）、DR-20（2000 本/H）を含めて、現在稼働している充填機の中で一番台数の多い全自動充填機である。

近年ではこれまでの低速ロータリー型充填機システムの見直しを検討し、2007 年からは直線搬送型の DLA-15M（1500 本/H）、DLA-20M（2000 本/H）を開発、販売している。これらは充填駆動のみならず、容器のキャリア搬送駆動にもサーボモーターを採用し、キャリアの型替、位相微調整が容易となっている。

1994 年に角数専用の 2 列直線搬送型の能力 5500 本/H の高速充填機 DLA-55KS を開

## 包装アーカイブス

発。1998年より角数兼用可能にしたDLA-55Mを開発した。翌年の1999年からは、現在のDNP最高速である能力6000本/Hの直線搬送型角数兼用充填機DLA-60シリーズ(片列3000本/H)の販売を始めた。DNPの主力高速機である本機は、安定した駆動、成型シール性はもとより「安全性」、「利便性」などのユーザーニーズを常に念頭に改善改良を重ね、進化をつづけており、高速充填機の実績でも納入実績はNo.1である。またユーザーニーズに合わせた能力2500~3000本/Hの1列直線搬送型の角数兼用充填機DLA-30Mシリーズや、の180~270mlのブリック型容器用のロール紙供給タイプ充填機、LR(エルロール、能力7000本/H)シリーズも販売している。



図4 DR-10(左)DLA-60M(中)LR-III(右)

今後、液体紙容器は形状やサイズの多様化、すなわち既存形状容器との差別化が求められる。また内容物も食品、非食品を問わず、さらに単なる液体ではなく、固形分、粉末を含んだもの、粘性の高いものなど多様化し、それらの充填方法の開発や、内容物保護のための包装資材の改良等が求められている。また充填システムの面では、更なる能力アップと、省力化、省人化を見据えた資材供給の自動化

等が求められるとともに、安全・安心のための各種検査装置の充実や、洗浄性、清浄性の向上等が今まで以上に早いスピードで求められると予想される。

最後に、液体紙容器はリサイクルの観点やLCAの観点からも優良な容器である。これまで紙容器はビンや缶など他の素材と比較して、軽くて割れない、輸送コストが低減できるという利点に加え、減容化可能、廃棄処理が簡単、回収の手間が不要など様々な点で環境負荷が少ないということで、需要を伸ばしてきた。このような中、2000年4月1日から、既に施工されていた「容器包装リサイクル法」の対象として紙製容器包装(段ボールを主とするものとアルミ不使用の飲料用紙容器を除く)が加えられ、液体紙容器の中でアルミ箔入りのものも法律の対象となったことを機会に、本容器の減容化、分別収集、リサイクルの促進が更に進められている。

現在、再生化可能な製紙工場まで分別収集されたアルミ箔入り紙容器に関しては、ティッシュペーパーなどへ再利用が行われている。今後の液体紙容器の発展のためには、我々紙製容器包装の製造メーカー、中身となる商品を製造する各メーカー、また市町村と協力、連携をしながら、リサイクルネットワーク、分別回収ルートを増やし、紙容器のリサイクル率を高めていくことが大きな課題といえる。

大日本印刷株式会社 包装事業部  
開発本部関西開発部 宮瀬 大祐

包装基礎講座