

身近な金属の
ミクロ組織を読む
第●回
56

生活の利便性を促進する

色々な飲み物を入れる容器として紙容器があります。牛乳だけでなく、ジュース類、醤油、果ては日本酒、ワインにまで紙容器品があります。紙なのに、どうして漏れないのでしょうか。今回は、紙容器を調べてみました。

はじめに

軽くて携帯に便利、輸送や陳列にも効率よく、環境に優しいワンウェイパッケージ(ガラス瓶などのリサイクル品に対して言われます。ビール瓶、醤油瓶などは20~40回もリサイクルされるそうです)として最近特に大きな位置を占めるようになった液体用紙容器。昔前までは瓶しか目にしなかった酒、ワイン、醤油なども紙容器入りがたくさん目に入ります。紙容器以外には透明性と言う利点や紫外線遮蔽を目的としたPVC(ポリ塩化ビニル)あるいはPET(ポリエチレンテレフタレート)シュリクラベル(熱収縮性ラベル)を装着したPETボトルが非常に増えています。

今回は、今までとはまったく違う素材、いや単に素材とは言い難く、複合材料であると言った方がよい、この紙容器のお話です。

色々な紙容器

液体飲料を対象とした紙容器は、中身、流通・保存温度などによって、多くの形態、構造などの種類に分類することができます。中身としては、牛乳、果汁、茶、ミネラルウォーター、酒、ワイン、醤油、みりん、豆乳、コーンスープなどを店先で見ることができます。表1に紙容器が用いられている飲料の種類を、写真1には多種多様な液体用紙容器の外観を示します。

外見構造から見ると、牛乳容器用などの上部が三角屋根型の容器(ゲブルトッパ)と、れんが型容器(ブリックバック)、小容量の果汁・コーヒー用などのごく少数ですが、三角形(テトラパック)の3つがあります。

三角型はロール紙から簡単に作ることが出来るため、初期には多く出回りましたが、積み重ねられないので輸送に特殊な容器が必要な上、店頭で並べる場合にもスペースに無駄がでるなどの不便な点が多かったため、次第に少なくなり、現在では給食用などに一部で出回っているのみです。いずれも水、酸素、光に対するバリア性を高めるために紙以外の素材も用いて積層構造とされています。

また、アプセティックパックとよばれる、紙の両面に樹脂フィルム(ポリエチレン)をラミネートし、内側にアルミ箔をラミネートした多層構造の紙容器はあらかじめ容器を滅菌後、無菌充填しているので、品質保持性に優れ、常

表1 紙容器が用いられている飲料の種類

No.	飲料の種類	流通・保存温度
1	牛乳、乳飲料、乳酸飲料	低温、常温
2	果汁	低温、常温
3	緑茶、ウーロン茶、紅茶、コーヒー	低温、常温
4	ミネラルウォーター、ニアウォーター	常温
5	酒、焼酎、ワイン	常温
6	調味料(醤油、みりん、つゆなど)	常温
7	その他(豆乳、豆腐、コーンスープなど)	常温、低温



写真1 色とりどりの液体用紙容器。中身も色々、形も大小さまざまです。

温で流通、保存ができるなどの優れたものもあります。

紙容器の素材

表2に素材の種類と役割を示します。もちろん、構造素材(形態保持素材)としては、紙が主素材ですが、紙一層で出来ているわけではありません。それぞれの紙容器の素材構成は、上部が三角屋根型の容器が、紙75%、ポリエチレン25%から構成され、れんが型容器は、紙70%、ポリエチレン25%、アルミ箔5%から構成されています。最近では、紙(パルプ)のリサイクル性を高めるため、ノンアルミ化が進められているようです。

紙容器を調べる

(1)紙の組織

紙は、すなわちパルプから作られています。まず、パルプ繊維の素顔に迫ってみましょう。

身近にある代表的な紙として、コピー用紙、牛乳容器紙、和紙パルプ繊維を光学顕微鏡で見ました。写真2にそれぞれの紙を破いた状態の繊維の出方を示します。コピー用紙な

どの普通の紙(広葉樹の繊維が主体)と違って、針葉樹のパルプを用いた紙容器の繊維は長いことが分かります。紙の強さや破りにくさは、繊維の長さによります。この様に繊維が長く、良質なパルプであることが、再生紙原料として牛乳容器などの紙容器がリサイクルされている理由です。一方、木質部でなく樹皮から取り出した剥皮繊維を用いた和紙は特に紙の繊維が長く、また、叩いて繊維から小さいヒゲを出させています。この方法は叩解と呼ばれ、繊維に柔軟性と絡みやすさを与えます。これが和紙の腰の強さの要因となっています。

紙は繊維が絡み合って構成されています。また、空隙が多いため特徴です。紙の繊維は大部分がセルロース分子から出来ていて、このセルロース分子は分子中に水酸基という親水性が高い分子団を有しています。この様な紙に水が接すると、水は紙の中に浸透して結局漏れてしまうことになります。紙容器には中に入れる液体飲料を漏らさない工夫がされているはず。

表2 素材の種類と役割

No.	素材の種類	素材の役割
1	紙	液体用紙容器の基本素材で、主として容器の形を保持する構造素材です。
2	アルミ箔 アルミ蒸着膜	外部の光の遮断、酸素の侵入防止、内容物の水分や香気成分の散逸防止などの機能により容器の密封性能を高めます。
3	プラスチックフィルム	液漏れ防止と製缶を主目的として、ポリエチレンなどが用いられます。酸素、水蒸気などに対するガスバリア性もあります。
4	プラスチック成型品	中身の液体を注ぎ易くするための注ぎ口栓などに用いられ、紙容器の利便性を向上させています。

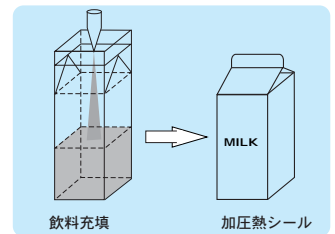


(a)コピー用紙 (b)牛乳用紙容器 (c)和紙(本美濃紙)

写真2 紙の繊維(紙を破った時の繊維の出方)の違い

液体用紙容器

●シリーズ● 材料の素顔に迫る 理学博士 高尾 哲



(2)断面

さあ、実際にはどんなふう構成されているか、切断して断面構造を見てみましょう。

①断面

写真3に紙容器断面積層構造を反射斜光法により撮影した光学顕微鏡写真を、また、図1に紙容器の基本的な積層構造を示します。

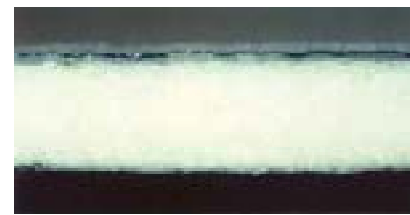
牛乳容器などの従来の紙容器は、内面側(接液面側)から[ポリエチレンフィルム/紙/ポリエチレンフィルム]の3層構造になっています。日本酒などのアルコール用の紙容器では、内側から順に[ポリエチレンフィルム/アルミ箔/ポリエチレンフィルム/紙/ポリエチレンフィルム]という5層構造をしており(内側にポリエチレンフィルムが加わって、6層構造になっているものもある)、アルコールの紙への強い浸透性を防いでいます。紙、ポリエチレンフィルムは、酸化劣化力の強い紫外線を通してしまいますが、アルミ箔を使うと紫外線が遮断されるので品質劣化が起きにくく、常温でも長期間保存ができるというわけです。

②裁断面

たとえ紙の両側を樹脂フィルムで挟み込んでも、裁断して容器形に成形すると、そのままでは裁断面の紙部分が内容物の液体に触れて



(a)牛乳容器(3層構造) 200μm



(b)酒容器(5層構造) 200μm

写真3 紙容器の断面積層構造(光学顕微鏡写真(反射斜光))

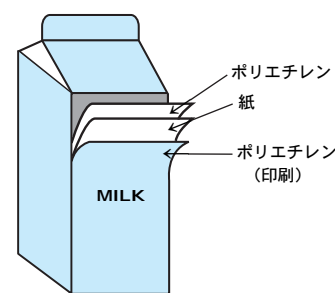


図1 紙容器の基本的な積層構造(牛乳容器:3層構造)

しまいます。裁断面を折り込んで、紙容器を形成し、加圧熱シールで接合部を保護することで、紙の裁断面からの液体、アルコールの浸透を防いでいます。この方法をスカイプヘミング法(スカイプは薄くまたは剥く、ヘミングは裾上げの意)と言います。また、これ以外には裁断面に直接テープを貼って保護するテープ張り法もあります。写真4に裁断部分接合部の保護状況を反射斜光法により撮影した光学顕微鏡写真で示します。

(3)素材の構成

紙容器入り飲料の製造工程を図2に示します。牛乳容器に代表される紙容器は、針葉樹のパルプ100%を原料に厚い紙を漉き、表面に樹脂フィルムを何層にもラミネートしています。内面側(接液面側)を樹脂フィルムにすることにより、液漏れを防いでいます。また、外面側も樹脂フィルムにして外からの水分、あるいは汚れなどの浸入も防いでいます。底や口の成形部分は樹脂フィルムを高温で溶かして、圧力をかけて張り合わせます(加圧熱シール)。丈夫な紙の上にさらに樹脂フィルムをラミネートして、保護することによって、紙容器は水漏れしないようになっています。この様に液漏れ防止と製缶を目的として使用される樹脂フィルムとしては、ポリエチレン、ポリエステルフィルムがラミネートされ、使われています。

(4)樹脂フィルムの材質

紙容器に使用されている樹脂フィルムの材質を調べてみました。樹脂フィルムの赤外線吸収スペクトルを調べ、特性吸収(分子団に依存)の種類によって材質の判定ができます(FT-IR

分析) (図3)。内面側の接液部には、ポリエチレン(LLDPE)、外面側の外装部にはポリエチレン、ポリエステルなどが使用されていることが確認できました。LLDPEは、低温での可撓性に優れ、かつ、より低い温度で加圧熱シールできる利点があります。また、ノンアルミの酒容器では、ポリエステルフィルムが使われています。特に酸化劣化を嫌う酒容器(ノンアルミ容器)などで、紫外線に対するバリア性を確保するために使われていると考えられます。

蛇足ですが、アルミ層が入っているためにリサイクル用材と認められていなかった酒などの紙容器もノンアルミ化によって牛乳容器と同様にリサイクルが可能となっています。アルミが使用されないで、シールには高周波シール(高周波誘導加熱方式によりアルミを発熱させてポリエチレンを溶かしてポリエチレン層同士を融着する熱シール)方式が使えず、超音波を利用するなどの特殊なシール方式が開発されているようです。

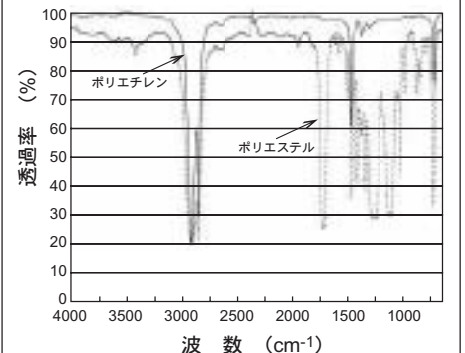


図3 赤外分光法によるプラスチックフィルムの判別

あとがき

今回は、飲料用紙容器を取り上げてみました。最近特に身近で良く見かけ、また利用する紙容器。中身を安全にかつ美味しい状態で購入者に届けるため色々な工夫がなされ、金属も使われていました。中身のみ注意が向き、使用後は、文字通りワンウェイパッケージとして、捨てられている存在ですが、たまにはその細部に興味をもって見るのも新しい発見があって良いかも知れません。

[参考文献]

- (財)紙の博物館編、「紙の講座」
- 稲垣寛監修「高機能紙の開発」株式会社CMC出版(2000.12)
- 全国牛乳容器環境協議会、「牛乳容器の移り変わり」、「牛乳容器ライブラリー」
- (社)日本印刷産業連合会、「包装と印刷」(平成7年)
- http://www.sake-okoku.net/pack/01/index.html

紙を漉く → 紙にラミネート加工(ラミネート紙) → 印刷 → 折り目付け、打ち抜き、畳み込み →

成型(四角い筒状) → 底の部分を加圧熱シール → 飲料を入れる → 屋根の部分を加圧熱シール

図2 紙容器入り飲料の製造工程