

東洋製罐 TULC開発ケース

尹 諒重(一橋大学大学院商学研究科博士後期課程)

Jul 2005

2005-6

— 目次 —

I. イントロダクション

II. 東洋製罐の概要と沿革

- 会社の概要
- 沿革

III. タルク缶の概要と成果

- 缶の種類と問題点
- タルク缶の概要
 1. 新しい成形法(SDI : Stretch Draw & Ironing : 引っ張り曲げしごき加工)
 2. 熱可塑性樹脂(PETフィルム)
 3. 錫なし鋼板 (TFS : Tin Free Steel)
 4. ラミネート技術
- タルク缶の成果
 1. 環境保全
 2. 容器性能の向上 : フレーバー保持と軽量化
 3. 生産システムの共通化と製缶プロセス短縮
 4. リサイクル効率化
 5. 生産状況
 6. 波及効果

IV. タルク缶開発の経緯

V. 外部企業との連携

VI. タルク缶の課

* このワーキング・ペーパーは、一橋大学商学研究科を中核拠点とした21世紀COEプログラム(「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」)から、若手研究者・研究活動支援費の支給を受けて進められた研究成果の一部です。同プログラムからの経済的な支援にこの場を借りて感謝したい。

I. イントロダクション

コーヒー、紅茶、ジュース、お茶、スポーツドリンクなどの缶に入っている飲み物を私たちはほぼ毎日消費している。缶飲料の日本国内の年間消費量は2002年基準で350億缶に上る。一人の数字に換算すると一人当たり280缶あまりを消費していることになる。まさに、休日を除いてほぼ毎日1本ぐらいいは飲んでいる。これだけ消費される缶飲料から消費者が求めるのは商品によって違いはあるものの、主に内容物に集中していて内容物を包んでいる容器としての缶の技術に目を向けることはめったにない。せいぜい「表面に描かれたデザインが格好いい」とか「形が面白い」などと評価することぐらいである。デザインや形を気にして商品を買うことは新商品でまだ味がわからない場合に消費者の注意を引く役割をしているときだけであって、デザインがいいから買い続けることはあまりない。よって、容器としての缶について、たとえば、なぜコーヒーや紅茶はアルミ缶に充填しないでビールはアルミ缶にだけ充填するのかのような何気ない質問に答えられる人は少ない。それだけ、消費者の関心は容器よりは内容物に傾いているので、これらの容器を作るために製缶メーカーが大変な努力を傾注していること知る由もない。

缶飲料に少し注意を払って観察すると底が白くなっている缶がすぐに見つかるであろう。多分年間消費される缶の5本中の1本は底が白くなっている容器である。何気なく飲んで捨てていた飲料の容器に実は驚くほどの企業努力と技術革新が潜んでいる。なぜ、底の部分だけ白いインキが塗られているのか不思議に思うかもしれないが、実は白いのはインキではなくPET樹脂である。つまり、樹脂と金属がくっついているという新技術を使った容器である。この底が白い缶は正式にいうとTULC缶(*Toyo Ultimate Can*、以下タルク缶)と呼ばれるものである。日本独自のものとして1992年に実用化されたこの容器は既存の製缶技術とは一線を画している。一番大きい特徴は製缶工程で大量に使っていた水や潤滑剤をまったくいらなくなった点である。缶を成形するのにプレス加工を施すにもかかわらず、水や潤滑剤を使用しないことは既存の発想ではありえなかったのである。新しい発想は以前必要だった工程を大幅に短縮するコスト効果だけでなく、環境負担の大きかった製缶プロセスを環境にやさしいものとした。最近はこのような効果に関心を持つ外国の製缶メーカーにすでに何件は技術供与が済んでいて、設備販売の交渉も進んでいる。開発後順調に市場シェアを伸ばしたタルク缶は現在前述したように金属缶の20%ぐらいのシェアを占めている。

タルク缶を開発したのは東洋製罐という製缶メーカーである。同社は製缶業界を常にリードしている企業で、最近の食缶市場シェアはやや下がり気味ではあるが、そういってもシェアは50%弱と圧倒的な市場ポジションを確立している¹。同企業は市場シェアからも推測できるようにタルク缶以外にも他の容器分野においても圧倒的な力を見せている。たとえば、タルク缶以外のスチール缶やPETボトルなどがそれである。現在の市場地位からの視点だけでなく、歴史的に見ても同社は時代の変化とともに常に業界をリードする新しい容器技術を実用化してきた。たとえば、カレーを入れるレトルトパウチは早くも1960年代に開発した。1970年代には

¹ 日本マーケットシェア事典(矢野経済研究所出版本部刊)参考

トヨーシーム缶、サラダオイルやマヨネズを入れるラミコン容器、1980年代には耐熱型ペットボトル、1990年代にはタルク缶と耐熱圧ペットボトル高速成形技術などがある。タルク缶が確かに同社において大きい意味を持つイノベーションに間違いはないけれども、同社のイノベーションの歴史を理解するための一例としてここで紹介する。

それでは、缶の底が白いフィルムでコーティングされているタルク缶はどのように開発され、どのような成果をもたらしたのか。

II. 東洋製罐の概要と沿革

- 会社の概要

東京都千代田区に本社を置く東洋製罐株式会社は5600人あまりの従業員を抱えている。主な事業領域は 金属、プラスチックとそれらの複合材料を素材とした包装容器の製造・販売、食品関連機械、包装システムの販売および技術サービスなどである。2002年度(4月 - 2003年3月)の単独ベース決算では売上は 3956億円、経常利益は84億円、連結ベースでは売り上げ7600億円、経常利益190億円である²。空缶納品に占める物流費用が高いため生産拠点は、北は北海道から南は九州まで全国16の生産拠点を持っている。

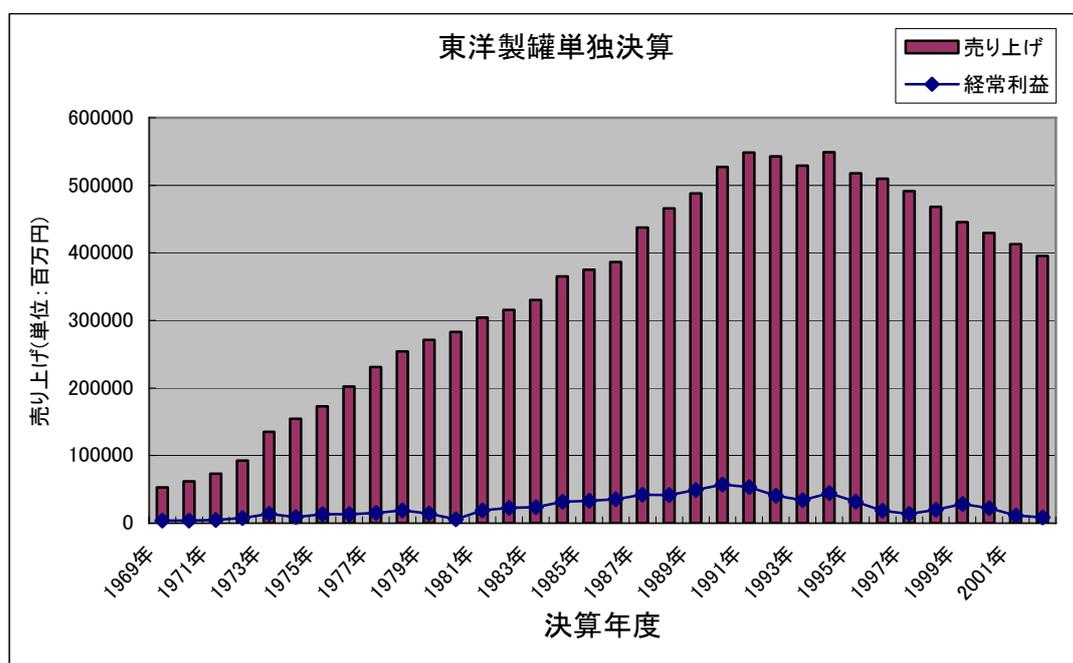


図1-a. 東洋製罐の売上高と経常利益の推移

<出所：会社年鑑上場会社版上巻(日本経済新聞社刊)を参考に筆者作成>

² 会社年鑑上場会社版上巻(日本経済新聞社刊)

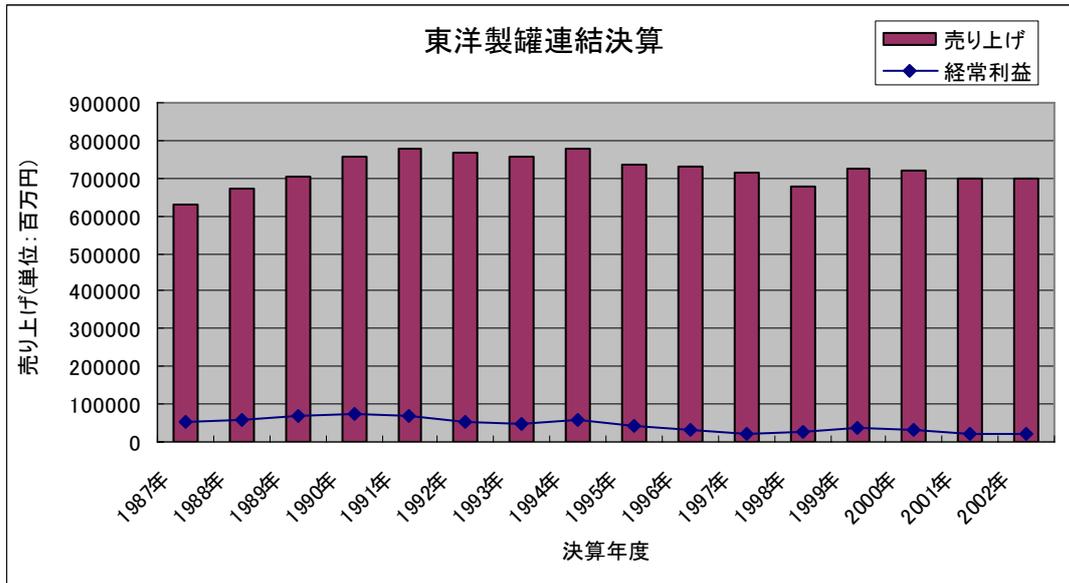


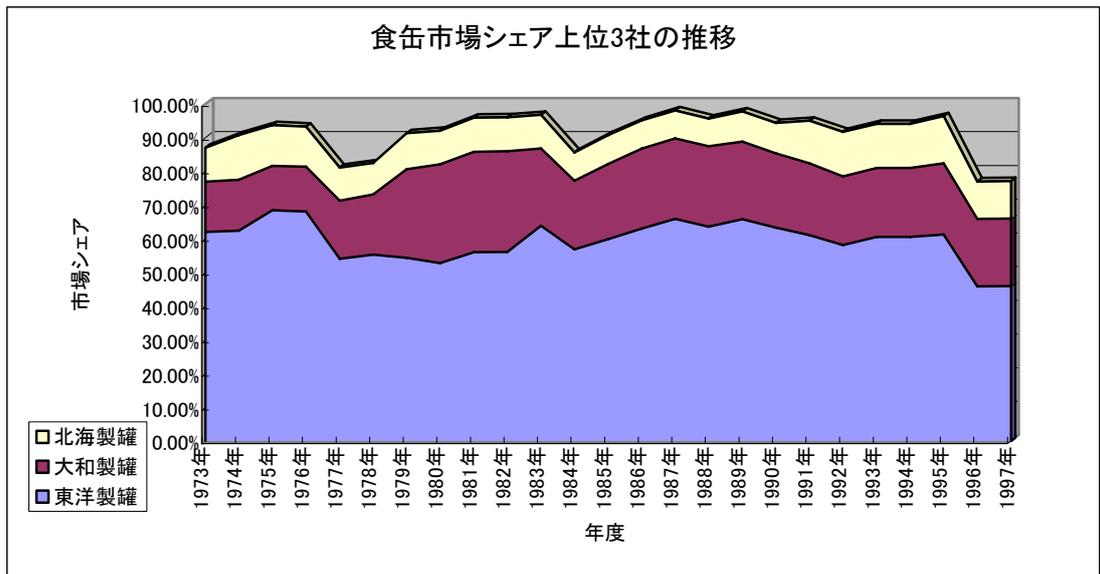
図1-b. 東洋製罐の売上高と経常利益の推移

〈出所：会社年鑑上場会社版上巻（日本経済新聞社刊）を参考に筆者作成〉

東洋製罐が手がける製品の中で売上に大きく貢献している製品は飲料用・缶詰用の空缶が50%強とプラスチック製品が20%弱である³。国内では缶詰・飲料缶は2002年基準で年間約352億の缶が製造され、そのうちの50%弱を東洋製罐が供給している。国内で消費されるジュース缶とコーヒー缶の2本の1本は東洋製罐のものである。最近、伸長著しい飲料用PETボトル分野でも50%弱のシェアがある。そのほかにも、炭酸飲料やビールを詰めるアルミ缶や18ℓ缶、美術缶、缶以外の製品ではレトルトパウチ、チューブ製品、シャンプー・リンスのボトルなどを生産している。さらに、同社が形成するグループには包装容器の各分野のトップメーカーがあり、優れた技術力を持って包装容器業界を支えている。東洋製罐グループは、約6兆4000億円とも言われる日本の全包装（容器・機械）市場において約1割を占めている⁴。

³ 東洋製罐広報資料参考

⁴ ホームページ参照 <http://www.upunet.ne.jp/toyoseikan>



* 73年から95年までは生産高を金額で換算、96年から97年までは生産高を重量で換算

* 食缶とは18リットル缶とドラム缶以外の金属容器を指す

図2. 食缶市場シェア上位3社の推移

〈出所：日本マーケットシェア事典(矢野経済研究所出版本部刊)を参考に筆者作成〉

こうした製品を提供するために東洋製罐は単独で事業を展開しているのではなく、グループ企業体制をとって対応している。具体的には、金属容器とプラスチック容器以外の紙容器やガラス容器などを扱う企業、容器を作るために必要な原材料、鉄やアルミなどを扱う会社、製品や材料の運送および保管を担当する会社、容器を生産するための生産設備を製作する会社、缶に充填する食品・飲料の性質を研究する短期大学など容器を作るために必要なほぼすべての領域をカバーしている。以下の表はグループ企業を整理したものである。

分類	社名	扱う製品
包装 容器 事業	東洋ガラス(株)	瓶、ハウスウェア
	東罐興業(株)	紙コップ、紙器・段ボール、プラスチック製品
	日本クラウンコルク(株)	プラスチックキャップ、アルミキャップ、スチールキャップ
	本州製罐(株)	18リットル缶、食缶、美術缶
	四国製罐(株)	食缶、18リットル缶
	琉球製罐(株)	食缶、ペットボトル
	大東製罐(株)	美術缶
	東洋製版(株)	金属及びフィルム印刷用版
	福岡パッキング(株)	金属・ガラス及びプラスチック容器用シーリング剤(密封剤)
鋼板	東洋鋼板(株)	びりき・ハイトップ・その他表面処理鋼板、薄板類、機能材料

関連 事業	鋼板商事(株)	表面処理鋼板等の販売
	鋼板工業(株)	包装・荷造機械の製造販売、硬質合金・電子機器部品の加工
	鋼板建材(株)	物置など住宅設備機器、建材の製造販売及び建設工事
	Toyo-Memory Technology	磁気ディスク用基板
	幸商事(株)	製缶用鋼板、アルミコイル
機械 設備	東洋食品機械(株)	製缶機械、缶・瓶詰め機械、包装機械、食品加工機械
	東洋機械販売(株)	食品機械器具、缶切器(18L缶用、家庭用)、ペットボトル洗浄剤
物流 事業	東洋運送(株)	貨物自動車運送業及び倉庫業
	東罐運送倉庫(株)	貨物自動車運送業及び倉庫業
	東罐運輸(株)	貨物自動車運送業
その ほか	東洋エアゾール工業(株)	各種エアゾール
	東罐マテリアルテクノロジー(株)	無機複合酸化物系顔料、人造大理石原料及び成形品、FRP用ゲルコート、微量要素肥料
	東洋石油(株)	重油、ガソリンなどの石油製品、建材の販売
	東罐共栄(株)	損害保険代理店、不動産管理及び賃貸
	東洋電解(株)	製缶鉄屑の加工販売
	大阪電解(株)	製缶鉄屑の加工販売

表 1. 東洋製罐グループ

<出所：【東洋製缶ホームページ<http://www.toyo-seikan.co.jp/>】を参考に筆者作成>

- 沿革

日本で初めて缶詰が製造されたのは、1871年(明治4)のことである。当時の缶詰用の空缶は、缶詰業者が自ら製造していたが、東洋製罐の創立者・高碕達之助は、製缶と缶詰製造の分離が缶詰産業の発展に必要不可欠であるとして、1917年(大正6)に本社及び生産設備を大阪に設置し、東洋製罐を創立した。1919年から日本初の自動製缶設備による製缶を開始した。現在の東洋製罐株式会社の形になったのは、1941年(昭和16年)の製缶業者の大合同勧告に従い7社を合併したあとのことである。合併3年後の1944年には本社を東京都千代田区に移し、1949年(昭和24年)には東京証券取引所に株式上場を果たした。

年度	主要事項
大正 6年	東洋製罐株式会社創立、本社並びに大阪工場を大阪市に設置
大正 8年	日本最初の自動製缶設備による製缶を開始
大正 9年	東京工場を設置
昭和 8年	戸畑工場を設置
昭和10年	大阪証券取引所に株式を上場

昭和12年	清水工場を設置
昭和13年	東洋製罐専修学校を設立
昭和16年	製缶業者の大合同勧告に従い7社を合併、現東洋製罐株式会社設立
昭和19年	本社を東京都千代田区へ移転
昭和24年	東京証券取引所に株式を上場
昭和29年	コンチネンタル・キャン社と技術提携
昭和33年	仙台工場（仙台市宮城野区幸町）を設置、ビール缶の製造を開始
昭和35年	茨木工場を設置
昭和36年	横浜工場を設置、プラスチックの容器生産開始、東洋製罐専修学校が東洋食品工業短期大学へ昇格
昭和40年	コーラ缶の製造開始
昭和42年	川崎工場を設置
昭和43年	コーヒー缶の製造開始
昭和44年	レトルトパウチの製造開始
昭和45年	トヨーシーム缶の製造開始
昭和46年	埼玉工場・高槻工場を設置、ラミコンの製造開始
昭和47年	千歳工場を設置
昭和48年	広島工場を設置
昭和49年	大阪工場を泉佐野市へ移転、大阪工場を泉佐市に移転、D1缶の製造を開始
昭和49年	基山工場を設置
昭和52年	石岡工場を設置、ペットボトル(醤油用)の生産開始、
昭和54年	久喜工場を設置、エアゾール用溶接缶の製造開始
昭和55年	本社幸ビル新築
昭和57年	飲料用ペットボトルの生産開始
昭和56年	飲料用溶接缶の製造開始
昭和58年	仙台工場を仙台市宮城野区港へ移転
平成3年	TULC缶の製造開始
平成5年	豊橋工場を設置
平成12年	静岡工場を設置、東京工場を横浜工場に統合し閉鎖
平成15年	戸畑工場を基山工場に統合

表2. 東洋製罐の沿革

<出所：【東洋製缶ホームページ<http://www.toyo-seikan.co.jp/>】と東洋製罐の広報資料を参考に筆者作成>

以来、高度経済成長を経て現在にいたるまで、東洋製罐は包装容器の担い手として、

実に多くの容器を世の中に送り出して来た。この期間は容器にかかわるイノベーションの時間だったとも言える。研究熱心な企業文化は本ケースで取り上げる1992年のタルク缶開発だけではない。1970年に半田缶の錫鉛合金に取って代わるトーヨーシーム缶⁵をはじめとして2001年のアルミタルク缶やキリンビールのチューハイ「氷結」で使用されたダイヤカット缶、2002年の電子レンジ対応自動蒸気抜きパウチなどに受け継がれている。

年度	商品名	特徴	用途
1969	レトルトパウチ	レトルト可能、常温流通可能	カレー、ミートソース、中華調理液
1970	トーヨーシーム缶	優れた耐食性、レトルト可能	缶コーヒー、ウーロン茶
1972	ラミコンボトル	ハイガスバリアー性、スクイズ性	マヨネズ、ケチャップ、サラダオイル
1978	ラミコンカップ	ハイガスバリアー性、常温流通可、レトルト可	味噌、水羊羹、果実シロップ漬
1985	ハイレトフレックス	レトルト可能、長期保存可能	ベビーフード、フルーツゼリー
	耐熱ペットボトル	透明性、衛生性、剛性	果汁飲料、ウーロン茶、緑茶
1989	トーストフレックス	レトルト可能、オーブントースタ加熱可能	グラタン、ドリア、ラザニア、焼き菓子
	エポックシール	レトルトが可能・開封力の調整容易	ベビーフード、おつまみ類、フルーツゼリー
	インモールドラベル ボトル	美粧性・耐水性・防カビ性	シャンプー、リンス、クリーナー
1991	TULC	優れたフレーバー特性・優れた耐食性・ほとんどの飲料への適用可・省資源・省エネルギー・リサイクル容易	炭酸飲料・果汁飲料・緑茶・ウーロン茶・コーヒー
1993	スーパフレックス	レトルトが可能・直火加熱が可能	おでんなどの鍋物、鮭雑炊、たまご雑炊
1994	オキシガード	容器内残存酸素の除去・長期保存性	米飯、クリーム、フルーツシロップ漬、輸液
1995	パスカル缶	製缶時の形状変更について自由度が高い・角のない滑らかな曲面が表現できるなどデザインの幅が広がる	菓子類、殺虫剤、制汗剤
1997	モイスターガードフィルム	吸湿性を付与、シリカゲルなどの乾燥剤不要	菓子類、電子部品、医薬品
1998	耐熱圧PETボトル COSMOS成形技術	高温殺菌可能・耐圧性・軽量化	果汁入り炭酸飲料・乳酸菌入り飲料・アルコール入り炭酸飲料
1998	詰替パウチ	注ぎやすくするためパウチコーナー部に注口形状を付与	洗剤、医薬品
2001	aTULC	アルミ製TULC・優れた鮮度保持・より安全、衛生性を配慮した素材を活用	炭酸飲料、果汁飲料、緑茶

⁵ トーヨーシーム缶が開発される前に主流だったのは半田缶と呼ばれるものである。半田缶は錫メッキ鋼板を利用して溶接法で缶を接着するが、トーヨーシーム缶は新しく開発された錫なし鋼板を原材料として使用する。また、錫なし鋼板には溶接法が使えないので新しい接着法も一緒に開発された。

2001	オキシブロック	高い酸素バリア能力、高い透明性	ホット飲料全般、緑茶、紅茶、果汁飲料
2002	電子レンジ対応自動蒸気抜きパウチ	アルミ箔を使用しない透明バリアーフィルム・自動蒸気抜き機能で安全・蒸らし効果あり・調理時間短縮	ミートソース、ホワイトソース、カレー

表3. 東洋製罐の容器技術歴史

<出所：【<http://www.upunet.ne.jp/toyoseikan/history1.html>】を参考に筆者作成>

Ⅲ. タルク缶の概要と成果

- 缶の種類と問題点

タルク缶を論じる前に、まず、タルク缶が登場する以前の缶の分類法から紹介する。缶には3ピース缶と2ピース缶が存在する。3ピース缶とは上蓋・下蓋と胴体の鋼板の3つのパーツからなる容器である。果汁入り飲料やお茶、ミルク入り飲料を充填するのに使われる。缶内の圧力が大気より低いため、陰圧缶と呼ばれる。缶の強度が高く、打検⁶による高い安全性が保障できる特徴を持っている。材質はスチールで接着か溶接法を用いて缶を作る。

これに対し、2ピース缶は上下蓋が一体となった胴体と上蓋から構成されている。炭酸飲料やビールなど内圧がかかる飲み物に用いるが、缶内の圧力が大気より高いため陽圧缶と呼ばれる。缶自体の強度は3ピース缶に比べて低いが、内圧のため強度を保つ。缶が内圧に耐えるよう缶の底形状は3ピース缶に比べドームのように凹んでいる。材質はスチール、アルミ両方あり、DI法(Draw & Ironing：絞りしごき加工)で製缶を行う。しごき工程により缶の側壁が薄くなるため省資源・軽量化のメリットがある。

タルク缶を上市するまでの時代の市場状況を示す図3を見ると、1977年には103億缶中、82%を3ピースが締めていたが、日本の高度成長に合わせて2ピースも増え始め、87年(タルク缶の発売直前)には220億缶のうち、32%までシェアを伸ばしている。2ピース缶の更なる増産に対し、環境負荷の観点から疑問が生じた。元々、3ピース缶の製缶には缶の内外部に塗装し、焼き付ける工程があり、塗料、溶剤、焼き付けるための二酸化炭素など環境負荷が大きい。3ピース缶が持っている問題に加え2ピース缶が増えるにつれて環境保全の問題はより深刻になる。2ピースのDI缶では塗装や焼付けにくわえ、しごき加工を行うが、この加工により薄肉化する側壁では高い熱が発生するため潤滑剤やクーラントが必要になる。また、あとで潤滑材を洗い落とすのに大量の水が使われるため環境負荷はより大きくなる問題があった。

⁶ ミルク入りのような変敗菌が発生しやすい製品については、缶底を叩きその音で製品の合否を判断する。こうした検査は底形状が平らでないといけなないので、タルク缶が開発される以前の2ピース缶のように底が凹んでいる容器には適用できない検査法である(東洋製罐広報資料参考)。

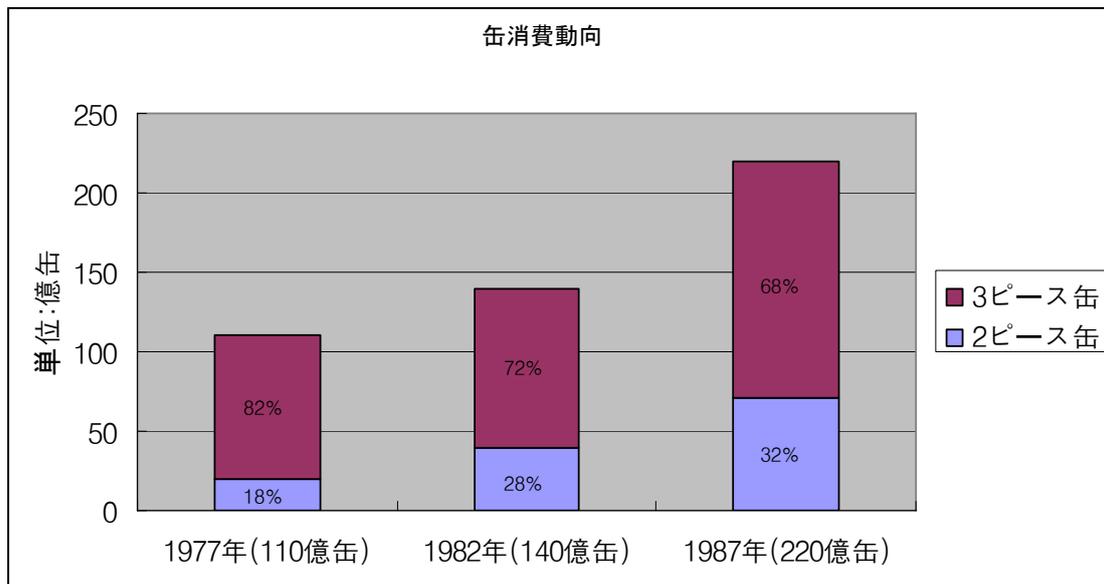


図3. 缶消費動向

< 出所：講演会資料を参考に筆者作成 >

- タルク缶の概要

タルク缶とはTULC (Toyo Ultimate Can)、つまり、東洋製罐が作った究極の缶という意味を含んでいる。製缶時に使う塗料の代わりに熱可塑性樹脂フィルムを両面にラミネートした鋼板を材料に、液体潤滑剤なしで深絞り成形を行った2ピース缶である。2ピース缶でありながら、陽圧缶だけでなく陰圧缶としても使用できる特徴を持っている。こうした特長を持つタルク缶の開発において欠かせない構成要素を4つに分け、タルク缶について説明しよう。

1. 新しい成形法 (SDI : Stretch Draw & Ironing : 引っ張り曲げしごき加工)

図4では既存の成形方であるDI (Draw & Ironing) と新成形法SDI (Stretch Draw & Ironing) を比較している。タルク缶はSDI法を用いるが、通常3回の絞り成形を基本として缶胴が成形される。この方法は第1工程で通常の浅絞り成形を行い、その後の再絞り工程のリドローダイの角付近の変形過程で強制的な引っ張り曲げ・曲げ戻し変形を行うことにより板厚を減少させ容器の軽量化を達成する成形法である。この2回の曲げ伸ばしにより、材料厚みは20%前後薄くなる。

さらに、アイアニングダイでしごき加工を施すことにより、缶胴の板厚の減少がもっと進み軽量化と省資源に貢献する。既存のDI法ではしごき加工の際に数千気圧の摩擦力と熱を回避しながら加工を進めるため、大量の潤滑剤やクーランとを必要とするが、SDI法ではDI法と異なり水を使わずに成形できる特徴を持っている。ドライ状態での加工を可能にした重要な点は、金属材料の両面に熱可塑性樹脂の有機皮膜がラミネートされていることである。引っ張り

曲げ加工やしごき加工中に熱可塑性樹脂が適度の流動性を生じ、成形性を確保するための工具と材料間に作用する摩擦に有効に働き成形性を向上させる役割を果たしていると推測している。逆に樹脂皮膜なしで金属材料を加工しようとしても、成形性が極端に劣り十分な成形性を得ることが困難である。

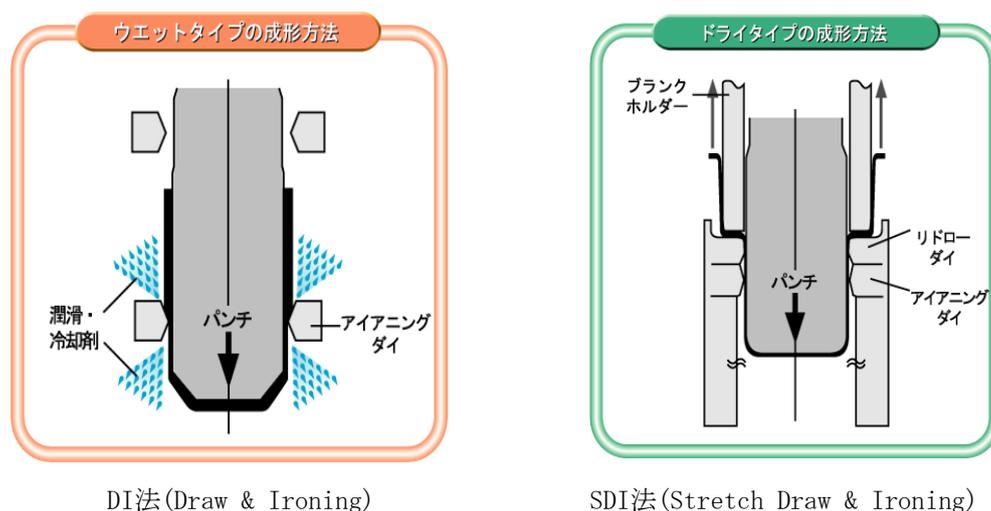


図4. 成形法の比較

< 出所：ホームページ参照 http://www.toyo-seikan.co.jp/product/c_tulc.html >

2. 熱可塑性樹脂 (PETフィルム)

成形法の説明でも言及したように、タルク缶の製缶には鋼板に熱可塑性樹脂をラミネートして加工性を確保している。だが、ラミネート材に要求される性質はこれだけではない。加工時に鋼板に掛けられる圧力に耐えるほどの接着性や容器として耐食性に優れていることが要求されていて、これらの条件を満足するために複数の樹脂フィルムが検討された。

既存のDI缶では塗料などを使用し耐食性を確保するが、塗料と同等の耐食性を実現できる素材の選定を行った。3%酢酸水溶液に対する防食性テストを行い、長期経過後の鉄溶出量を調べた結果、ホモPETフィルムがもっとも少なく、塗料を上回る防食性を示した。しかし、同素材は鋼板にラミネートして成形すると缶上部のフィルムが金属面から剥離する現象が多発した。この剥離現象はフィルムの加工性及びフィルムの接着性が不足していることが原因であり、加工性の向上対策としてホモPETにイソフタルを混ぜる共重合化が有効であることがわかった。また、接着性は共重合PETフィルムを錫なし鋼板にラミネートするときの工夫により解決された。さらに、共重合PETフィルムは耐食性・加工性の利点以外にホモPETに比べて融点が低く、ラミネートに有利な性質があった。

3. 錫なし鋼板 (TFS : Tin Free Steel)

SDI成形法に対する適性と缶重量の低減を考慮して着目したのが、高強度の薄鋼板であった。錫なし鋼板そのものはタルク缶以前からすでにあったが、タルク缶を製造するに当たって解決しなければいけない問題が2つあった。

まず、錫なし鋼板には炭素や窒素と言った酸化物が介在物として入っているが、これらの介在物を制御しなければいけない。金属材料中に大きな介在物がある場合、成形中の金属破断やピンホールが発生する。安定した生産には介在物を $50\mu\text{m}$ 以下に抑える必要があった。さらに、高品質を達成するためには、金属の結晶粒径の制御が必要であった。結晶粒径が大きいと加工後に金属表面の変形が大きくなるので、樹脂フィルムを突き破り鋼板が露出し耐食性が損なわれてしまう。タルク缶用材料は平均結晶粒径 $6\mu\text{m}$ 以下となるように鋼成分や熱延・焼鈍条件の最適化を図り達成できた。

4. ラミネート技術

錫なし鋼板へのPETフィルムラミネートは塵埃を除去したクリーンルームでヒートラミネーションにより行っている。図5にラミネートの概略を示している。錫なし鋼板をフィルムの融点以上に加熱し、鋼板の両側から供給されるフィルムをラミネート・ロールで圧着と同時に冷却することにより熱融着させラミネート鋼板を製造している。温度条件は鋼板がフィルムの融点より高く、ラミネート・ロールは融点より低く設定されている。そのため、フィルムの鋼板に接着した面は融解し、メルト層と呼ばれる「熔融接着層」となり製缶時の成形性と加工密着性を付与する。一方、低温のラミネート・ロールに接触した面は融融せず、配向層と呼ばれる「二軸配向層」を形成し、缶の内面では耐食性を、缶の外側では対衝撃性を付与する。このフィルムの厚み方向に形成される「熔融接着層」と「二軸配向層」の適切な比率制御がラミネート技術のポイントであり、フィルムがロールを通過する数十ミリ秒の時間に「熔融接着層」対「二軸配向層」の比率を1:3から1:4に抑える必要がある。

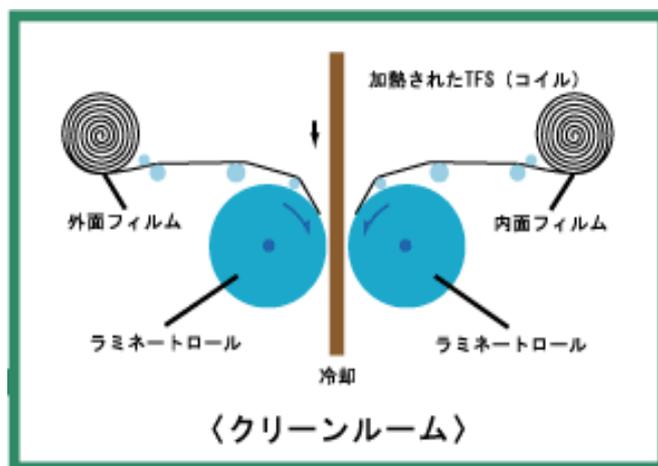


図5. ラミネートプロセス

〈出所：ホームページ参照 http://www.toyo-seikan.co.jp/product/c_tulc.html〉

- タルク缶の成果

1. 環境保全

環境負荷の問題は開発の重要なポイントであるが、図6は製缶プロセスを比較したものである。タルク缶に変わることによって製缶プロセスが大幅に簡素化されている。従って、表4が示すように、ラミネート及び製造工程を考慮した結果、従来のDIシステムに比べて、二酸化炭素で1/3、電力で1/2、ガスで1/3、水で1/20、固形廃棄物では1/300まで環境負荷を削減できた。水に関しては製缶工程ではほとんど使わないが、ラミネート工程の冷却に水が使用される。したがって、タルク缶は環境にやさしいと言える。

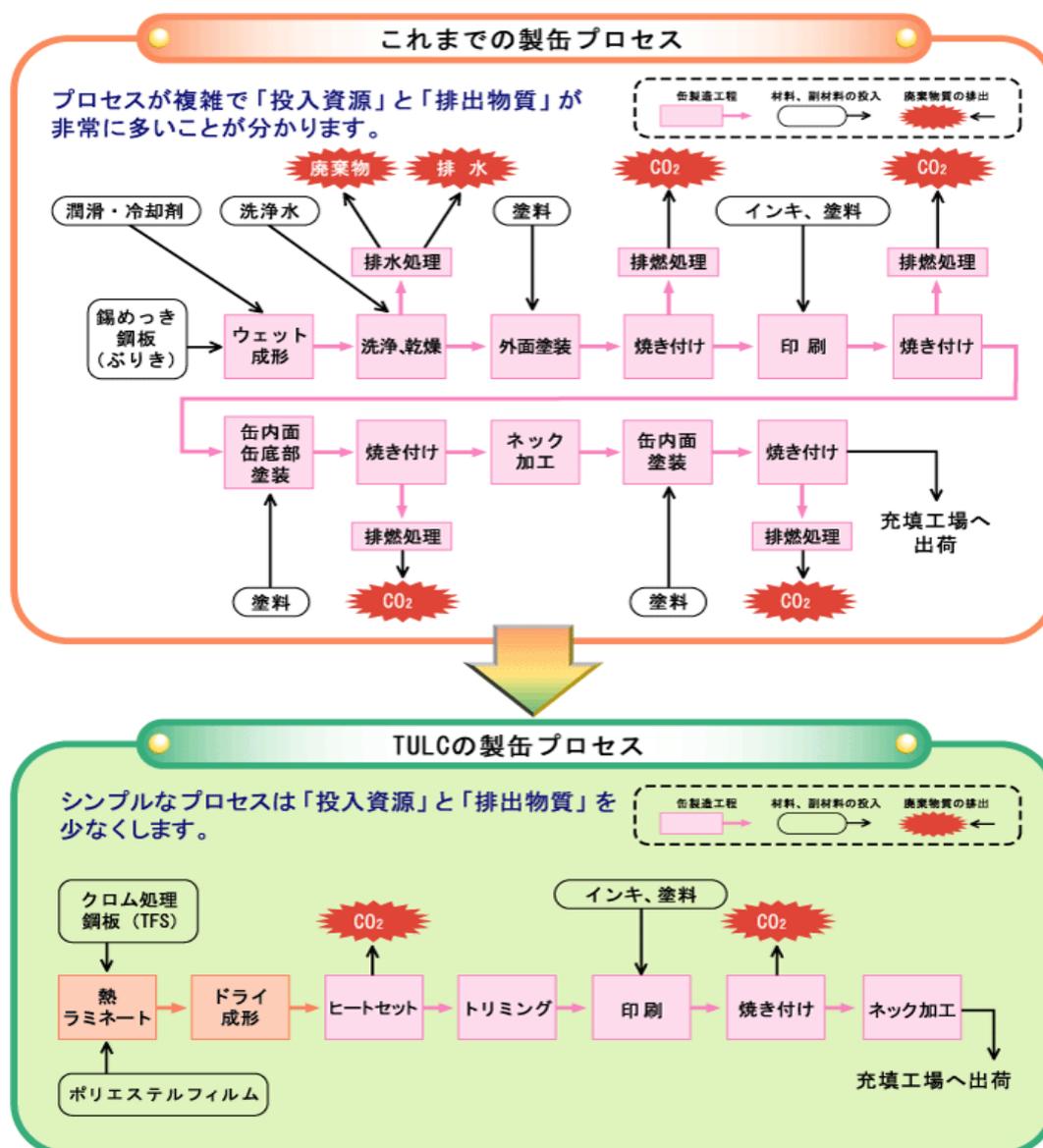


図6. 製缶プロセスの変化

<出所：ホームページ参照 http://www.toyo-seikan.co.jp/product/c_tulc.html>

新プロセスによる環境負荷の低減効果(1億缶当たり)

	既存製缶システム	タルク製缶システム	タルク製缶/既存製缶
二酸化炭素	1915 ton	575 ton	1/3
電力	432万 kW/h	204万 kW/h	1/2
ガス	69.7億 kCal	21.4億 kCal	3/1
水	40440 m ³	1900 m ³	1/20
固形廃棄物	2000 ton	6.3 ton	1/300

表4. タルク缶の環境負荷低減効果

<出所：講演会資料を参考に筆者作成>

2. 容器性能の向上：フレーバー保持と軽量化

PETフィルムは従来の塗料による有機成分の溶出が極端に少なく、製品の大切なフレーバー成分の吸着がほとんどないという特性を持っている。通常、缶の内面と塗料は保存温度が高くなるにつれてフレーバー成分の吸着が増加する傾向にあるが、PETフィルムの場合は保存温度が上がっても、吸着率の変化はわずかであり、内容物の保香性に優れている。環境ホルモン溶出などの安全性についても、内面塗料を必要としないタルク缶は従来の容器より優れている。

タルク缶は既存の容器と比べて軽量化を実現している。新しい成形法のSDI法により、高い板厚減少率と板厚精度を得ることに成功した。この成形法は缶の軽量化に大いに貢献し、現在では世界でもっとも軽いスチール缶として注目されている。図7には陽圧缶用途のタルク缶の軽量化推移が示されている。

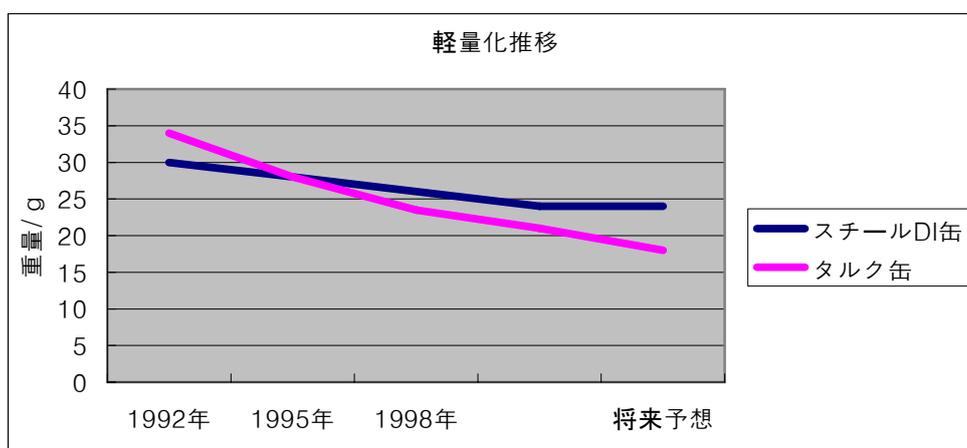


図7. タルク缶の軽量化推移

<出所：企業広報資料を参考に筆者作成>

3. 生産システムの共通化と製缶プロセス短縮

従来は内容物に合わせて陰圧缶、陽圧缶それぞれ専用の製缶システムが必要だった。しかし、タルク缶はラミネート条件、材料、成形条件を適切に組み合わせることで、陰圧缶、陽圧缶のいずれも環境負荷の少ないタルクシステム一つでカバーできる。

システムの共通化に加え、新しい製缶プロセスでは既存の製缶プロセスで必要だった塗装、焼付け、洗浄などの工程が入らなくなり搬送距離が著しく短くなっている。既存のDI缶の製缶プロセスが550メートルにも及ぶのに対し、タルク缶は160メートルと約1/3にまで短縮した。搬送距離と比例して所要時間も53分から12分に短くなった。搬送距離の短縮は労働力の削減にも貢献し、製造コストを引き下げる要因となっている。

4. リサイクル効率化

スチール缶のリサイクル率は1998年現在82%に達している。増加傾向は続き2000年度にはリサイクル率が多少高くなっている。タルク缶は薄鋼板を使用し、選別・圧縮が容易であり、PETフィルムは分子構造中に炭素・酸素・水素しか含まれていないため燃焼時の有害ガスは発生せず、発熱量が少なく電気炉などをいためることもない。また、錫なし鋼板を使用しているため、錫の混入がなく良質な鋼材に再生されている。

5. 生産状況

タルク缶が生産されはじめた当初は生産量が順調に伸びていた。1992年から2002年までの累計生産数量は482億缶である。生産数量は2000年まで順調に伸びていたが、2001年からは減少に転じている。最近、PETボトルにおされて、金属缶の市場全体が年率7から8%のペースで縮小し、PETボトルは年率4～5%で拡大しているからだ。このためタルク缶も一時ほどの伸びはないけれど、それでもタルク缶はメタル缶全体で2割ぐらいのシェアを維持している。缶の消費量でいえば、2002年に生産された約352億缶中67.8億缶がタルク缶である。消費量を個人単位で考えると年間一人あたり276缶を消費していて、その中の53缶がタルク缶である。図8は2002年度国内の金属缶形態別市場の占有率を表している。

生産量が減少している中で2割をキープできる理由は、飲料メーカーでも環境問題が重視されるようになりグリーン調達が普及し、認識も変わっているからである。タルク缶はエコラベルも獲得しているため、東洋製罐は取引先の企業にその部分をアピールしながら提案している。

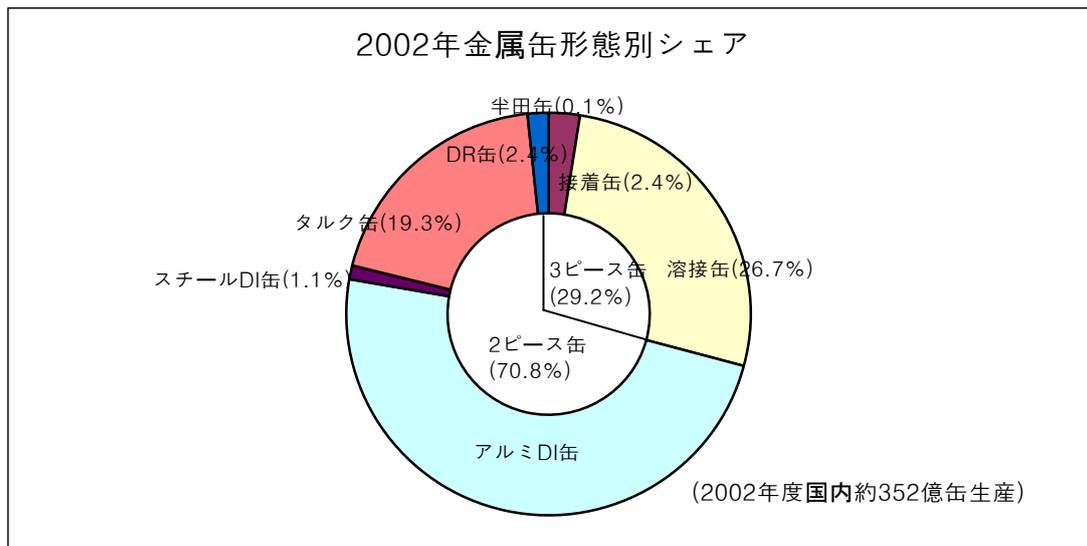


図8. 2002年金属缶形態別シェア
 <出所：講演会資料を参考に筆者作成>

6. 波及効果

錫なし鋼板とPETフィルムの接着に関するメカニズムはまだ明確になっていないと言われている。つまり、製品開発がアカデミックな世界に新たな発見を投げかけていると言える。タルク缶の開発と関連した学会発表、特許などは2000年1月の時点で、特許は合計263件(打ち登録115件、外国特許49件)である。また、学術論文と講演は合計119件(うち論文19編、講演85件、総説等15件)に上る。

さらに、タルク缶は他産業にも影響を及ぼした。タルク缶に使われる鋼板の表面処理技術は自動車のボディなどに使う鋼板の生産技術としても利用され、ボディ鋼板の品質向上にも貢献した。今後は家電、自動車内装などにも使い道は広いと思われる。

IV. タルク缶開発の経緯

開発の着想から生産にいたるまでの経緯の概略は表2の通りである。

年度	内容
1987年	<ul style="list-style-type: none"> 新成形法の着想 (SD法：Stretch Drawの略でしごき加工のない成形法) と基本コンセプト実証 ラミネート用フィルムの選定及びラミネート技術基礎開発開始
1988年	<ul style="list-style-type: none"> 新型プレス構想、設計、製作開始
1989年	<ul style="list-style-type: none"> ラミネート材の基本技術確立

1990年	<ul style="list-style-type: none"> ・ タルク製缶パイロットライン構築 ・ タルクライン及び高速ラミネートライン設計・製作開始
1992年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毎分1500缶タルクライン稼働開始 ・ 毎分200m高速ラミネートライン稼働
1995年	<ul style="list-style-type: none"> ・ SDI(Stretch Draw & Ironing)成形法実用化
1998年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 毎分2000缶タルク高速ライン稼働

表5. タルク缶開発の経緯

<出所：平成11年度第46回大河内記念賞レポート「高品質・低コスト・低環境負荷金属缶製造技術の開発と実用化」>

タルク缶の開発は現在、石岡工場の工場長である今津勝弘氏が中心になって進められたプロジェクトである。開発を進めていた当時は工場ではなく研究所に在籍していた、10人くらいのスタッフで1987年に本格的にスタートした技術開発は5年ほど経った1992年に基本技術を完成し、生産設備まで整えて生産を開始した。

開発において中心的な役割を担った今津氏は入社2年目からDI (Draw & Ironing) 缶に携わり、そのあと20年近くDI缶の開発と生産にかかわっていたが、加工を手がけるエンジニアとして、DI缶を製造する上で使う潤滑剤に疑問を抱いていた。特に、高速で生産しようとする場合は鋼板材料の単位面積あたり数千気圧がかかるので金属材料の破断を防ぐためには液体潤滑剤を大量に使わざるをえない。しかし、DI缶の中には食品飲料をつめる。潤滑剤を使うと食品の衛生上問題になるので、その除去に大変なエネルギーを使っており、なんとか清浄工程を省けないものかと考えていたことが開発のきっかけとなった。

ちょうど、そのとき海外の視察でプレコート（金属材料に有機材料を加工前にコーティングすること）を利用した2次加工を発見した。しかし、プレコートを利用して浅い容器は加工できても、深い容器だとプレコートが加工時に金属材料から剥離してしまうことがよく起きていたため、深い容器はないのが現実だった。浅い容器が加工できるのであれば、深い容器も潤滑剤を使わずに加工できるのではないかと思い個人的に実験しながら、長い間試行錯誤を続けていた。最初は塗料などをプレコートして加工を試みたが、延性がなく伸びない問題で加工がうまくいかない。その後、偶然フィルムを金属材料に張って実験したら、意外と加工に適していることが判明した。最初はPETフィルムではなく、もっと柔らかい素材を扱って試みたが、フィルムの可能性を察知してからは、ラミネート鋼板という技術に入り込んでいって、結果的には錫なし鋼板に共重合PETフィルムをラミネートすることになった。

個人的に思いついたアイデアが社内で認知され、開発プロジェクトにたどりつくまで苦労はあったが、環境保全という社会のトレンドが大きくなるにつれて、社内でも環境問題を真剣に考えるようになり開発にドライブフォースがかかった。タルク缶開発の成功は最初あまり考えていなかったところにまで多くのメリットをもたらし、社会的に評価されている。

V. 外部企業との連携

タルク缶開発には複数の解決すべき問題があったが、これらの問題は東洋製罐1社で対処したのではない。東洋製罐以外に東洋製罐グループの「東洋食品機械」と「東洋鋼板」及び外部鉄鋼メーカーの「新日本製鉄」と「日本鋼管」、樹脂メーカーは「帝人」が参加していた。加工性と耐食性に優れた樹脂を開発するために最初は以前から付き合いがあった「東レ」に話を持ちかけたが、話がまとまらず開発は「帝人」が引き受けることとなった。しかし、「帝人」側にフィルムを金属材料に張り合わせて大きな変形を与えるような加工の発想はまったくなかったし、必要とする有機材料を説明しても樹脂メーカー側にはそのイメージがわからないため、開発の最初の段階は大変苦戦を強いられた。加工に最適なフィルムを開発する課題は東洋製罐だけでは解決できない。もちろん樹脂メーカーも金属に関する知識が少ないために1社だけでは解決できない。そこで、両者は細かい問題について常に意見を交わしながら開発を進めた。開発のリーダーだった今津氏は“実験の専門家、素材の専門家、加工の専門家それぞれ自分のことばかりやっているとタルク缶の開発はうまく行かなかったと思う。つまり、お互いがどのように考えているかを常に確かめながらやらないと成功しない”と言う。こうした姿勢は錫なし鋼板を開発するときにも同じだった。

外部企業との連携がすべてうまく行われたからこそ、タルク缶は世の中に誕生したが、外部企業との連携を理解するうえで東洋製罐が過去の製品開発の際に外部企業と築いた関係を理解することは有益と思われるので簡単に触れておこう。東洋製罐鉄鋼メーカーとスチールのDI缶を共同開発したのは早くも1960年にさかのぼる。もともと飲料用のDI缶はアメリカで開発されたものだが、製缶技術を考案したのは製缶メーカーではなくアルミを供給する原料供給者だった。アルミの消費を促進する思惑で開発した技術が日本に輸入されたが、日本ではアルミに市場を奪われることを恐れた鉄鋼メーカーがスチールのDI缶技術を東洋製罐と組んで開発したのである。こうした協力経験をきっかけに東洋製罐は鉄鋼メーカーと緊密な関係を築くことが出来、鉄鋼メーカーとの緊密な関係はタルク缶の錫なし鋼板の開発を進める上で役に立った。

さらに、有機材料に関する技術の蓄積は1960年代後半のレトルトパウチの開発に端を発している。もともとアメリカで宇宙飛行士の食品容器として開発されたものを東洋製罐が世界で始めて一般商品化に成功したのである。レトルトパウチとはアルミ箔に有機材料をラミネートする技術で開発当時は樹脂メーカーとの共同開発を通じて蓄積したラミネートのノウハウがタルク缶の開発においては錫なし鋼板にPETフィルムをラミネートする際に利用出来た。外部企業ではないが、東洋食品機械の協力はタルク缶の生産設備を製作するのに役に立った。アルミのDI缶と蓋生産の技術は外国から輸入したものだが、東洋食品機械は1970年という早い段階で生産設備の国産化を試みて技術を蓄積していたので、タルク缶の生産設備も自力で構築出来た。

鉄鋼メーカーとの緊密な関係は具体的には以下のような問題解決につながった。鋼板

には炭素、窒素など酸化物が介在物として入っているが、タルク缶は厳しい加工をするので、これらの介在物を制御しないといけない。そうでないとラミネートしたフィルムが破れるからである。こうした問題を解決するために鉄鋼メーカーといろいろ意見交換をしながら開発を薦めた。介在物の制御は溶解する段階でどう制御するか、タンディッシュ（鉄の塊を作るときの溶鉱炉）でいかに不純物を取り除くかが鍵であった。鉄鋼メーカーに大変努力してもらい、最終的に介在物を $50\mu\text{m}$ 以下に制御できた。さらに、鉄の結晶粒が大きいと加工後に変形が大きくなるので、小さく抑えないといけない。鑄造した鉄の塊を温めながらだんだん薄くしてコイルを作るが（熱間圧延：ホットコイル）、このプロセスにおける温度制御が結晶粒に影響を与える。この問題も鉄鋼メーカーと共同で対処することによって解決した。鉄鋼メーカーとのやり取りの間には東洋鋼鋳がまとめ役として入り問題解決に当たっていた。東洋鋼鋳はラミネート技術をライセンスし、ラミネート鋼板を供給してもらおうという約束を鉄鋼メーカーにして、鉄鋼メーカーがタルク缶の開発に協力するよう動機付けた。鉄鋼メーカーに約束をするには実用化の目処があって 開発のシナリオとして考えていたからこそ可能な話だった。全国的にある生産施設に東洋鋼鋳だけで材料を供給することは難しい。だから、東洋鋼鋳でまかない切れない残りの部分を鉄鋼メーカーにお願いするということだった。技術はラミネート鋼板のコストの問題や生産にトラブルがあった場合のリスクを考慮して、1社ではなく、2社（新日鉄と日本鋼管）にライセンスした。

こうした開発で今津氏はプロジェクトリーダーとして他社の人（たとえば、新日本製鉄、日本鋼管、帝人）をあまり外部企業の人と意識せずに、ひとつのものを作り上げるための環境作りに一所懸命努力した。また、プロジェクトリーダーとして言いたいことをはっきり言い、技術的なことについてありとあらゆることに口を出し、細かいことにまで気を配ったという。その中で、首尾一貫していたところは、真実かどうかということをごまかさないことだった。本質は単純なものだが、企業の複雑さがそれを邪魔する。そして、外部からの圧力などを排除することに努力した。つまり、開発を進めるときにプロジェクト以外の人は口を出さなという方針を上層部の同意の下で明確にしておくようにした。以上のようにタルク缶開発の成功は外部企業との緊密な関係と開発のマネジメントがうまく合わさって実現したと言える。

VI. タルク缶の課題

タルク缶の成果を説明するところで言及したように、タルク缶は多くのメリットをもたらす製品である。しかし、タルク缶にも克服しなければいけない課題が残っている。ここでは、大きく3つに分けて説明しよう。

タルク缶は陽圧缶と陰圧缶の両方に利用できる性質だけでなく、耐食性、重量やコストなどで優れた性質を持っている。しかし、この性質にもかかわらず、3ピース缶や2ピースのD1缶を完全に大体できない弱点がある。タルク缶の弱点とは印刷の問題である。加工フィルムが伸びたところは白度が薄くなって黒っぽくなる現象がおきるために、その上に印刷をしても色

調がよくない問題がある。そこで、白いインキを掛けて色調を上げるような努力もしているが、3ピース缶のような紙印刷並みの綺麗な色調やメタル感触を鮮明に出すのには劣ってしまう。日本の市場では缶の見栄えを大事にするので、あえて3ピース缶やDI缶を使う製品がありタルクは完全には代替できていない。印刷の問題がボトルネックになっている。

次に、金属缶の中でタルクのシェアが伸びない課題がある。なぜなら、アルミのDI缶が圧倒的な地位を構築しているので、タルクは苦戦している。特に、ビールはスチールを使わない昔からの伝統がある。昔スチール缶にビールを詰めていた時代があるが、鉄が溶出すると変色し、鉄のにおいがする問題のためにビールではスチール缶を使わないという神話ができてしまったのである。実際、東洋製罐の輸出向けビール缶にはスチール缶があったが、日本では今述べた鉄の溶出問題などないにもかかわらず、ビール業界では受け入れてくれない。こうした理由でスチールのタルク缶はアルミのDI缶のシェアを奪い取ることがなかなか難しい。さらに、東洋製罐は1970年に開発した3ピース缶のトーヨーシーム缶のお陰で高い利益を得ていたために、アルミ缶市場にあまり目を向けなかった経緯があり、PETボトルで業界1位、スチール缶（接着缶・DI缶・タルク缶を含む）でも1位だが、アルミ缶は2位である。だからこそ、ビール市場においてタルク缶のシェアを伸ばしたがる。こうした現状を打破するためにはスチールのタルク缶では競争できないと思い、東洋製罐はアルミのタルク缶を2001年から実用化している。スチールタルク缶とアルミタルク缶は製缶プロセスが基本的に同じだが、金属に有機皮膜をラミネートする方法が若干異なる。アルミタルク缶はスチールに比べて、樹脂の接着性が落ちるために、フィルムではなく樹脂の原料を押し出し機で熔融させてダイレクトに金属表面にコーティングさせる新しい方法を利用している。アルミタルク缶を利用する製品をブランド名で言うとキリンの「極生」と「黒生」がそれであるが、アルミタルク缶の普及はまだ進行中で今後の結果が注目される。

最後の課題はタルク缶そのものではなく、タルク缶を製缶システムと関係がある。空缶を出荷して得る利益以外にも、環境負荷が少なくコスト面でも優れたタルク缶の製缶システムや関連技術を供与して得る利益もありうる。特に、製缶システムの場合は東洋製罐と直接競争しない海外の製缶メーカーに売ったら利益になると考えられる。ラミネート技術はすでに供与しているところがいくつかあり、製缶技術も数件検討段階にはある。しかし、製缶システムは国内外を問わず、コストの面でなかなか折り合いがつかない状態である。タルク缶だけでなく、関連技術や製缶システムを用いた収益拡大がタルク缶に残された課題の1つと言えるであろう。

参考文献

- ・ 今津勝宏(1999) 平成11年度第46回大河内記念賞レポート「高品質・低コスト・低環境負荷金属缶製造技術の開発と実用化」pp. 1-10
- ・ 黒田均(2002) 容器用鋼板の機能と製缶, 材料と環境, Vol. 51 No. 7
- ・ 佐藤一弘(2002) 低環境負荷金属缶の開発, 防錆管理, No. 4

- ・ 毎田知正(2000) 環境保全性に優れるTULC(Toyo Ultimate Can)用ラミネート材の開発
材料と環境 Vol. 49 No. 11
- ・ 松林宏(2002) ラミネート材を使用した金属容器, 材料と環境, Vol. 51 No. 7
- ・ 会社年鑑上場会社版上巻(日本経済新聞社刊)
- ・ 日本マーケットシェア事典(矢野経済研究所出版本部刊)
- ・ 東洋製罐グループ総合研究所概要資料
- ・ 東洋製罐広報資料
- ・ 東洋製罐発行タルク缶概要資料
- ・ ホームページ

【<http://www.toyo-seikan.co.jp/>】

【<http://www.upunet.ne.jp/toyoseikan/history1.html>】