

技術展望

容器用鋼板の技術展望

Technical Outlook for Steel Sheet for Containers

太田 明 宏*
Akihiro OTA

抄 録

国内飲料缶及び海外食缶市場の動向と日本製鉄(株)の技術的な対応方針について述べた。

Abstract

I describe the current market status of domestic beverage and overseas food cans, and the technical policy of Nippon Steel Corporation.

1. はじめに (国内外の市場概況)

食品の長期保存・携行を目的として19世紀に誕生した缶詰は、各国の食文化に応じ様々に発展してきた。世界的に見れば、依然として魚肉、野菜、スープなどの食缶が日常の食材として消費されており、缶用素材であるブリキ製品は、全世界で年間約1600万トン程度が生産・消費されている。世界人口の増加に伴い、今後も年率+2%程度の成長が見込まれているが、2010年頃から始まった中国を中心とした設備増強により、今では世界のブリキ生産能力は2700万トンを超えると言われている。実際には、食缶へ使用できる高品位なブリキはその一部であり、且つ、これまで高品位ブリキを製造してきた先進国において老朽設備の統廃合が進んでいるが、慢性的な能力過剰の構造が課題となっている。

我が国においては、戦前は主要な輸出品目として魚肉缶などが盛んに生産されていたが、高度成長期以降、新鮮な食材が好まれる国民性もあり、コーヒーや清涼飲料、アルコール飲料など、嗜好性の強い飲料用途を中心とする我が国固有の缶市場が形成された。日本製鉄(株)においても、国内飲料缶市場をメインターゲットとして、製缶メーカーと一体となった多くの研究開発が行われてきた。極めて厳格な品質が求められる国内飲料缶市場において研鑽された結果、日本製鉄の容器用鋼板の開発・製造実力は世界トップレベルであることは疑いのない事実であるものの、他素材との競争激化やスチールが得意としてきた缶コーヒー市場の縮小により、2000年代まで100万トンを超えていた国

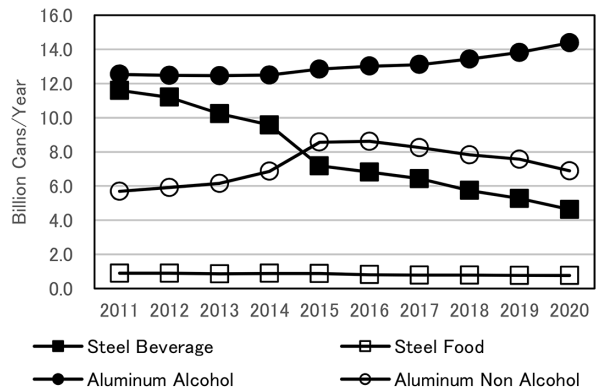


図1 国内製缶数量
Domestic can production

内ブリキ需要は、足元では60万トン程度にまで縮小している。図1に、国内製缶数量の推移を示す。

しかし、世界の食品・飲料缶市場自体は拡大を続けており、フードロス対策や、低CO₂排出素材として、新たな社会的役割も期待される中、先人達による蓄積を活かしつつ、我々が進むべき方向性について、過去の経緯も振り返りながら技術的視点から考察してみた。

2. 国内飲料容器市場

2.1 現状と課題

2.1.1 アルコール系飲料

1960年代にアルミニウムDI缶(以下、アルミDI缶)が米国で開発されると、それまでスチールの独占状態であった飲料缶市場へ急速に普及した。Draw & Ironing法による

* 薄板事業部 プリキ・電磁鋼板営業部 プリキ技術室長 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071

極薄缶胴と Score 加工による Easy Open End という飲料容器として極めて合理的な形状を持つ金属缶の出現が、その後の飲料缶の標準となった。1970 年代に大和製罐(株)が世界で最初のスチール DI 缶の開発・商品化に成功し、特に欧州ではスチール DI 缶が主流となった時期もあったが、現在では我が国を含め世界で製造されている DI 缶の大半はアルミニウム化されている。特にビールなどの低アルコール系飲料では、ガラス瓶や PET ボトルを含めた容器全体でみても、アルミ DI 缶が圧倒的なシェアを占めている。

コロナ禍の外出抑制でコーヒー、清涼飲料を中心とした自動販売機市場が大苦戦する中、国内飲料缶市場自体は、ビール系飲料や RTD (Ready To Drink) と呼ばれる耐ハイなどの低アルコール飲料が、巣籠り・家飲み特需の影響もあり、堅調な需要を維持している。スチール DI 缶と比較して、アルミ DI 缶はフレーバー性などで有利と言われることもあるが、機能面での決定的な優劣はないと考えられる。コストは時々の市況にも左右されるが、LME (ロンドン金属取引所) で価格の動向が把握しやすい点や調達性が、アルミニウムにとって有利であるとの説や、一部の学校や地域の子供会などが、アルミニウム缶の有価回収により収入を得ていたことが、スチール化の制約となった事象も過去には見られた。結果として、低アルコール飲料容器市場はアルミ DI 缶の牙城となり、過去には、スチール DI 缶とアルミ DI 缶の兼用製造ラインも多く存在したが、近年ではアルミ DI 缶のフル生産が続き、スチール DI 缶が入り込む隙がない状態が続いている。

2.1.2 清涼飲料

清涼飲料容器として、かつては、スチールまたはアルミ DI 缶が多く使用されていたが、1990 年代後半、それまでプラスチックごみ抑制を目的に自主規制されてきた小型 PET ボトルが解禁され、携行性などの商品特性のみではなく、設備投資が比較的小さいことや高度な製造ノウハウを必要としないことなど製造側の理由もあり、清涼飲料容器市場において瞬く間に圧倒的なシェアを獲得するに至った。PET ボトルに対抗するため、スチール缶を含め、リシール性を付与したボトル缶が開発・製品化されたが、PET ボトルの勢いは衰えることなく、炭酸飲料やコーヒーなど、金属缶が得意とする分野にまで拡大を続けている。しかし、近年では、当初懸念されていた通り、プラスチックごみが、国内のみではなく国際的な社会問題となっており、大手量販チェーンが自社ブランド製品を PET ボトルからボトル缶へ切替えるなど、新たな動きも出始めている。

2.1.3 コーヒー系飲料

2015 年以降、スチール缶最後の牙城であった缶コーヒー分野へ、アルミ DI 缶更には PET ボトルの拡大が始まった。従来、打検(缶底へ当てたパルス波の反響音で内圧変化を

検出し、内容物の腐敗を検査する方法)が可能なのは、缶内が陰圧に保たれ、平坦な缶底を持つスチール缶のみであり、腐食し易いミルクを含有したコーヒーの他素材化は難しいと考えられてきたが、飲料業界の品質保証に対する考え方の変化により、参入障壁が取り除かれることとなった。結果として、アルコール系飲料や清涼飲料同様、スチール缶のシェアが奪われることになり、更には、コーヒーチェーン店やコンビニエンスストアのコーヒーの登場など消費構造の変化により、缶入コーヒー市場自体が縮小しつつある。

国内飲料容器市場では、内容物による素材(スチール、アルミニウム、PET)の棲み分け構造が、技術・経済的要因だけではなく、社会的要因によって崩壊し、他素材との激しい競争を続けてきた。残念ながら、これまでスチール缶にとって不利な状況が続いているが、CO₂削減・プラスチックごみ削減、更には食の安全確保といったこれまでは異なる社会的要因により、新たな素材間競争が始まっており、スチール缶としての強みを生かした市場・技術戦略が求められている。

2.2 国内飲料缶用鋼板の技術展望

国内飲料缶については、リシール性や意匠性を付与した高機能分野と、DI 缶のように容器としての機能に特化した汎用分野があると考えられる。高機能分野として、エキスパンド加工を施し、加工硬化による剛性と意匠性を両立した異形缶や、リシール性を付与したボトル缶がある。

異形缶については、缶胴の強度が高く、エンボスなどの加工を施すことができるスチール固有の特性を活かせる分野であり、これまでも、飲料メーカーのブランドイメージ普及のために活用されてきた。ボトル缶については、以前はスチール製も複数上市されていたが、現在では大和製罐の広口リシール缶以外、目立った存在がない。広口リシール缶については、一般的な 3 ピース飲料缶の充填ラインが活用できるという、スチールでしか成し得ない特徴があり、激しい競争の中でも一定の市場を維持している。胴材用素材としては、溶接性とフィルム密着性に優れたキャンウェル(Niめっき鋼板)が採用されており、優れた素材特性と製缶技術の融合により誕生した商品と言える。ボトル型飲料容器は PET の牙城であるが、スチールでしか成し得ないパフォーマンスを備えた高機能な缶を製缶メーカーと一体となって今後も開発していく必要がある。

汎用分野では、原料市況変動に左右されない一貫缶コスト削減を、2 ピース缶、3 ピース缶ともに追求していく。薄手化・軽量化が主要な施策となるが、理論的な缶強度当たり単価は、スチールが他素材に比較して最も高く、缶加工技術とそれに応じた素材開発を製缶メーカーと一体となって開発していきたい。また、生産性を落とさず、薄手材を製造する鋼板製造プロセスの開発も推進する必要がある。

3. 海外食缶市場

3.1 現状と課題

最近では、国内においても鯖缶やトマト缶などが保存食としてではなく、一般的な食材として認知されるようになってきた。海外の多くの国においては、従来から、缶詰が日常的な食材として使用されており、各国固有の食文化に根差した缶詰用に多くのブリキ製品が消費されている。耐内容物性や、缶強度などの理由から、スチールが今でも主要な素材として使用されており、蓋の一種である EOE (Easy Open End) についても、日本では開缶の容易なアルミニウム製が多く採用されているが、海外においては、異種金属間の腐食電流を懸念し、スチール缶胴にはスチール蓋を使用するのが一般的である。他素材との競争においては、スチールが優位な海外食缶市場であるが、大衆的な日用品として消費される食缶は、コストが強く意識され、機能性や意匠性・美麗性に追加コストが認められる余地は多くない。日本製鉄は、缶コストに直接的な影響を及ぼす薄手化により、新興ミルとの差別化を実施してきた。特にフランジ割れが問題となりやすい 3 ピース缶胴材や、リベット加工が必要な EOE において、明細別に機械特性を細かくチューニングし、強度-延性バランスを改善した高伸び DR (2 回圧延材) 材を海外食缶市場へ投入してきた。DR 材の採用率は、過去 10 年で飛躍的に上昇している。

2010 年代初頭に欧州ミル及び製缶メーカーが共同で、0.10mm の鋼板を使用した 3 ピース缶を開発し、盛んにプロモーションを行っていたが、量産化の話は聞こえてきていない。現在、日本製鉄を含め世界で量産されている最も薄い容器用鋼板は、0.13mm 程度であり、これ以上の薄手化は、フランジ成型性、蓋巻締り性など乗り越えなければならないハードルがある。

世界中から材料を調達する海外缶メーカーにとって、調達性は重要な因子であり、一社購買化を嫌うため、特殊素材の採用は敬遠される傾向がある。更には、国内飲料缶用主力品種であるキャンウエル (Ni めっき) やキャンライト (Fe-Ni-Sn 合金めっき) のような商品は、高度な製缶技術を擁した製缶メーカーでしかそのメリットが享受できないため、これらの高機能ブリキ系鋼板を海外缶メーカーが本格的に採用した例はほとんどない。製缶メーカーにおける生産性や歩留、すなわち形状や材質・めっき特性、外観品位の安定性が重視される市場であり、高付加価値化の難しい市場であったが、近年では、新たな社会的要求として、国内同様、低 CO₂ 排出性や食品安全性が求められつつある。国内市場で培ってきた技術を武器に、世界的・普遍的な新たな要求に対し、日本製鉄としての答えを提案していく必要がある。

3.2 海外食缶用鋼板の技術展望

3.2.1 フィルムラミネート化

国内飲料缶の世界では、1980 年代頃からラミネート化の検討が始まり、東洋製罐(株)はストレッチドロー成型法による 2 ピース缶を、大和製罐はグラビア印刷フィルムをラミネートした 3 ピース缶を、1990 年代前半にそれぞれ商品化した。現在では、国内スチール飲料缶の大半は、2 ピース、3 ピース問わずラミネート化されており、我が国飲料缶市場の特異な事象となっている。ラミネート化の検討を開始したきっかけは、塗装代替による生産性向上、樹脂フィルムのフレーバー性など高機能化であったが、急速に普及した背景には、環境性や食品衛生性という新たな社会的要求に応えた結果とも言える。特に、1990 年代後半から欧米を中心に内分泌攪乱物質 (所謂環境ホルモン) の問題が指摘され始め、1998 年に環境庁が“内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質”をリスト化し、カップ麺用のポリスチレン製容器などとともに、飲料缶内面塗装にも懸念の目が向けられ始めた。内面塗料 (エポキシ樹脂) の主原料として使用されている BPA (ビスフェノール A) に環境ホルモン作用があるとされ、その低減化に取り組みつつ、フィルムラミネート缶化を推進してきた。

海外市場においても、ほぼ同時期に欧州の主要ブリキミルがラミネート鋼板の開発を開始し、上述の通り、1990 年代に内分泌攪乱物質が注目を集め始めた頃から、食缶への適用が一部で始まった。2010 年代には欧米で相次いで食品容器への BPA 使用に対する具体的な法規制が始まり、日本製鉄を始めとしたラミネート鋼板の食缶への適用が主に北米市場で加速した。一方で、BPA を使用しない塗料の開発も進んでおり、単に BPA フリーだけがラミネート化の切り札とはならない。BPA フリー塗料の一部では、耐内容物性、塗料コストアップなどの課題が未だに残っており、特に、塗装設備の老朽化や能力課題を抱えていた缶メーカーでは、ラミネート鋼板を選択するケースが増えている。BPA に限らず、化学物質の溶出に対しては、今後も新たな規制が加えられる可能性があり、高分子樹脂フィルムを使用したラミネート鋼板に対する需要は、長期的にも継続すると考えられる。

食缶用鋼板のラミネート化は、サプライチェーンにおける一つの構造変化を伴っている。海外食缶メーカーは、自社のフィルムラミネートラインを所有しておらず、これまで缶メーカーが担ってきた鋼板表面への樹脂コーティングが鋼板メーカーに委ねられることを意味している。日本製鉄を含めた食缶用ラミネート鋼板メーカーは、欧米の大手塗料メーカーとも競合する構図となり、食品容器用フィルムの開発能力や食品安全性評価能力も要求されることになった。

3.2.2 クロメートフリー化

ブリキ系以外の鋼板では、早くから6価クロムフリー化に向けた取り組みが進められていた。ブリキ系鋼板においても、6価クロム(重クロム酸や無水クロム酸)を用いた化成処理が世界的に適用されてきたが、製品のクロメート皮膜には6価クロムは残存しておらず、その必要性が乏しかった。日本製鉄では、りん酸処理を施したブリキ製品も限られた用途向けに製造はしているが、これもクロメートフリー自体が目的ではなかった。一方で、欧州に於いてはREACH規制によりブリキ製造プロセスでの6価クロムの使用が禁止されることが決定し(2024年4月施行予定)、日本製鉄は厳格な環境規制と需要家からの供給要請に応えるため、クロメートフリーブリキ“EZP®”を開発・実用化した。製造プロセスでは、現行のクロメート処理の代わりにジルコニウム処理を用い、従来ブリキのクロメート皮膜と同等の性能を有する酸化ジルコニウム皮膜を形成している。商品化に当たっては、食品容器用素材としてFDAなどから“食品接触物質”としての正式認可を取得、MERCOSUR(南米共同市場)でも承認手続きを進めている。

食品容器として使用されるブリキの鋼中成分や、めっき層中の不純物成分は、規格などにより規定されてきた。また、めっきに使用できる金属や、食品接触物質の缶内への溶出についても、各国の法律などで規制されている。食品安全性に対する関心は世界的に高まっており、新たな表面処理やコーティングを開発する際には、より丁寧で慎重な対応が求められるようになっている。

4. 循環型社会へ向けての取り組み

製品の環境負荷が、品質・コスト・調達性などと並び、競争力の指標の一つとして見なされ始めている。食品容器は誰もが毎日一度は手にし、使用後は廃棄する身近な存在であり、廃棄された容器がどれくらいの割合で資源として活用されるのか消費者に訴求するため、各素材がリサイクル率の向上に取り組んでいる。しかし、素材によりリサイ

クル率の定義や意味合いが異なるため、消費者が正しく理解できる仕組みを構築する必要がある。日本製鉄が販売するブリキ系製品は、国際規格ISO 14025に準拠した一般社団法人サステナブル経営推進機構(SuMPO)による“エコリーフ”環境ラベルの認証を取得した。エコリーフはLCA手法を用いて、資源採取、製造から、廃棄・リサイクルまでの製品のライフサイクル全体を考えた環境情報を定量的に開示するEPD(Environmental Product Declaration)認証制度の一つであり、缶メーカーや食品メーカーは、使用する製品の環境負荷を客観的に評価することができる。これは、2018年の国際規格化(ISO規格化)により、スチール素材(鉄鋼製品)のライフサイクルのうち、“作る”段階、及び“使い終わった後のリサイクル”段階のCO₂排出削減量などの環境負荷低減の値を定量的に示せるようになったため、素材として、使い終わった後のリサイクル効果を含めて環境への貢献度を算出できる規格は他素材にはない。

スチール缶は磁気選別が容易で、長年に渡り、ほぼ全量がスクラップとして回収・再利用されてきた。再生時にも、酸化精錬を行うことにより、ほとんどの不純物を除去することができるため、何度でも何にでもリサイクルでき、クローズドループを形成している。スチール缶リサイクル協会によれば、2020年度のスチール缶リサイクル率は94.0%で、高いレベルで安定して推移している。逆に言えば、リサイクルに関して改善の余地は少ないとも言える。環境負荷低減施策のもう一つの柱として、軽量化(リデュース)に取り組んでいる。従来は素材～製缶一貫コスト削減が主な目的であったが、今後は、環境負荷低減を指標に取り組んでいく必要がある。国内スチール缶のリデュース率は、日本製缶協会がスチール缶軽量化推進委員会を立ち上げて取り組んでおり、直近でもアルミニウム缶に比較して高い値を記録している。即ち、スチール缶には軽量化の余地がまだ残されていることを意味しており、新たな社会のニーズに応えるためにも、今後も重点的に取り組んでいく。



太田明宏 Akihiro OTA
薄板事業部 ブリキ・電磁鋼板営業部
ブリキ技術室長
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071