

# 飲料缶の物語

前編

— A Story of Can —



1月号と6月号の2号に分けて『飲料缶の物語』と題する記事を私たち学生編集委員が取材した様子を通してお届けいたします。普段あちこちに転がっている缶ですが、その中には面白い技術がたくさんあります。そんな缶にまつわる技術の話を、製缶会社、飲料会社、リサイクル会社に取材に伺って聞いてみました。今回は2回のうちの前編で、飲料缶の製缶技術、検査技術を中心に据えて進めていきます。

## はじめに

皆さんは缶と聞いて何を思い浮かべますか。缶詰、ジュース、ビール……いやいや、缶といえばおでん缶だよ、なんていうマニアな方もおられるかもしれません。缶は基本的には容器として使います。つまり、中に入れるものがあるってそのもの。中に入れるものによって形状、材質などは変わっていきます。そのため一つ一つ種類を追いかけると、それこそ数限りなく存在します。これらを全て紹介するにはさすがに紙面が足りないのです。ここでは最も身近だと思われる飲料缶に話を絞って、缶にまつわる技術の話を進めます。

前編では、飲料缶の種類やその製造工程についてを東洋製罐株式会社、サントリー株式会社に取材に伺った様子を通して紹介します。

## いろいろな種類の話

一口に飲料缶といっても様々な種類があります。ここでは、その種類について紹介します(図1参照)。

まずは、形状の違いで大きく2つに分類できます。缶をひっくり返して底を見ると、ドーム状に丸く凹んでいる缶とフラットな缶があることに気づきます。凹んだ缶を陽圧缶(内圧缶)、フラットな缶を陰圧缶(バキューム缶)といいます。

### ●陰圧缶●

陰圧缶は、缶に内圧がかからない飲料に使われます。具体的にはコーヒーや果汁飲料、お茶などが挙げられま

す。炭酸飲料やビールなどには使われません。缶内圧が外気圧より小さいので、陰圧缶と呼ばれるのです。特徴としては、缶底が平らなため、打検(缶の密封性を確認する品質保証の検査方法)による検査が可能で、高い品質保証が得られます。さらに缶内の残存酸素量が少なく、内容物が酸化により品質低下しにくいという特徴もあります。

### ●陽圧缶●

陽圧缶は、缶に内圧がかかる飲料に使われます。内圧に

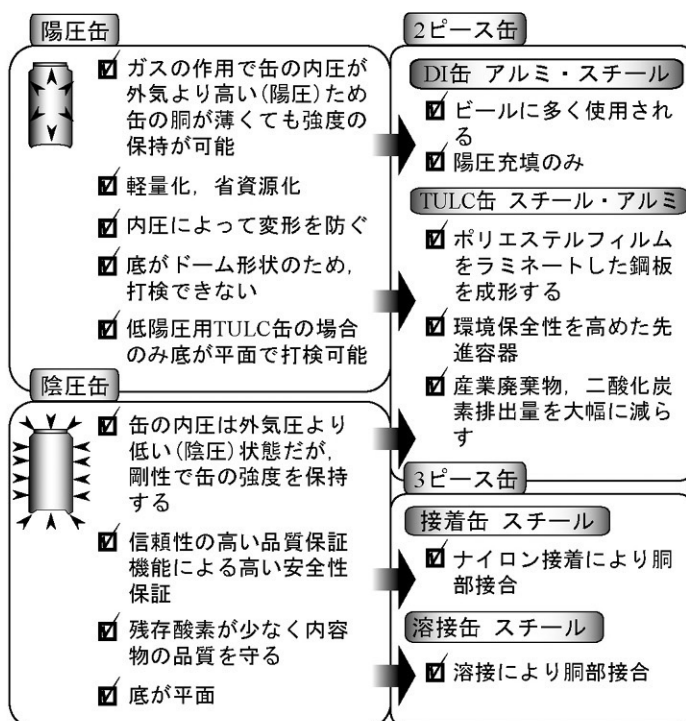


図1: 飲料缶の種類

耐えるために缶底がドーム状に丸く凹んでいるのです。具体的にはコーラなどの炭酸飲料、ビール、窒素ガスを一緒に封入したお茶やスポーツドリンクなどに使われます。

陽圧缶は缶底が丸く凹んでいるので、通常では打検による検査を行えませんが、東洋製罐で開発された低陽圧用タルク (TULC) 缶では、缶底が平らなために打検による検査が可能になるそうです。

このことから、プルタブを開けたときのプシュッという音には、2種類あることが分かります。陰圧缶だと空気が缶内に流入する音で、陽圧缶の場合はガスが外部へ流出する音になるのです。

また缶は構成する部材の数の違いによっても分けられます。それが2ピース缶と3ピース缶です(図2参照)。2ピース缶は名前のとおり、胴・蓋という2つの要素から構成され、3ピース缶は胴・蓋・底という3つの要素から構成されます。ともに今でも使われていますが、歴史としては3ピース缶のほうが古く、2ピース缶のほうが新しい技術です。

### ● 2 ピース缶 ●

2ピース缶は胴と蓋の2つの要素から構成されており、製造過程の違いによってさらに3種類に分類されます。しごき成形によって製造される缶をDI (Draw and Ironing) 缶、ストレッチアイアニング成形によって製造される缶をTULC缶、絞り成形によって製造される缶をDR (Draw and Redraw) 缶といいます。缶によって中身も多種多様で、DI缶とTULC缶は主に飲料缶に用いられ、DR缶は魚や肉と



図2：(左)2ピース缶、(右)3ピース缶  
(東洋製罐㈱より)

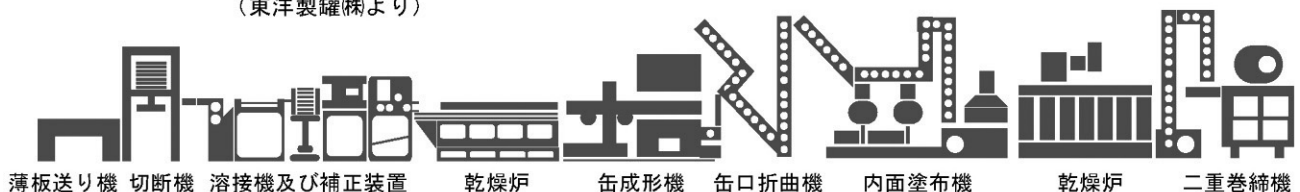


図3：溶接缶の製造ライン (東洋製罐㈱より)

いった食料品に用いられます。

### ● 3 ピース缶 ●

胴部の接合方法の違いによってさらに2種類に分類されます。ナイロン接着により胴部接合するものを接着缶、溶接により胴部接合するものを溶接缶といいます。主に陰圧缶に使用されています。2ピース缶に比べ一般的に印刷が高品位にできるという特長があります。

### 製造工程の話

今回の取材では溶接缶(3ピース缶)とTULC缶(2ピース缶)の製造ラインを見学させていただきました。溶接缶の製造ラインにはあまり背の高くない加工機が一直線に並び、たくさんの人が加工機の側に立ち作業をしています。また、鋼板を運んだりする作業車も走っており、指差し確認を行ってから通路を横切る場面も多々ありました。それに対しTULC缶の製造ラインでは整然と並んだ巨大な加工機が、荒々しい音を立てて稼動しています。作業者の姿はほとんど見られず、各工程の間には成形されていく途中の缶が並んでいます。両者の製造工程がかなり対照的な様子だったことが印象的です。

### ● 溶接缶の製造工程 ●

まずは溶接缶の製造工程です。図3をご覧ください。溶接缶の材料はブリキなどで、シート状の形で業者から納入されます。最初の工程では、ブリキ板の外面に印刷を施し塗装します。次に、スリッター工程で板状にしたブリキを1缶分の大きさにせん断します。この1缶分の大きさにせん断された板をボディブランクといいます。1枚1枚の状態を手にとって見せてもらいましたが、さすがに印刷のずれが全くありません。

続いて、ボディブランクを円筒状に成形し、溶接します。溶接工程では板の接合部分に電流を流し、抵抗熱で溶着させています。

溶接工程が終わってからネック成形を行います。ネック成形は缶胴の先端部分を絞り込む加工です。この加工のおかげで蓋の大きさを小さくすることができ、コストダウンにつながります。こういったコストに対する意識の高さはあちこちで聞くことができました。その後、缶胴に蓋を巻

き締るためにフランジ成形を行います。

最後に、シーマー（二重巻き締め）によって缶底を缶胴に巻き締めます。巻き締めの様子を図4に示します。まず、缶胴に缶底を押し付けてホールドします。この状態で缶を回しながら、第一巻き締めロールで缶胴と缶底を抱き合わせて巻き込みます。次に、第二巻き締めロールで圧着します。

当日、シーマーは稼動していなかったのですが、形状の違いはさっぱり分かりませんでした。本当にチョットした違いのようです。そういった意味では、少しずつ少しずつ巻き締めの加工を行う感じなのですが、時間としては一瞬だそうです。

缶に内容物を充填した後に、缶胴に蓋を取り付ける際にも、同様の加工が行われます。ここで、缶底や缶蓋などの缶胴と接する部分には、缶の密閉性を高めるために水性の密閉材料であるシーリングコンパウンドを塗布しています。また、巻き締め加工の際には大きな荷重がかかるため、製缶技術には、このような加工に耐え得る強度を得るため様々な技術が用いられています。ネック成形もその技術の一つです。「ネック部分を絞っている角度はNASAのスペースシャトルの強度計算方法を応用して設計している」（サントリー）そうです。かっこいいです。これで3ピース缶の製缶プロセスは完了します。

### ● TULC 缶の製造工程 ●

TULC 缶の製造工程について述べていく前に、まずは特徴をみてみます。TULC 缶は、私たちが取材させていただいた東洋製罐株式会社で編み出された技術です。その特徴としては、製造工程において、二酸化炭素の排出量が非常に少ない、水を一切使わない、産業廃棄物の量が少ないといったことが挙げられます。

TULC 缶の製造ラインを図5に示します。製缶材料はコイル状で納入されます。直径が我々の肩ほどであるコイルが整然と並べられていました。TULC 缶の材料はポリエステルラミネート鋼板といい、TFS（ティン・フリー・スチール）にポリエステルフィルムを熱圧着した鋼板です。微細な介在物を（缶胴とフィルムの間）巻き込んだだけでも製品の致命的欠陥となるため、TULCの素材はクリーンルームで細心の注意を払いながらラミネートしています。

次に、アンコイラ（巻きほどき）によってコイル状の材料を延ばし送り出します。送り出された材料はカッププレス（打抜き）工程で、胴と底が一体となったカップ状に成形されます。打ち抜かれたカップはリドロプレス（再絞り&ボトム成形）工程で絞り込み、底の部分の形を成形します。このTULCの成形技術を、ストレッチアイアニング法といいます（図6参照）。この成形機は、とてもあの小さな缶を加工するためのものとは思えないほど巨大で、規則正しくパッカパッカと音を発しながら絞り込みをしていました。この方法はシャープな曲率半径をもつダイを利用し、ブランクホルダーで缶材上部を押さえ、逆張力（バックテンション）をかけながら『引張り折り曲げアイアニング加工』することにより薄肉化する絞り成形法です。この工程はTULC製造工程の大きな特徴となっており、「潤滑性の高いラミネート鋼板を使用することによって、クーラントを使わない、環境にやさしい製缶が実現できるのです」（東洋製罐）と力強く話してくれました。従来のDI缶では、図7にあるようなアイアニング成形と呼ばれる、狭いパンチとダイの隙間に缶材を押し込むことにより、しごき加工を行って薄肉化をします。この方法ではしごきの際、クーラントを噴射しながら加工するため、成形後に洗浄が必要で環境への負荷が大きくなってしまいます。

ここまでの各工程における成形品は穏やかにラインが

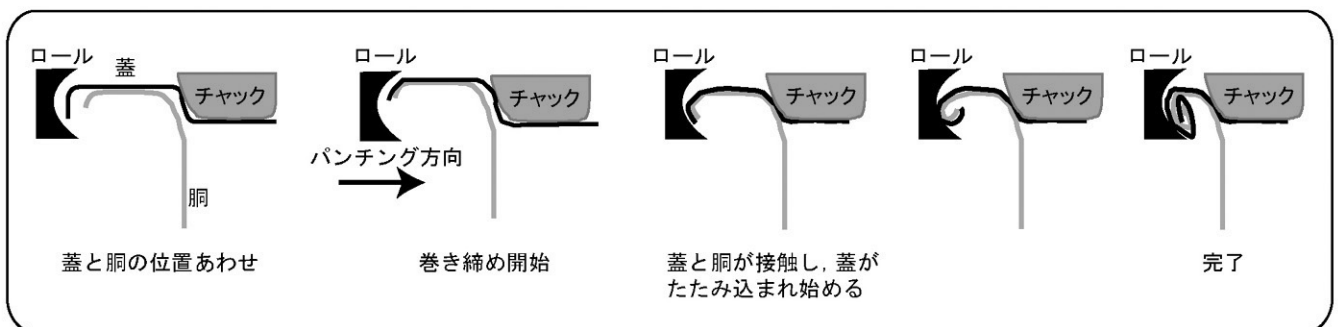


図4：巻き締め工程

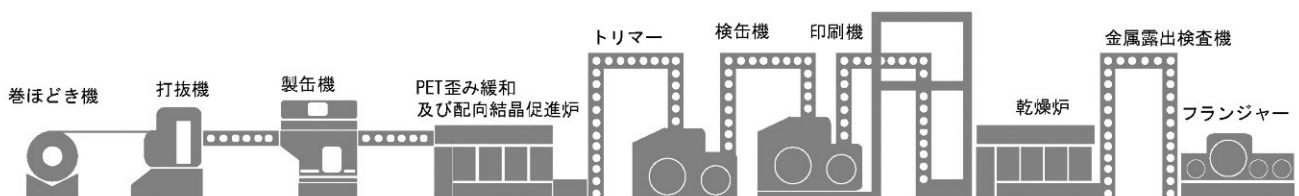


図5：TULCの製造ライン（東洋製罐株より）

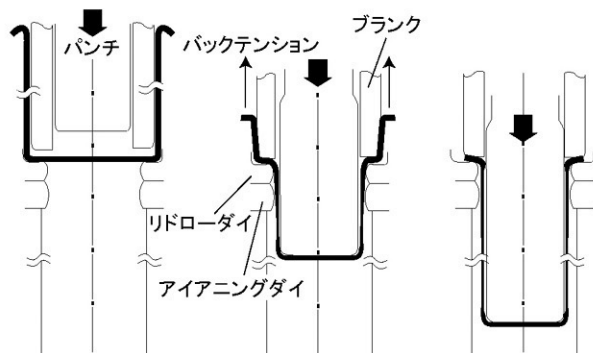


図6：ストレッチアイアニング成形

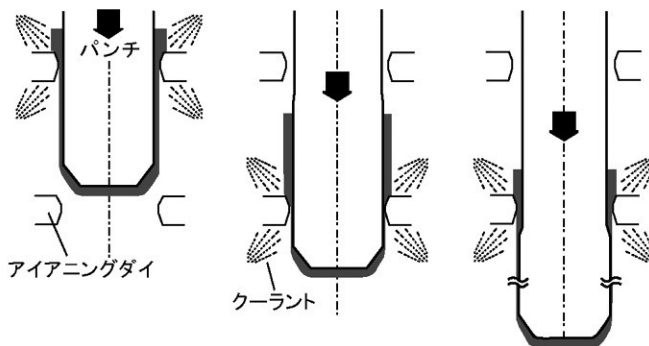


図7：アイアニング成形

進んでいたのですが、この先の工程は印刷が終わるまで一気に流れの速度が上がり、とても目で追えるようなものではありません。まずはトリミング工程で缶胴の高さを整える加工を行います。ここまでで、缶として約9割完成しています。続いて、プリンタ工程で缶外面に印刷を施します。印刷直後の缶表面はベタついていて、ペンキ塗り立てのようでした（もちろん印刷不良のものを触らせて頂きました）。最後に乾燥した缶にネック成形、フランジ成形を施し、TULC缶の製缶プロセスは完了します。

各工程を説明してもらいながら見させてもらったのですが、「品質を保つには」「精度を上げるには」といった言葉が話の端々にあったことが印象的です。「製品の品質に関わる機械のメンテナンスはもちろん毎日行っていますよ。装置自体の精度を維持するためのメンテナンスも1,3,6,12ヶ月毎に、それぞれ検査レベルを設定して行っていますね。ギヤの交換といった機械を分解するなどの大掛かり

なメンテナンスは6,12ヶ月毎の検査になります」  
「我々の会社というのは、お客様に注文を受けてからモノを製造する会社ですから、注文を受けてから製品を出すまでをどれだけ速やかに行うかは、とても大切なことなんです。製造のシステムもそこにかなり重点をおいて構築しています。TULC缶にいたっては13分といった短時間で製缶できますよ。製缶業というのは、そのような速さというものに対して、かなり早くから取り組んできた業種だと思います。我々は昔から、『安くて早くて良い物を』ということを常に念頭に設計を心がけています。製造過程のコストの削減に関しても、考えられる限りの改善策はしてきたつもりです」（ともに東洋製罐）と私たちに熱く話してくれました。「でもね、これでもまだまだコストを削れって上からは言われるんだよねえ」ちょっと声を下げて笑いながら話してくれたのが実は一番印象に残っています。ほんとに頑張ってるんだなあ。

## ダイヤカットのお話

缶にダイヤカットといわれる加工が施してあるものをご存知でしょうか。缶蓋を空けるとパリパリッとした音がして缶の表面に凸凹な形状が現れるものです。缶耐ハイなどで手に取った方も多いと思います。あのような加工はどうやって生まれたのでしょうか。

「もともとはTULCのような陰圧缶の強度を上げるために考えていたんです。それを陽圧缶に応用して、缶の強度というよりむしろ見せ方の面白さということでお得意さんには提案させていただきました。缶を空けると外気と同じ圧力になってしまうので加工したときの状態に戻るんです。その変化を楽しんでいただこう」とは東洋製罐技術者の言葉です。

この形状はPCCPシェル（疑似円筒凹多面体シェル）といって、折り線に沿って紙を折って丸めるだけで、縦横どの方向の力にも強い円筒構造ができあがる原理を利用しています。この形状によって缶のパネリング強度（缶の内側への凹みに耐える強度のこと）が上がるのです。それによって板厚を薄くできるのでコスト削減にもつな

がります。「でもね、最初はそのデザインを陰圧缶であるコーヒー缶に適用してみたんですよ。陰圧缶の場合には形状変化をしないんですけどね。これは結局受け入れてもらえず、今となっては陰圧缶のダイヤカット缶は市場には存在しないんです」



ダイヤカットをした缶（東洋製罐株式会社より）

先にも述べましたが、TULC 缶の製造工程では、3ピース缶の製造工程と比べると自動化が進んでおり、製造現場にほとんど人が見当たりません（印刷などの検査のために2人だけです）。このような製造現場の自動化による人員削減からもコスト削減の努力が見受けられ、Toyo Ultimate Can への強い意気込みが感じられます。

## 検査の話

缶の検査は製缶会社と飲料会社の両方でそれぞれ行われています。そこで、飲料会社であるサントリーと製缶会社である東洋製罐の両社から検査に関する話を伺いました。

検査にもいろいろと種類があり、エアテスター（缶の密性を検査）、カバーテスター（蓋にエア圧をかける）、打検器（缶を打って発生する音の周波数を測定することによって検査する）、内面検査機（主に画像処理技術を用いて缶内を検査する）、ライトテスター（缶のピンホールの有無を検査する）、X線検査機（缶の内部の液量などを検査する）など様々なものがあります。これらの検査機が、缶の種類によって若干異なりますが、各工程にあって毎分1500個製造される缶の一つ一つをチェックしていくのです。

工場内に入ってみると各工程の途中で検査機によってはじかれた缶が山積みになっています。写真を撮ろうとしたのですが、不良品の写真は取らせてもらえません（印刷

までしてある缶も多いので当然ですが）。残念です。加工に失敗したのを見るのは、個人的に結構面白いのです。

それにしても、缶は世界で最も生産量の多い製品といわれるだけあって、加工されていくスピードたるやすごいものです。この缶を一つ一つ検査機に通すとあって、工場内で歩きながら見ている何が行われているのかさっぱり分かりません。

なので、ラインが止まっているときに、内面検査機が缶を弾いていく様子をわざわざ見させてもらいました。内面検査機というのは、画像処理技術を用いて缶の凹みなどを検査する装置です。私たちが見せてもらった内面検査機は、缶が通っていく道の上に3台のカメラが設置されており、底部、胴部、頭頂部（ネックとフランジ）を撮影して、各部分を画像と照合することで不純物や凹みがある缶をエアで弾き飛ばすものです。

凹んだ缶を一つだけ通してもらい、装置が缶を弾く様子を観察させてもらいました。1回目……やはり速すぎて分かりません。気が付いたら弾かれています。目をこらして2回目……うすうすと通っていったような気が。

などというくらいに、よく観察させていただき、エアで弾く様子も鮮明に見ることができました。満足です（結局6回やってもらいました。担当者の方、ありがとうございます）。「製缶会社のほうでも何度も検査をされますよね。そして飲料会社に納入されてからもさらに検査するんですよ」（サントリー）本当にご苦労様です。

缶を購入する側のサントリーではその不良品のサン

## PETとの戦い

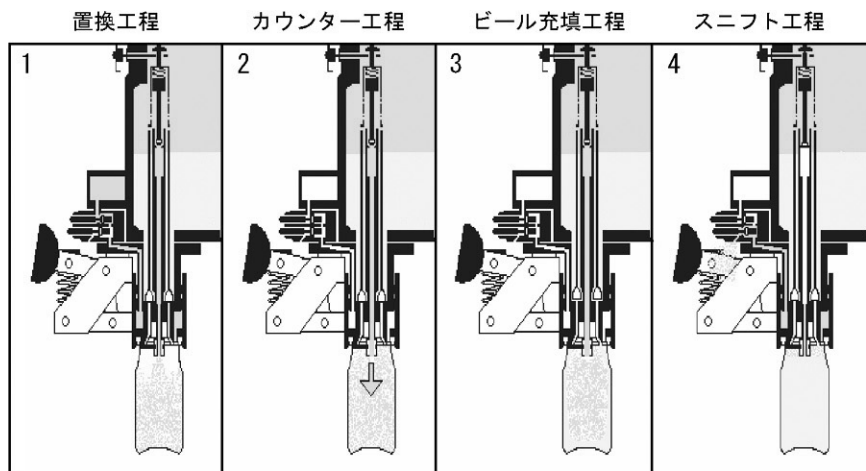
現在の飲料容器市場を見ると、飲料缶は小型PETボトルとの競合により出荷量が伸び悩んでいます。特に、清涼飲料向け容器における小型PETボトル化の勢いは目覚ましいものがあります。その小型PETボトルに対抗するために、アルミ缶ではリシール機能を付与したボトル缶をシェア奪回のために開発しました。しかし、現段階では小型PETボトルに奪われたシェアの奪回には至っていません。アルミ缶だけでなくスチール缶においても、ホット飲料の容器が小型PETボトル化しており、スチール缶の出荷量の減少が止まりません。

この辺の話を東洋製罐の方に尋ねてみました。「まず考えないといけないのが、なぜPETボトルが伸びたのかということです。それによって我々も対策を立てなければなりません。例えば、PETボトルの利点の一つとしてはリシール機能というものがあります。これは、缶の蓋が開けたり閉じたりできるというものです。これによって、飲み残しを気にせずに気軽に持ち運ぶことができます。これに対しては、我々もリシール機能のある缶を開発しました。しかし、これでもまだPETの勢いには勝っていません。PETとの差異をさらにアピールする

必要があります」そうゆっくりと話して続けてくれました。

「飲料缶の大きな特徴として、加飾が（PETボトルに比べて）非常に優れているといった、デザイン面で有利な点があります。PETボトルではラベルしか使えないんですが、飲料缶ではもっと精密な印刷ができます。そういう意味では、情報量などというもので対抗できると考えています。また、ぱっと手に取ってもらえる容器ということでは、缶の形状を変えるという方法もあります。今後はこの点をもっと推し進めていくつもりです」そして、さらに飲料缶のPETに対する優位な点を話してくれました。

「PETボトルは中身が見えるので良いという印象がありますよね。でもね、これには弱点もあるわけです。光や酸素を透過しやすい、ということです。このことは、内容物のバリアー、つまり密封性においては非常に良くない。現状では、飲料においては密封性を求めているものが少ないのでPETボトルの市場が大きくなっていますが、それぞれの特性を生かす市場というものも今後さらに考える必要がありますね」



1. フィリングバルブで缶をシールさせ中央のバルブから炭酸ガスを注入します。炭酸ガスの方が酸素に比べ比重が重いので、酸素が左右のバルブから押し出されて、缶の中は炭酸ガスだけの状態になります。
2. 炭酸ガスを一定量注入します。
3. 缶内の炭酸ガスを抜きながらビールを充填します。
4. 中央のバルブの長さにより、設定された規定量を充填してフィリングが終了します。

図8：ビールの充填（サントリー㈱より）



図9：充填装置（フィラー）

ルを取って製缶会社にフィードバックしていると語っていました。そこでは担当者の方が「不良品が出るのは0.05%～0.1%程度。それもほとんどが塵やほこりなどではじかれるもの。不良品のサンプル数が少ないので、あまりデータが集まらない」と誇らしげに語っていたのが印象的でした。

缶の検査システムをみるだけでもそれなりに面白いのですが、実は個人的にもうちょっと面白かったのがビールを缶に充填するところです。

ビールの場合、品質を向上させる上で欠かせないのは、いかに酸素に触れないようにするかということです。図8を参照ください。まずはフィリングバルブで缶をシールさせて、中央のバルブから炭酸ガスを注入します。炭酸ガスのほうが酸素よりも比重が重いので、酸素が左右のバルブから押し出されて、缶の中は炭酸ガスだけの状態になります。そして炭酸ガスを注入しながら左右のバルブからビールを充填します。そして、少し空寸法を残した状態で、パブルブレイカを用いて炭酸ガスを吹きかけて充填物の表面に形成される大きな気泡を開放しながら、更に蓋を締める際には炭酸ガスを横から吹き込みながら蓋を締めていきます。これでフィリングが完了です。図9はフィラー

と呼ばれるビールを充填する装置です。私たちが見せてもらったときは動いていなかったのですが、このように缶が装着された状態でビールが充填されていきます。この工程では、工場内の二酸化炭素濃度まで管理していたのが印象的でした。

なんとも面倒な、ではなく手の込んだ入れ方をしていることでしょう。ビールの話をする、缶から外れていくのでここでは深く書きませんが、とにかく、蓋を開けたらすぐに飲もうということだけは記しておきたいと思います。

## おわりに

このように飲料缶を製造する工程と飲料を充填する工程を取材させていただいて、普段身近にある飲料缶にも『技術』が凝縮されていること、そしてそれらの『技術』を生み出していくために働く方々の努力を垣間見ることができました。特に、コストと品質へのこだわりには、私たちが研究室で普段研究しているものとは違った、企業で製造するということの凄みを強く感じました。

最後になりますが、取材に伺わせていただいた東洋製罐株式会社、サントリー株式会社には大変お世話になりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

