特集 企業が取り組む水資源のマネジメント

使った水を

ザ コカ･コーラ カンパニーは世界200以上の国でビジネスを展開しているグローバル企業だが、もっとも大切にしているのは実は「ローカル性」である。水という重要な資源を使い続けるためには、「地域環境」や「地域社会」を徹底的に守り抜かなければならないということは世界共通の認識であり、それが「2020年までに持続可能な水資源管理のグローバルリーダーになる」という目標につながっている。

「水使用量の削減(Reduce)」、「使った水を自然に還す(Recycle)」、「水源を守り水資源を補充する(Replenish)」の三つの要素からなる「ウォーター・ニュートラリティー」のコンセプトと活動について、日本コカ･コーラ(株)と北海道コカ･コーラボトリング(株)を取材し話を聞いた。

取材・文：本誌編集部／写真提供：日本コカ･コーラ（株）／北海道コカ･コーラボトリング（株）

写真：コカ･コーラウエスト大山プロダクツ株式会社「大山工場付近の景色」（写真提供：鳥取県西伯郡伯耆町役場）

自然にかえす

―― コカ・コーラ システムの水資源戦略

特集 企業が取り組む水資源のマネジメント

200か国以上で1日19億杯以上も飲まれているコカ·コーラ社製品

米国ジョージア州アトランタに本社を構えるザ コカ·コーラ カンパニー。名画「風と共に去りぬ」の舞台を彷彿させる南部の街で「コカ·コーラ」は誕生した。この130年前の話をアトランタで聞いた。薬剤師のペンバートン博士はカラメル色のシロップを調合し、それをジェイコブス·ファーマシー（薬局）に持ち込んだ（図1）。このシロップを炭酸水に混ぜたところ、試飲した人は皆「特別な味だ」と絶賛。これが1886年の「コカ·コーラ」の誕生だった。当時「おいしく、爽やか」というキャッチフレーズや独特な筆記体ロゴも生まれた。

「コカ·コーラ」の登場以来、清涼飲料ビジネスを世界に広げてきたザ コカ·コーラ カンパニーにとって、水は製品づくりに欠かせない最も重要な原料である。事業を展開する各国で環境取り組みの最優先事項として水資源保護に取り組んでいる。2020年の全世界ビジョンでは、カーボンニュートラルと同じような発想でウォーターニュートラルというコンセプトを掲げている。「2020年までに製品製造に使用した量と同等量の水を自然に還元する」という目標「ウォーター・ニュートラリティー（Water Neutrality）」に各国で取り組んでいる。

そこで日本のコカ·コーラ システムの水資源の取り組みについて取材した。水資源管理と工場の工程水管理に関して現場の情報を依頼すると、北海道コカ·コーラボトリング株式会社の取材が可能になった。さっそくザ コカ·コーラ カンパニーの現地法人である日本コカ·コーラ株式会社で取材をし、翌日には札幌へ飛んだ。

水を重要視している世界の「コカ·コーラ システム」

ザ コカ·コーラ カンパニーというとアメリカの大企業で世界トップクラスのグローバル企業というイメージがある。一方でコカ·コーラ事業はフランチャイズ契約がベースにあり、国内ビジネスは国内企業によって実施されている。中国、タイ、インドネシアなど各国にもそれぞれ別法人の会社がある。

柴田充技術·サプライチェーン本部部長によると、日本コカ·コーラ（株）は主にコアビジネスに特化しており、「原液の製造、製品の企画や宣伝、ブランド活動、そして環境に関するガバナンスなどに取り組んでいる」（柴田部長）という。滋賀県の原液工場以外に、北海道から沖縄まで各地で事業を展開するボトリング会社の製造部門として21のボトリング工場がある。製品開発から製造、販売までを日本コカ·コーラと全国のボトリング会社で行うことから、「総称して『コカ·コーラ システム』と呼んでいる」。つまり、日本コカ·コーラと国内6のボトリング会社などで構成される企業体の総称がコカ·コーラシステムなのである。

世界200以上の国で事業展開するコカ·コーラ システムの製品製造では、水を非常に重要視している。飲料という形態で水を全世界で提供するとともに、製造プロセスにおける水使用もある。2014年の世界実績では、製品1ℓ製造につき2.03ℓ（製品としての1ℓ分を含む。以下同様）の水を製造段階で消費し1,267億ℓもの工場廃水を浄化して河川など自然環境に戻している。10年前の2004年には1ℓ製造につき2.7ℓの水を消費していたの

図1／ジェイコブスファーマシー（アトランタ1886年）

技術·サプライチェーン本部　柴田 充部長

写真1／北海道コカ・コーラボトリングの工場

でかなりの改善が達成されている。

コカ·コーラシステムによる廃水の水処理技術は、法令や協定などで要請されない場合であっても、水生生物に影響が生じないレベルの浄化を徹底している。つまり使用した水は自然環境や地域社会にきれいに浄化してきちんとお返しするという態度である。

日本の製品ラインアップと製造時の水使用状況

コカ·コーラ システムの国内水使用量は、2009年の6.24から2014年の4.15と改善している。しかし全世界総計では2004年には1ℓの飲料製造につき2.7ℓの水を消費し、2014年には2.03ℓまで削減している。世界と日本の違いは製品ラインアップにあるという。そもそも炭酸には殺菌機能があり滅菌は比較的容易である。炭酸の効果で菌が発生しにくく、菌の制御も比較的簡単である。

海外では製品のほとんどが炭酸飲料のビジネスであり、製造ラインは単一製品専属で製品ごとに洗浄する必要はない。日本は同一ラインで複数の製品を製造するので、その都度、殺菌と洗浄をする必要がある。また、牛乳などアレルゲン物質は完全に除去する必要があることから、日本では多品種にわたる製品ラインアップのため、製造工程においてより多くの水を必要とする。

工場の水源を綿密に調査 水資源保護活動を展開する

また、各ボトリング工場の水源は綿密に調査され、水質、水量、土地利用状況等を把握している。例えば西日本をカバーしている鳥取県の大山工場では、利用する水がどこからきているか、大山の地質構造、井戸の位置、水質状況、上流で汚染がないか、下流で井戸枯れが起きないかなどを調査し、それらの情報をもとに水源涵養を行っている。

コカ·コーラ システムの水源涵養活動は、①工場の水源域を科学的に特定、②地域と協働して取り組む（地域に必ずパートナーがいる）、③地域のニーズに即した活動を展開する、という三つの特徴があり、全国のほぼすべての工場の水源域を中心に植林や間伐作業などの保全活動を展開している。

「日本の場合は水田も重要な地下水涵養の役割を果たしています。熊本市では1990年代に阿蘇方面からの地下水量が減ったことがありましたが、それは水田から水が地下に落ちないことが原因でした。そこで熊本県は休耕田に水を張り、また農閑期の冬にも水を張ったのですが、コカ·コーラウエスト株式会社がそのサポートを行いました」（柴田部長）

このような各地の保全活動によりコカ·コーラ システムは、使用量に対し約80%の水源涵養率を現在までに達成している。今後もライフサイクル的発想で、原料で

ある農産物、特に砂糖やミルクなどにも注目していく。

北海道コカ・コーラボトリングの取り組み

札幌ドーム近くに北海道コカ・コーラボトリング（株）の巨大な工場がある（写真1）。少量の受託製造（パッカー）を除くと、北海道で清涼飲料水の自社工場を運用しているのは北海道コカ・コーラだけである。

札幌市清田区清田という地名からしてとても清いイメージがあるとおり、豊富な地下水を利用して製品が製造されている。揚水井戸は全部で8本あり、井戸の深さは約200mから400mほどの深さがある。北海道で製造するコカ・コーラブランドの清涼飲料水はすべて清田の地下水を利用して製造されている。

水源は白旗山

洗浄や冷却など工場で使用するプロセス水もすべて地下水である。利用した水はろ過して再利用し、最後は水生生物が住めるレベルまで浄化して自然（川）に返している。これらを消費者にも理解してもらうため見学者のためにジオラマを作成し説明するとともに、水源となっている白旗山の涵養にも積極的に取り組んでいる（写真2）。

一方、水使用量の削減に関し、札幌工場では、容器の洗浄水、製品の殺菌工程からの回収水や冷却水などを循環利用し、約2,400m^3/日（20時間稼動時）の節水を実現している。

電子ビーム（EB）による滅菌

工程水の大幅節水を達成できた背景にはブレークスルーがある。その話題の前に北海道という地域の現状について述べる。

札幌工場の生産体制とラインは北海道独自なものである。生産量は毎年着実に増加しているが、本州と異なり北海道として自給自足、なるべく内製化して輸送費などのコストやエネルギーを節約すべき事情がある。飲料メーカーにとって容器と中味の殺菌は非常に重要で、PETボトルのみならずキャップ部分の殺菌も不可欠である。佐藤一輝技術部長は「北海道という市場規模にあわせた多種類の製品ラインアップのため同一ラインで多品目を製造する必要があり、品種切り替えの洗浄や殺菌で使用する水の割合（水使用の原単位）は本州と比較してどうしても多くなってしまう」と説明する。

缶コーヒーなどレトルト製品は、飲料を充填した缶をそのまま大きな釜の中で容器ごと高熱を加えて中味も含め殺菌する。しかしペットボトルは熱に弱いので熱殺菌

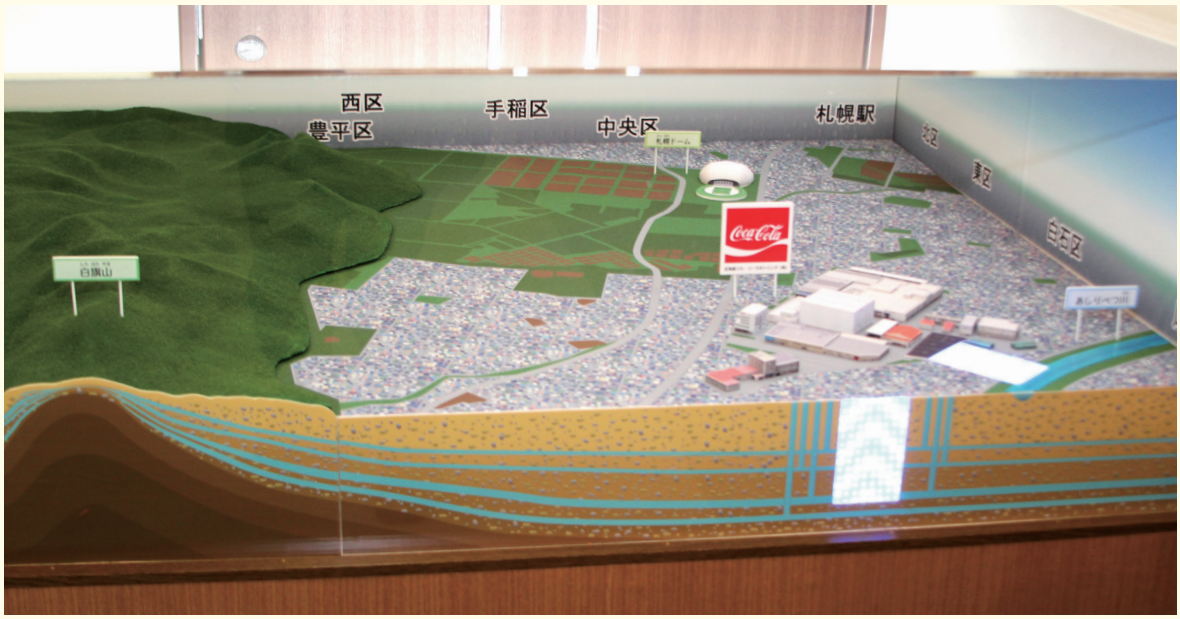

写真2／水源の白旗山と深井戸

技術部 佐藤一輝部長

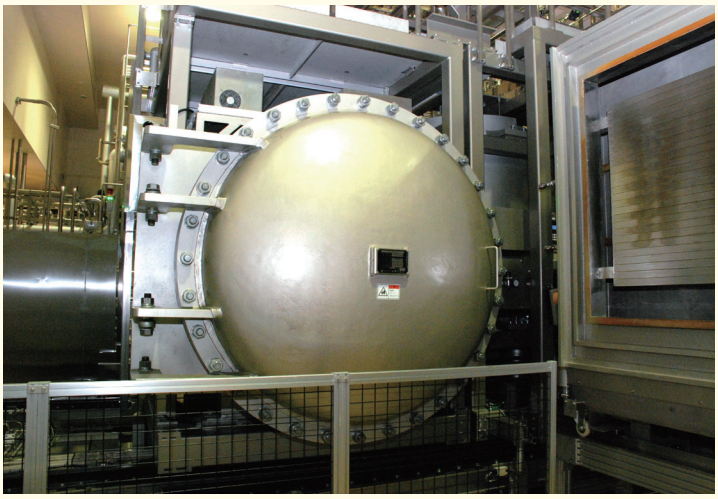

写真3／電子ビーム（EB）による滅菌

はできない。従って過酸化水素や過酢酸などでボトルやキャップを殺菌し水で薬剤を完全に洗浄し除去するリンス・プロセスが必要であった。2010 年には水使用の原単位が 7.3 であったが、2015 年には 5.2 に改善している。そこで大幅な改善の理由を佐藤部長に尋ねた。

「2012 年に製造能力がアップしたマルチPETラインを導入し生産量を増加させたので、水利用も大幅に増える懸念がありました。しかしEB殺菌方式という画期的な手法を導入したので、充填工程で使用する水がほぼ不要になりました」

佐藤部長はそう胸を張る。現実に水使用量 10 万 t が一切不要になっている。

新たな殺菌方式は、洗浄水を大量に使用する薬剤によるものでなく、電子ビーム（EB）によるものである（写真 3）。高圧電流を真空チャンバー内のフィラメントに送り熱電子を発生させる。熱電子のビームをボトルに放射することで殺菌する。EB殺菌方式は殺菌用薬品や蒸気、洗浄水を一切使用しない。ボトルの大きさや厚さに応じて電流値を調整するだけで殺菌薬剤のような細かな濃度調整などが不要になり使い勝手もかなりよい。佐藤部長は「導入した結果、水使用量とCO_2排出を大きく削減することができた」と自信をみせる。EB殺菌方式を日本で導入している飲料メーカーは 2 社しかないという。

写真4／容積 20,000m^3 のラグーン

ラグーン方式（低負荷活性汚泥法）

排水に含まれる有機物を生物処理する沈殿池はMOラグーンと呼ばれる。このラグーン方式の規模の大きさには驚いた。工場では日量およそ 3,500m^3（Max 4,000m^3/

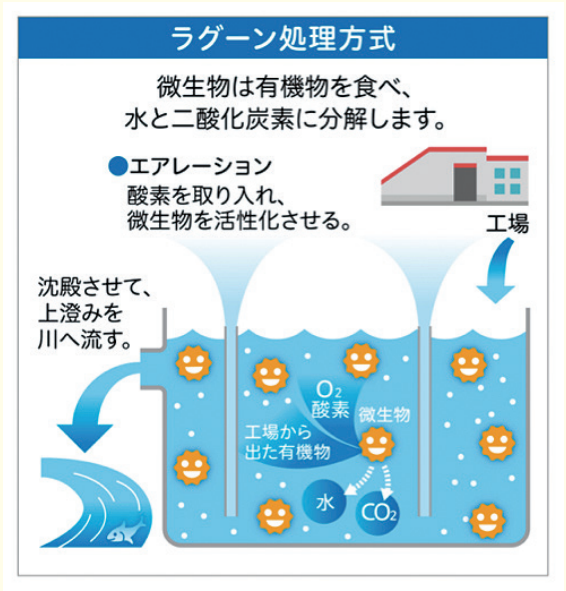

図2／ラグーン処理方式の概要

日, Max 300m^3/h)の排水が発生するが4区画があるラグーンの容積は合計20,000m^{3}もあり、総表面積は4,117m^{2}という広さがある(写真4)。

理論上、4,000m^3(最高日量)の原水はラグーンの中でゆっくり5日間かけて流下させ浄化される(図2)。低負荷で時間をかけて生物処理することにより、①処理に手間のかかる余剰汚泥が発生しない、②施設の構造が単純で凝集剤が不要、③従来の活性汚泥方式より電気料金が安い、④長時間処理なので消化作用があり窒素の除去率も高い、⑤人件費を含む維持管理費用もかなり経済的、といったメリットがある。

さらに槽内の水を防火用水にも利用でき、水質が極めて良好なので魚の飼育も可能である。実際、工場では水質監視のためラグーン水で金魚を飼育している。冬など水温が下がっても逆に溶存酸素量が増えるので処理効率は落ちない。唯一のデメリットは土地に余裕がないとこの規模のラグーン方式は設置できない点である。

◉余剰汚泥が発生しない排水処理

製造ラインから排出される原水は一次沈殿槽を経て中和されてから、第1ラグーンから第4ラグーンに流入する。最終的に処理基準を満たしてから河川に放流される。第4ラグーンから汚泥(微生物など)を第1ラグーンに返送させ循環させる。一般的に、沈澱池の分離効率は表面積負荷(単位表面積当たりの処理水量)と総表面積及びフロック沈降速度分布により決まるので、この表面積(水面)の広さは理想的といえる。

原水の有機物は微生物に取り込まれ呼吸による異化作用で一部が酸化分解される。残りの有機物は微生物そのものに同化転換される。換言すれば、排水中の汚濁物質BODが生命維持のエネルギー源に転換され、栄養源として微生物の細胞に取り込まれる。

通常の活性汚泥法では微生物に同化した部分の有機物を余剰汚泥として系外に除去して産業廃棄物として処分する。大量に発生する余剰汚泥の処理コストが課題であった。

一方、MOラグーン方式では、微生物そのものに同化した部分についても微生物の異化作用によって酸化分解させる。排水が浄化され有機物が少なくなると微生物は飢餓状態になり、自己の体内に取り込んだ有機物や細胞を酸化分解して呼吸など生命活動に必要なエネルギーを得る。この自己消化が完了した微生物の死骸は生菌の酵素作用で分解され流入BOD物質共々微生物により摂取分解されるというサイクルを繰り返す。従って余剰汚泥の処理が基本的に不要になる。

工場排水の浄化目標

有機汚濁物質の指標である生物化学的酸素要求量(BOD)に関する国の排水基準(許容限度)は160mg/ℓ(日間平均 120mg/ℓ)である。しかし札幌工場では平均で5mg/ℓ以下のレベルまで浄化してから河川放流している。水素イオン濃度pHに関しても5.8以上8.6以下が処理水の一般的な国の許容限度であるが7.0～8.0の範囲に調整している。さらに、浮遊物質量SSも200mg/ℓ(日間平均 150mg/ℓ)に対して同様に5 mg/ℓ以下のレベルまで低下させ厳しく自主管理している(表1)。

表1／原水と処理スペック例

原水の水質	処理水基準
BOD 平均400ppm	BOD平均5ppm
pH 5.8～11.0	pH 7.0～8.0
SS 50～70ppm	SS 5ppm

水の再利用の工夫

工場内の水管理に関して次のような興味深い説明もあった。製品の温度を上げたら下げるために冷却水が必要になる。この水も熱交換でぬるま湯状態になるが、クーリングタワーで冷やして再度、冷却水として利用する。水温が高い場合は必要に応じて冷凍機も利用するが、独自の工夫として背の高い水タンクを特別に設置している。水温の変化に応じて温度が低い水はタンクの底層に溜まるので、底の部分から冷却水を取水する。

レトルト釜の蒸気や熱水も温度を下げて再利用しているという。こういった自然の挙動を上手く利用したシステムは「できるだけ連続してフローさせると効率がよくなる」(佐藤部長)という。動いたり停止したり断続的に運転を繰り返すとエネルギー効率が非常に悪化する。

工場では2020年までに現在の水使用量原単位5.2を2.5に下げる目標を立て、製造プロセスや設備など改善のため常に見直しをしている。

ゼロエミッション工場の維持

2001年からはゴミゼロの工場になっている。工場で

（左から）河西敬志課長、武藤雅人部長、佐藤一輝部長、山田純子課長

はコーヒー豆やお茶の「かす」が発生し、抽出後のコーヒー豆・茶葉などの植物性残渣が工場の廃棄物の約9割を占める。これらは畑の肥料や家畜飼料として100%再生利用される。これに金属、プラスチック、木材など含め、工場では月に約350tの廃棄物が発生する。これらの廃棄物を20種類に区分し、さらに約100の品目例に分別し、各々を再資源化ルートにのせている。現在、廃棄物のマテリアルリサイクル（再生利用）は98～99%レベルにまで達している。

水源涵養と環境啓発活動

また北海道コカ·コーラボトリングでは札幌工場の水源である白旗山の涵養に力をいれており、「ウォーターニュートラリティ」の実現を目指して取り組んでいる。これは、製品を製造するために使った量と同じ量の水を自然に還元するということ、つまり「水源を守り、水を大切に使い、しっかりと浄化した上で水の故郷である自然に返してあげる」ということで、森づくりを中心とした環境保全活動を通じて、豊かな水資源を守り育てていくための様々な活動にも取り組んでいる。

その一つに、白旗山を舞台にした「白旗山50年の森づくり」がある。これは、白旗山の森づくりを通じて環境啓発活動を協働で進めることを目的とし、2011年に札幌市と締結した「環境事業に関する協定」に基づくもので、次世代を担う子ども達とともに植樹や下草刈りなどの育林活動や、環境イベント等の様々な取り組みを行っている。

その白旗山では、「コカ·コーラ『森に学ぼう』プロジェクト～わくわく体験ランド北海道in白旗山～」を札幌市森林組合や地域の環境活動団体とともに実施している。これは、小学生を対象に水の循環を体感することで、自然を身近に感じ、環境に興味を持ってもらいたいという想いから開催している環境教育で、このプロジェクトに参加した子供たちには、札幌工場の見学を通じて「自分達が普段飲んでいる飲料がどのようにつくられているのか」、「この工場で使っている水は白旗山の地下から流れてきた水であること」、「水は地上や地下、そして大気中を長い時間をかけて循環していること」等を伝え、工場見学のあとには実際に白旗山に移動して、良質な水には豊かな森が必要だということを湧水の見学や植樹活動を通じ学んでもらう取り組みとなっている。

また、白旗山におけるもう一つの大きな取り組みとして、「～みずからまなぶ未来へつなぐ～ サイエンスフィールド白旗山『山のがっこう』」を継続して開校している。これは北海道における環境保全・地域社会の発展に寄与することを目的として、2013年7月に北海道大学大学院環境科学院と締結した連携・協力協定に基づく活動で、地域の関係者と連携しながら、北海道大学大学院の学生が中心となって地域の小学校から高校生までを対象に、白旗山でのフィールドワークや、水の循環に関する学びに学術的な要素を取り入れた活動として実施している。

白旗山以外にも全道的な取り組みとして、北海道の豊かな水資源と美しい自然を一体として守り、次世代へと引き継いでいくことを目的とした「北海道e-水プロジェク

ト」を、2010年より北海道、公益財団法人北海道環境財団との連携のもと推進している。

この事業は、北海道限定で販売している「ジョージアサントスプレミアム北海道限定デザイン」の売上の一部を寄付し、公募した北海道の水辺の環境保全に取り組む非営利団体の活動に役立ててもらう取り組みである。助成団体の募集から一般の市民も交えた中で活動発表を行う「e-水フォーラム」の開催等を行っており、北海道内の環境保全に取り組む団体の横の連携を図る貴重な機会になっている。

また環境保全や省エネの意識が高まる中で、工場の製造プロセスや設備見直しをする際には省エネや省資源型のものを選定するようになった。佐藤部長は「省エネ含め、いかに環境負荷を最小化できるか常に考えている」という。毎年定量的に使用量などを把握して継続的なパフォーマンスをチェックしている。

上述のような取り組み、活動を通じた環境に対する意識の高まりとともに、社員自らの自発的な行動も芽生え始め、環境美化等も含めた様々なCSR活動へと広がりをみせている。

全社における環境モチベーション

一方、社員側にはどのような取り組みがなされているのだろうか。「水の大切さと水を守る責任を理解するために、新入社員を毎年5月に白旗山へ連れて行き、『ウォーターニュートラリティ』の教育を行っている」（河西課長）という。新入社員は白旗山で実際に植樹を体験し、水源地散策、森と水循環の仕組みなどの教育を毎年受けている。

◉ピークシフト自販機

北海道コカ·コーラボトリングの見学コースでは、入口の自動販売機の電光掲示板に見学者の名前が表示される仕掛けになっており、「歓迎」メッセージを受けた。工場の見学前に、消費電力がピークになる日中の電力を使わず電気が余る夜間に冷却するピークシフト自動販売機について説明を受けた。自動販売機は太陽電池方式など進化しつつある。見学した自動販売機は「冷たいまま冷却停止可能」な時間が最長16時間、夏の日中に使用する消費電力の95%カットを実現するなど、進化している自動販売機の興味深い技術や工夫について教えていただいた。

ピークシフト自動販売機

◉容器の話

日本国内では以前はビン詰飲料が主流であった。当時はボトリング工場（飲料充填）を各地につくり、小さな商圏の中で高頻度の回収が必要であるリターナブルビンを利用していた。しかし現在はガラス瓶のシェアは1%も満たない状態で、より広域展開ができるペットボトルなどビン以外の容器が主になっている。とりわけ「い·ろ·は·す」の簡単に絞れる容器は環境面とビジネスが両立した成功例であり象徴的な容器である。日本コカ·コーラの柴田部長は「絞る、というアクションを消費者が体験できることが、環境メッセージを飛躍的に広めるきっかけとなった」と振り返る。

そもそもアトランタの薬局で「コカ·コーラ」はグラス売りだけであった。まもなく大量にかつ遠方に運搬できるよう瓶詰「コカ·コーラ」が開発された。それ以来、全米に、そして200か国を超える全世界で販路が拡大している。容器や物流はビジネスにとってかなり重要なファクターである。

現在、空気の入った空ペットボトルは搬入せず、試験管のような形状の小型プリフォームをトラックで搬入し、それを工場でブロー成形する。この堅い素材を加熱し柔らかくしてから金型に入れて高圧空気をブローして膨らませと透明なペットボトルが完成する。ボトルの種類ごとにサイズや加圧設定を行い適正ボトルができるよう調整するのが大変な技術のようだ。

ペットボトルのプリフォーム