

包装アーカイブス

プラスチック通い箱

はじめに

世界で初めて新しい現象が発見され、それが短期間に人類の生活や生命に飛躍的に貢献した事例はそう多くはない。このテーマは、プラスチックの分野で初の耐久資材としてのビールびん用プラスチック通い箱（以下、P箱）に若い技術者が短期間に取り組んだ内容であり、開発されたポリエチレンとポリプロピレンのあるグレードは、今も生き続けている。使い捨て社会の到来によってビール用リターナブルガラスびんの需要が減り、P箱の存在感は一時薄れたが、最近のリユーズの見直しとともにその技術の重要性は増しているといえよう。また、リサイクル社会を目指して、廃棄されたP箱が、形を変えプラスチックパレットに代わり、循環型社会の構築の先駆けにもなっている。プラスチックパレットについては、次の包装アーカイブスで紹介する予定である。

1. ノーベル化学賞と石油化学の幕開け

日本の京都大学の山中伸弥教授は2006年にマウスのiPS細胞を作った。それから僅か6年後の2012年に山中伸弥教授とガードン博士はノーベル生理学・医学賞を受賞した。事故や

病気で傷んだ組織や臓器の機能を取り戻す再生医療への応用が期待されている。ケンブリッジ大学のガードン教授は1962年にクローンカエルの成功。50年後のノーベル賞の受賞である。

新たな発見が産業の発展に結び付いた事例として、Ziegler とNattaによる触媒発見10年後の1963年におけるノーベル化学賞受賞があげられる。受賞理由は、新しい触媒を用いた重合法の発見によって、様々な新しいポリオレフィン材料を生み出し、産業構造から社会生活のあり方までを一変させたことによる。

低密度ポリエチレンは、高压法（200～300MPa）でイギリスのICI社で偶然発見された¹⁾。それから20年後に高密度ポリエチレン（High Density Polyethylene、HDPE）は、低压法チーグラ触媒（常温～100℃、常圧～1MPa）として、1953年にドイツのマックスプランク石炭研究所のZieglerによって発表された²⁾。チーグラ触媒の発見とほぼ同じ時期に米国の石油会社によって中圧法フィリップス触媒（125～175℃、2～3MPa）、中圧法スタンダード触媒（150～250℃、3.5～10MPa）が発見された²⁾。ドイツでは、1955年にチーグラ技術でヘキスト社³⁾がHDPEの工業生産を開始し、ヒュルス社が続いた。

ポリプロピレン（polypropylene、PP）は、1954年イタリアのミラノ工科大学のNattaにより世界で最初に合成された立体規則性のポリマーである。NattaはZiegler触媒にヒント

包装アーカイブス

を得て、PPの重合に成功した²⁾。ZieglerとNattaによる画期的な触媒の発見は、高分子工業に大きな発展をもたらした。3年後の1957年にはイタリアのMontecatini社（現LyondellBasell社）がPPを世界で最初に企業化し、米国では、Hercules社もほぼ同時に企業化した⁴⁾。

わが国^{5,6)}では、1950年代後半から化学工業において石油化学時代の幕が開かれ、安価なエチレンが大量に生産される状況の中で、1958年低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン（HDPE）の国産化が始まった。三井石油化学はZiegler技術で1958年HDPEを生産し、その後、昭和油化はフィリップス技術、古河化学はスタンダードオイル技術で続いた。

PPについては、モンテから三井化学、住友化学、三菱油化が技術を導入し、1962年に三井化学、1963年に住友化学、三菱油化が樹脂の生産を開始し、チッソ石油化学はアビスソンの技術を導入し生産を開始した。

2. ビールの木の棧箱からプラスチック 通い箱へ

(1) ポリバケツから直観

明治ゴム化成の80年史⁷⁾によれば、ドイツ最大の木箱生産会社のシェラー社長は、1958年に北米木箱生産会社協会の招待でアメリカを視察した。帰りがけに見せてもらったのは、コカ・コーラ用に造られた黒い浅底のゴム製通い箱であった。それは釘を打ったり金具で

締めたりするような継ぎ目が一つもない1個の部品（ワンピース製品）で出来ていた。帰国後、ゴムで通い箱を作ろうとしたが、コストが高いことで断念した。ある日のこと、彼の子供たちが庭でプラスチック製のバケツを持って遊んでいるのを見て、シェラーは「これだ！」と叫んだ。あれだけの水の重量に耐えるバケツがプラスチックで出来るならば、プラスチックでビール通い箱ができるはずだと考えたのである。

ドイツ最大の合成樹脂メーカーであるヘキスト社は、HDPEの新市場を模索していた。1959年にシェラーは、ヘキスト社と共同でプラスチック製の通い箱（プラスチッククレートともいう）を試作した。ビール会社の数社に見せたが、なかなか受け入れてもらえなかった。重さ、デザイン、安定性の面で新しい通い箱を製作して、5年間保証することを提案したので、Henninger社がP箱の採用を決定した。

(2) 日本で最初のP箱

P箱が初めて世に紹介されたのは、1959年デュッセルドルフで開かれた国際プラスチック展示会にヘキスト社のHDPE製のクレートが展示されたのに始まる⁸⁾。日本にP箱の情報が伝えられた。日本でポリプロピレンの生産を1963年に開始した三菱油化は、ポリプロピレンの市場としてビールの通い箱に着目した。当初予定していた繊維用途は、PPは染色性の

包装アーカイブス

面から期待はずれとなっており、レジン用途開発は急務であった。三菱油化は三菱商事の本社に対し、ドイツ側の正確で詳細な情報を集めるように依頼するとともに、キリン社のトップに対し、PP製のビールの通い箱採用の研究を懇請した。ドイツ三菱商事は1963年にデュッセルドルフで開催された国際包装展示会（Interpack）を通じて詳細な報告書をまとめた。贈答用の化粧箱が契機になって、三菱油化はキリン社へ情報提供した⁷⁾。

一方、明治ゴム化成の藤田正直氏は、1963年3月にドイツから取り寄せたプラスチックに関する1960年頃の雑誌“Kunststoffe”の中に、ビールの通い箱の写真と記事を見て驚いた。藤田氏は、岡山県で家業の酒造業に従事したが、その後、東京で酒の小売業をやった後、大学で応用化学を学んだ人である。彼は職歴からビールの木の栈箱が問題であることを認識していた。明治ゴム化成は、1963年9月にドイツ三菱商事を通じてシェラー社と交渉し技術導入の仮調印をした。なお、正式調印は1964年4月のことである。明治ゴム化成と三菱商事はキリン社に対してHDPEによるビールの通い箱を提案した。明治ゴムはテストのためにドイツビールで使用されている334ml入り24本入りの金型を輸入し、小びんの通い箱を製造してキリンに提供し、P箱の保証期間は5年とした⁷⁾。

3. ビール工場での包装、物流の改善 —P箱の必要性—

キリン社は、ビールの需要増加に応えるために1962年名古屋工場を建設した。多くの新技術を導入したが、その中で包装・物流では、ガラス壘の搬送工程で木箱24本入りから壘を取り出すアンケーサーの設置。人件費・荷役費の節約のため出荷段階でのフォークリフトを使用したパレットシステム等である。1963年以降、出来た製品を箱詰めするケーサーが導入され、各工場にアンケーサー、ケーサー、フォークリフトの普及が拡大した⁹⁾。

24本入りの木の栈箱は、栈箱自体や5.5.4, 5.5の壘の配列でアンケーサーの機械適性で問題があった。市場から回収された空壘入りの栈箱で、壘の配列が正規以外の場合には、人手で並べ直した。不良箱で回収された場合には箱を人手で取り換えた。底板が破損している場合は、外観的には見えず、機械に巻きこむ等のトラブルがあり、苦勞した。いずれにしても、栈箱についての何らかの改善策が求められていた。



写真1 木製の栈箱大壘24本入り

包装アーカイブス

4. 三井石油化学のHDPE樹脂

三菱商事・明治ゴム化成・シェラーは、ドイツのビール会社に使用実績のあるHDPEを推奨した。価格競争力のある国産樹脂を検討し、数社の中から三井石油化学のHi-ZEX2208Jを採用した。明治ゴムは1965年1月から毎日1,000箱の生産を開始した⁷⁾。シェラーの技術導入後1年半足らずで三井石油化学の樹脂のグレードが決まり、生産にこぎつけたことはまさに驚くべきことである。三井化学は⁵⁾、1955年Zieglerの特許実施権を購入後、試験管から工業レベルのテストを終了し、同年設立された三井石油化学に引き継いだ。1958年に三井石油化学岩国工場がスタートし、生産プラントでHDPEを製造した。当初は販売不振、その後、フラフープ人気で在庫を一掃したが、大きな市場開拓が必要であった。

三井石油化学工業30年史¹⁰⁾によれば、三井石油化学は、ヘキスト社からの技術情報支援を受け、生産技術の面では安定的な品質のものをつくりだす革新的な独自技術を開発した。Hi-ZEX2208Jの開発・生産には、全社一丸となって取り組んだ。研究者や技術者は若い人で新しい仕事に挑戦し、ヘキスト社以上の高品質のものを作り出し、内外から高く評価された。何しろ50年前のことだから、キリンのコンテナと明示された文書は、社内報、社外報などに記録がなかった。ただHi-ZEXコンテナグレード説明書、コンテナ製品

図、ボトルコンテナ設計（座屈強度解析）に関する文書が存在するのみであった。コンテナ用銘柄Hi-ZEX2208Jの開発にあたり、次に示す5つの観点が必要であった。特に長期耐久性（長期寿命、5年の耐久性が要求されていた）が最も難題とされ、着色剤や耐候安定剤の研究とあいまって、コンテナについての耐候性試験や実用試験が長期間実施され、樹脂銘柄が確立された。

- ①積み重ね時の座屈強度と落下時に耐衝撃性に優れること。特に金型形状、肉厚にもよるが、ウェルド強度が重要である。
- ②複雑な形状のビール用コンテナを量産できる成型加工性（特に良流動性）を有すること。
- ③コンテナを段積みし繰り返し使用するため、長期耐久性が確保できること。
- ④品質安定性に優れること（寸法安定性、着色ムラ、耐候性、耐熱・耐寒性、印刷性等）。
- ⑤その他に軽量性、運搬性、段積み性、ビール壘が割れないことなどの利便性に優れること、リサイクル性および木材に比べ経済性に優れることなど。

5. 三菱油化によるPPのブロックコポリマーの開発

(1)PP市場開拓^{11,12)}

夢の繊維、“モンテ詣で”と騒がれたPPであった。三菱油化は、1962年にイタリアのモンテカチーニ社からPPの技術を導入し、プラ

包装アーカイブス

ントを建設し、翌年生産を開始したが、ナイロン、ポリエステルと肩を並べるほど、期待できる代物ではなかった。従って、繊維からプラスチックレジンを用途への方向転換をせざるを得なかった。一方、市場開発担当者の努力で、需要開発の大きなプロジェクトが浮かび上がってきた。1955年にドイツのヘキスト社がHDPEの工業生産を開始した。ドイツではHDPEの用途開発が進んでいて、果物収穫用の背負い箱、農作物運搬用の箱類、ビールクーラーのような壘類の運搬箱への利用状況、そのデザインなどの情報がドイツのスチウベ射出成形機メーカー、金型メーカーから伝えられてきた。ホモPPにゴム成分を混合して、九州地区のみかん集荷用コンテナを製作して販売した。耐衝撃性、耐寒衝撃性が悪かった。解決すべき問題点が見つかった。PPの問題点を解決すれば、ビールコンテナはPPでも当然狙える分野である。市場開発担当者はキリン社へ情報の提供、実用化の可能性を打診した。

宇治田氏¹³⁾によれば、キリン側でも当時の2ダース入りの木製通い箱の他に、贈り物用の美しい外観の化粧箱について検討を進めていたグループがあって、両者の交流によって、プラスチック通い箱の採用が現実味を帯びて検討されることになった。

(2)ノーブレン BC8 の開発¹²⁾

PPの耐衝撃性向上の手法として、ゴム成分

を混入することは、導入技術情報として入手していた。残念ながら、当時は異種ポリマーのブレンドについては、殆ど知見がなかった。試験用の20mm押出機でPPとゴム成分を混練して、出てきたものをペレットにして射出成形すると、混練不十分でゴム成分が層間剥離を起こしてしまう。相溶剤の知識もなかった時代である。これでは商品にならない。

当時、海外では³⁾、モンテ社、Exxon Chemical社やDuPont社からエチレン・プロピレン共重合体（EPM）が生産されていた。また、Phillips Petroleum社は、ブタジエンとスチレンのブロック共重合体を生産していた。日本では¹⁴⁾大学を中心に、ポリアクリロニトリルのブロック共重合体の合成、チーグラマー型触媒によるプロピレンとイソブレンの共重合の研究、プロピレンとエチレンの共重合の研究などが行われていた。

従って、困ったときは、いろいろアイデアが出てくるものであり、開発グループとしては、PPのアイソタクチックポリマーを作ってもその端にエチレン・プロピレン共重合体をつくれれば、PPとエチレン・プロピレンゴムのブレンドと同様な性能を持った材料が得られるはずであるという仮説をたてた。会社は1956年設立して、四日市工場が操業したのが1959年であり、入社4~5年の若手の技術者の集まりであった。この仮説でやろうということになり、若い力の必死の努力の結果、実験室では一応のものができる¹²⁾。

包装アーカイブス

(3)現場の苦勞

千成氏¹⁵⁾によれば、実験室規模から現場規模に移すのに大変な苦勞をかけることになった。実験室規模では、ダンベル片をつくる量から、次に小規模のパイロットがあり、昼夜兼行でP箱 20~30 個相当分の樹脂を製造した。本来、スケールアップは10倍、次に10倍として積み重ねていくものであるが、時間と設備の制約から一挙に100倍以上の現場のプラントで製造することにならざるを得なかった。現場では安定生産や稼働率を下げないことが重要であるが、リスクを冒して挑戦した。現場のプラントでは、PP 単独では問題にならなかったが、プロピレンとエチレンの共重合による反応熱で、装置を冷却するのに苦勞した。また、プロピレンとエチレンの反応速度が違うので、反応を制御するのが大変だった。

(4)材質の違いによる評価

三菱油化は材質の違いによるP箱を試作して評価を行った⁸⁾。その結果、①HDPEは耐荷重性、耐ストレスクラッキング性が良好でない。②プロピレンと共重合のHDPEは、耐荷重性がHDPEよりさらに良好でない。③ホモPPは、耐衝撃性が良好でない。-21℃の低温では、PP単独が極端に弱くなる。④ゴムをブレンドしたPPでは、耐衝撃性があまり良好でない。⑤エチレンとの共重合PPは耐荷重性、耐衝撃性、耐ストレスクラッキング性などで最もバ

ランスが取れている。

新田氏¹⁶⁾によれば、1966年秋以降、P箱の量産体制が始まった段階でHDPEのHi-ZEX2208Jのグレードは、耐荷重性、耐ストレスクラッキングも格段に向上した。一方、試作材料当時のPPのBC8は、HDPEに比較して、金型離型性、ウェルド強度、印刷適性など加工メーカーにとって厄介な問題があった。原因を究明するとPPの長所が仇になっていることや重合製造技術に起因していることがあった。HDPEのレベルに近づくべく、金型、成形加工条件等も含めて、扱い易いBC8を目指し懸命な改良が行われた。良きライバルの存在は、お互いの技術を進歩させ、それぞれの材料の特徴を生かして市場拡大に活かされたと述懐している。

(5)BC8の組成

BC8のBCは、ブロックコポリマーの略といわれていた。また、Bottle Containerの略といわれていたが、ブロックコポリマーではないことが、当初から分かっていたようである。高分子学会の高分子の科学・技術史年表³⁾によると、1965年の技術欄に三菱油化(株)のiPP/HDPE/EPMの三元アロイ合成”BC-8”と称して上市(ビール箱の材料)の記載がある。これは、世界に誇る日本の科学及び技術として高く評価されている。

また、藤田氏¹⁷⁾は次のように説明している。ICP (Impact Copolymer) は共重合により導入

包装アーカイブス

したゴム成分を含有するPPの総称である。教科書等においてあるブロック共重合体 (Block Copolymer) は、分子鎖中で異種成分が共有結合で繋がっているものであるのに対し、BC8 即ちICPはホモPP成分とエチレン・プロピレン (EPM) 成分の混合物であることが明らかになっている。ICPは多様な製造プロセスがあるが、前段でプロピレンガスによるホモPPを後段でエチレンガスを共存させEPMを重合する。ホモPP-EPM間では結合は存在せず、混合物となる。この事実は1960年代の開発直後から明らかになっていたようです。国内外のメーカーはカタログ上ではブロックPPと記載している。高分子科学を研究されている方々に誤解を招いていることに対し、お詫びをしている。

(6)ブロックPPの概念図

(株)プライムポリマーはブロックポリプロピレンの構造を次のように説明している¹⁸⁾。

ブロックポリプロピレン (以下、ブロックPP) は、図1のようにホモポリプロピレン (以下、ホモPP) の中にポリエチレン (以下、PE) が分散して入っている。PEの周りにはEPR相 (ゴム相) があり、この構造によりブロックPPの耐衝撃性はホモPPと比べて高くなる。ホモPPを海にたとえると、PE/EPRがまるで島のように見えることから、海島構造とも呼ばれている。ブロックコポリマーがホモポリマーに比べて衝撃性能が高いのは、PE/EPRの島の構造が寄与していると言われている。

6. P箱の耐久性

(1)耐荷重性評価

明治ゴムの原氏¹⁹⁾によれば、耐荷重性評価のための積載条件は次の通りとしている。

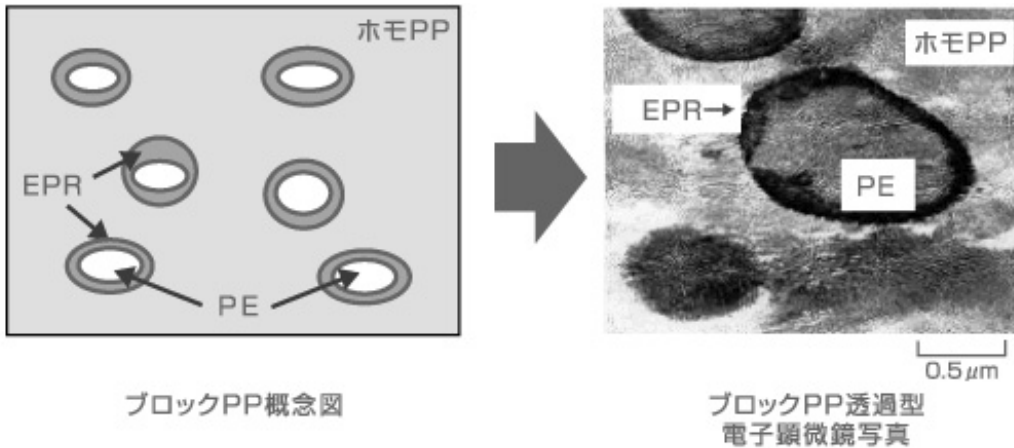


図1 ブロックPPの構造

包装アーカイブス

表1 耐荷重性評価試験積載条件

	積載段数	最下段荷重	積載期間	環境温度
実壘入り	16段	約400kg	3カ月	0～+20℃
空壘入り	25段	約350kg	6カ月	-20～+40℃

ビール大壘P箱のサイズ：L448×W366×H315、重量：約2kg

(2) 5年保証と耐久性

ドイツでは当初から一貫して耐寒性の良いHDPEが使われている。ドイツでは、紫外線も弱く耐候安定剤の添加はない¹⁹⁾。日本では、二つの点で異なる。一つは、空壘の状態での野積みされる。二つめは、プラスチックの物性に極めて影響を及ぼす気温が日本はドイツに比べてかなり高い。例えば、ミュンヘンと比べて東京の8月の最高気温は5～6℃高く、しかも月間降雨量も100mm多い。ドイツでシェラー社はポリエチレンで5年保証としたが、日本での5年保証は厳しいものであった。シェラー社長が来日して、日本の積載条件や夏場の気候をみて、ポリエチレンの他にポリプロピレンも認めざるを得なかった¹³⁾。三井石油化学や三菱油化とも耐候性評価には苦労した。何しろ実績がなかった。

耐候性評価には、サンシャインカーボンアークランプ型、キセノンアーク型試験機がある。太陽光・温度・湿度・降雨等の屋内外の条件を人工的に再現し、劣化を促進させ、いち早く製品・材料の寿命を予測すること目的としている。しかし、天然暴露テストの結果も併せて評価をしなければ分からないが、時間的な余裕がない。約3ヶ月の促進試験で結論

を出さねばならず不安であり、保証期間の5年間はずっとストレスを感じていた。

7. Hi-ZEX2208J及びノバテックBC8のその後

三井石油化学(株)や三菱油化(株)は、ポリオレフィン業界の再編で会社の名前はなくなってしまったが、二つの射出成形のグレードは、(株)プライムポリマーのHi-ZEX2208Jと日本ポリプロ(株)のノバテックBC8として現在でも生き続けている銘柄である。日本酒業界では、1.8L入りの清酒が10本入りの木の棧箱であった。1973年には、新日本流通が6本入りの日本酒用レンタルP箱の営業を開始し、その後、宝永エコナ、フーズコンテナが続いた。Hi-ZEX2208Jの用途は現在、コンテナ、パレットの他に、化粧品容器や工業薬品容器などに用いられている。以前には、18Lの灯油缶に使用されていたが、最近では別のグレードになっている。

BC8は、コンテナ、パレット用途以外にも自動車内用途、ランプ周りの用途、洗濯機部品やバッテリーケースなどに広く発展している。1979年には国内初のPPバンパーが実用化されている。1990年代にはスーパーオレフィ

包装アーカイブス

ンポリマーに代表される自動車用PP複合材として、バンパー用途を初めとして使用されている¹⁷⁾。

8. ビールP箱の導入とその後

(1) 横浜、川崎両市での市場テスト

びんビールの通い箱として、プラスチック製通い箱（P箱）を業界で最初に使用したのは麒麟社である。1箱600円と木製の栈箱の約130円に比べて割高であるが、耐用年数は約8年（保証5年）と長く、また予想される木材の値上がりを考慮すれば、経済的に引き合うと判断した⁹⁾。ビール工場での評価が終わり、市場テストをすることになった。市場テスト¹³⁾は、日本のコカ・コーラの販売で学んだマーケティング手法の一つを参考にした。地域は、横浜、川崎両市でビール大塚用P箱。市場テストの規模は、ポリエチレンとポリプロピレンを合わせて15万箱である。当時、各支店の営業からは、木の箱が2ダース（24本）入りで、P箱にすると20本で4本少なくなり、売上げが減少することで猛反発があった。2ダース入りの栈箱は、重すぎるという苦情が小売店から寄せられていた。本社のP箱委員会は、減らす理由を探した。当時、ILO（国際労働期間）の勧告があり、成年男性労働者が運搬することが許される荷物の最大重量を55kgにする勧告があった。特に女性や年少労働者は相当に低くなくてはならなかった。20本入りでは、30kgより軽い26kg

になることで説得した。また、当時、電卓もない時代に24本入りの在庫の計算が面倒であり、この際、10進法にすべきとの声があった。

市場テストの結果、P箱の収容本数を4本減らしたところ、重さが軽くなり歓迎された。また、配達する際に底が抜けて塚が落ちるといった事故もプラスチック成型のP箱の使用で根絶された。また、軽くて丈夫である、間仕切りがあるため塚が擦れ合う音と塚割れ事故が減少する、積重ねがし易く省スペースが可能である、などの点でも特約店、小売店から喜ばれた。また、麒麟社にとっても塚割れが激減し、工場での栈箱の修理を行う際に古釘を踏んでケガをするといった事故が無くなったほか、洗浄が容易でいつも清潔である、製造・輸送部門で進めている機械化に適応するなど好評であった。

デザインの問題点が指摘された。①持ちにくく手が痛い。②王冠をひっかける。③肩に担ぐと痛い、耳を切る。等であった。寸法を変えたり、リブを追加したり、Rをつけたり、面取りなどを行うなど改善策を講じた⁹⁾。

当時、P箱の入り本数は、大塚20本入り、中塚20本入り、小塚は24本入りと考えていた。小塚はドイツのシェラータイプ小塚24本入りP箱を踏襲することにした。特約店や小売店にもそのように説明をしていた。横浜市の神谷商店で指摘されたのは、「小売店の倉庫は狭いため、大、中、小のP箱がそれぞれの中身の本数如何に拘わらず、すべて積み重

包装アーカイブス

なるようにしてもらいたい。」という提案があった¹³⁾。

(2) 本格採用

横浜、川崎両市での市場テストが終了し、問題点を解決し、P箱の本格採用にふみ切り、大塚は1966年8月、神奈川県全域へ出荷、以後逐次地域を拡大した。1967年秋以降、小塚用(30本入り)、中塚用(20本入り)のP箱が導入された。また、各種P箱の積み重ねを可能にするため、サイズを大塚用の大きさに統一した。



写真2 ビール大塚用P箱



写真3 パレット4段積

他社でも1967年から1968年にかけて、それぞれP箱の使用に乗り出した。使用した樹脂は、アサヒはHDPEとPP、サッポロとサントリーはHDPEであった。

P箱が導入された以降、パレットへのP箱積込機のパレタイザーやデパレタイザー、自動結束機、トラックローダー、自動倉庫等の導入である。

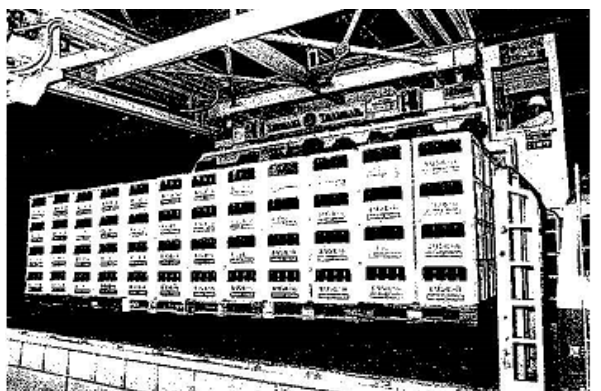


写真4 1970年代以降、トラックローダー

1971年11月には全品種のP箱化を導入以来6年で完了した。その間、P箱は機能面で評価されただけでなく、台所に置いても違和感がないといった理由から“箱買い”する家庭が増え、ひいてはビール消費の伸びに貢献した。1971年末までにキリン社が投入したP箱は、累計で3,500万箱に達した。1978年末で清涼飲料も含め、1億箱を突破し、最終的に1億3,500万箱(樹脂換算約27万トン)を投入した。

包装アーカイブス

(3) 静電気汚れ対策

P箱導入時にはあまり問題にならなかったが、新P箱は空気の摩擦により静電気を帯び、長距離輸送により自動車のエンジンからの排気ガスを吸着して黒色汚れ（静電気汚れ）事故が起きた。

一般にプラスチックは電気絶縁性が良いため、表面を摩擦したり、剥離したりすると容易に静電気を発生する。通常、この静電気は漏洩しないでそのまま蓄積する。そのため塵や埃がプラスチック製品に付着し、美観を害する。対策としては、界面活性剤を帯電防止剤として内部練りこむ、或いは、界面活性剤液をスプレー、ディッピング等により塗布する。

一度、P箱を使えば、プラスチック表面がミクロ的に酸化分解し、導電しやすくなるので、静電気汚れは起きない。新P箱は界面活性剤を練り込み、ディッピングして出荷することになった。

(4) P箱の寿命と在籍数の推定

P箱の導入後10年を経るとP箱の累計投入数も約1億箱に達したが、年間の破損箱数は数万箱程度であり、破損率が増加する傾向は見られなかった。そこでキリン社では市場から使用中のP箱をサンプリングし強度劣化、外観劣化の程度を評価し、実際の使用寿命を推定した。その結果、P箱の強度は経年的にはほとんど劣化せず、破損は偶発的に生じる

故障率に使用されるワイブル分布に従うことがわかった。P箱の寿命は美観上で決定された。一方、P箱は社外に流出して他目的（床、椅子、台、樹脂原料など）に転用される数が相当にのぼっており、P箱の計画的廃棄、投入のために、キリン社に在籍しているP箱の数を把握する必要が生じた。加藤氏²⁰⁾によれば、在籍数の推定は高度の統計処理が必要であり、文部省統計数理研究所（現・文部科学省）のアドバイスを得たそうである。キリン社全工場でP箱を無作為に数百ケースずつサンプリングし、その投入年度別在籍比率を刻印から調べる。ついで年度別投入数データを利用して統計処理し、年度別残存率を算出することによって、キリン社として初めての市場でのP箱の在籍数を推定することができたが、その結果、相当数のP箱が散逸していることが分かった。

(5) 廃棄P箱の行方

本格導入して約10年経過すると、破損或は退色のP箱の累計で100万箱（約2,000トン）に達した。産業廃棄物にするわけにいかず、プラスチックパレットに再生できないかとの声が出てきて研究開発を進めることになった。プラスチックパレットの開発がほぼ完了に近づいた1981年に廃棄P箱粉碎品を原料とするPパレットを試作し、バージン原料のPパレットと比較調査したところ、再生原料でも全く問題がないことが判明した。

包装アーカイブス

今回の包装アーカイブスで、プラスチックパレットについて紹介する。

あとがき

ビールの通い箱として、プラスチック箱が採用されたのは、50年近く前のことである。

当時の樹脂の開発や市場テストのことで、社内外のOBの方にヒヤリングさせて頂いた。最近の状況については現役の方に教えて頂いた。取材にご協力していただき、深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) プラスチック読本、プラスチックエージ社、p.139、1992年
- 2) 松浦一雄、三上尚孝編著、ポリエチレン技術読本、p.6-12、2001年、工業調査会
- 3) 高分子科学・技術士年表、高分子47巻増刊(1998)
- 4) ポリプロピレン技術導入競争
http://knak.cocolog-nifty.com/blog/2006/04/post_9cc3.html (2013年8月6日)
- 5) 石油化学工業政策の体系
<http://www.knak.jp/livedoor/25/1-1.htm> (2013年8月6日)
- 6) 日本のオレフィン業界の変遷
<http://www.knak.jp/blog/po-hensen.htm> (2013年8月6日)
- 7) 明治ゴム化成80年史、昭和55年
- 8) 新田治雄、ボトルクレートの設計、プラスチックエージ、p.107-113、1970年
- 9) 麒麟麦酒の歴史(続戦後編)、1985年
- 10) 三井石油化学工業30年史、昭和63年
- 11) 私信、元・三菱油化、所沢仁(2013年8月3日)
- 12) 高島直一、BC-8PP初期の材料開発、プラスチックエージ p.3-4、1995年
- 13) 私信、元・キリンビール、宇治田憲彦(2013年8月31日)
- 14) 高分子化学(1960年1月号~1966年12月号)、高分子学会
- 15) 私信、元・三菱油化、千成睦夫(2013年8月20日)
- 16) 私信、元・三菱油化、新田治雄(2013年8月26日)
- 17) 藤田祐二、ポリプロピレンの開発現場(第2回BC8時代) p.66-68、polyfile2009.2
- 18) ブロックポリプロピレンの構造
<http://www.primepolymer.co.jp/technology/material/pp/04.html> (2013年10月14日)
- 19) 原徳昭、プラスチック活用事典、p.106-108、産業調査会(2001)
- 20) 私信、元・キリンビール、加藤友久(2013,10,20)

鹿毛技術士事務所 鹿毛 剛