



パルプモールド需要の最新動向と新製品ⁱ

The Molded Fiber Market Outlook / Development, Trends, and new product

日本モールド工業株式会社
代表取締役専務 石原雄大

Takehiro Ishihara
Managing Director
Nippon Molding Co.Ltd.

論文概要

パルプモールドとは新聞・雑誌・段ボール等の古紙を主原料とし、所定の形状の方に張った金網により原料を漉き上げ、乾燥させた紙成型品を示す。手抄き和紙と製造方法における基本コンセプトを同一とする。一般的には鶏卵・青果物・工業品等の緩衝材として段ボール内でクッション材として利用され、近年では脱プラを意識したパッケージとして外装そのものをパルプモールドにて採用するケースも増えており、特にコロナ下での宅配用にパルプモールド食品容器の拡大は著しい。

歴史

パルプモールドの歴史としては Thetford 社により 19 世紀末、赤ん坊用ナースングトレイとして販売し (図 1)、これが世界初のパルプモールド製品と言われている。その後量産品として登場したものが鶏卵用容器であり従来木箱で卵輸送していたが、効率化と衛生問題の改善を狙い 1931 年 Keyes Fiber 社が鶏卵輸送用容器として段ボールの組仕切りと一緒に使用する特殊なパルプモールドトレイ (フィラーフラット) をアメリカとカナダで販売した。1937 年に Hartmann 社が欧州で当製品を販売する事になり普及期に入るⁱⁱ。

製造方法

パルプモールドの製造工程は下記の通りとなっている (図 2)。

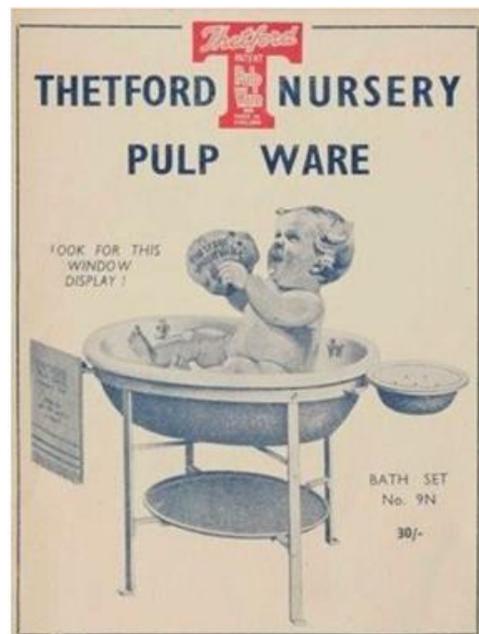


図 1. 世界初のパルプモールド製品

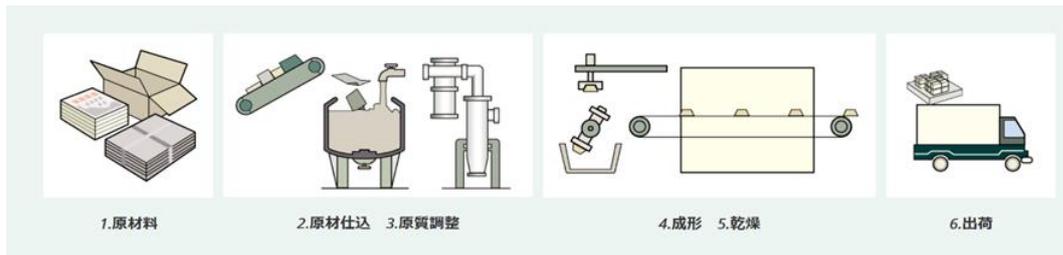


図2. パルプモールドの製造工程

①新聞・雑誌・段ボールといった古紙が原料、②水が入った大きな紙溶解機へ投入し古紙を溶解、③古紙に混入したフィルム等不純物をフィルター除去、④和紙の様に網で漉上げ成型、⑤成型された紙トレイを乾燥炉にて乾燥、⑥品質管理・梱包工程を経て出荷

世界情勢

パルプモールドのセグメントは4つに分類される。

Type 1 深型モールド (Thick-wall) : 製品の高さが高く、構造体の多い工業品用パルプモールド。また圧縮成形させる事により 10 mm以上の製品厚を有し、割合は低いが高い耐圧強度を持つテックスを含む。使用例として一般的には大きい家電全般、給湯器、大型植物ポット等。テックスでは 100kg を超えるトランスミッション等、重量物用として使用される事が多い。

Type 2 浅型モールド (Transfer) : 製品の高さが低く、製品厚が 2-3 mm程のパルプモールド。アフタープレスがある物 (Dry Press) とない物があり、前者は小型家電やたまごパックで使用例が多く、後者は青果物用トレイや医療容器やドリンクホルダー等での使用例が多い。

Type 3 ファインモールド (Thermoforming) : 乾燥工程が浅型モールドと異なる。通常は乾燥前成型品を搬送バケット上に乗せ、乾燥炉内にて乾燥させる。ファインモールドは抄造機で製品を漉き上げた後、乾燥用熱プレス内にて乾燥させることにより、高い表面活性及び美粧性および寸法公差を最小限にする事が出来る。ただし金型内乾燥は時間を有する事からサイクルタイムが通常モールドに比べ大幅に生産性が落ちる為、生産コストは高くなる傾向である。テイクアウト用のお皿トレイやパッケージ用途に使われる事が多く、スマートフォンや最近のデバイス等で多くの採用事例をみる事が出来る。

Type 4 加工パルプモールド (Processed) : 後加工により印刷やエンボス加工や特殊染色を施した物や紙製尿瓶等の医療容器、昨今では PET ボトルの代用として紙ボトル容器の開発が盛んであり、Type1-3 に属さない新しい製品群も包括する。

今後のトレンドとして 2022-30 年にかけて、世界パルプモールド市場規模は 21 年度 \$ 39 億 (約 5365 億円) と言われていており、地域別では北米約 30%、欧州 25%、アジア 35%、その他国合計 10%である。製品別では浅型モールドが約 60%と大多数を占めている (図3)

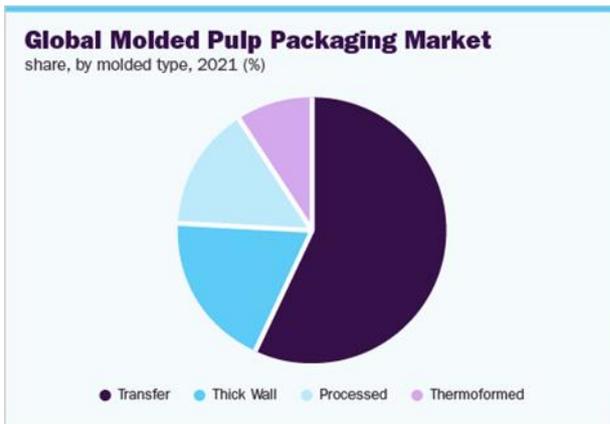


図3. 世界のパルプモールドのタイプ内訳

諸説あるが高い高成長が続き、2030年には\$98億(約1兆3230億円)に達すると野心的な統計予測もあるが、22年秋より欧州を中心に不景気の影響を受け工業品関連のパッケージ需要にも陰りが見える。実際には年率平均5.4%成長により、30年に\$54億(約7290億円)に達すると予想される(図4)iv。

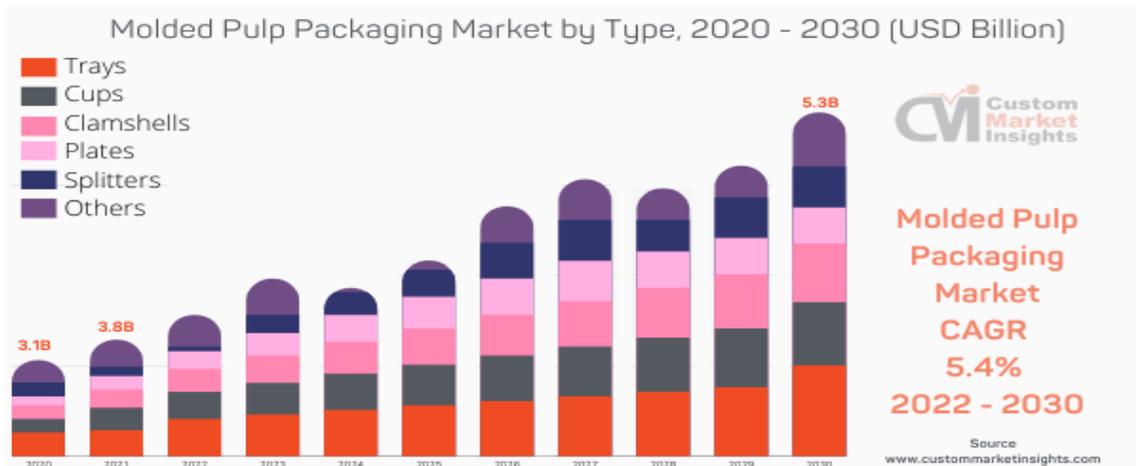


図4. 世界のパルプモールド市場推移

成長率向上を支えている事として昨今のパンデミックによりEコマースが伸び、より多くの梱包資材を消費者が自宅で処理する機会が増えた。リサイクル率が高い日本と異なり、分別する事を手間と嫌う消費者は多い。一方多くの消費者は環境意識が高く、コンポスト・環境負荷の低減した梱包資材をより好む傾向があると多くの調査結果でも記されている。

特に宅配用食品容器の需要が爆発的に増加し、プラスチック・紙問わず需要を押し上げた事も影響として大きい。一次容器として紙容器の地位を大きく向上させた。他の成長要因として、世界的にミドルクラス層の人口増、たまご消費量の増加等もあるが政府の政策に依る所が大きい。パリ協定、COP26によりCO₂削減目標と期限等々の枠組みが設定され、19年アメリカNYにて使い捨て発砲スチロール容器が禁止、サンフランシスコでは紙ストロー含めリユース出来るストロー以外は禁止となり、イギリスが20年に使い捨てプラ規制を厳格化。以来EU・オーストラリア他で21年、オーストラリア、インド、カナダ他でも22年にカトラリーを中心とした規制強化が施工され、パルプモールドを含めた環境負荷が低い代替品需要を喚起した。工場増強も各国に見られ世界最大手HUHTAMAKI社は



アメリカ・インディアナ州へ 135 億円（100 万ドル）の設備拡張を目的とした大型投資を 22 年発表している。

国内情勢

段ボールを中心に 5.5 兆円と言われる包装産業市場の紙占有率は約 45%と高いが、パルプモールド市場規模は 171 億円（生産量約 5 万トン）、占有率は僅か 0.3%とニッチ産業である（表 1）。

表 1. 日本の梱包容器占有率

日本の包装容器出荷金額	単位:億円					占有率
	2016	2017	2018	2019	2020	
包装産業市場規模	56,729.6	55,967.4	56,600.7	57,511.5	55,618.0	
1. 紙/板紙製品合計	23,595.6	24,685.6	24,610.4	24,908.1	24,969.1	45%
パルプモールド	157.0	163.4	167.8	180.2	171.2	0.3%
2. プラスチック製品合計	16,744.9	15,622.4	16,784.2	17,119.5	15,519.3	28%

出典:経済産業省他官公庁統計、日銀統計、包装産業関連団体統計より集計

出典：公益社団法人日本包装技術協会^v 抜粋

新型コロナの影響を受け、店舗閉店に伴い化粧品容器トレイや業務用たまご容器といった化粧・外食産業等の減少を受け 20 年には 5 %程減少した。一方で E コマース・ドリンクキャリア・テイクアウト容器等の需要が拡大した。家電関連の深型/浅型モールドは脱プラ需要を受け大きな影響を受けずに拡大傾向を続けている。今後 2030 年迄に 13 年度比で 46%温室効果ガスの削減宣言（気候変動サミット）やプラスチック資源循環促進法等の環境規制によりプラ容器から紙へのシフトが予想されるが、人口減少を背景に依然プラスチックと紙との価格差や性能差（熱可塑性、透明性、バリア性他）が障壁となり、抜本的な技術革新や政府による大幅な政策変更がない限り 2030 年迄も年率 1-2%程度の成長率に留まると予想される。

環境性能

梱包資材に限定し、プラスチックと紙との環境性能を比較する。

1. マテリアルフローについて、基本的に家庭から排出される廃棄物の半分を梱包資材が占めると言われている（表 2）。よって梱包資材にフォーカスした環境性能分析は有益であると思う。世界の梱包資材に限定し、プラでは 98%のプラ容器はバージン原料を使用して製造されている（図 5）。14%がリサイクル原料として回収、うち 4%のプロセスロス及び 8%がカスケードリサイクル、2%が水平リサイクルされている為、98%のバージン原料を使用する必要がある。全体生産量の 31%が廃棄され海洋または土壌に流出し、40%が埋め立てられている。

表2. 環境負荷の観点でのパルプモールド

1. マテリアルフロー	プラに比べ紙のマテリアル循環は優位性がある。
2. リサイクル効率	プラより紙はリサイクルシステムが比較的確立している
3. CO ₂ 排出量と環境負荷	紙はプラと比べて重量ベースで二酸化炭素排出量が低く環境負荷においても優位性がある一方、紙の方が同製品比較で重くなる傾向がある。
4. 自然分解性	短期に使用される製品において、紙は一般プラと比べ自然分解される時間がかなり早い。



図5. プラスチックのリサイクル状況

Source: Ellen MacArthur Foundation – The-New-Plastics-Economy (2018)

紙では紙容器全体の 53%がリサイクル原料として回収され、その内のリサイクル不可比率 19% (全体生産量 10%) がプロセスロス、17%が他のアプリケーションからリサイクル原料として受け皿となり紙のマテリアルフローに参加 (例: 飲料紙ラベル、廃棄石膏ボード紙等)、結果的に全体生産量の 60%が水平リサイクルされており、40%のバージンパルプを投入してループしている (図6)。埋め立て率は 21%、16%の海洋流出である。

2. リサイクル効率について、紙のリサイクル率は英国 92.1%、韓国 91.7%、日本 84.9%と続き世界平均が 59.7%と高い水準が続く^{vi}。プラスチックのリサイクル率は EU 平均で 38%^{vii}、多くの国ではサーマルリサイクルはリサイクルとカウントされておらず、国内でも熱回収を除くリサイクル率は 3割弱と低く世界平均は 18%程度とされている。^{viii}

3. CO₂排出量と環境負荷について、パルプモールドの LCA ポート^{ix}を参照に製品重量を加味した実際の GHG (温暖化ガス効果) を比較する (表3・図7)。

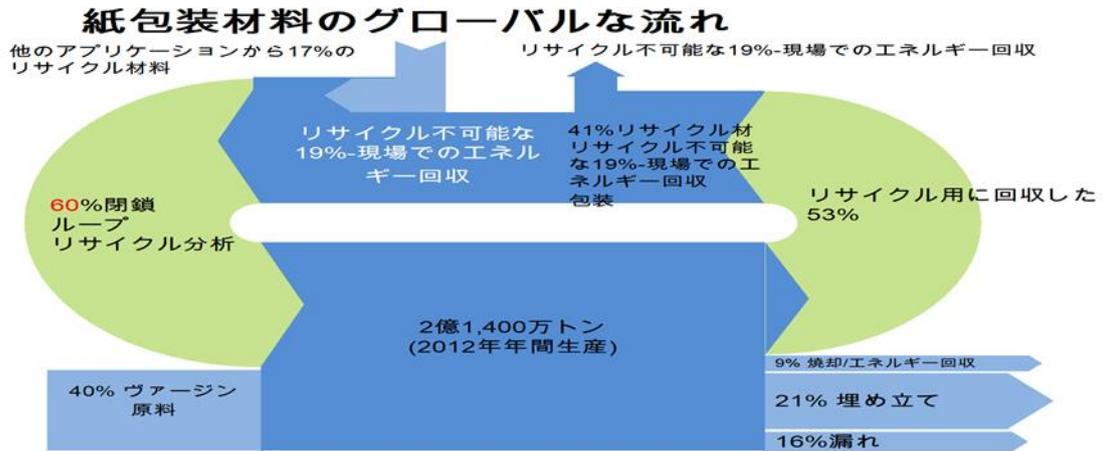


図6. パルプモールドのリサイクル状況

Source: Ewijk et al – Journal of Industrial Ecology (2018)

表3. プラスチック・パルプモールドのLCA

製品1個あたりのインベントリ分析結果 (MP=モールドパルプ, プラ=プラスチック)

項目	単位	工業品		卵パック		フルーツトレイ		お皿トレイ	
		MP	プラ	MP	プラ	MP	プラ	MP	プラ
エネルギー消費量	MJ	3.68	9.62	1.77	0.91	2.43	1.60	1.67	1.36
化石燃料消費量	MJ	1.71	5.96	0.73	1.55	1.10	1.59	0.22	0.59
GHG	kg-CO ₂ eq	0.14	0.76	0.06	0.12	0.10	0.12	0.05	0.08
NO _x	g-No _x	0.08	0.27	0.04	0.01	0.07	0.03	0.03	0.02
SO _x	g-SO _x	0.03	0.27	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02
木材消費	g							116.9	

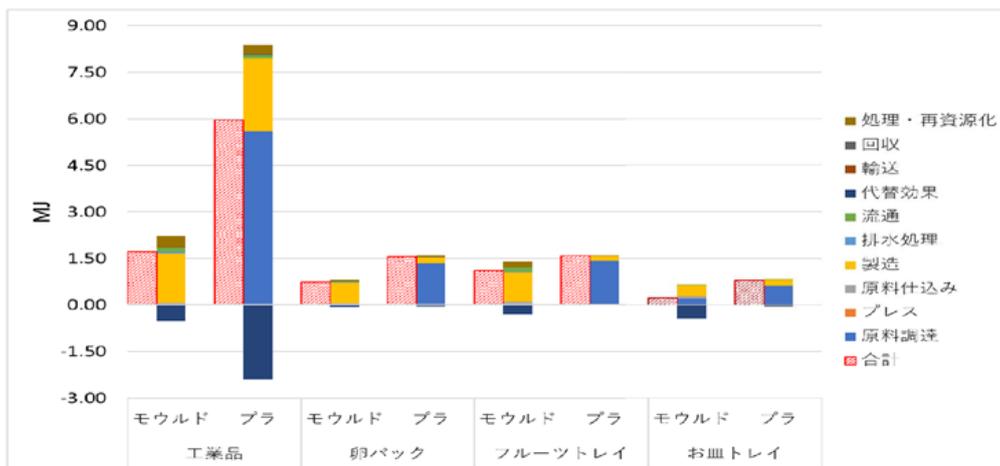


図7. パルプモールドの Type ごとの LCA

工業品（遊戯具用緩衝材）を例に、製品による個体差はあるが発砲スチロール 0.76kg-CO₂ eq に対し、パルプモールド変更後は 0.14 kg-CO₂ eq。たまご容器では再生 PET 品が 0.12 kg-CO₂ eq に対し、パルプモールド変更後は半減の 0.06 kg-CO₂ eq と大幅に温室効果ガスの削減が実現されている。

4. **自然分解性**について、製品耐久時間 v s 自然分解するのに必要な時間を観点に梱包資材に関して平均的なパッケージの寿命は 0.5 年と言われている（図 8）^x。しかし紙では一般的に土壌内 2 か月で分解されると言われるが、通常プラスチックでは自然に還るのに 200 年から 1000 年かかると言われる^{xi}。毎年 8 千万トンのプラ包装が製造され、その 40%が使用後に埋め立て処理されている事を考えるとその積み重ねは膨大である。生分解プラスチックの開発も進むが現状では水で分解されるのは PHBH（ポリヒドロキシブチレート/ヒドロキシヘキサノエート）等の一部に限られる事や、世界プラスチック生産量に対して 1%未満の生産キャパシティしか持ち得ていない現状は課題が残る^{xii}。

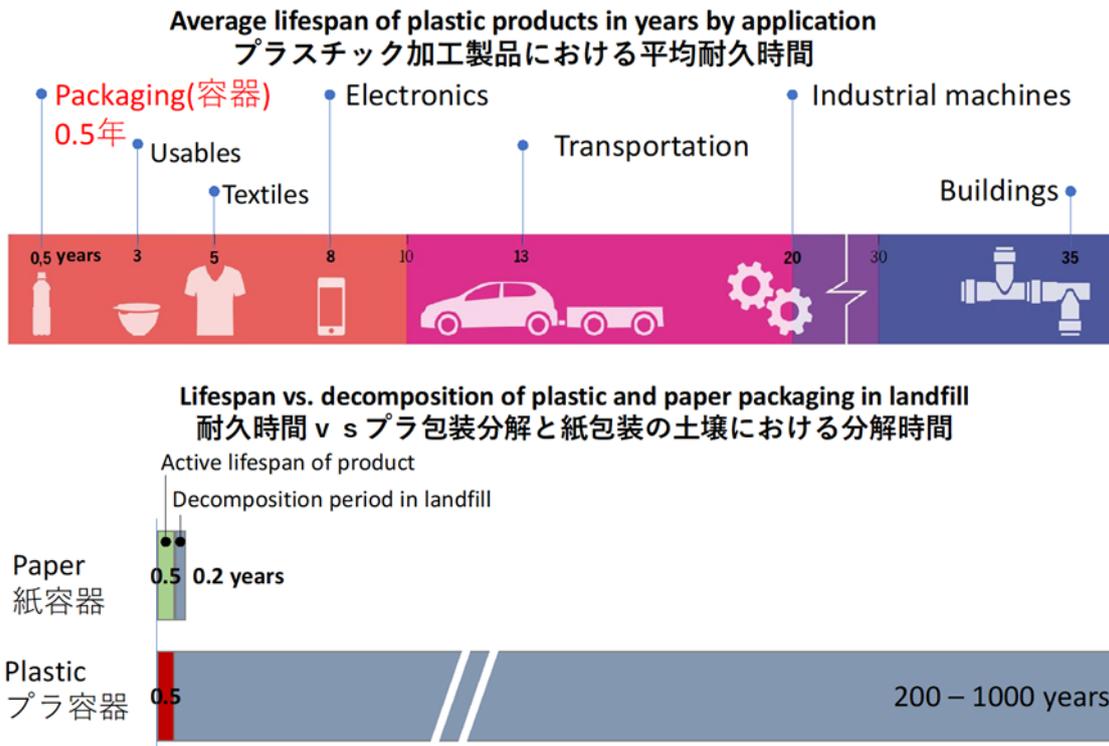


図 8. 製品用途ごとの耐久年数と自然分解性の比較

開発動向

・パッケージ需要増

従来は家電等の梱包資材は段ボール外箱と製品の間にある発砲スチロール等のプラスチック製品であった（図 9）。これを環境配慮型の容器を変更したいニーズが大きくなり、またパルプモールドの低価格化、金型短納期化も後押しする形で注目を浴び、箱の中敷きクッ

ション材として拡大してきた。しかし最近では消費者が最初に目にする外装パッケージそのものをパルプモールド化し、環境配慮を市場への PR も兼ねてパッケージの案件が増加傾向である（図 10）。



図 9. 一般的な中敷きクッション



図 10. 外装パッケージ事例
(SONY OMB) ^{xiii}

・顧客要望の変化

時流と共に工業品分野に於けるパルプモールドへの顧客要望変化を下記 5 つのステージ毎に解説したい。国内で生き残った企業へのヒアリングを元に顧客要望の遍歴を辿る。ステージ 1 “緩衝機能” は製品が安全に輸送される事のみに大きくフォーカスされた黎明期を示す。ステージ 2 “美粧性・作業性” について、乾燥技術の向上により、乾燥後に製品が収縮する率が大幅に改善しパルプモールドの美粧性や顧客先での剥離機能が大きく改善した時代を示す。ステージ 3 “環境性能・安全性” では、製品の背景にある安全性証明、トレーサビリティ、LCA の計算根拠、厳格化する顧客要求基準へのデータ対応能力が他社との差別化につながった。ステージ 4 “機能性” ではパルプモールド緩衝材に対し耐水性は従来から要望はあるが、この機能への要望多角化が進んだ。熱伝導、防音、帯電等紙が持つ機能を活かした緩衝性+付加機能。また廃棄物（飲料メーカーの使用済み茶葉、コーヒー袋の麻、海藻等）を混ぜ込む事で抗菌作用といった機能を持たせたトレイといったコンセプトを訴求出来る製品開発要望が増えた。ステージ 5 “創造性” に於いて、緩衝材という枠から脱却し、主にプラスチック代替品として可能性を追求した製品開発の段階にある。以下その具体的事例としてペットボトルのパルプモールド化を次項に紹介したい。

・ボトル型パルプモールド

SDG s を包括したアクションが本格化する中、飲料大手コカ・コーラでは 2030 年迄に同社販売数量と同数の PET ボトルを回収、リサイクル可能容器へ変更し、廃棄物ゼロをゴール設定している^{xiii}。他飲料メーカーも追随しており、新しい容器開発が模索される中、欧州を中心にパルプモールドによる PET ボトルの代替品開発が進んでいる（図 11）。スウェーデ

ン紙パルプ製造大手 BillerudKorsnäs とオーストリア容器製造大手 Alpha が C40 世界市長サミットの中で、紙製ボトル開発合弁会社 Paboco（デンマーク）を設立発表した。様々な紙製パルプモールドボトルを販売しており、23 年より開発を進めてきたボトルキャップの商業販売開始を計画しているxiv。



図 11. ボトル型パルプモールドの一例

紙製ボトルの歴史について、第一世代は PE 袋を 2 ピースのパルプモールドを貼り合わせる事でボトル形状した製品が主にアメリカで洗剤やプロテイン等で現在も採用されている。第二世代として割型を使用する事でシームレスのボトル成型品が開発され、内側を PE 袋や生分解プラ袋を充填させ液体と紙が直接接しない物が開発された。パルプモールド割型の製造歴史は古く、金型が 2 つに分かれる事で脱型時に必要な抜き勾配も必要なく、様々な成型品が製造可能である。国内でも縁起物の達磨（高崎だるま）でも活用されている。第三世代として、プラ袋でなく特殊なスプレー塗装技術で内面加工した物が主流となりつつある。

従来不可能といわれたプラスチック成型品の置き換えがパルプモールドや他技術で紙化を実現し、今後とも創造性ある製品開発は熱を帯びていくと思われる。

・パルプモールド食品容器の拡大

最後にパルプモールド製品分類の中で一番成長が著しい食品容器について記述したい。コロナを期に食品のデリバリーサービスが拡大し、輸送容器需要が大きく伸びた。国内ではプラスチック容器が主流だが、環境に配慮したというふれ込みによる紙製容器も広く散見されるようになった（図 12）。



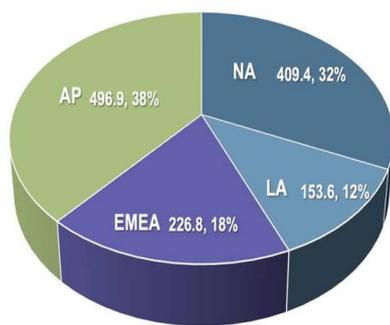
図 12. パルプモールド食品容器の一例



世界に出回るパルプモールド食品容器を分析すると、65%は加工がないトレイで35%がスプレー加工やラミネーション加工といった表面加工が施されている。主食がパンでなく米が主体のアジアでは、表面加工がない紙製容器表面に米が引っ付き使用感が悪い。今後は表面加工があるトレイが拡大する見込みである。アメリカとアジア地域を合わせたパルプモールド食品容器の世界全体の消費量の7割を占めており、アジア地域の消費量内2/3を中国・日本が占有する。2019年度のアジア地区の消費量は50万トンとされているが、2025年には65万トン迄拡大する見込みであり、日本国内全パルプモールド市場が5万トン程と考えると大きな市場が誕生していると言える。最近ではインドでのパルプモールド食品容器の製造会社が著しく増えており、2020-25年度に於ける成長率が約12%と世界で最も高く、今後もアジアが世界で最大の生産地・消費地となる見込みである^{xv}。パンデミック中の宅配特需により世界で食品容器が爆発的に需要拡大したが、ポストコロナへ正常化する中で需要は縮小。特に中国では需要を超える供給量が生産されており、採算割れを起こす企業も散見され既に市場がレッドオーシャンと化している傾向もみられる。一方で食品容器製造コストの大部分を占めるエネルギーコストはウクライナ侵攻後高騰が続くが、中国・インド等は比較的上昇幅が抑制されており、エネルギーコストが優位な場所での新工場建設は現在も続く。例えばマレーシアではレギュラーガソリンが102MYR(約63円)、電気代も日本の半値以下の水準であり今後もアジア各地で製造拠点が拡大し、新陳代謝を経ながら市場は拡大していくと思われる。

Food Service Segment Consumption and Projected Growth

2019 Consumption by Region ('000 tonnes)



- AP & US represent >70% of global consumption
- China & Japan two thirds of AP consumption

2019 vs. 2025f Consumption ('000 tonnes)



Global growth from 1.28 to 1.60 MM MTPY, 24.7% 2019 to 2025f ~4% CAGR

Source: Smithers - "The Future of Molded Fiber Packaging to 2025"

図 13. フードサービス事業の消費量と成長性予測



著者情報 -----



石原雄大 (ISHIHARA,Takehiro)

同志社大学学士(経済学) マサチューセッツ大学修士(経営学)。

2002年野村證券株式会社入社。05年日本モールド工業(株)へ入社。

13年取締役就任、物流改善・生産効率向上へ注力し海外事業を展開。16年タイ工場(E.Molding Int'l) MD 就任。17年代表取締役専務就任、現在に至る。<趣味>旅行

〒446-0064 愛知県安城市弁天町2番9号

E-mail: t-ishihara@mold.co.jp

参考文献

- i 当論文は追記・加筆修正を加えた二次出版となります。初版：シーエムシー出版、バイオインダストリー2023年3月号(BIOINDUSTRY vol.40, 3, 2023)、ページ2-11項
- ii Torben Rosenkrantz-Theil, Molded Pulp for egg packaging in North America, page10-15, Frederiksberg Bogtrykkeri A/S, 2020
- iii Grand View Research : Molded pulp packaging market size, share & trends analysis report (最終閲覧日 2023年1月9日)
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/molded-pulp-packaging-market>
- iv Custom Market Insights: Global Molded Pulp Packaging Market Share Likely to Surpass at a CAGR of 5.4% by 2030, (最終閲覧日 2023年1月9日)
<https://www.custommarketinsights.com/press-releases/global-molded-pulp-packaging-market/>
- v 公益社団法人日本包装技術協会, 包装技研, vol59, ページ5-16、令和3年7月号
- vi 公益財団法人古紙再生促進センター; 各国の古紙回収率2020年時点 (最終閲覧日 2023年1月8日)
- vii Euro Stat: Plastic packaging waste: 38% recycled in 2020 (最終閲覧日 2023年1月8日) <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221020-1>
- viii The Roundup.org 25 plastic waste statistics that will shock you (最終閲覧日 2023年1月8日) <https://theroundup.org/plastic-waste-statistics/>
- ix 京都大学大学院地球環境学舎 向由佳, プラスチック製容器包装代替物のライフサイクル分析ーガラスびんとモールドパルプを事例として, ページ48-50,
- x Heinrich-Böll-Stiftung & Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland – Der Plastikatlas (2019), (最終閲覧日 2023年1月6日)
https://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/Plastikatlas_2019_3_Auflage.pdf
- xi Government of Western Australia, Department of Environment and Conservation – Fact Sheet Litter (2011)
- xii European Bioplastics, Global bioplastics production will more than triple within the next five years (最終閲覧日 2023年1月6日)
<https://www.european-bioplastics.org/global-bioplastics-production-will-more-than-triple-within-the-next-five-years/>
- xiii CocaCola, Coca-Cola Bottlers Japan and “Welcia” to launch pilot project for PET bottle recycling (最終閲覧日 2023年1月11日)



<https://en.cbjj.co.jp/news/detail.php?id=881>

^{xiv} Sustainable Japan, 【国際】Paboco、紙製ボトル開発で分離膜層のバイオプラ化に成功。量産体制を視野（最終閲覧日 2023 年 1 月 11 日）

<https://sustainablejapan.jp/2021/05/24/paboco-bio-plastics-film/62135>

^{xv} Solenis, Molded Fiber Market Trends & Solenis Technology Development Review, page10-12, 2023