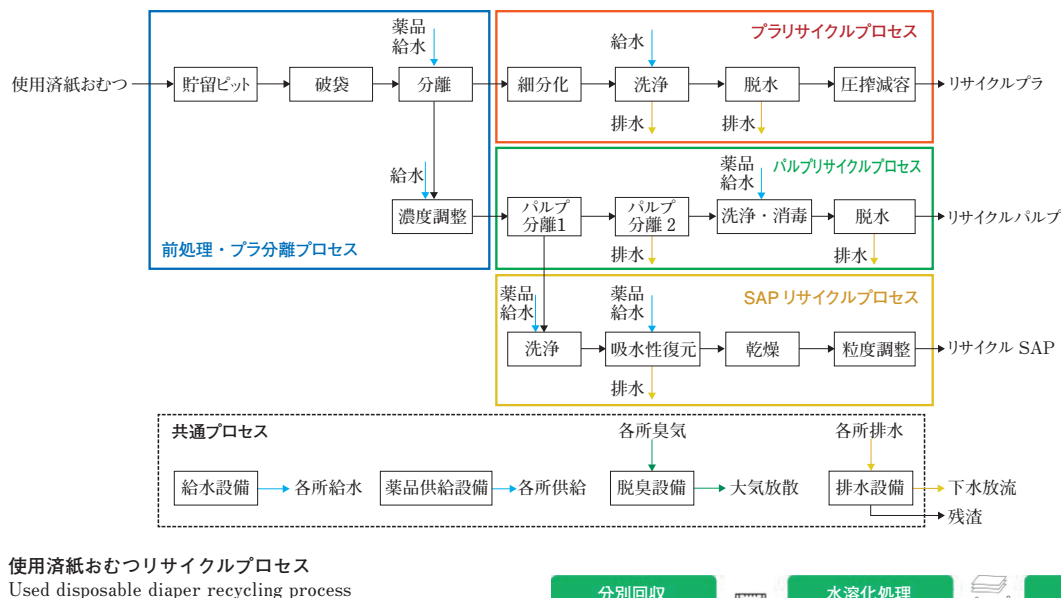


使用済紙おむつのマテリアルリサイクル技術

Material Recycling Process for Used Disposable Diapers

● 安村 宜之*
Yoshiyuki YASUMURA



1 はじめに

高齢化社会が進むにつれ、介護の必需品である紙おむつの使用量が年々増加しており、一般廃棄物発生量に占める割合は乳幼児用と合わせて2030年度には7%程度になると予想されている。

現在、使用済紙おむつのほとんどは焼却処理されており、最終処分量の削減や資源の有効活用の観点から、リサイクルの推進が課題となっていた。

しかし「回収体制の整備不足」「予算・費用の確保」「汚物の付着に伴う衛生的・心理的な問題」「複合素材が持つ分離・選別の難しさ」「リサイクル品の受入れ先が限定される」「リサイクルコストがかさむ」などが普及の阻害要因となっている。

環境省は、2024年の「第五次循環型社会形成推進基本計画」⁽¹⁾で、2030年までにリサイクル利用の実施、検討を行った自治体数を150にするという数値目標を掲げ、自治体に対して専門家によるコンサルティングや実証支援（伴走支援）を行っている。

住友重機械エンバイロメント株式会社(SHI-EV)は、トータルケア・システム株式会社、TOPPAN株式会社との3社協業で2019年に使用済紙おむつリサイクルシステムの構築を開始し、回収・処理・再製品化に継続的に取り組んできた。

SHI-EVはリサイクル施設の設計・施工を役割とし、株式会社日本触媒を加えた4社連携体制の下でおむつを構成する主要3素材の「パルプ」「高吸水性樹脂(SAP)」「プラスチック(プラ)」のすべてをリサイクルできる新しいマテリアルリサイクルプロセスを構築するとともに、CO₂排出削減効果のLCA(ライフサイクルアセスメント)を実施した⁽²⁾⁽³⁾。

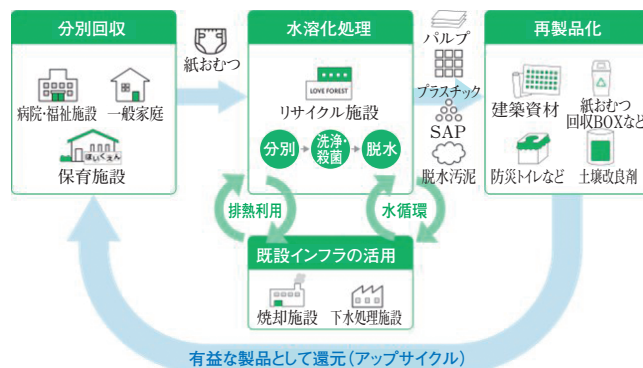


図1 使用済紙おむつマテリアルリサイクルシステム
Used disposable diaper material recycle system

2 使用済紙おむつのリサイクルシステムの概要(図1)

2.1 プロセスの特長

本プロセスはTCSが2005年より運営しているパルプリサイクルプロセス(処理能力20t/d)を基盤としている。これは使用済紙おむつに対して多くの水を利用して分離・洗浄を行うプロセスで、水溶化処理と称し、排水処理設備の処理水を再利用して排水量を削減している。このプロセスの効率化を図るとともに、SAPとプラのリサイクルプロセスを加えた主要3素材のすべてをリサイクル可能とした。

また、大量の水の使用と排出を考慮し、下水処理水を再利用して排水を下水放流(下水連携)したり、焼却施設の排熱を乾燥などの熱源として活用(焼却連携)することで既存インフラと連携し、衛生面・コスト面・環境面の課題を改善している。

2.2 リサイクル素材の活用用途

図2に、リサイクル素材の活用用途を示す。リサイクル素材を活用して製造された各種製品は、図2の用途で地域社会に還元され、住民の環境意識の醸成や行動変容を促す効果が期待できる。

リサイクルパルプ	リサイクルSAP	リサイクルプラ
建材(内装、外壁材)、 トイレトーパー	災害用トイレ、 土壌改良材など	資源回収ボックス、 紙おむつ専用回収袋など
		

図2 リサイクル素材の活用用途
Proposed upcycling opportunities for recycled materials

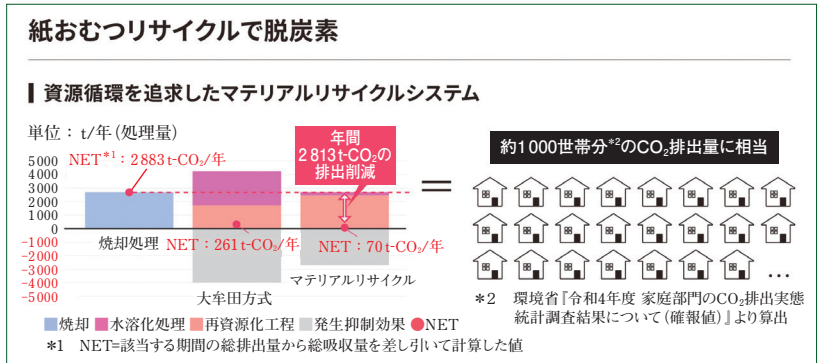


図3 使用済紙おむつリサイクルのCO₂排出量削減効果
CO₂ emission reduction effects of used disposable diaper recycling

2.3 使用済紙おむつリサイクルプロセス

使用済紙おむつのSAPは、し尿由来の汚濁成分と水分を吸収しており、パルプとプラには汚濁成分が付着している。それらは病院、介護施設、保育園などから丸められた状態で収集袋に入れられ、リサイクル施設に搬入されて冒頭の図に示したプロセスでリサイクルすることができる。

2.3.1 前処理・プラ分離プロセス

使用済紙おむつを受け入れ、破袋装置で中身をバラバラにした後に分離装置に投入し、再利用水を用いて所定の濃度に調整する。スラリー状になったものに多価金属塩を添加し、混合攪拌してSAPと多価金属塩を効率的に反応させ、吸収した水や汚濁物を放出(脱水)し脱水SAPとする。

その結果、脱水SAPとパルプは混合状態で過分離され、ろ過されないプラは別途回収される。

次にパルプと脱水SAPの混合物に再利用水などを加え、分離プロセスに適合する濃度にまで調整する。プラについても同様にリサイクルに必要な処理を加える。

2.3.2 パルプリサイクルプロセス

脱水SAPはパルプより比重が大きいため、この差を利用してパルプ分離装置により脱水SAPとパルプに分離され、脱水SAPはリサイクルプロセスへと移送される。

分離されたパルプは、さらに選択的に分離できる2段階目のパルプ分離装置により、残留するプラやSAPなどの異物を分離(精製)する。精製されたパルプは清水による洗浄と消毒を経て脱水され、リサイクルパルプとなり、シート状あるいはバラ状態で出荷される。パルプ、脱水SAP以外の成分はほかの排水と併せて分離され、脱水後に残渣となる。

2.3.3 SAP リサイクルプロセス

一般的に紙おむつに使用されるSAPの多くは、網目状の分子構造を持つポリアクリル酸(塩)系架橋ポリマーであり、網目構造が膨らむことで多量のし尿を吸水する能力を有している。前処理で多価金属塩と反応した脱水SAPはこの吸水性が失われているので、これを再利用可能な状態に戻すべく次の2段階のプロセスでリサイクルされる。

- ① 脱水SAPの汚濁成分除去を目的に、清水による洗浄で汚濁成分の分離操作を行う。
- ② 脱水SAPの吸水性を回復・復元する処理を行うことで、新品と同等の吸水性能を持つ高含水のゲル状SAPを得ることができる。

この高含水のゲル状SAPは非常に乾燥が難しい物質であることから、プロセスと機器に種々の対策を講じて乾燥・粒度

調整した後、優れた吸水性を持ったリサイクルSAPとなる。

2.3.4 プラリサイクルプロセス

分離装置にかけられた破袋プラは形状が様々でなく、そのままでは移送・分離・脱水に適さないため破碎して細分化し、洗浄・分離・脱水プロセスを経て汚濁成分が除去され、含水率を低減した細分化プラとなる。これを高压で圧搾減容化することにより、有用性の高いプラ製品にリサイクル(アップサイクル)可能な原料となる。

2.3.5 共通プロセス

下水および焼却連携の設備や脱臭設備を備えており、リサイクルプロセスで発生する汚濁負荷の低い排水を循環水として再利用し、排水量を削減している。

3 CO₂排出量のLCA結果⁽²⁾⁽³⁾

本システムのCO₂排出量削減効果を焼却処理した場合と比較すると、年間5000t処理した場合で2813t-CO₂/年(一般家庭の約1000世帯分)である(図3)。

4 おわりに

- (1) 使用済紙おむつからのパルプ、SAP、プラ3素材のマテリアルリサイクルにおける基本プロセスを構築した。
- (2) 施設規模やリサイクル品の用途、リサイクルコストなどを総合的に考慮し、リサイクル対象と処理能力を多様化させた各種提案により、事業化提案を継続している。
- (3) 本プロセスは、従来の焼却処理に代わる持続可能な選択肢であり、CO₂排出削減という環境的価値だけでなく、既存インフラの有効活用や地域のリサイクル教育といった社会的価値も提供している。

プロセス構築等で連携したトータルケア・システム株式会社、TOPPAN株式会社、株式会社日本触媒の関係者に感謝する。

(参考文献)

- (1) 環境省、循環型社会形成推進基本計画～循環経済を国家戦略に～、環境省、2024、<https://www.env.go.jp/content/000242999.pdf> (参照日：2026年3月10日)。
- (2) 李 雅娟、松本 亨、藤山淳史ら、使用済み紙おむつの水溶化処理によるマテリアルリサイクルのライフサイクル評価、LCA学会研究発表会講演要旨集、令和7(2025)年3月、162-163(ページ番号：1D2-01)。
- (3) 住友重機械工業株式会社、使用済紙おむつマテリアルリサイクルにおけるCO₂排出削減効果の算出結果について、住友重機械工業株式会社、<https://www.shi.co.jp/info/2025/6kgpsq000000nukj.html> (参照日：2026年3月10日)。