

第2部 使い捨ておむつをとりまく問題とその対策 — 処理する立場から

私たちの使用済み紙おむつの資源化新システム

—あなたに人生の華を贈りたい—



まつふじ やすし
NPO法人 SWAN福岡 理事長 松藤 康司
福岡大学 名誉教授

はじめに

福岡の地で「使用済み紙おむつの資源化システム」に取り組んでいることをご存知でしょうか？基礎研究に着手したきっかけは、25年前（1998年）、ダイオキシン問題が注目されていた時代に遡ります。地元の使用済み紙おむつ処理業者から相談を受けた卒業生を介して、どうにかして脱焼却で紙おむつをリサイクルできないか相談を受けたことが「紙おむつへの挑戦」の始まりです。まずは、紙おむつに対しての基礎情報を集め、フラスコ実験から試行錯誤を繰り返しながら、装置の開発を行い、どうにか実用化の目途を得ることができました。そのスタートとして、「紙おむつとファッションに関するシンポジウム」が、わが国初めて福岡の天神で開催されました。キャッチコピーが、「あなたに人生の華を贈りたい」です。当時は、紙おむつや失禁症を口にするには抵抗のある時代でした。ましてや、介護されている方以上の、一見健康そうに見える人にとっては禁句でした。このシンポジウムで、紙おむつの処理問題が深刻で、高齢化を迎える日本では、1日も早い対応の必要性が参加者に共有されました。

紙おむつの原料のパルプは、東南アジアや世界の森林に依存しています。その森林伐採問題は、地球温暖化の深

刻化の他、途上国のライフスタイルを考えると将来的には原料不足も懸念されています。また、紙おむつを着用するようになって、健常者と変わらない市民生活を送ることのできるデザイン性やそれを支える社会制度「華」の実現も必要です。「現実的に使うしかない紙おむつ」をなんとかして環境保全するために私たちは、「使用済み紙おむつの資源化システム」に取り組んでいます。関係省庁や関係機関の支援体制がさらに必要です。本稿では、私たちの「使用済み紙おむつの資源化」への挑戦の足跡と課題について紹介します。

何故「使用済み紙おむつ」への挑戦か？

使用済み紙おむつのリサイクルのこの相談を聞いたとき、筆者はかつてNHKのシルクロード特集を観てメモしていた「種子と光合成」が脳裏を過りました。

破碎洗浄分離後の使用済み紙おむつをパルプ、脱水ポリマー、プラスチック等と洗浄分離水に固液分離し、脱水後、上質パルプは再生紙おむつとしてリサイクルする一方、中低質のパルプや分離した脱水ポリマーは、洗浄分離水を生物処理して発生する汚泥と混合して堆肥化した後、綿花やハーブなどの種子と混ぜ圃場や河川敷や道路法面

に播種する。水分の維持が容易で、肥料効果もある。種子から育った綿花、紅花、ハーブなどは、再度紙おむつの原料になる。これで、「光合成」を利用した大きな「循環プロセス」ができるのではと考えました。そこで、環境負荷の軽減が叫ばれていた1998年にフラスコを使って基礎実験に着手しました。幸い2000年には、(財)福岡県産業・科学振興財団の産官学共同研究開発事業（3か年）に採択され、ラブ・フォレストプロジェクトとして「使用済み紙おむつのリサイクル研究開発」がスタートしました。「紙おむつリサイクルプロジェクト」の研究開発の技術的なメカニズム、紙おむつの生産量や実証実験結果の詳細は、別の技術報告書

に譲るとして、これまでの研究開発の沿革（表1）と本プロジェクトの特徴は、図1に示すとおりです。本稿で述べるプロジェクトは、大別すると前半の上海万博出展までをフェーズ-1に、後半のそれ以降から現在までのフェーズ-2に大別できます。フェーズ-1に対しフェーズ-2は、時代の背景と紙おむつのデザインや製品が軽量化・多様化し、紙おむつの使用パルプ量が減少する技術開発に合わせ、より現実的に対応できる「資源化システム」への改良を行なったものです。

フェーズ-1の取り組みの概要¹⁾

使用済み紙おむつリサイクルシステムは、図1に示すように大きな3つの

表1 (フェーズ-1) 使用済み紙おむつリサイクルプロジェクトの沿革

1998～1999年	福岡大学工学部水理衛生工学実験室で使用済み紙おむつのリサイクル基礎研究「ラブ・フォレストプロジェクト」を開始
2000年	(財)福岡県産業・科学技術振興財団の産官学共同研究開発事業（3か年計画）の認定を受ける
2002年	福岡市東区のクリーンパーク東部工場敷地内に大型実証実験プラント設置
2003年	産官学共同研究開発実験終了を受け、事業化計画に着手
2004年 6月	第3回産官学連携推進会議（京都市）に本プロジェクトの研究成果を公開
11月	(公財)ソロプチミスト日本財団より環境貢献賞受賞
2005年 3月	経済産業省・福岡県・大牟田市の補助金を受け日本初の使用済み紙おむつリサイクル工場のラブ・フォレスト大牟田（トータルケア・システム（株））が完成。翌月本格稼働
4月	本プロジェクト支援組織の「ラブ・フォレスト」サポート倶楽部発足
5月	(公財)ソロプチミスト日本財団からの環境貢献賞受賞を記念して本プロジェクトを支援する学官民一体のサポート第1弾・シンポジウム「あなたに人生の華を贈りたい！」を福岡市で開催
6月	「ラブ・フォレスト」サポート第2弾で福岡市の人工島に綿花の栽培「綿花大作戦」を実施
2006年 1月	福岡大学内ベンチャー企業（株）ラブ・フォレスト・プランニング・インターナショナル設立
2007年 3月	「ラブ・フォレスト」サポート第3弾「シルバー・ニューウェーブ・ファッションショー 2007」開催
10月	「環境フェスティバルふくおか 2007」参加
11月	「綿花大作戦・収穫祭2007」実施
2008年 3月	「シルバー・ニューウェーブ・ファッションショー 2008」開催
9月	文部科学省平成20年度「戦略的産学連携支援事業・総合的連携型」採択
10月	「3大学連携支援事業シンポジウム・3大学長による調印式」 「環境フェスティバルふくおか 2009」参加
2009年 2月	「戦略的産学連携支援事業・3大学研究発表会」開催
8月	「上海国際博覧会・日本館」参加

高齢者支援用品減量 (第2循環・光合成)

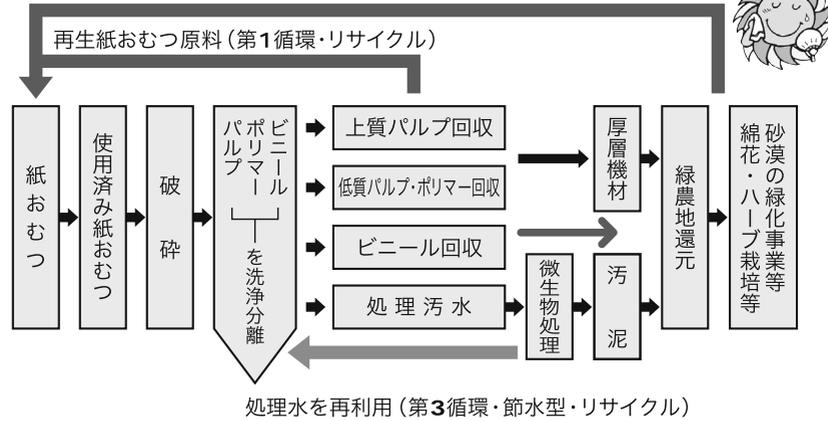


図1 使用済み紙おむつリサイクルシステムのフロー図

循環系から構成されています。リサイクル、環境保全と高齢者支援から構成されるユニークなシステムです。フェーズ-1の特徴である、高質パルプによる再生紙おむつも最終的には、パルプが劣化して残渣になります。これを最後に焼却したのでは、公衆衛生上適正処理としても、使用済み紙おむつの直接焼却を若干延命化したに過ぎません。そこで、提案したシステムは、最後の残渣や中低質パルプ、脱水ポリマー、さらには使用済み紙おむつの洗浄分離水が生物処理されるとき、発生する汚泥を堆肥化して、再度緑農地に還元する非常にユニークな特徴を有しています。それも、単に緑農地に還元するだけでなく、種子を添加して、緑農地に

播種することで、光合成の力を借りて、新たな「有機資源」を創り出すというものです。これまでのリサイクルは単なる素材の循環やエネルギーへの転換が主体で、最後の残渣はあまり注目されていませんでした。私たちのシステムは、光合成の力を借りて新たな素材を創り出すもので、ここが新たな資源化として注目されている点です。フェーズ-1では、限られた条件の下で、図1の下の処理水を再利用 (第3循環) するシステムを利用して、「綿花栽培」(写真1) を行いました。手間と時間を必要とするプロセスですが、多くの人の参画と太陽の下での圃場が必要な一次産業です。種子が開花し果実を作り、綿花を収穫しました。そして、綿糸を



写真1 綿花栽培状況



写真2 シルバー・ニューウェーブ・ファッションショー

つむぎ、それから綿布を織り、日用品を作りました。もちろん、綿花は、天然コットンとして人にやさしい紙おむつのパルプの代替として使用も可能ですし、このことによって森林の保全にも貢献できます。綿花を創り出し、綿糸、綿布は使用済み紙おむつの資源化における自然の営みや、自然のサイクルの一部でもあります。

私たちのプロジェクトを支援していただく「ラブ・フォレスト」サポート倶楽部の皆さんと連携して、自然の恵みや生態系を学習できる綿花収穫祭や、介護予備軍に向けて、高齢者と紙おむつをテーマにした「シルバー・ニューウェーブ・ファッションショー」も福岡市内で開催し注目されました(写真2)。これらの地元での地味な実践活動が評価され、2008年度には文部科学省の「戦略的大学連携支援事業(福岡大学、日赤九州国際看護大学、香蘭女子短期大学3大学連携)」に採択されました。この採択によって、産官学民の連携の

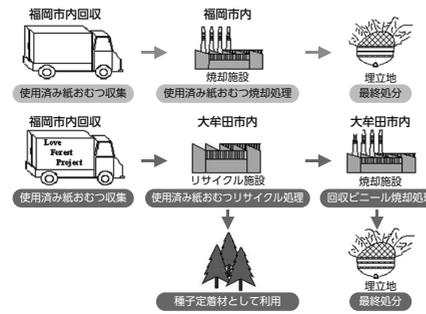
環も大きくなり、使用済み紙おむつの資源化の実用化に向けた研究、市民との綿花収穫祭、そして、シルバー・ニューウェーブ・ファッションショーも継続することができました。そして、連携の環はさらに大きくなり、2010年8月には中国・上海国際博覧会の日本館では、中国清華大学とも連携して中国最初の「使用済み紙おむつの資源化システムとファッションショー」にも出展して、高齢化が進み、砂漠化が進行する中国の皆さんからも高い評価を受けることができました(写真3)。

すなわち、これまでの廃棄物処理の主体は「分解」でしたが、私たちの目指すシステムは、「分解から合成」への転換可能な究極の資源化システムともいえ、国際的にもPRできたと考えています。基礎実験を着手して約10年。社会情勢も徐々に変化し、テレビでも「紙おむつ」や「失禁症」が注目されはじめ、紙おむつのデザインや組成(特に天然パルプの使用量)も大きく変化しており、



写真3 中国・上海国際博覧会の日本館の様子

地球温暖化防止へ
地球温暖化防止へも貢献!! 地球CO₂削減!!



〈二酸化炭素における総合評価〉

	焼却施設：リサイクル施設
焼却による排出量	7 : 1
廃熱利用によるCO ₂ 排出量削減量	53.3 : 1
実質排出量	7 : 1
電力使用によるCO ₂ 排出量	2 : 1
工業用水使用によるCO ₂ 排出量	1 : 2.2
輸送燃料使用によるCO ₂ 排出量	1 : 11.3
合計	6 : 1

出典：使用済み紙おむつの再資源化システムにおけるエネルギー収支に関する研究³⁾を基に筆者加工

図2 使用済み紙おむつの資源化は、現行の焼却処理比で温室効果ガスで約1/6³⁾

介護支援の製品や、ペット用のおむつも開発されはじめました。内容的には、紙おむつの軽量化、ポリマーの機能拡大、これに加え大型災害時や地球温暖化による災害の頻発下での「紙おむつ」の役割が国内外で注目されはじめています。

フェーズ-2の取り組み²⁾

前述のように私たちが目指す資源化システムに向けた研究開発は地味ではあるが一步一步継続されている間、2005年に福岡県大牟田市に民間企業による、わが国第1号の「使用済み紙おむつリサイクル工場」が完成し、現在稼働中です。その後、リサイクル工場の建設費および維持管理費用が高いことや、社会背景の未整備も影響して、全国的には未だ普及していません。

こうした中で、昨今徐々に各関係省庁で紙おむつに対しての施策の検討も始まりました。同時に高齢化が進み、この20年間で、「紙おむつ」の素材の改善や軽量化も著しく進んでいます。この状況を踏まえ、これに対応した新しい技術開発をフェーズ-2と位置づけ、福岡市の支援を受け、2013年、福岡大学グループは、「使用済み紙おむつに資源化新システム」(特許第6195145号)の提案を行い、実証施設を民間の産業廃棄物埋立地跡地に建設しました。しかし、その後の資源化新システムの実用化に向けての実証実験は、コロナ禍で延び延びになり、残念ながら現在に至っています。1日も早い実証実験の再開を切望しています。

資源化新システムの特徴^{1, 2)}

本資源化新システムの特徴は、既設のシステムの問題点と昨今の紙おむつのデザイン、組成の変化、製品の多様化に対応するために、以下の改善と技術開発を行なっています。

- ①使用済み紙おむつから回収するパルプの分離区分を紙おむつの軽量化で素材パルプの原料の削減に合わせ、高質パルプ・中低質パルプの区分を簡素化し、「資源化パルプ」1区分として、資源化パルプは緑農地還元資材として有効利用し、新たな資源として回収する。
- ②運転費用、固液分離剤費用、洗浄分離水の経費削減をする目的で、廃棄物処理施設や汚水処理施設より排水する処理水(中水)を洗浄分離水として有効利用する。
- ③中水として利用した使用済み紙おむつの洗浄分離水は、既設の廃棄物処理施設の排水処理場に返送一括処理を行なった後放流する。

上記の技術改善によって、資源化新システムの工程が簡素になり、建設費用および維持管理費用の大幅な削減が可能となっています。また、この新システムは、私たちが技術協力している多くの途上国の劣悪な埋立地の改善後の「安全閉鎖」に向けた埋立跡地においても応用できる技術であり、貧困にあえぎ、非衛生的な環境で生活する多くの人たちにとって現地での新しい仕事作りにも応用できると考えています。まさにこの取り組みは、「育児」、「介護」の「使うしかない紙おむつ」の単

なる廃棄物問題、公衆衛生、高齢支援への貢献だけではなく、国際的に取り組むべき「SDGsに通じる一つの取り組み」でもあるといえます。

課題を克服し、資源循環の環を世界に発信しよう!

これまで、私たちは、約50年間埋立地を中心にごみ処理での「分解」技術に係わってきましたが、頭の隅に何か「合成」技術にも挑戦したいと思っていました。また、使用済み紙おむつの資源化への取り組みは、反対運動も起きにくいテーマです。1日も早く、実現化して、資源に乏しく高齢化の進むアジア圏で、また砂漠化が進む地域において緑化したいとも思います。しかし、私たちの取り組みを名実ともに実用化するには、産官学民の連携とともに関係省庁の紙おむつ処理への社会整備と環境保全に対しての科学的な評価が必須でもあります。

私たちのフェーズ-1の取り組みでも、

参考文献

- 1) 福岡発! 博多コレクション2006.7.8パンフレット(2006)
- 2) 福岡大学三大学連携推進会議:福岡市事業系ごみ資源化技術実証支援事業研究成果報告書 使用済み紙おむつリサイクルシステムの効率化と事業化モデルに関する実証研究(2012~2014(平成24~26)年度)
- 3) 木下博貴:使用済み紙おむつの再資源化システムにおけるエネルギー収支に関する研究,福岡大学修士学位論文,pp.89-104(2004)

紙などの燃焼時に発生するCO₂も含め評価すると使用済み紙おむつの資源化は、現行の焼却処理に比べて温室効果ガスで約1/6程度削減可能であるとの試算もあります³⁾(図2)。また、未だ解決していない紙おむつリサイクル過程で発生する「廃プラスチック」もバイオマス由来に転換できれば、さらに温室効果ガスの削減も可能でしょう。社会システムの構築と支援がさらに必要ですし、中でも、医療、介護、社会福祉施設の協力は大きいと思います。

福岡発の使用済み紙おむつの「脱焼却」で「環境保全」「資源化」「高齢者支援」の技術的なシステムは永年の研究で完成しつつあります。私たちが目指すシステムは、「分解から合成へ通じるブレイクスルーのテーマへの挑戦」でもあります。

「あなたに人生の華を贈りたい」を合言葉に「紙おむつ」の資源化の環を広げましょう!