

# 資源循環・廃棄物管理と脱炭素社会構築

## 連載（4）繊維素材循環の方向性

酒井 伸一 京都高度技術研究所・京都大学名誉教授  
SAKAI SHINICHI

専門は環境システム工学。2001年より国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長、2005年より京都大学教授、2021年より現職、および大阪工業大学客員教授。中央環境審議会循環型社会部会長。廃棄物資源循環学会 2010～2012年会長。Journal of Material Cycle and Waste Management (JMCWM), Springer 編集担当。著書に『ゴミと化学物質』（岩波新書）、『循環型社会をつくる』（中央法規）など。



### 1. 繊維素材や衣料製品の生産使用と環境負荷

JW センター情報への連載記事第1～3回では、資源循環・廃棄物分野の脱炭素化推進、またこの方向と密接不可分である循環経済転換の基本的考え方とその背景情報をお知らせしてきた。このなかで脱炭素の側面からも、循環経済の側面からも重要な対象にプラスチック素材や製品がある。このプラスチック素材循環への本格的制度展開が、日本では2022年4月のプラスチック資源循環促進法ではじまっており、時機をみて進捗の現状と展望を書き留めてみたいと思っている。今回の連載では、プラスチック素材と類似の文脈で考えるべき対象に繊維素材や衣料製品があるとの認識から、その環境資源負荷の程度を知り、繊維素材や衣料製品の循環の方向性を考えてみたい。

繊維素材や衣料製品の生産量から循環廃棄の状況、温室効果ガス排出量といった環境負荷情報について、既報報告から表1のように整理した。世界、EU、日本と異なるスケールの数値として纏めている<sup>1-3)</sup>。世界の繊維生産量は、衣服向けの新規生産で5300万トン（2015年）であり、その生産量は2000年から2015年で倍増となっている。この傾向が続くと、繊維消費量は2010年代の6200万トンから、2030年の1億トンまで63%増加する見通しである。日本では、衣類の国内新規供給量は2020年で81.9万

トンであり、この10年程、その量は増えていない。そして、繊維生産の素材は、60%程度は合成繊維、主にポリエステルであり、綿製品などの天然素材はすでに2分の1未満となっている。その循環や廃棄の現状であるが、世界の繊維産業全体のリサイクル率13%で、その多くは断熱材や布巾・雑巾、マットレスなどへのカスケード利用であり、新衣料へのリサイクルは1%未満であると見積もられている。EUでは20%のリサイクル率、日本ではリユース率20%、リサイクル率14%と見積もっている。最終の処理処分は多くは埋立か焼却とされており、日本は焼却が66%と主流を占めている。

繊維の原材料調達からさまざまな製造工程、そして利用から廃棄の工程で相当量の温室効果ガスを排出している。その量として、繊維製造過程からの排出は世界で12億トンCO<sub>2</sub>/年とEllen MacArthur財団は見積もっている<sup>1)</sup>。日本の衣類供給に伴うライフサイクルCO<sub>2</sub>は、9500万トンCO<sub>2</sub>（2019）と報告されており、服1着あたりの生産で25.5kgCO<sub>2</sub>に相当すると試算されている<sup>3)</sup>。なお、この量は原材料調達や紡績、染色から廃棄工程を含んだ量として見積もられており、温室効果ガス排出インベントリで報告されている繊維分野の量は、廃棄過程の焼却に伴う排出を中心に見積もられており、その量は約120万トンCO<sub>2</sub>である<sup>4)</sup>。原料確保から製造

1) Ellen MacArthur Foundation, A New Textiles Economy Redesigning fashion's future, 2017, [https://emf.thirdlight.com/file/24/uiwtaHvud8YIG\\_uIStauTJH74/A%20New%20Textiles%20Economy%3A%20Redesigning%20fashion%E2%80%99s%20future.pdf](https://emf.thirdlight.com/file/24/uiwtaHvud8YIG_uIStauTJH74/A%20New%20Textiles%20Economy%3A%20Redesigning%20fashion%E2%80%99s%20future.pdf) (2022年11月26日確認)

2) European Commission: EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles, Brussels, 30.3.2022 COM (2022) 141 final, [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9d2e47d1-b0f3-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9d2e47d1-b0f3-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF) (2022年10月10日確認)

3) 環境省：令和2年度ファッションと環境に関する調査業務「ファッションと環境」調査結果報告書, [https://www.env.go.jp/policy/sustainable\\_fashion/goodpractice/case25.pdf](https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/goodpractice/case25.pdf) (2022年11月26日確認)

表 1 繊維素材に関するフローと環境負荷に関連する情報

地域	情報項目	要点	出典
世界	生産関連	衣服向け新規生産量 5300 万トン (2015) 世界の生産量は 2000 年から 2015 年で倍増、消費量は 2010 年代の 6200 万トンから 2030 年の 1 億トンまで 63% 増の見通し	Ellen MacArthur 財団 <sup>1)</sup>
	循環関連	繊維産業全体のリサイクル率 13%、多くは断熱材や布巾、マットレスなどへのカスケード利用、新衣料へのリサイクルは 1% 未満	European Commission <sup>2)</sup>
	環境関連	繊維製造過程からの排出は 12 億トン CO <sub>2</sub> eq/年	
EU	生産関連	繊維衣料産業は約 16 万社で 100 万人雇用、1620 億 EURO (2019)	European Commission <sup>2)</sup>
	循環関連	EU 域の繊維廃棄は 580 万トン、11 kg/人・年、多くは焼却か埋立、新繊維リサイクルは 1% 未満、ダウンリサイクル 20%	
	環境関連	年 4 万トンの合成繊維が洗濯機から流出との見積り 水系環境への化学物質影響を懸念	
日本	生産関連	衣類の国内新規供給量 81.9 万トン (2020)、91 万トン (2009)	環境省・日本総研 <sup>3)</sup>
	循環関連	家庭由来の衣類廃棄物 75.1 万トン、リペア衣類 11.2 万トン、リユース 20%、リサイクル 14%、焼却 66%、	
	環境関連	ライフサイクル CO <sub>2</sub> : 9500 万トン (2019)、廃棄工程 117 万トン、服 1 着あたりの生産で 25.5 kg CO <sub>2</sub> 、衣類生産に必要な水の量 83.8 億 m <sup>3</sup> (国内水消費の 10.4%、1 着あたり 2368 L)	

使用、循環廃棄までを対象とすれば、非常に多くの炭素排出を背負っていることになる。繊維製造に伴う環境負荷は温室効果ガスのみでなく、水や化学物質なども念頭におかねばならない。日本の衣類生産に必要な水の量は、83.8 億 m<sup>3</sup> (1 着あたり 2368L) と推定されており、その量は国内水消費の 10.4% に相当する<sup>3)</sup>。そして、今一つの重要な環境負荷にマイクロプラスチックがあり、欧州委員会は年 4 万トンの合成繊維が洗濯機から流出との試算値を紹介している<sup>2)</sup>。この試算の確からしさを含めて、プラスチック素材の環境や生態への影響に関する知見が蓄積されつつあるところである。

衣料製品と市民との関わりは、日々の利用と使用済みになった衣料製品の取り扱いの場面が中心となる。どういった素材の繊維廃棄物が発生しているのか、京都大学の矢野らは 2021 年度の京都市家庭ごみ細組成調査において繊維素材の組成調査を行った結果を報告している<sup>5)</sup>。2021 年 12 月の京都市家庭ごみ細組成調査において、家庭から回収した 630 点の繊維商品を対象に、17 品目に分類、タグ表示や燃焼試験、顕微鏡試験から、素材判別を行った。集

中排出ごみ袋を含めて排出された繊維廃棄物は、衣料・身の回り品 44.2%、その他商品 (寝具、調度品、ぬいぐるみ等) 30.5%、その他使い捨て等 (ウェットティッシュ、雑巾等) 25.3% となった。その素材組成は、天然繊維が 49.9%、再生繊維が 0.4%、合成繊維が 49.6% となった。天然繊維では綿 35.4% に次いで、絹が 8.0% を占めた。合成繊維ではポリエステルが 32.0%、次いでアクリルが 9.9% を占めた。この合成繊維割合を過去の調査結果と比較すると、1994 年 25.6%、2008 年 32.1%、2021 年 49.6% と増加していることを報告している。世界の繊維生産動向も合成繊維割合は上昇しているとみられているが、家庭系繊維廃棄物調査結果から合成繊維割合の上昇傾向が確認されたといえる。繊維廃棄物の素材組成調査結果をもとに、全量焼却処理された時の化石由来 CO<sub>2</sub> 量を推定すると、2020 年度京都市の合成繊維由来の CO<sub>2</sub> 排出量は 2.51 万トン CO<sub>2</sub>/年、人口比から全国の排出としては、約 200 万トン CO<sub>2</sub>/年と推計された。

4) 中央環境審議会循環型社会部会：廃棄物・資源循環分野における温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ (案) について、2021 年 8 月 5 日、[http://www.env.go.jp/council/03recycle/post\\_217.html](http://www.env.go.jp/council/03recycle/post_217.html) (2021 年 11 月 16 日確認)

5) 矢野順也他、家庭系一般廃棄物中の繊維素材調査、第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演原稿 2022、A3-4

## 2. 日本のサステナブルファッションへの取組み

さて、以上のような繊維素材の基本統計量や環境負荷試算をふまえれば、繊維関連製品の製造や利用、ファッション行動といったシステム全体の抜本的変革は必須との見方が拡がりつつある。環境省の2050年温室効果ガス実質排出ゼロに向けた中長期シナリオ案においては、合成繊維くずについての基本的な考え方が述べられており、2R対策（古着利用、リペアサービス、適正生産・在庫）、リサイクル対策（リサイクルしやすい商品設計、リサイクルPETの使用、ポリエステル・ナイロンのケミカルリサイクル）、バイオマス化（天然繊維シフト、PLA、バイオPET、PTT、バイオPA等のバイオマス素材化）などの取組みが始められつつあり、今後、これらの対策をさらに広げていくことが重要としている<sup>4)</sup>。東京大学の平尾教授のグループは、「衣服ライフサイクルを通してサステナブルファッションを実現すること」を目的として、ライフサイクルに関わるステークホルダーワークショップによる課題抽出と課題解決に向けた方向性を検討している<sup>6)</sup>。ステークホルダー関係者としては、アパレル、ユニフォーム製造・繊維リサイクル、小売り、衣服

シェアリング、PETボトルリサイクル、ケミカルリサイクル技術ホルダー、プラントメーカーなどの事業者、環境NPO、家政学研究者などが参画されている。そこでの指摘は、“排出・回収”のライフサイクルステージに何らかの課題が挙がり、消費者からの回収とその分別、回収システムの欠如やリサイクルコスト負担のあり方、基礎的な統計データの不足といった課題が抽出されたとしている。いずれも小手先で対応できる課題ではなく、本格的な検討が必要な事項ばかりである。

自民党からは、サステナブルファッションへの行動を促すメッセージとして、社会のあるべき姿や実現に向けた推進体制等を示した「サステナブルファッション推進法（仮称）」の新たな整備も含めた提言が発出されている<sup>7)</sup>。表2に自民党提言の要点と政府への要請事項を取りまとめた。提言の骨格はリサイクル推進への方策策定と関係する情報や経営の観点からの展開であると拝見している。つまり、衣類回収のシステム構築とリサイクル技術の高度化に関して、衣類回収から回収後に選別・リサイクルされたものが原材料として利用されるまでの一連のルート構想が必要としており、政府に対して技術開

表2 自民党のサステナブルファッションに関する提言<sup>7)</sup>

提言内容	提言達成の要件	政府への要請事項
1. 新たなサステナブル市場に対応した経営の推進	サプライチェーン全体でサステナビリティを追求しつつ、収益の向上につなげていく経営とできること	政府は、適量発注・適量生産・適量供給のためのDXの推進等、方策を講じること
2. 衣類回収のシステム構築とリサイクル技術の高度化	回収後に選別・リサイクルされたものが原材料として利用されるまでの一連のルートが経済的に成り立つこと	政府は、技術開発、回収・選別・リサイクルのエコシステムの徹底したコスト削減、需要創出の取組みが総合的に進んでいくよう、実態を把握するとともに政策的支援を含む必要な施策を講じること
3. サプライチェーンの透明性の確保と環境負荷の把握	CO <sub>2</sub> 排出量など生産背景の透明性を高めること、そのための情報把握方法や比較評価方法を整備すること	政府は、より多くの企業が廃棄量を含む環境情報を積極的に開示していく環境をつくるとともに、個社での計算が難しい素材特性を加味したサプライチェーン・ライフサイクル全体のCO <sub>2</sub> 排出量を把握し、共通のフォーマットで計算・可視化できるようにするなどの方策を講じること。また、企業と家庭から排出される衣類の量を総合的に推計し、効果的施策の立案に活用していくこと
4. 生活者の理解と行動変容の促進に向けたラベリングと情報発信	企業がサステナブルファッションに取り組み、生活者がこれを選択・行動する正のスパイラルを生み出すこと	政府は、関係業界等と連携し、生活者の理解と行動変容を促すための方策として、サステナブル製品・リサイクル製品や環境配慮設計の製品の効果的なラベリングの具体的な枠組みづくりを検討するとともに、CO <sub>2</sub> 排出量の見える化、回収などに対する行動変容インセンティブの付与などに企業とともに取り組むこと

6) 平尾雅彦、ステークホルダーワークショップによるサステナブルファッションに向けた課題と方向性、第33回廃棄物資源循環学会研究発表会講演原稿2022、B3-3

7) 自由民主党、環境・温暖化対策調査会、サステナブルファッションPT：サステナブルファッションによる新たな価値創造に向けた提言、令和4年4月5日

発と需要創出を含めた施策を求めている。サプライチェーンの透明性の確保と環境負荷の把握、生活者の理解と行動変容の促進に向けたラベリングといった情報要素の重要性も強調されている。企業がサステナブルファッションに取り組み、生活者がこれを選択・行動する正のスパイラルを生み出すことがサステナブルファッションの促進には重要との認識で、さまざまな温室効果ガス関連の算定や見える化に向けたシステム整備が必要になるとされている。そして、新たなサステナブル市場に対応した経営の推進に向けて、サプライチェーン全体での持続性を追求しつつ、収益の向上につなげていく経営への変革を期待するとしている。

### 3. 欧州の繊維素材に対する持続循環型戦略

欧州は、循環経済アプローチでさまざまな産業の持続性再構築を進めていることが良く知られるところとなってきた。2022年には、欧州委員会は持続・循環型の繊維戦略への主たるアクション6項目を発出している<sup>2)</sup>。その要点は図1のとおりで、環

境配慮設計要件の強制導入などの6項目である。環境配慮設計要件の強制導入に関しては、エコデザイン要件としてのエコラベル指針・グリーン購入指針・環境フットプリントの整備を求めている。販売しない、使用しない繊維の分解禁止に向けて、廃棄・分解している製品数を一般社会へ公開することを大企業へ義務化することを検討しており、再使用やリサイクル対応実績公開を求める動きもある。未販売製品の分解禁止令の提案も書き込まれている。マイクロプラスチック汚染の追跡と対策の一層の推進も求めている。具体的には、環境排出抑制の設計要件としての素材開発や洗濯機の除去機能、廃水処理の高機能化といった方策である。再使用とリサイクルを進めるにあたっては、それぞれの素材の組成や製品パーツに関する情報を的確に伝えることができるかが鍵となる。EU繊維戦略では、情報開示要件とデジタルパスポートの導入として、持続性や循環性に関わるパラメータからサイズや生産国といった情報を強制開示することが謳われている。EU市場の繊維製品に対して、繊維組成や動物由来の非織

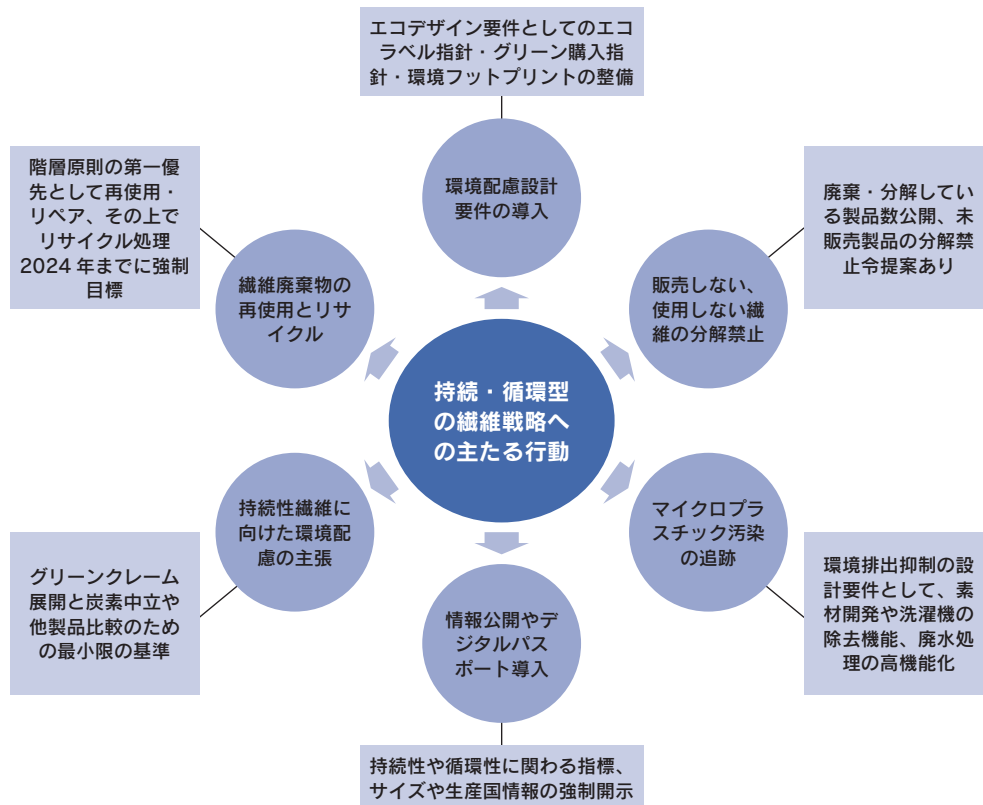


図1 欧州委員会の持続循環型の繊維戦略における行動項目 (欧州委員会の報告<sup>2)</sup>を筆者の理解で整理)

繊維パーツを特定することを求め、循環性と環境観点についての繊維製品向けのデジタルパスポート導入を構想している。持続性繊維に向けた環境配慮の主張とは、環境にやさしい製品の主張や脱炭素化宣言の一部に、環境配慮と誤解を与える訴求（グリーンウォッシュ）の動きがみられることへの対応である。グリーンクレーム展開と炭素中立や他製品比較のための最小限の基準を定めることとしている。そして、繊維廃棄物の再使用とリサイクルを進めるにあたっての基本としては、分別収集の推進と廃棄物対策階層性に沿った対策の推進が掲げられている。廃棄処理対象を減量化するために再使用を第一ステップとして準備しておくこと、つまり、再使用&レペア活動を推奨し、再使用とリサイクルの強制目標策定の準備を検討している。その基本的考え方として、繊維産業分野の成長と廃棄物発生をデカップリング、分離するとしている。

以上のような構想推進を支える指標として、環境関連からデジタル展開、労働条件などに関する指標が検討されている<sup>8)</sup>。環境関連指標候補として、繊維製品の廃棄物回収率、リサイクル率、再生繊維を使用した繊維製品、有害物質を含まない繊維製品、グリーン公共調達を活用した調達契約の割合といった指標例が挙げられている。デジタル展開指標としては、デジタル集約度の基本レベル以上に達している中小企業の割合、クラウドシステムやビッグデータ、人工知能を導入している企業の割合、欧州の関連データに接続されているシステムのあるステークホルダーシェアがある。労働関連指標として、求人数から基本的なデジタル技術を持つ労働者の割合、会社経営における性別・年齢別多様性の割合、業界における実習生数が増えられている。その他、基本指標として、付加価値額やターンオーバー、イノベーションの成果が示されている。そして、欧州の繊維素材に対する持続・循環型戦略の目的は次のように示されている。

「2030年までに、EU市場に出される繊維製品は長寿命（Reduce）で、リサイクル可能、そして再生繊維を多用し（Recycle）、有害物質を含まず（Reduce）、社会的権利と環境を尊重して生産されたものとする。消費者は手頃な価格の高品質な繊維製品から長く恩恵を受け、「ファストファッションは廃れ（Fast fashion is Out of fashion）」、経済的に有益な再利用と修理のサービス（Reuse）が広く利用できるようになる。競争力があり、弾力性があり、革新的な繊維セクターでは、生産者は製品が廃棄物となった場合も含め、バリューチェーンに沿って責任を負う。循環型繊維のエコシステムは、十分な能力によって繁栄しており、繊維の焼却や埋め立て（Recovery）を最小限に抑えながら、革新的なファイバー・トゥ・ファイバーのリサイクル（Recycle）を実現する。」

括弧書きで記述している3R原則は、筆者の判断での加筆であることをお断りしておくが、繊維素材と衣料製品に対する包括的な構想になっていることを読みとることができる。日本での検討もはじまっており、一步一步、魂が込められていくことを期待している。

8) European Commission: Scenarios towards co-creation of a transition pathway for a more resilient, sustainable and digital textiles ecosystem, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, Brussels, 30.3.2022SWD (2022) 105 final