特集「フットプリント」

研究資料

ユニフォームのカーボンフットプリント：PCR策定における考察

宮之原 一樹・前田 良治・吉川 大貴

Carbon Footprint of the Uniform: Consideration in the PCR Development

Kazuki MIYANOHARA, Yoshiharu MAEDA and Daiki YOSHIKAWA

Synopsis: In this dissertation referring the properties of Uniform, first, we mentioned the intention of Working on carbon foot print. Next, we described that we faced three problems for which is settled on Product Category Rule (PCR) of the carbon foot print First, concerned how we put together high complex material of fibrous raw at procurement stage. Second, concerned such as washing at the use maintenance management stage changed by the material or individual judgment. Third, concerned how is set up boundary at the stage for abandonment and the recycling when recycle used products. Each problem and the action are described. Next, we introduce the example, product operated as a case study. The calculation object is a women's Jacket and its unit weight is 386.2g, packing/wrapping material is 181g, outer material is Polyester 100%. CO₂ exhaust amount for this product was 12.4kg- CO₂ in the entire life cycle and we found out that 70% of CO₂ was exhausted at the raw material procurement stage. Finally we described the matter of future actualized through the decision of PCR and the operation case study.

Keywords: Carbon Footprint; Uniform; Clothing Products; Fiber Recycle; LCA

1. はじめに

ユニフォームは生活の基本的な要件となる「衣食住」の一端を担う製品群である。企業や行政機関等で働く人々や学生にとって、ユニフォームは日々着用する最も身近な衣料の一つだといえる。同じ衣料でありながら一般の衣料とユニフォームには特性の違いが多々見受けられ、これによりユニフォーム市場には多数の環境配慮型製品やサービスが存在する。衣料関連のLCA研究には、再生繊維等の繊維製造に関わるもの¹⁾や洗浄等のメンテナンスに関わるもの²⁾、また回収リサイクルに関わるもの³⁾まで様々なものがある。しかしながら、ユニフォームの特性を鑑み、且つライフサイクル全体を捉えた研究はない。本稿ではユニフォームと一般衣料の特性の違いを述べ、カーボンフットプリント(CFP)に取り組む意図や商品種別算定基準(PCR)策定にあたっての課題、実際にCFPを算定した製品の実例、並びに今後の課題を整理した。

の形の衣料を団体で着用するものと定義づけられる。個人の嗜好で選定される一般衣料とは違い、同一組成・同一色・同一拠点での着用といったことにより(図1)、同種の製品をまとめて回収することが出来るため、一般衣料に比べて使用済み製品のリサイクルがしやすいという特性がある。

図1 ユニフォームの概念図

2. ユニフォームの特性

ユニフォーム(Uni-Form)とは名前の示す通り、単一

宮之原 一樹・吉川 大貴/株式会社チクマ/〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3-7-2

前田 良治/株式会社チクマ/〒541-0047 大阪府大阪市中央区淡路町3-3-10

Kazuki MIYANOHARA, Daiki YOSHIKAWA / Chikuma Co., Ltd. / 7-2, 3-choume, Nihonbashihonn-cho, Chuo-ku, Tokyo 103-0023

Yoshiharu MAEDA / Chikuma Co., Ltd. / 3-10, 3-choume, Awaji-machi, Osaka-city, Osaka 541-0047

近年、循環型社会の形成に向けて製品の生産者が使用済み製品の処理に責任を持つという「拡大生産者責任(EPR)」の概念が浸透しつつある。製造事業者自らが使用済み製品を回収してリサイクルを実施するため、廃棄物処理法にはリサイクルに関わる特例として「広域認定制度」という許可制度がある。広域認定取得件数は年々増加し現在では全体で166件の認定事例があるが、内15件はユニフォームの回収リサイクルを目的としたものであり⁴⁾、このことは易リサイクル性という特性を裏付けるものだと考える。

反面、ユニフォームは着用者が帰属する団体と外部の人を識別するための衣料であり、オリジナル性の高いデザインや社名ロゴを表示することにより、着用団体を特定させる機能がある。使用済みユニフォームが第三者の手に渡ると所謂「なりすまし」の危害要因となるため、古着として流通させることには適していない。つまり、ユニフォームは「リサイクル」には適しているが「リユース」には向きの衣料だと言える。

また、一般衣料を購入する場合は大半の方は自分の好きなものを選んで着用する。しかしユニフォームの場合は選定と着用の主体が必ずしも一致せず、「着せる側」と「着る側」が存在するという特性もある。一般衣料が「個」を表現するものであることに対しユニフォームは「集団」のシンボルとして映るもので、「見る側」も含めた三位が存在する衣料ということになる。「着せる側」からユニフォームをみた場合、ユニフォームは集団に帰属する方が日々身にまとい、且つ外部の人目に触れる機会の多い資材となるため、集団の環境ポリシー等を内外に発信するツールとなり得る。このような側面からも環境配慮型ユニフォームの購入ニーズが高まり、平成13年のグリーン購入法の施行

を前後する頃からPETボトル再生繊維に代表される再生ポリエステル由来のユニフォームが幅広く普及するようになった。(図2)に循環型ユニフォームの一例として、PETボトル→ユニフォーム→自動車防音材・吸音材の資源循環フローを示す。このようなオープンループリサイクルのみならず、最近ではユニフォームtoユニフォームといったクローズドループリサイクルの取り組みも徐々に普及しつつある。

3. CFPに取り組む意図

先に述べた通り、ユニフォーム市場には再生素材を使用した製品や使用後に回収してリサイクルを実施する事例が多数存在する。これは、一般衣料が企業と一般消費者間の取引(BtoC)であることに対し、ユニフォームは企業間取引(BtoB)を前提とすることも要因の一つだといえる。このような製品システムはユーザーのグリーン購入や廃棄物の減量化といったニーズに応えるかたちで普及しているが、近年の温室効果ガス(GHG)の排出による地球温暖化への影響が顕在化に伴い、これらの製品を使用することによるGHG削減効果を定量的に示して欲しいという「着せる側」の要望が聞かれるようになってきた。このような声に応え、着用者を含むステークホルダー全般に分かりやすく環境影響を伝達するという意味からCFPは有効な手段であると考え、PCRの策定に着手することとした。

4. PCR策定にあたっての課題

ユニフォームのPCR策定にあたって直面した課題は主に3点あった。ひとつは、複合性が高く多種多様な繊維製品を如何にして統一ルールでカバーするかという原材料調

図2 ユニフォームの循環フロー例

達に係る問題、二番目は使用維持管理段階、つまり洗濯に関するルールを如何に設定するかという点、三番目はリサイクルの扱いをどのようにするのかという点である。

4.1 原材料調達段階

まず1番目の課題だが、一言で「ユニフォーム」と称してもTシャツやエプロン等の軽衣料と呼ばれる比較的簡素なものから、スーツやコートといった重衣料まで様々な製品を含んでいる。ユニフォームと一般衣料には団体着用と個人着用という大きな違いがあるが同種の製品も多数存在するため、原材料調達や製品製造といったライフサイクルの上流では共通する要素が多い。今後「衣料品」という製品群のPCR策定を検討する際には、本PCRとの共通化の検討も一考の価値があると考ええる。本PCRでは下着や靴下といったものを除き、且つ皮革製品等を除外した。原材料調達段階では製品種別によりその原料種や製法も変化するが、例えばポリエステルと綿を混合した製品の場合、糸を製造する際に原料を混合（紡績）するのか、織物を製造する場合に混合（交織）するのか、また綿・糸・織物のどの段階で染色するのか等、様々な製法の違いがある。更に繊維産業は商流が複雑で中小企業比率も高く、原材料製造に関わるプロセス毎に加工を担う企業が存在しているケースも多々あるため、一次データの収集を義務付けることは困難だと判断した。しかし二次データで全ての原材料をカバーできる訳では無く、またPCR策定WGを3社という少数で運営したこともあり、自社の特定製品のみを前提とした基準ではなく出来るだけ汎用性の高いフローを設定し、例外的な原材料や加工を伴うものを調達する場合は事業者がそのデータの妥当性を立証する基準を策定した。

4.2 使用維持管理段階

次に使用維持管理段階だが、ユニフォームの使用段階では洗濯に関わる付帯負荷が発生する。供給者の手を離れた後の段階ということもあり、このシナリオの設定は熟考した。例えば製品の洗濯回数を考えた場合、Yシャツやブラウスといった直接肌に触れる衣料は着用後毎回洗濯することになるが、事務服等のスーツ類の場合は着用後に毎回洗濯するものではなく、洗濯頻度は個人の判断によるケースが多いと思われる。また、秋冬物・春夏物で着分けをしているのか、それとも通年着用しているのかといった季節性によっても製品の着用頻度は変化する。このような観点もあり洗濯条件は様々なケースが想定されるものの製品間比較を考慮した結果、洗濯頻度は製品種別毎に一般的だと考えられる回数を固定シナリオとして設定することとした。

また、洗濯手法についてもウールを主体とした製品はドライクリーニングが前提となり、その他製品は商業洗濯、

若しくは家庭洗濯となる。家庭洗濯を実施する場合についても、例えばYシャツはアイロンを掛けることが一般的だが、体育衣料（ジャージ）の場合はアイロン掛けが不要なものが大半となるなど、製品種別によりメンテナンス手法には違いが生じる。これらの洗濯手法については専門家の研究に基づきメンテナンス手法毎のGHG排出量算定式を策定した。基本的に洗濯に関わるGHG排出量は基準となる製品のデータを軸に重量比例算定式を設定し、アイロン掛けは同様に表面積比例算定式を策定致した。また、洗濯回数は製品種別により固定値となるが、本来ドライクリーニングやアイロン掛けを実施すべき商品種別でありながら「ホームウォッシュャブル対応」や「ノンプレス対応」といったイーザーケアを目的とした製品も存在する為、それらの製品については妥当性の立証を前提としつつ、事業者側のGHG削減努力を評価する点から製品特性に応じたメンテナンス手法を選択することも可能とした。

4.3 廃棄・リサイクル段階

最後にリサイクルの扱いだが、前述した通りユニフォームはポストコンシューマー製品の回収リサイクルが活発な製品だといえる。このような取り組みは事業者にとっても、また採用するユーザーにとってもGHG排出量の削減努力の一環であると考えられるため、適切な評価手法でPCRに反映させるべく議論を重ねた。使用済み製品のリサイクルにはオープンループ・クローズドループの2手法とも存在し、また上流（原材料調達段階）にもリサイクル原材料があるため、直接影響や間接影響といった各々の扱いについて検討してバウンダリを明確にした。一部、使用済み製品の処分方法で熱回収を実施するケースもあるが、現時点では共通ルール化は時期尚早と判断し熱回収はシナリオから外すこととした。

5. CFP算定事例

先に述べたユニフォームのPCRに基づきCFPを算定した製品の一例を紹介する。算定対象の女性用ジャケットは2010年2月にCFP検証を受けており2010年春より販売を開始する製品である。使用後に回収リサイクルを実施することを前提に製造販売し、またホームウォッシュャブル対応製品のため使用維持管理段階では家庭洗濯とアイロン掛けのシナリオを適用するもので、本PCRのケーススタディに適した製品だと考える。

5.1 対象製品

対象製品に関する情報は下記の通り。製品外観を（図3）に示す。

図3 対象製品外観

(1) 本体重量：386.2g、表地材質：ポリエステル100%、包装・梱包資材：181g

(2) 製品仕様：テラーカラー、シングル1つボタン、背抜き仕様、左側に胸ポケット、両腰フラップ付ポケット、左右に内ポケット、袖口にスリット（折り返し可能）、5～23号の10サイズ展開。

(3) システム境界

原材料の製造から縫製（生産）、流通販売（製品倉庫保管）、使用維持管理、廃棄の各段階

(4) 主な構成要素、及び生産地（括弧内）

表地：PET樹脂製造（愛媛）～製糸（愛媛）～捻糸（新潟）

～製織（新潟）～染色（新潟）～縫製（鹿児島）

裏地：PET樹脂製造（静岡）～製糸（静岡）～捻糸（新潟）

～製織（福井）～染色（福井）～縫製（鹿児島）

芯地（広島）、段ボール、ハンガー

(5) 評価単位、サイズ

1枚あたり。但し1000枚単位で製造する際の数値を基に算定。評価サイズは中心の9号にて。

(6) 流通販売段階

倉庫保管に係る負荷を計上。

(7) 使用維持管理段階に適用したシナリオ

- ・洗濯回数：20回
- ・洗濯手法：家庭洗濯・アイロン有

(8) 廃棄・リサイクル段階

使用済み製品を回収し愛媛県下でポリエステル原料への再資源化を実施。リサイクルによる間接削減効果として、新規ポリエステル原料の製造に伴うGHG排出量を算定。

(9) データ品質要件

一次データ収集項目：縫製工程（国内）、保管倉庫、各種材料、及び廃棄物の活動量

時間的有效範囲：08年～09年1年間の実測平均値（聞き取り及び計量）

二次データは、経済産業省製造産業局繊維課が調査した「繊維製品のLCA調査報告書・資料編（09年5月版）」のLCIデータをもとに、LCA支援ソフトウェア（JEMAI-LCA Pro）活用し算定。輸送プロセスはCFP共通原単位を使用。輸送距離は住所検索で特定。特定出来ない場合の製品輸送距離は500km、一般廃棄物は50km、産業廃棄物は100km、リサイクル輸送は500km。

・原材料調達段階：トラック輸送（10t車、短期・長期規制適合、積載率50%）

・生産段階（裁断屑輸送）：トラック輸送（4t車、短期・長期規制適合、積載率50%）

・流通販売段階：トラック輸送（4t車、短期・長期規制適合、積載率25%）

・廃棄リサイクル段階：トラック輸送（4t車、短期・長期規制適合、積載率50%）

5.2 算定結果、考察

ライフサイクルステージ毎のCO₂排出量を（表1）に示す。

算定の結果、原材料調達段階のCO₂排出量が全体の約70%となった。本製品に限らず、当社で実施した他製品のLCAでも原材料調達段階のCO₂排出割合が高い傾向が見受けられる。但し本製品は国内生産を前提としているが、ユニフォームは第三国での加工貿易にて製造されるものも多く、海外生産を前提とした製品の結果はこの限りではない。

表1 CFP施行算定結果

プロセス名	原材料 調達	生産	流通・販売	使用・ 維持管理	廃棄・ リサイクル	合計
CO ₂ 排出量 【kg-CO ₂ /枚】	8.7kg	1.6kg	0.5kg	0.7kg	0.9kg	12.4kg
CO ₂ 排出割合 【%/枚】	70.2%	12.9%	4.0%	5.6%	7.3%	100%

また、本製品の使用維持管理段階で設定した洗濯に係るシナリオは家庭洗濯後にアイロン掛けを実施するものだが、仮に商業洗濯（ドライクリーニング）を実施する場合と比較すると、約2.08kgのCO₂排出削減効果があった。家庭洗濯とドライクリーニングの1回あたりのCO₂排出量の差は小さくない。しかし本製品のように事務服として着用されるジャケットはライフサイクルにおける洗濯回数が少ないため、製品単位で算定すると大きな差にはならなかった。Yシャツ等の洗濯頻度の高い製品を対象に、形態安定加工の有無といった省メンテナンス製品を比較すれば異なる傾向が導き出されると考える

廃棄・リサイクル段階で算定したりサイクルによる間接削減効果は、約1.45kg-CO₂となった。新規に製造するポリエステル原料とリサイクルから製造するポリエステル原料のCO₂の排出量を比較した場合、原料段階での削減割合は高いものとなるが、衣料品のライフサイクル全体に落とし込んだ場合の量的効果はさほど高いものとはならなかった。

6. 今後の課題

今回、PCRを策定しCFP算定を実施したが、実際に作業を進めていくことで顕在化した課題が数点ある。まず本PCRの原材料調達段階に関連する各プロセスの入出力データは、二次データの適用を可能とした。しかし、ユニフォームはライフサイクル上流のCO₂排出割合が高い傾向が推察され、本稿のケーススタディにもその傾向があらわれている。本来、ライフサイクル全体に占める排出割合の高いプロセスは一次データを収集することが望ましく、また、事業者にとっても排出割合が高いプロセスを定量化することで削減措置等の善後策が検討出来る可能性もある。同様に、使用維持管理段階における一次データの活用についても今後の課題だと考える。現時点では全て固定シナリオとしたが、例えば衛生管理を目的に定期集配で洗濯を実施するレンタル白衣のような製品群や、アイロン掛けを抑制出来るようなノンプレス加工製品も市場には存在する。今回のケーススタディでは家庭洗濯対応製品の事例を紹介したが、ドライクリーニングの抑制によるCO₂削減だけでなく、メンテナンスに関わる様々なシナリオの設定、及びレンタル白衣のような洗濯拠点を固定出来るものは一次データの活用を可能とすることも検討したい。いずれにせよ、事業者若しくは消費者のGHG排出削減努力を定量化出来るようにすることが肝要であり、今後PCRの精緻化を図る際には重点的に検討すべき項目だと考える。

人々にとって身近な「衣」の分野でありながら、グリーン購入の力学が働きやすい「BtoBの衣料」というユニフォームの特性を最大限に活用しつつ、CFPに代表され

る環境負荷の見える化を進めてゆきたい。

（平成22年1月15日受付、平成22年6月1日採択）

参考文献

- 1) 中谷隼, 奥野重佐子, 藤井実, 平尾雅彦 (2010): 第5回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, 横浜, 80-81
- 2) 山口庸子, 土屋みさと, 永山升三 (2007): 日本 LCA 学会誌, 3(4), 221-231
- 3) 重本直久, 上田愛子, 小柴英子, 園俊彦, 田中直広, 菊池恵美, 久保昌之, 菊池康紀, 中谷隼, 平尾雅彦 (2007): 第2回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, 東京, 86-87
- 4) 環境省, 産業廃棄物広域認定制度の認定状況, 環境省ホームページ, 入手先 <http://www.env.go.jp/recycle/waste/kouiki/jokyo_1.html>, (参照 2010-3-10)