

ポリ塩化ビニル製品のライフサイクル・インベントリー分析

Life Cycle Inventory Analysis of Polyvinyl Chloride Products

中澤克仁 (科学技術振興事業団)・酒井清次 (信越化学工業株)

片山恵一 (東海大学工学研究科)・安井至 (東京大学生産技術研究所)

K.Nakazawa (JST), S.Sakai (Shin-Etsu Chemical), K.Katayama (Tokai Univ.), I.Yasui (IIS, Univ. of Tokyo)

【はじめに】

現在、社会における環境的な配慮からポリ塩化ビニル(PVC)製品の使用が制限され、新たに代替材料を用いた製品へと移行しつつある。これは PVC 製品を焼却した際に塩素系化合物を発生する等の様々な理由が考えられるが、地球環境に影響を及ぼす多種多様な環境負荷を考えた場合、より多角的な視点から判断することが重要である。従来から PVC は、生産性・リサイクル性・経済性に優れた材料として利用されており、製品のライフサイクル全体を通じて、あらゆる環境負荷を定量的に分析した上で総合的に評価することが必要である。

そこで本研究では、PVC 製品のライフサイクルにおける環境負荷を定量的に把握することを目的に、LCA(Life Cycle Assessment)手法を用いてエネルギー消費等の環境負荷について分析し、さらに代替製品との比較を行うことで、各種製品の環境的な優位性を評価した。なお、本 LCI(Life Cycle Inventory)分析では、硬質 PVC 製品として水道管、軟質 PVC 製品として農業用フィルムを対象とした。

【システム範囲と前提条件】

・**機能単位**: 水道管では呼び径 100mm管1mの製造を機能単位として、PVC製水道管(質量:3.4kg/m、厚み:7.1mm)およびポリエチレン(PE)製水道管(質量:4.2kg/m、厚み:11.4mm)を対象とした。また、農業用フィルムでは厚み 0.15mmフィルム 1m²の製造を機能単位として、PVC製フィルム(質量:0.186kg/m²)、PE製フィルム(質量:0.144kg/m²)、ポリエステル(PET)製フィルム(質量:0.206kg/m²)を対象とした。

・**システムバウンダリー**: 本 LCI 分析では、原油採掘・輸入・石油精製から樹脂製造、製品加工、リサイクル、廃棄までをシステムバウンダリーの対象とし、リサイクル工程については再生材製造(グラッシュ・フレーク・ペレット化)までを範囲に入れた。

・**環境負荷項目**: 環境負荷項目としては、エネルギー消費量、CO₂排出量、SO_x・NO_x排出量、固形廃棄物排出量を対象とし、エネルギー消費は、工程エネルギー(プロセスエネルギー)と材料エネルギー(フィードストックエネルギー)に区分して表示した。また、リサイクルにより製造された再生材については、そのフィードストックエネルギー分が保持されるものとし、負のエネルギー消費量として評価した。

【結果および考察】

1. 水道管

PVC 製水道管と PE 製水道管のエネルギー消費量の比較を図 1 に示した。この図では、水道管の各工程を樹脂製造、パイプ加工、リサイクル、焼却・埋立で表示した。その結果、水道管のライフサイクル全体におけるエネルギー消費では樹脂製造工程におけるエネルギー消費量が極めて大きく、特にプロセスエネルギーで比較した場合、PE 製管では全体の 76.7%、PVC 製管では全体の 80.0%を占めていた。PVC 製管と PE 製

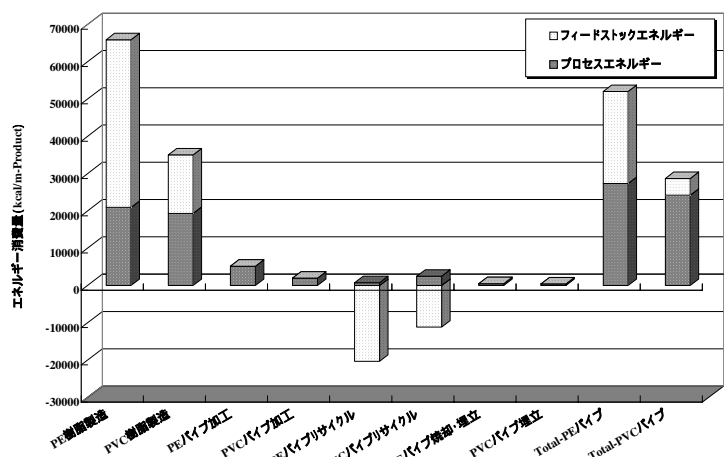


図1 PVC製水道管とPE製水道管のエネルギー消費量の比較

管の比較では、PE 製管におけるフィードストックエネルギー量が大きく、ライフサイクル全体においても PVC 製管よりもエネルギー消費量が大きくなる結果が得られた。また、プロセスエネルギーを比較した場合でも、PVC 製管のエネルギー消費量が小さいことが認められた。

次に、PVC 製水道管をクローズド・リサイクル(パイプ to パイプ)した場合のエネルギー消費量の変化を図 2 に示した。この結果から、リサイクル率(パイプ to パイプ率)を向上させることによってエネルギー消費量の削減効果が著しく大きくなることが確認された。リサイクル率を 80%にした場合は、リサイクルしなかった場合(リサイクル率 0%)と比較して、エネルギー消費量を 87.1%低減でき、またプロセスエネルギーについても 85.7%のエネルギー消費量の削減が認められた。

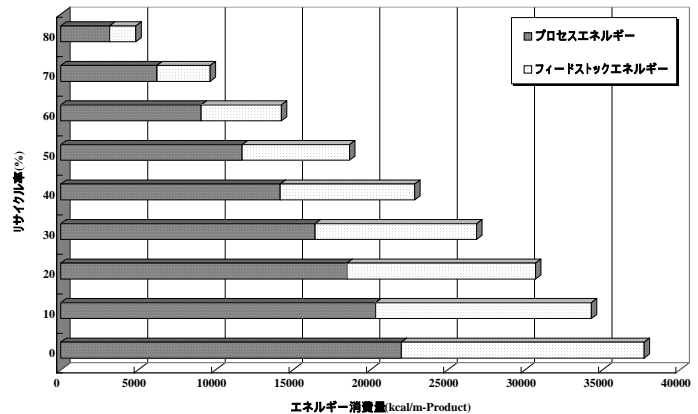


図2 PVCパイプのクローズド・リサイクルによるエネルギー削減効果

2. 農業用フィルム

PVC 製農業用フィルム、PE 製農業用フィルム、PET 製農業用フィルムのエネルギー消費量の比較を図 3 に示した。ここでも水道管の比較と同様に、農業用フィルムの各工程を樹脂製造、フィルム加工、リサイクル、焼却・埋立で表示した。その結果、ライフサイクル全体における樹脂製造工程のエネルギー消費量が極めて大きいことが確認されたが、各種フィルムを比較した場合、PVC 製フィルムが最もエネルギー消費量が小さく、PET 製フィルムが最も大きくなる結果が明らかとなった。

プロセスエネルギーを比較した場合には、PE 製フィルムのエネルギー消費量が最も小さいことが示された。

次に、PVC 製フィルムの耐用年数を 4 年、PE 製フィルムの耐用年数を 5 年、PET 製フィルムの耐用年数を 10 年として、各種農業用フィルム 1 年使用あたりのエネルギー消費量の比較を図 4 に示した。この結果、最も耐用年数の長い PET 製フィルムにおけるエネルギー消費量が最も小さくなり、耐用年数が最も短い PVC 製フィルムのエネルギー消費量が最も大きくなる結果が得られた。プロセスエネルギーを比較した場合、PE 製フィルムにおけるエネルギー消費量が最も小さいことが認められた。以上ような LCA 手法による環境的な評価の以外にも、最終的には各素材の特徴・品質、機能性、経済性等を検討した上で各種製品を使用していく必要がある。

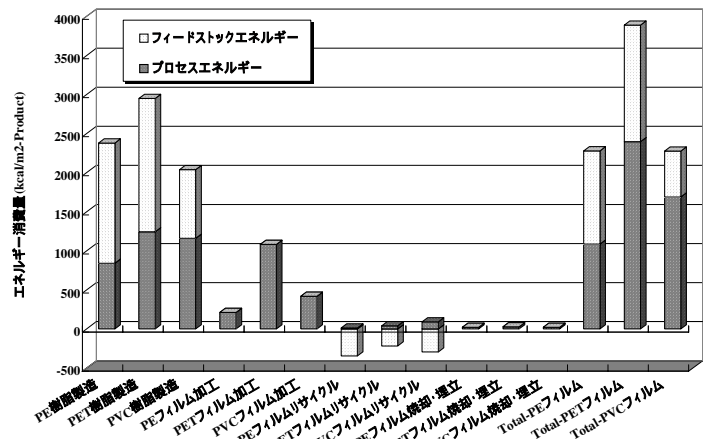


図3 各種農業用フィルムにおけるエネルギー消費量の比較

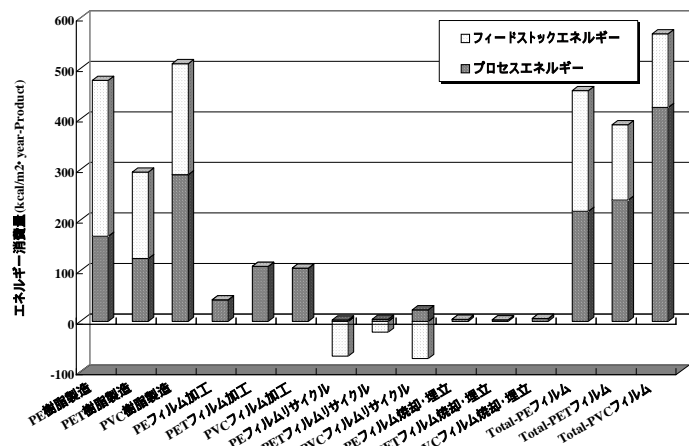


図4 各種農業用フィルム1年使用あたりのエネルギー消費量の比較

(キーワード:PVC 製品、ライフサイクル・インベントリー分析、水道管、農業用フィルム、環境負荷)