

資料

保冷容器の開発におけるLCAの活用

山本 竜治, 砂田 和博, 阿部 亨^{※1}, 山崎 均^{※2}, 西村 和之^{※3}

Application of LCA on Development of Cold Box

RYUJI YAMAMOTO, KAZUHIRO SUNADA, TOORU ABE, HITOSHI YAMASAKI and KAZUYUKI NISHIMURA
(Received October 3, 2012)

食品の輸送・保存には発泡スチロール容器（EPS容器）が主に使われているが、2～3回で使い捨てられていることが多い。現在、我々が開発中の食品保冷容器（新容器）は200回程度再利用が可能であり、温室効果ガス排出量や廃棄物量などの環境負荷の大幅な低減が見込まれる。この新容器による循環利用システムを確立するため、本研究では実際に容器を使った実証試験を実施し、現在食品の輸送・保存に主として使用されているEPS容器との保冷性能、作業性を比較するとともに、新容器導入における環境影響をLCAにより評価した。その結果、新容器で想定している200回使用と比較すると、CO₂排出量はEPS容器の1回使用と比べると1/30以下、3回使用と比べると1/10以下になることが示された。また、廃棄物量はEPS容器の1回使用と比べると1/10以下、3回使用と比べると1/4以下になることが示された。

これを基に今後は事業化に向けた取り組みを進め、最適な容器製造及び利用システムの構築を目指すことにしている。

キーワード：ライフサイクルアセスメント、食品輸送、循環利用システム、実証試験、保冷容器

緒 言

事業系容器包装（廃プラスチック類）は、廃棄物処理法上の産業廃棄物として扱われるため、基本的には各排出事業者が処理責任を負っている。しかし、それぞれの事業者の業態、規模などによって様々な処理が行われており、その処理ルートは多様になっている。

缶、びん及び段ボールは、ほぼ全量が再生利用されているのに対して、プラスチック製容器包装の再生利用については、いまだ低い水準にとどまっており、70%（重量）以上が埋立て又は焼却処分されている[1]。食品の輸送・保存にはEPS容器が主に使われているが、1回で使い捨てられていることが多い。本研究で検討した食品保冷容器は200回程度再利用することが可能であり、温室効果ガス排出量削減や廃棄物の減量化等の環境負荷低減が期待できる。

この保冷容器による循環利用システムを確立するため、本研究ではこの容器を使用して事業化した際の容器流通ルートを想定した実証試験を実施した。実証試験における容器循環に関係する納入業者、流通業者及び販売

業者からの協力を得て、保冷容器導入における環境影響をライフサイクルアセスメント（LCA）を実行して評価した。さらに、これらの情報を製品および技術設計段階にフィードバックし、最適な容器製造及び利用システムを構築することとした。

このことにより、温室効果ガス排出量削減などの環境負荷と繰り返し容器を利用することによるコスト低減が実現でき、循環型社会の実現に向けた取り組みを進めることができると考えている。[2][3]

方 法

1 実証試験の実施

新容器の実フィールドでの性能評価及びLCAを行うため、平成22年度及び平成23年度に実証試験を実施した。実施する内容については、次のとおりである。また、図1に容器流通ルートの一例を示す。

- ① 新容器とEPS容器を使用して、1年を通しての性能比較を行った。
- ② 納入業者及び販売業者へのアンケート調査などにより、作業性・改良点等の意見・情報を収集した。

※1 株式会社REC, ※2 財団法人くれ産業振興センター, ※3 県立広島大学

- ③ ICタグを利用し、容器内及び外気の温度測定及び解析を行った。
- ④ 実証試験に関わった納入業者及び販売業者に対して、LCAに必要な輸送に要した燃料消費量、距離等をアンケート調査などにより情報を収集した。
- ⑤ 収集した情報を基に問題点を抽出し、解決策の立案と次回実証試験を実施した。

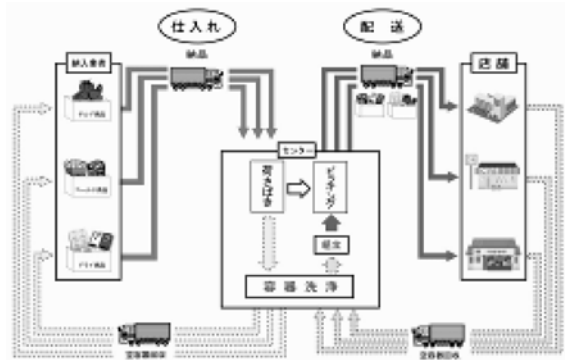


図1 容器流通ルート



図2 新容器(タイプ'09)及びEPS容器

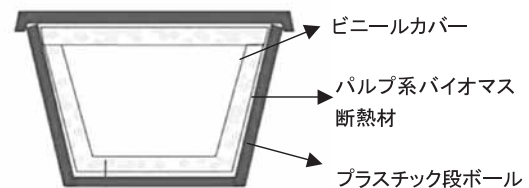


図3 新容器(タイプ'09)の構造

2 新容器の概要

(1) 平成22年度実証試験に使用した容器(タイプ'09)

実証試験は図2に示す新容器とEPS容器を使用して比較検討を行った。新容器はEPS容器に代わる再利用可能な食品保冷容器として開発したものであり、パルプ系バイオマス断熱材(断熱材)を使用した複合素材で作られている(図3)。耐久性については、通常200回(最大500回程度)の再利用を想定している。このため、現在使用されているEPS容器などと比較して、大幅な廃棄物の減量化が見込まれる。

なお、1箱当たりの重量は3.3kgであり、材料別の重量はポリプロピレンが2.454kg、断熱材0.588kg、塩化ビニルが0.258kgであった。

(2) 平成23年度実証試験に使用した容器(タイプ'11)

平成22年度に実証試験に関わった企業に対して行った聞き取り調査を基に、開発容器のフタの作業性を改善し、更に保冷性の向上を図るために、小さい容積の容器を作成するなど容器サイズを3種類、断熱材厚さを3種類に製品ラインアップを増やした(図4)。タイプ'11はタイプ'09とは異なった断熱材を使用した複合素材で作られている。耐久性については、タイプ'09と同様に200回再利用することを想定している。

また、LCAを実施する際は最も容積の大きい3号容器(大)により算出することとした。1箱当たりの重量は3.833kgであり、材料別の重量はポリプロピレンが2.02kg、断熱材1.451kg、塩化ビニルが0.362kgであった。

外 容 器	1号容器(小)			2号容器(中)			3号容器(大)		
		380×340×210H	440×370×230H	480×400×260H					
		27.1リットル	37.4リットル	49.9リットル					
断熱材 3タイプ	20mm	16.0リットル	23.4リットル	32.7リットル					
	30mm	12.3リットル	18.6リットル	26.7リットル					
	40mm	9.2リットル	14.4リットル	21.4リットル					

図4 新容器(タイプ'11)

3 LCAの比較検討

(1) 評価項目と算定範囲

新規食品保冷容器導入における環境影響を評価するため、新容器とEPS容器でLCAによる比較検討を行った。評価項目は温室効果ガス及び廃棄物を対象とした。算定範囲は原料段階、素材製造段階、組立製造段階、廃棄段階及び輸送を対象とした。なお、新容器におけるLCAの算定範囲及びフローを図5に示す。

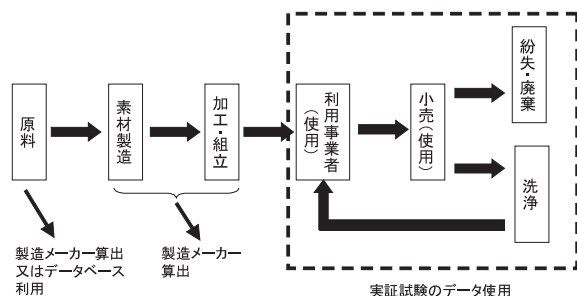


図5 新容器におけるLCAの算定範囲及びフロー

(2) 機能単位と算定方法

機能単位は実証試験における各店舗への1回のカットフルーツ輸送とした。CO₂排出量の算定方法は、機能単位あたりのCO₂排出量 = Σ (活動量 *i* × CO₂排出原単位 *i*) : *i* は段階として、段階ごとに積み上げ法により求めた。

(3) インベントリデータの収集方法

具体的な収集方法は次のとおりである。

- ① 新容器の原料、素材製造及び組立製造段階については、事業者からデータを聞き取り、算出した。なお、塩化ビニルの製造部分については塩ビ工業・環境協会のデータを使用した [4]。
- ② EPS容器の原料から包装・梱包までは、「樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書」[5]、「包装用緩衝材のLCA研究報告」[6]及び製造事業者への聞き取りから算出した。
- ③ 容器使用及び再利用の際に排出される温室効果ガス(図5の点線で囲まれた部分)については、実証試験

で得られたデータを使用した。

- ④ 輸送は実証試験のルートを用いることとし、改良トンキロ法により算出した [7]。
- ⑤ 断熱材はバイオマス由来であるため、原料及び焼却により発生する温室効果ガスは算出の対象外とした [8] [9]。
- ⑥ 単位発熱量、排出係数はエネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則別表第1、地球温暖化対策推進法施行令・省令を使用した。

なお、LCAを行うことによって、新容器は何回使用すればEPS容器より温室効果ガス排出量及び廃棄物量が少なくなるかを検討し、性能・価格などの総合評価により最適な容器製造及び利用方法に活用する。

結果と考察

1 新容器とEPS容器のLCCO₂比較

(1) ライフサイクルの各段階におけるCO₂排出量

タイプ'09、タイプ'11及びEPS容器の各段階におけるCO₂排出量は図6、7、8のとおりである。

1ケース当たりの各段階での二酸化炭素排出量をみると、タイプ'09では原料段階が4.269kgCO₂、素材製造段階が1.381kgCO₂、加工段階が0.040kgCO₂、組立段階が0.001kgCO₂、廃棄段階が8.076kgCO₂、輸送は全行程で0.379kgCO₂となり、合計で14.1kgCO₂であった。

また、タイプ'11では、原料段階が4.167kgCO₂、素材製造段階が1.134kgCO₂、加工段階が0.039kgCO₂、組立段階が0.001kgCO₂、廃棄段階が6.859kgCO₂、輸送は全行程で0.689kgCO₂となり、合計で12.9kgCO₂であった。

一方、EPS容器は原料段階が0.516kgCO₂、成形、再生、包装・梱包段階が1.216kgCO₂、廃棄段階が0.914kgCO₂、輸送は全行程で0.078kgCO₂となり、合計で2.7kgCO₂であった。

タイプ'09、タイプ'11とも新容器がEPS容器と比較して1ケースあたりのCO₂排出量が約5倍になったが、その最大の要因は容器重量が重いためである。新容器の1ケースあたりの重量はタイプ'09が3.3kg、タイプ'11が3.8kgといずれもEPS容器の0.27kgの10倍以上の重量が

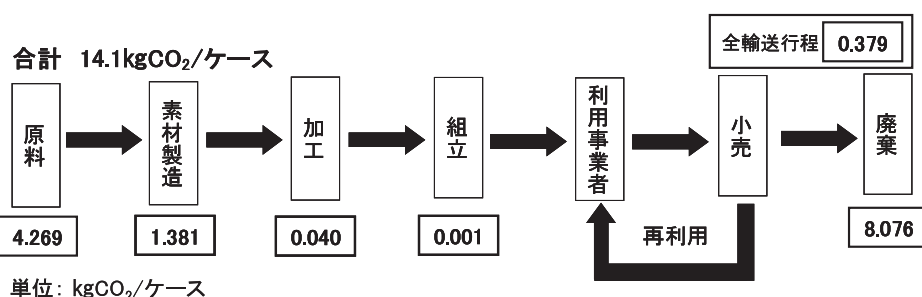


図6 新容器(タイプ'09)の各段階におけるCO₂排出量

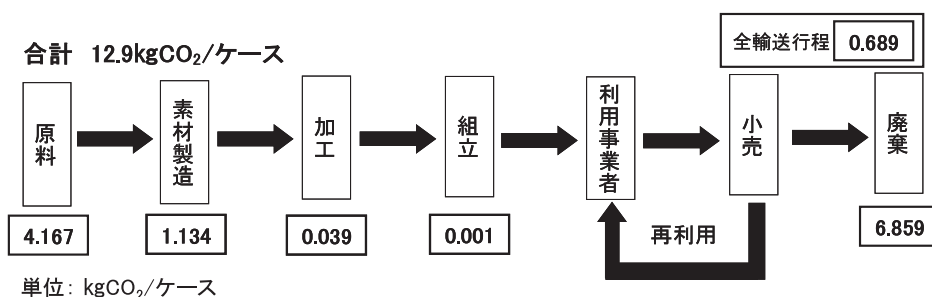


図7 新容器(タイプ'11)の各段階におけるCO₂排出量

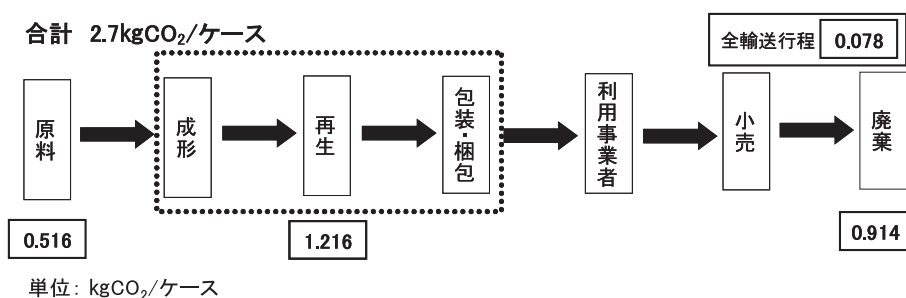


図8 EPS容器の各段階におけるCO₂排出量

あることが影響して、原料、廃棄、輸送の各段階で大幅にCO₂排出量が増加した。

タイプ'11はタイプ'09より1ケースあたりの重量が重いかかわらず、CO₂排出量が少なくなった。これは、タイプ'11が全重量に対する断熱材の占める割合が大きく、バイオマス由来である断熱材の原料及び焼却により発生する温室効果ガスは算出の対象外としているためである。

(2) 新容器の使用回数によるCO₂排出量削減効果

タイプ'09、タイプ'11及びEPS容器の使用回数とCO₂排出量の関係は表1のとおりである。

今回の実証試験において実施した納入業者(容器利用事業者)へのアンケート調査では、EPS容器は通常1回しか使用せず、最大でも3回しか使用しないという結果であった。そこで、EPS容器の1回使用、3回使用と新容器の使用回数で比較した。

EPS容器を1回しか使用しない場合、タイプ'09はEPS容器の5.2倍、タイプ'11はEPS容器の4.8倍のCO₂排出量であった。新容器では200回使用することを想定しており、繰り返し使用している間は容器製造や廃棄段階からのCO₂排出がないため、使用回数が増えるほど1回当たりのCO₂排出量を減らすことができる。

タイプ'09では6回使用するとEPS容器よりCO₂排出量が少なくなった。タイプ'11では5回使用するとEPS容器よりCO₂排出量が少なくなった。また、想定している200回使用で比較すると、タイプ'09、タイプ'11ともEPS容器の1回使用と比べると1/30以下、3回使用と比べると

と1/10以下になることが示された。

表1 新容器とEPS容器の使用回数とLCCO₂の関係

単位: kgCO₂/回

使用回数	1	5	10	15	30	200
タイプ'09	14.1	14.2	14.3	14.4	14.7	17.7
タイプ'11	12.9	13.0	13.1	13.2	13.5	17.1
EPS (1回)	2.7	13.5	27.1	40.6	81.2	541.0
EPS (3回)	—	—	—	13.7	27.4	181.0

(注) EPS (1回)はEPS容器を1回ごとに廃棄する場合、EPS (3回)はEPS容器を3回使用した後廃棄する場合を示す。

2 新容器とEPS容器の廃棄物量の比較

タイプ'09、タイプ'11とEPS容器の使用回数と廃棄物量の関係は表2のとおりである。

廃棄物量は容器重量総量と等しいものとして算出すると、EPS容器を1回ごとに廃棄する場合は、タイプ'09では13回使用すると廃棄物量が少なくなることが示された。タイプ'11では15回使用すると廃棄物量が少なくなることが示された。また、想定している200回使用で比較すると、タイプ'09、タイプ'11ともEPS容器の1回使用と比べると1/10以下、3回使用と比べると1/4以下になることが示された。

EPS容器は現在、使用後に焼却処理されているが、実証試験を実施した販売業者が全店舗に新容器を導入することで、年間約1,000kg (EPS容器3,500ケース分)の廃棄物が減量できることが明らかになった。

表2 新容器とEPS容器の使用回数と廃棄物量の関係

単位: kg

使用回数	1	5	10	15	30	200
タイプ'09	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
タイプ'11	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
EPS (1回)	0.3	1.4	2.7	4.1	8.1	54
EPS (3回)	—	—	—	1.4	2.7	18

(注) EPS (1回) はEPS容器を1回ごとに廃棄する場合, EPS (3回) はEPS容器を3回使用した後廃棄する場合を示す。

結 語

これまで、食品保冷容器としてEPS容器が主に利用されてきたのは、保冷能力に優れており、軽量かつ安価であるためである。

平成22年度に実施した実証試験では、新容器はEPS容器の保冷力と比べてほぼ同程度であることが確認されている。今回行ったLCAの結果から、容器を繰り返し使用することによって、CO₂排出量及び廃棄物量が大幅に削減できることが明らかになった。

新容器の開発に伴いLCAを実施する際、今後の課題と考えられることは、機械などを使った容器洗浄が必要な場合は算定範囲に入れる必要が出てくることである。また、新容器に使用しているポリプロピレンはリサイクルが可能であるため、実用化されたシステムに従って改めて算定することにより、さらに環境負荷を低減させられる可能性もある。

現在もコスト削減、保冷性能の向上、作業性の向上を図るため、容器構造のさらなる改善を継続的に進めている。この新容器により、環境負荷低減とコスト削減を両

立する地域密着型の容器循環システムを開発し、実用化を図っていくこととしている。

文 献

- [1] 環境省リサイクル推進室. 事業系容器包装等廃棄物の流通・処理の実態調査について. 2005;p.1-4.
- [2] 山本竜治, 砂田和博, 阿部亨, 山崎均, 西村和之. 第6回日本LCA学会研究発表会講演要旨集. 保冷容器の開発におけるLCAの活用. 2011;p.300-301.
- [3] 山本竜治, 砂田和博, 阿部亨, 山崎均, 西村和之. 第7回日本LCA学会研究発表会講演要旨集. 保冷容器の開発におけるLCAの活用 (その2). 2012; p.314-315.
- [4] 塩ビ工業・環境協会. 塩ビ樹脂・塩ビ製品製造時のLCI. http://www.vec.gr.jp/kankyo/kankyo1_1.html, (参照2011-2-24).
- [5] 社団法人プラスチック処理促進協会. 樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書—汎用樹脂加工製品を中心として—. 2000;p.66-68.
- [6] 社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会技術委員会包装技術小委員会. 包装用緩衝材のLCA研究報告. 2003;p.14-16.
- [7] 経済産業省, 国土交通省. ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン Ver.2.0. 2006;p. II 28-34.
- [8] 伊坪徳宏, 田原聖隆, 成田暢彦. LCAシリーズ. LCA概論. 東京: 産業環境管理協会;2007. p.12-13.
- [9] 稲葉敦. LCAシリーズ. LCAの実務. 東京: 産業環境管理協会;2005. p.15-16.