

オープンループリサイクルを考慮した飲料用アルミニウム缶の LCI 分析 (Life Cycle Inventory Analysis of Aluminum Beverage Cans Considering Open-Loop Recycling)

尾上俊雄、大谷 眞
(社)アルミニウム協会・LCA 調査委員会
(神鋼リサーチ(株)、住友軽金属工業(株))

要 旨

日本国内で製造された 350ml アルミニウム缶に関して詳細なデータを独自に収集し、資源採取から廃棄・リサイクルに至る LCI を算出した。新地金製造では生産国別に電力構成を考慮し、板製造・製缶・使用済み缶からの再生地金製造ではアルミニウム缶の個別データを新たに採取している。さらに、経済価値をベースにしたオープンループリサイクルの考え方を手法に取り入れた具体的な評価方法と評価の公正さ担保する原則を提案するとともに、その LCI 結果に及ぼす影響の大きさ(約 20%)と重要性を説明した。

1. 調査の目的

わが国の使用済み飲料缶(UBC)の再資源化は着実に進み、2000 年度には使用済みアルミニウム缶のリサイクル率は 80%を越えた。また、2001 年には UBC を原料とした新しいスラブ製造設備が稼動し、リサイクルの実態も変わりつつある。

アルミニウム缶の LCA については、多くの報告がある。しかしながら、従来のアルミニウム缶に関する LCA においては、システム境界、データ品質などが必ずしも適切であったとはいえない。

そこで、アルミニウム缶の環境負荷に対する正しい認識を促すためにも、上記プロセスの導入を踏まえた最新の信頼できるインベントリデータを作成し、リサイクルの実態を考慮して LCI を求め、あわせてオープンループリサイクルについても考慮した。

2. 調査範囲

2.1 対象製品

飲料用 350ml アルミニウム缶を対象とする。

2.2 機能単位

使用(消費)に供される段階の 350ml アルミニウム缶 1 本を機能単位とする。ただし、内容物は対象外とする。

2.3 システム境界

図 1 に示すように、アルミニウム新地金製造、板製造、製缶、流通、リサイクル(回収、再生地金製造)および輸送など、資源採取から廃棄に至るまでライフサイクルとする。図において、回収から直接アルミ板製造へ戻るものが新プロセスに相当する。ただし、飲料充填および使用(消費)段階は対象外とする。

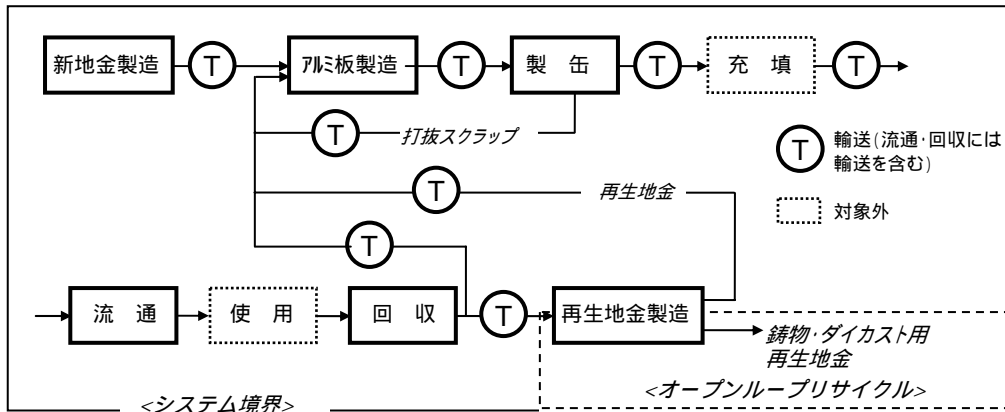
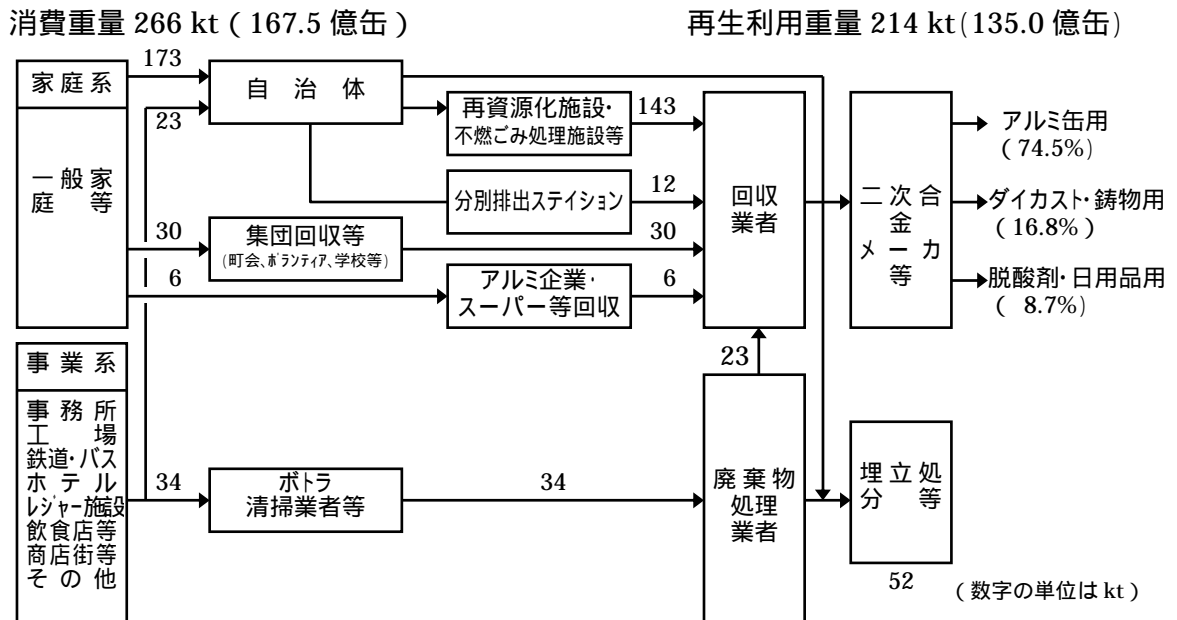


図1 アルミニウム缶のライフサイクルフロー

3. データ収集およびデータソース



- ・アルミニウム地金のインベントリは、1998年度輸入実績をもとに作成した¹⁾。
- ・再生地金製造については、3工場の1999年度実績値をもとにインベントリを作成した。
- ・アルミニウム板製造については、缶ボディ材(AA3004)と缶エンド材(AA5182)を対象に、それぞれ主要圧延3工場の1999年実績値をもとにインベントリを作成した。
- ・製缶のインベントリについては、4工場の1999年度実績値をもとに作成した。
- ・流通段階、使用済みアルミニウム缶の収集・回収、廃棄・リサイクルに関わる中間処理プロセスおよび輸送については、文献、データベースあるいは他の報告書などを参考にし、必要に応じてモデルを設定した。
- ・使用済みアルミニウム缶の廃棄・リサイクルについては、図2に示すアルミ缶リサイクル協会による平成12年度リサイクルフロー²⁾に従った。

アルミ缶リサイクル率 (= 再生利用重量 / 消費重量)	=	<u>80.6%</u>
Can to Can 率 (= 缶材向け重量 / 再生利用重量)	=	<u>74.5%</u>
缶材向け重量 / 消費重量	=	<u>60.1%</u>
- ・一方、LCIの算出に必要なバックグラウンドデータには各種データベース^{3,4)}および燃料燃焼時の排出係数⁵⁾を用いた。

図2 平成12年度アルミニウム缶リサイクルフロー(アルミ缶リサイクル協会による)²⁾

と考えられる。そこで、本調査では、再生地金の新地金に対する市場価格比が95%であることから、[新地金の環境負荷 × 0.95]をオープンループリサイクルの評価として控除することにした。ただし、このような市場価格を用いる評価の前提として、次のような条件を満たす必要があると考える：

素材そのものの価格が合理的に算定できること

加工品の市況価格しかなく、素材のみの単価を合理的に算定できない場合は適用できない。
第三者に容易に検証できる素材の市況価格がある（公開されていることが望ましい）
ことが必要である。

常に需要があること

景気変動や需要の振れが大きく、価格が見つからない期間があるような素材は適当でない。
素材として汎用性があること

ユーザーが限定されており、価格が政策的に付けられるような素材は適当でない。また、特定の用途がなくなれば、すぐに余剰となるような素材でないこと。

以上の取扱いに基づいて、350ml アルミニウム缶の LCI を算出した結果を表 2 に示す。

表 2 350ml アルミニウム缶の LCI (機能単位 1 缶 : 15.895g)

インプット	単位	オープンループリサイクル		アウトプット	単位	オープンループリサイクル			
		考慮なし	考慮あり			考慮なし	考慮あり		
資源	(r)ボーキサイト	kg	0.0230	0.0125	排出物	(a) CO ₂	kg	0.1335	0.1061
	(r)石灰石	kg	0.0011	0.0006		(a) NO _x	g	0.4119	0.3597
	(r)岩塩	kg	0.0004	0.0002		(a) SO _x	g	0.4090	0.2427
	(r)石炭	kg	0.0111	0.0072		(a) particulates	g	0.1517	0.0832
	(r)原油	kg	0.0289	0.0253		(w) t-P	g	0.0002	0.0002
	(r)天然ガス	kg	0.0151	0.0138		(w) t-N	g	0.0008	0.0008
	(r)ウラン(鉱石)	g	0.0000	0.0000		(w) BOD	g	0.0024	0.0024
	(r)その他鉱石	kg	0.0002	0.0002		(w) COD	g	0.0127	0.0126
	水	kg	0.6252	0.6006		(w) SS	g	0.0091	0.0058
	エネルギー	MJ	2.1980	1.7593		固形廃棄物	kg	0.0124	0.0090

4.3 考察

4.3.1 寄与分析

350ml 缶のライフサイクルエネルギー消費を図 4 に示す。また、ライフサイクルエネルギー消費および二酸化炭素排出に対する各段階の寄与率を表 3 に示す。いずれも、地金製造が約 50%、製缶段階で約 20% 近くを占め、残りを板圧延、飲料メーカーへの輸送および流通段階等で占めている。飲料メーカーへの輸送および流通段階におけるエネルギーの影響も大きく、とくに前者では 10t 積トラックに 1t 程度の空缶を輸送することになり、実態に即したモデルの設定および適切な輸送にかかわる燃費データが必要である。

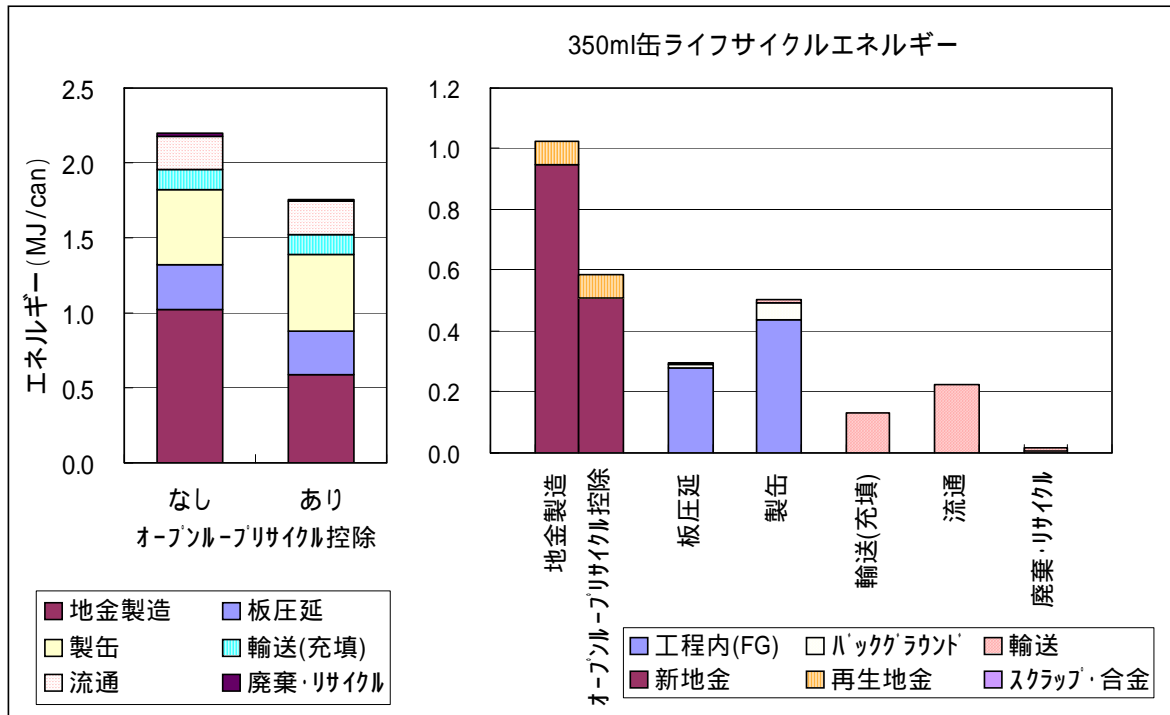


図 4 350ml アルミニウム缶の各段階における二酸化炭素排出

表 3 350ml 缶のライフサイクルエネルギー消費および二酸化炭素排出に対する寄与 (%)

段階	地金製造	板圧延	製缶	充填	流通	廃棄・リサイクル処理
エネルギー	49.2	12.3	21.5	0.0	0.0	0.2
同(輸送)		0.1	0.6	5.8	9.8	0.5
二酸化炭素	50.8	11.1	18.7	0.0	0.0	0.2
同(輸送)		0.0	0.7	6.6	11.3	0.6

地金製造の寄与が大きいことは、リサイクルが重要であることを意味している。本調査では、現在のリサイクル率および Can to Can 率を適用して算出したが、これらを変数として LCE (LCCO₂ も同じ結果が得られる) を算出した結果を図 5 に示す。これらの比率を上げるとは LCE の削減に繋がるが、オープンループリサイクルを考慮した場合、スクラップを評価することになり、Can to Can 率の影響としてはほとんど差がない。

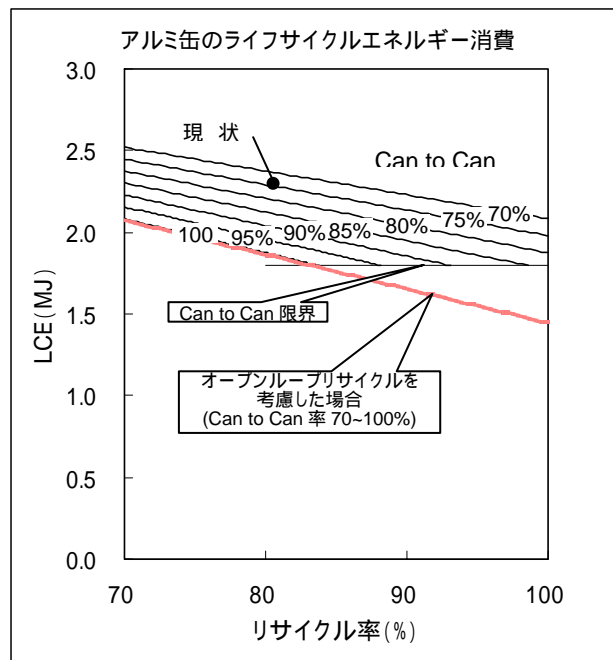


図5 アルミニウム缶のLCEに及ぼすリサイクル率およびCan to Can率の影響

5. まとめ

飲料用アルミニウム缶について、資源採取から廃棄に至るまでのライフサイクルインベントリ分析を実施した。その結果、

- 1) エネルギー消費および二酸化炭素排出については地金製造の寄与が約 50%を占め、リサイクル率および Can to Can 率の向上が重要である。
- 2) オープンループリサイクルを評価することによって、350mL 缶のエネルギー消費および二酸化炭素排出のライフサイクルインベントリが約 20%削減される事となる（地金製造部分だけを見ると約 40%の削減）。系外に適正に再利用されている地金をオープンループリサイクルで評価することは必要かつ有効であることが確認できた。
- 3) 本報告書ではオープンループリサイクル評価を経済価値で実施したが、これはアルミニウムについては世界的なレベルで提案されている方式である、価格評価が公正であれば、合理的かつ簡易に採用できる方式である。公正さを担保するための条件として以下の 3 点を提案した。

合理的な価格算定 常に需要がある 素材として汎用性がある

- 4) ほかに、オープンループリサイクル評価の方法はあるので、種々の材料が比較可能な評価の方法については今後議論していくことが必要である。その場合にはいかにその方式の公正を担保するかがポイントとなる。

参考文献

- 1) (社)日本アルミニウム協会 LCA 委員会：アルミニウム、Vol.8 (2001) p.35.
- 2) アルミ缶リサイクル協会：「平成 12 年度アルミ缶リサイクルフロー」、アルミ缶リサイクルニュース、No.76 (2001)
- 3) Pré Consultant：LCA ソフトウェア “SimaPro ver.4” 付属データベース (1997)
- 4) (社)産業環境管理協会：LCA ソフトウェア “JEMAI-LCA (NIRE-LCA ver.3)” 付属データベース (2000)
- 5) 科学技術庁科学技術政策研究所編：「アジアのエネルギー利用と地球環境」(1992)

