研究論文

自動車シュレッダーダスト処理に関する ライフサイクルアセスメント(第一報) — 埋め立て処分 —

Life Cycle Assessment on Treatments of Automotive Shredder Residue (1st Report)
— for Landfill Cases —

船 崎 敦*·種 田 克 典*·田 原 聖 隆**·稲 葉 敦**

Atsushi Funazaki

Katsunori Taneda

Kiyotaka Tahara

Atsushi Inaba

(原稿受付日2002年2月27日, 受理日2003年6月26日)

Abstract

We conducted a Life Cycle Assessment (LCA) of the End-of-Life Vehicle (ELV) in order to evaluate environmental performance of Automobile Shredder Residue (ASR) treatment process. The ELV targets a typical 1992-year passenger vehicle that was discarded in 2002. We modeled the parts-materials of the ELV and its ASR composition. Making use of the ELV and ASR model, we investigated two case studies: A) Direct landfill of all ASR, B) Landfill of volume-reduced and solidified ASR after resorted. The results are as follows. (1) The impact indicators of global warming and acidification of case B are almost the same as case A, but case B is superior to case A in its recycling rate (approximately 1% improvement). Moreover, case B is superior to case A in its lead leaching test. However, it is necessary to conduct further verification with practical tests or field surveys about the results. (2) The impact indicators (energy consumption, global warming, and acidification) at the end-of-life stage contributed only 1 - 2% of the total life cycle. However, we did not perform impact assessment of toxic substances in ASR, which might be an important topic in the future.

1. はじめに

使用済み自動車(ELV:End-of-Life Vehicle)から発生するシュレッダーダスト(ASR:Automotive Shredder Residue)は有害物質を含むため、1996年度から管理型最終処分場への埋め立てが義務づけられている。この結果、最終処分場の偏在とひっ迫による処分費用の高騰や受け入れ拒否により、従来のASR処理システムが適正に機能しなくなることが懸念される。これを受け、経済産業省ではASRの引き取り義務を自動車メーカーに課すことが検討されている」。

一方,自動車業界はELVに関する自主行動計画を策定し、ELVのリサイクル率向上 (2002年までに85%以上,2015年までに95%以上),ASR埋め立て容積の減量化 (1996年レベルに対して、2002年までに3/5以下、2015年までに1/5以下)および鉛使用量の削減 (2005年までに,1996年レベルの1/3以下)について数値目標をあげている。また、欧州でもELVに関するEU指令が発効し、2006年までにリサイクル率85%以上,2015年までに95%以上とする規制が

EU諸国で制定されようとしている¹⁾.

このように、ASRの適正処理、減量化およびリサイクルが社会的課題になっているが、提案されている様々な処理技術の環境負荷や環境影響を総合的に分析・評価した研究はない。開発される処理技術ごとに使用されるASRの組成が異なるため、対策技術の比較が困難であることがその一因となっている。本稿では、2002年に使用済みとなる平均的な自家用乗用車として1992年の製造車をモデル化し、一般的なASRの組成を推定した。また、それを基に、現状のASR処理の中心を占める埋め立て処分(全体の2/3程度²)の環境影響をライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を用いて評価した。さらに、処理工程で排出される環境負荷物質のライフサイクル全体に対する寄与を明らかにした。

2. 評価方法

2.1 目的と対象車

本研究の目的は、ASRの性状を推定し、それを基にLCAを用いてASRの埋め立てによる環境負荷および環境影響を明らかにすることにある。ここでは次の二つのケースを対象とする。

- A) ASRをそのまま管理型最終処分場に埋め立てる.
- B) ASRを再分別し(金属やガラスの回収),残りを減容・固化して,管理型最終処分場に埋め立てる.

E-mail: afuna@jari.or.jp

^{*(}財日本自動車研究所 総合研究部

^{〒305-0822} 茨城県つくば市苅間2530

^{**(}独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター 〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1

Vol. 24 No. 6 (2003) 444

現行の使用済み自動車を分析するために、対象車を2002年に使用済みとなる平均的な自家用乗用車とし、使用年数を10年、製造年を1992年に設定した。ASR処理を分析するためには、ASRの性状を明確にすることが重要であり、車両モデル(車両の部品・材料構成表)がその基礎となる。ここでは、まず該当年の各車種の新車登録台数³⁰と自動車諸元表⁴⁰をもとに、車両重量、排気量、燃料消費率および排出ガス原単位などの加重平均を算出し、対象車の仕様および諸元を特定した⁵⁰、対象車の仕様・諸元を表1に示す。車両モデルの作成にあたり、1992年製造車のデータ入手が困難なため、次のように実施した。まず、1990~96年製

表1 対象車の主な仕様・諸元 (1992年製造)

項目	仕 様
燃料の種類	ガソリン
ボディタイプ	4ドア・セダン
駆動方式	FF
トランスミッション	AT
カーエアコン冷媒	HFC-134a
(初期充填量)	(700 g)
エアバッグ装着	装着せず

項目	諸元
車両重量 (kg)	1220
排気量 (liter)	2.0
燃料タンク容量(liter)	60
タイヤ・リム径 (inch)	14
燃料消費率(km/liter)	11.5
CO 排出原単位 (g/km)	0.98
HC 排出原単位 (g/km)	0.14
NOx 排出原単位 (g/km)	0.19

^{* 1) 1992}年は、特定フロンCFC-12から代替フロンHFC-134aへの移行期 にあたる。ここでは、HFC-134aが装填されているとした。

* 2) 燃料消費率, CO, HCおよびNOx排出原単位は, 10・15走行モード値.

造の小型・普通乗用車(1.5, 2, 3 literクラス3台)の解体データを平均化して、対象車の仕様・諸元にもとづく部品・材料構成の雛形を作成した。さらにデータの補足や一般化のために、最近の解体データおよび文献⁶⁾ などを参考に、対象車の部品・材料構成表を作成した⁵⁾.

対象車の部品・材料構成の概略を表2に示す。ここでは 廃棄段階の解体処理の物質フローを把握しやすいように、 解体時の取り外し部品と破砕処理される廃車ガラに分類し ている。なお、対象車の重量1,190kgは、車両重量(表1、 1,220kg)から燃料(44kg)を除き、スペアタイヤ・工具 類を加えた値である。

2.2 評価項目

ここでは環境に与える影響を評価する指数として、化石燃料の枯渇に関わるエネルギー消費量、温暖化指数(CO_2 換算、IPPC-1995、 $100年積算)"、酸性化指数(<math>SO_2$ 換算、ライデン大学CML-1992)"、および最終処分場の枯渇に関係するリサイクル率を用いた。

これらの特性化係数を表3に示す. なお, リサイクル率 = (ELV重量 - 最終廃棄物重量) / ELV重量, と定義した. ここに, 最終廃棄物とは原則として最終処分場に埋め立てられるものを指し, 無害化処理やリサイクルにおいて新たに発生した廃棄物も含める (例. セメント固化物). また, 液類 (オイル, ラジエーター液, フロンなど) の単

表 2 対象車の部品・材料構成の概要一覧 (ガソリン60liter~44.1kgを除く)

解体処理		合 計	鋳鉄•		非 鉄	金 属			į	非 金 属		
(内訳)	部位または部品	重 量	鋼材類	アルミ	銅	鉛	亜鉛	樹脂類	ゴム類	ガラス類	繊維類	その他
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
	エンジン系(鋳鉄製Sブロック)	150.43	107.56	33.95	0.55	0.12	0.00	4.86	2.26	1.13	0.00	0.00
	AT・デファレンシャルギヤ類	75.70	47.60	28.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	鋼製ディスクホイール4本	34.24	34.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	タイヤ4本	32.01	4.48	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	2.56	8.96
取り外し	付属品(スペアタイヤ・工具類)	13.80	10.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.29	1.01
100%	バッテリー(鉛蓄電池)	12.00	0.00	0.00	0.00	6.60	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	3.60
	ウォッシャー液	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
	ラジエーター液	7.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.28
	オイル(エンジン, ATF , デフ)	12.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.16
	エアコン用冷媒 HFC-134a	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
	取り外し部品の小計	340.82	204.34	62.05	0.56	6.96	0.00	6.66	20.06	1.13	2.85	36.21
取り外し	燃料タンク	17.20	15.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.50	0.50	0.00	0.00	0.00
50%	駆動·操舵系	41.94	37.31	2.17	0.00	0.00	0.00	1.68	0.78	0.00	0.00	0.00
破砕へ	懸架·制動系	98.20	94.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	0.00	0.00	1.26
50%	取り外し・破砕処理部品の小計	157.34	147.04	2.17	0.00	0.20	0.00	3.18	3.49	0.00	0.00	1.26
	電装品系	89.49	26.96	8.41	17.02	0.25	0.79	29.86	1.40	2.95	1.58	0.27
破砕へ	内外装品系	158.73	57.46	0.00	0.00	0.00	0.00	59.73	12.62	0.68	24.71	3.53
100%	ウインドーガラス類	34.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	32.30	0.00	0.00
	ボディ系	409.62	390.98	0.00	0.00	0.10	5.59	0.00	0.00	0.00	0.00	12.95
	破砕処理部品の小計	691.84	475.40	8.41	17.02	0.35	6.38	91.29	14.02	35.93	26.29	16.75
対象車の重		1190.00	826.78	72.63	17.58	7.51	6.38	101.13	37.57	37.06	29.14	54.22
	象の重量 (kg)	419.49	277.86	63.14	0.56	7.06	0.00	8.25	21.81	1.13	2.85	36.84
破砕処理対	対象(廃車ガラ)の重量(kg)	770.51	548.92	9.50	17.02	0.45	6.38	92.88	15.77	35.93	26.29	17.38

^{*)} ELVの解体処理では、有用な部品や事前選別が義務づけられている部品(バッテリー、液類など)を取り外し、残り(廃車ガラ)は破砕処理される。ここでは、燃料タンク、駆動・操舵系、懸架・制動系の部品については、取り外し50%、破砕処理50%と仮定した。

表3 環境影響評価の特性化係数

影響カテゴリー	環境負荷項目	特性化係数	出 所
エネルギー消費	燃焼エネルギー	発熱量	高位発熱量
エイルイ 内員	原子力発電	発熱量	熱効率 33.5%
	CO ₂	1	IPCC - 1995
地球温暖化	CH₄	21	(100 年積算)
	構造 燃焼エネルギー 原子力発電 発熱量 CO2 CH4 1 HFC-134a 1300 SOx as SO2 NOx as NO2 1.00 NOx as NO2 0.70		
酸性化	SOx as SO ₂	1.00	ライデン大学
政江江	NOx as NO ₂	発熱量 高位発熱量 発熱量 熱効率 33.5% 1 IPCC - 1995 21 (100 年積算 4a 1300 GO ₂ 1.00 ライデン大学 NO ₂ 0.70 (CML - 1992	(CML - 1992)
リサイクル率	最終廃棄物	1	

純焼却や無害化処理ではほとんど焼却灰は発生しないが、 リサイクル(主にエネルギー回収)されない場合、これら の液類も最終廃棄物に含める.

3. 廃車処理の方法とASRの組成

ここで想定した廃棄段階の各ケースのフローを,自動車の製造・使用段階も含めて図1に示す.使用済み自動車の解体,破砕・選別後の残さがASRとなる.解体処理は次のように設定した.取り外し部品は,事前選別の対象である鉛蓄電池や液類・オイル類,高価なエンジン系とAT類,取り外しの容易なディスクホイール,タイヤ,付属工具とした.一方,破砕処理の対象は,ボディ,電装品,内外装品,ウィンドーガラスとし,また,燃料タンク,駆動・懸架・制動系は、取り外し50%,破砕処理50%とした.

解体時のHFC-134aの回収については,2002年の段階で,回収実施率を40%,回収機の効率を60%とし、実質回収率

を40%×60%=24%と推定した.

上述のフローから求めた解体および破砕・選別における 物質収支の一覧を**表 4** に示す。ELVのリサイクル率は 78.4%と算出される。また、乾きASR重量は224.68kgであ り、ELV重量(=1,190kg)に対するASRの重量比率は 18.9%である。

上述の前提を用いて算出された乾きASRの組成を表 5 に示す。ASRの組成は部品や材料の回収率に依存する。ここで算出した組成は概ね自動車メーカー公表値^{8)、9)} に近いと考えられる。

4. 廃車処理の評価

4.1 評価の前提

ASRをそのまま埋め立てるケースAに対し、ケースB (ASRの再分別・減容・固化)¹⁰⁾ では、図2に示すように、減容・固化装置の摩耗の原因になるため、まずASRからガラス類および金属(鉄鋼、アルミ)を分別する. 続いて、分別ASRを減容・固化する(約50%の減容化が可能). 回収された鉄鋼とアルミはリサイクルされる. 鉛などを含むガラス類は安定化処理(セメント固化)が施された後、減容・固化物とともに管理型最終処分場に埋め立てられる. 管理型最終処分場のインベントリ(埋め立て作業、浸出水処理)は文献¹¹⁾ をもとに浸出水処理期間を15年とおいて算出した. 表6に管理型最終処分場のインベントリ算出結果を示す.

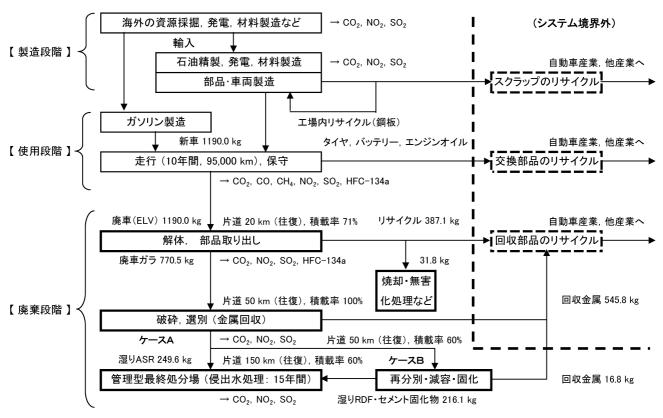


図1 対象車のライフサイクルフローとシステム境界

Vol. 24 No. 6 (2003) 446

表 4 使用済み乗用車の解体および廃車ガラの破砕・選別処理における物質収支

区分	素材	解体	破砕•選別	小 計	備 考					
回	鉄鋼	277.86	532.45	810.31	回収率 = 98.0% 選別時の回収効率は 97%, 実施率 100% とした.					
収	アルミ	63.14	2.85	65.98	回収率 = 90.8% 選別時の回収効率は 60%, 実施率 50% とした.					
物	銅	0.56	5.11	5.67	回収率 = 32.2% 選別時の回収効率は 60%, 実施率 50% とした.					
リ	鉛(蓄電池, バランサー)	7.06	0.00	7.06	回収率 = 94.0% 選別時の回収効率は 0% とした.					
サイ	亜鉛(めっき鋼板)	0.00	5.42	5.42	回収率 = 85.0% 選別時の回収効率は鋼板と同じとした.					
'j	樹脂	1.80	0.00	1.80	バッテリーケースのみ.					
ル	ゴム(タイヤ)	17.80	0.00	17.80	走行時のトレッド摩耗量は無視した.					
焼	繊維・カーボンブラック	12.82	0.00	12.82	マテリアルリサイクル,または,エネルギ 一回収へ(焼却灰は無視).					
却	バッテリー液	3.60	0.00	3.60	無害化処理へ(リサイクル率にカウントされない).					
無	ウィンドーウォッシャー液	2.50	0.00	2.50	回収率 100% , 焼却へ(リサイクル率にカウントされない).					
害	ラジエーター液	3.64	0.00	3.64	回収率 50%,焼却へ(リサイクル率にカウントされない).					
化処	オイル類	6.40	0.00	6.40	回収率 50%,エネルギー回収へ(焼却灰は発生しないとした).					
理	代替フロン(HFC-134a)	0.13	0.00	0.13	無害化処理へ(補充用途なし、リサイクル率にカウントされない).					
$\overline{}$	小 計	397.30	545.83	943.13	ELVのリサイクル率 = 78.4% (分子は, 左欄の塗りつぶし領域)					
	鉄鋼	0.00	16.47	16.47	ASR^.					
未	アルミ	0.00	6.65	6.65	↑					
回	銅	0.00	11.91	11.91	1					
収 物	鉛	0.00	0.45	0.45	↑					
$\overline{}$	亜鉛	0.00	0.96	0.96	↑					
放出	樹脂	6.45	92.88	99.33	回収部品の処理時に発生するダスト類、または、ASRへ.					
	ゴム類	4.01	15.77	19.77	↑					
焼却	ガラス類	1.13	35.93	37.06	↑					
	繊維類	0.00	26.29	26.29	ASR^.					
埋め	塗料,接着剤	0.00	16.48	16.48	↑					
立	ラジエーター液	3.64	0.00	3.64	回収部品の処理時に、ウエスと一緒に焼却. ASRには含まれない.					
て	オイル類	6.40	0.90	7.30	同上. また, ASR分はショックアブソーバーなどからのオイル類.					
\sim	代替フロン(HFC-134a)	0.42	0.00	0.42	解体時に大気圏へ放出.					
	小 計	22.04	224.68	246.72	ASR重量/ELV重量 = 18.9% (分子は、左欄の塗りつぶし領域)					
	合 計	419.34	770.51	1,189.85	走行時のフロン漏れ分 0.15 kg を差し引いた.					

^{*)} 金属の回収率=(解体時の回収金属重量十破砕・選別時の回収金属重量)/ELV中の金属重量

表5 乾きASRの組成

Δς	Rの構成材料	重 量	比 率	文献 8)	文献 9)
	ハベング 1番 / 文 イオ オイ	(kg)	(wt%)	(wt%)	(wt%)
	樹脂 *1)	92.88	41.3%	49%	34%
	ゴム類	15.77	7.0%	7%	11%
可	繊維類	26.29	11.7%]]
可燃分	塗料,接着剤	16.48	7.3%	> 20%	├ 26%
	オイル類	0.90	0.4%	J	J
	小 計	152.32	67.8%	76%	71%
	鉄鋼	16.47	7.3%	8%	
	アルミ	6.65	3.0%)	
	銅	11.91	5.3%	 ≻ 9%	> 7%
不燃分	鉛	0.45	0.2%		
分	亜鉛	0.96	0.4%	J	J
	ガラス類	35.93	16.0%	7%	15%
	その他	_	_	_	7%
	小 計	72.37	32.2%	24%	29%
	合 計*3)	224.68	100.0%	100%	100%

^{*1)} 樹脂の内訳は下記のとおり.

PUR:7.1%, PVC:6.6%, PE:3.9%, PP:13.6%, ABS: 4.9%, PA:5.3%

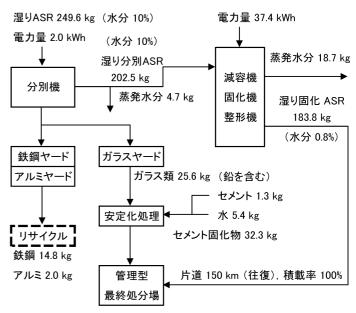


図2 ASR減容・固化プラントのシステムフロー

表6 管理型最終処分のインベントリ算出結果

最終処分場	エネルギー	CO ₂	NO ₂	SO ₂
のプロセス	(MJ)	(kg)	(g)	(g)
埋立作業	10.0	0.68	2.25	0.67
浸出水処理	75.2	3.10	2.49	1.95
合 計	85.1	3.77	4.74	2.62

- *1)湿りASR249.6kgあたりの数値.
- * 2) ASRからのメタンCH₄の発生はないと仮定した.

表7 電力供給インベントリ (使用端基準)

年度	利用対象	エネルギー	CO ₂	NO ₂	SO ₂
十戊		(MJ/kWh)	(kg/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)
1992	製造段階	10.3	0.462	0.44	0.40
1997	使用段階	10.2	0.411	0.36	0.26
2000	廃棄段階	10.0	0.415	0.33	0.26

*) 燃料の製造・輸送を含む.

なお、ここでは管理型最終処分場や付属施設の建設に関わる環境負荷は対象外とした。管理型最終処分場にはASR以外の廃棄物も埋め立てられる場合が多く、ASR単位重量あたりの環境負荷は相対的にあまり大きくないと予想されるが、その環境負荷の算出は今後の課題である。

上述の廃車処理を評価するためには、処理に必要な輸送およびエネルギー消費(主に電力)の排出物を推定する必要がある。廃棄段階の輸送はすべて10ton積みトラックとし、復路は空荷で戻ると仮定した。また、電力については、該当年度(2002年度)に近い2000年度の電力インベントリを算出した¹²⁾、後述する自動車の製造段階(1992年度)および使用段階の中間年度(1997年度)のインベントリ¹²⁾と共に表7に示す。

4.2 分析・評価の結果および考察

ASR処理に関する各ケースの比較結果を表8に示す.ケースBでは、ASRの再分別および減容・固化に伴う電力消費により、各影響指数が増加する.一方、約50%の減容化により輸送効率が上がるため、エネルギー消費を除き、代替フロン放出の影響を大きく受ける温暖化指数や酸性化

指数は、ケースAとほとんど同じになる。また、ケースBでは、ASRからの金属回収により、リサイクル率が約0.8%向上する。なお、最終処分場における廃棄物の占有空間については、覆土と一緒にブルドーザーなどで圧縮されるため、二つのケースの間に差異はほとんどないと考えられる。ただし、減容・固化されたASRの方が、埋め立て地盤の安定化に有効と考えられる。

また、ASRの鉛溶出量が $0.55 \sim 1.42 \text{mg/liter}$ と埋め立て基準値 (0.3 mg/liter) を超える場合でも、鉛を樹脂などで固めた減容・固化物では基準値以下に低減できると報告されており 10 、適正処理に寄与すると期待される。しかし、実際の埋め立て地での溶出データはなく、さらに実態調査や実証試験による検証が必要である。

4.3 自動車のライフサイクルにおける廃棄段階の評価

上述した廃車処理の環境影響を、自動車のライフサイクル全体で評価するために、図1に示した自動車のライフサイクル全体での環境影響を評価した。ここでは既報¹³⁾ に準じ、エネルギー、 CO_2 、 NO_2 および SO_2 をライフサイクル全体で調査した。

寄与度が大きいと考えられる自動車の走行段階では、使用年数10年と平均走行距離9,500km/年(自家用)から 14 、総走行距離を95,000kmとした.また、排出物量については、炭化水素(HC)における CH_4 とNMHCの割合を1:4と仮定し 15 、 CH_4 の温暖化効果を評価した.さらに、エアコン用冷媒(HFC-134a)の漏れ量を使用10年あたりで150 gとした 15 ・この場合、冷却性能はライフサイクルにわたり概ね維持できると考えられ 16 、冷媒の補充はないとした.ケースAについて、ライフサイクルにわたるインベントリ分析および影響評価の結果を表9に示す.各影響指数と

リ分析および影響評価の結果を**表9**に示す。各影響指数とも、製造段階が20%前後、使用段階が80%前後を占め、廃棄段階は $1\sim2$ %である。また、ライフサイクルにおける国内外の差をみると、エネルギー消費と温暖化指数は国内が約95%を占めるが、酸性化は国内外とも約50%である。

表8 ASR処理における各ケースの比較 (廃棄段階)

	環境負荷および		ケース A				ケース B					
	影響評価の項目	合計 A	解体•破砕	輸送	最終処分	合計 B	解体•破砕	減容·固化	輸送	最終処分	∕A (%)	
	CO ₂ (kg)	65	24	38	4	82	24	20	35	3	26%	
環	CH ₄ (g)	11	_	11	_	10	–	_	10	_	-7%	
環境負荷	HFC-134a (g)	418	418	0	0	418	418	0	0	0	0%	
負標	NOx as NO ₂ (g)	350	19	326	5	342	19	16	304	4	-2%	
111	SOx as SO ₂ (g)	45	16	27	3	55	16	13	25	2	23%	
	最終廃棄物 (kg)	257.0			257.0	246.9				246.9	-4%	
影	エネルギー消費(MJ)	1197	560	552	85	1632	560	482	516	74	36%	
響	温暖化指数(kg-CO2)	609	567	38	4	626	567	20	35	3	3%	
影響評価	酸性化指数(g-SO ₂)	290	29	255	6	295	29	24	237	5	2%	
Щ	リサイクル率(%)	78.4%				79.2%					1.1%	

- *1)海外製造および外航輸送分を含む。
- *3) CH4は, 国内のトラック輸送時のみ算出した.
- *5) 温暖化指数=1・CO₂+21・CH₄+1300・HFC-134a (kg-CO₂)
- *2) 一: データは不明だが、相対的に微量と考えられる.
- *4) 最終廃棄物は、乾燥状態 (ASR、固化ASRの水分を除く).
- * 6) 酸性化指数=1・SOx+0.7・NOx (g-SO₂)

Vol. 24 No. 6 (2003) 448

	環境負荷および		ライフサイクル			製造段階			使用段階			廃棄段階		
	影響評価の項目	合計	海外	国内	合計	海外	国内	合計	海外	国内	合計	海外	国内	
	CO ₂ (ton)	29.0	1.4	27.5	5.6	0.7	4.9	23.3	0.7	22.6	0.1	0.0	0.1	
環	CH ₄ (kg)	4.6	NK	4.6	0.0	NK	0.0	4.5	NK	4.5	0.0	_	0.0	
環境負	HFC-134a (g)	568	-	568	_	_	_	150	_	150	418	_	418	
荷	NOx as NO ₂ (kg)	40.4	14.3	26.1	9.1	6.3	2.8	31.0	8.0	23.0	0.3	0.0	0.3	
	SOx as SO ₂ (kg)	21.9	16.4	5.4	7.8	5.7	2.1	14.0	10.7	3.3	0.0	0.0	0.0	
	エネルギー消費 (GJ)	433.6	21.7	412.0	78.7	9.9	68.8	353.7	11.7	342.0	1.2	0.1	1.2	
影	エネルギー消費の比率(%)	100.0%	5.0%	95.0%	18.2%	2.3%	15.9%	81.6%	2.7%	78.9%	0.3%	0.0%	0.3%	
響評	温暖化指数(t-CO₂)	29.8	1.4	28.4	5.6	0.7	4.9	23.6	0.7	22.9	0.6	0.0	0.6	
評価	温暖化指数の比率(%)	100.0%	4.8%	95.2%	18.7%	2.4%	16.4%	79.2%	2.4%	76.8%	2.0%	0.0%	2.0%	
ТЩ	酸性化指数(kg-SO ₂)	50.1	26.4	23.7	14.2	10.1	4.1	35.7	16.3	19.4	0.3	0.0	0.2	
	酸性化指数の比率(%)	100.0%	52.7%	47.3%	28.3%	20.1%	8.1%	71.2%	32.5%	38.7%	0.6%	0.1%	0.5%	

表9 使用済み乗用車のライフサイクルインベントリ分析および影響評価の結果 (ケースA)

*1) NK: Not Known, ー:データは不明だが、相対的に微量と考えられる. *2) CHは、国内の乗用車とトラックの走行時のみ算出した.

なお、本研究ではASRに含まれる鉛などの有害物質の影響評価は行われていない。今後の重要な課題である。

5. おわりに

使用済み自動車(ELV)をモデル化して自動車シュレッダーダスト(ASR)の組成を推定し、ASRの埋め立て処分の環境影響をライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を用いて評価することにより、以下の結果を得た.

- (1) ASRの直接埋め立てとASRの減容・固化では、温暖化および酸性化指数ともほとんど同じである.一方、後者では、リサイクル率が1%弱向上し、鉛溶出試験も優位であり適正処理が期待される.ただし、有害物質の溶出については、さらなる実態調査や実証試験による検証が必要である.
- (2) 研究対象とした影響評価項目(エネルギー消費,温暖化,酸性化)の範囲では、廃棄段階の影響指数はライフサイクル全体からみると1~2%程度である。ただし、本研究ではASRに含まれる鉛などの有害物質の影響評価は行われていない。今後の重要な課題である。

本研究により、ASRのエネルギー回収や部品のリサイクルにLCAを適用するための基礎データ(物質フロー、ASR組成など)を得た.今後、ELVのリサイクルシステムの環境評価に利用したい.

参考文献

- 1) 外川健一;自動車とリサイクル,(2001),日刊自動車新聞社.
- 2) 日下清隆, 沼尻到; 自動車シュレッダーダストのリサイクル 状況, 自動車研究, 23-12 (2001), 67-72.
- 3) 1993年版自動車年鑑, (1993), 日刊自動車新聞社.
- 4) 1993年版自動車諸元表, (1993), 自動車技術会.
- 5) 船崎敦,種田克典;自動車LCAのためのインベントリ作成の 考え方(4) ライフサイクルにおける車両構成材料の物質フロー,自動車研究,23-10(2001),46-53.
- 6) 2001年版日本の自動車工業, (2001), 日本自動車工業会.
- 7) SimaPro Ver.5ソフトウエア, http://www.pre.nl/
- 8) 梶川拓治,今橋邦彦,田中敦史,辻田育司;ASRの活用化技術,TOYOTA Technical Review,48-1 (1998),42-47.
- 9) 浅川薫;シュレッダーダストのエネルギリカバリー技術,自動車研究, 21-12 (1999), 29-33.
- 10) 減容・固化・乾留ガス化技術の研究開発 (CD-ROM版), (1999), 日本自動車工業会.
- 11) 和田安彦, 三浦浩之, 中野加都子; LCAにおけるリサイクルと廃棄物処理・処分の評価手法とその適用, 土木学会論文集, 539-II-35 (1996), 155-165.
- 12) 船崎敦, 種田克典;自動車LCAのためのインベントリ作成の 考え方(2) - 電気事業者による電力供給インベントリー,自 動車研究, 22-3 (2000), 26-33.
- 13) 船崎敦, 種田克典;使用済み乗用車のライフサイクルアセスメント,自動車技術会論文集, 32-1 (2001), 125-130.
- 14) 自動車産業関連統計第12集, (2000), 日本自動車工業会.
- 15) 日本自動車工業会ホームページ, http://www.jama.or.jp
- 16) 藤原健一監修;カーエアコン, (1997), 210, 山海堂.