

「自動採尿機を用いた排泄ケアの 環境影響比較」報告書

2008年5月

ユニ・チャーム 株式会社



1 一般的事項

1.1 評価実施者

所属機関:ユニ・チャーム株式会社 CSR部環境推進室

名 前:小椋(こすぎ) 信明

連絡先:nobuaki-kosugi@unicharm.co.jp

1.2 報告書作成日

2008/05/30

2 調査実施の目的

2.1 調査実施の理由

1日あたりの排泄ケアに関わる環境影響を把握し、株式会社日立製作所と共同開発中の自動採尿機を用いた排泄ケアと、従来の紙おむつのみの排泄ケアの環境負荷量を把握する。

2.2 調査結果の用途

従来からの紙おむつと尿取りパッドのみの排泄ケア(以下、従来の排泄ケアシステム)と自動採尿機と自動採尿機専用パッドを用いた排泄ケア(以下、自動採尿機を用いた排泄ケアシステム)の環境影響を把握すると共に、環境影響の改善に重要なプロセスを明確にし、設計における改善のための情報提供を行う。同様にお客様への商品選択のための情報提供も含めて広くコミュニケーション手段として利用する。

3 調査範囲

3.1 調査対象とその仕様

国内で製造、使用、廃棄される大人用テープ止め紙おむつと自動採尿機、それに付随した自動採尿機専用パッドを用いた1日あたりの排泄ケアおよび従来どおりの大人用テープ止め紙おむつと尿取りパッドを用いた1日あたりの排泄ケア

3.2 機能および機能単位

ここで言う排泄ケアとは、病気や事故、加齢に伴い排泄に何らかの介護が必要な方への排泄介護を排泄ケアとする。今回、これらの方が1日あたりに必要とする排泄ケアを機能単位とし、それに伴い発生する紙おむつやパッド類の環境影響を検討した。

従来の排泄ケアシステムは紙おむつとそれと合わせて使用する尿取りパッドを用いる。尿取りパッドを用いることで尿をする毎に尿取りパッドのみを交換し、紙おむつ自体の交換頻度を少なくし、環境影響だけでなく介護者の負担を軽減するよう工夫されている。

現在、介護者の負担を更に軽減し、環境影響も軽減すべく日立製作所と共同で自動採尿機を用いた排泄ケアシステムを開発した。自動採尿機を用いた排泄ケアシステムは従来どおり紙おむつを利用するが、尿取りパッドにセンサーとポンプにつながるパイプを取り付け、尿を排泄した際にセンサーが感知し、その信号で小型ポンプが稼働し、管を通して尿を吸い上げ、タンクに収めるシステムである。

それぞれの機能単位は

- 従来の排泄ケアシステム：1日あたり
 - ；テープ止めタイプ大人用紙おむつ2枚・尿取りパッド6枚
- 自動採尿機を用いた排泄ケアシステム：1日あたり
 - ；テープ止めタイプ大人用紙おむつ2枚・専用パッド2枚・自動採尿機

対象はライフサイクル全体とする。自動採尿機を用いた排泄ケアシステムは自動採尿機本体を除くテープ止めタイプ大人用紙おむつ、自動採尿機専用パッドは使用后、焼却処分され、回収した尿は1日1回トイレに廃棄する。また製品とは当社が製造する製品とし、テープ止め紙おむつおよび尿取りパッド、自動採尿機専用パッドの3つを指すものとする。

3.3 システム境界

素材採掘から製造，使用，廃棄段階まで。(図 3.2-1)。

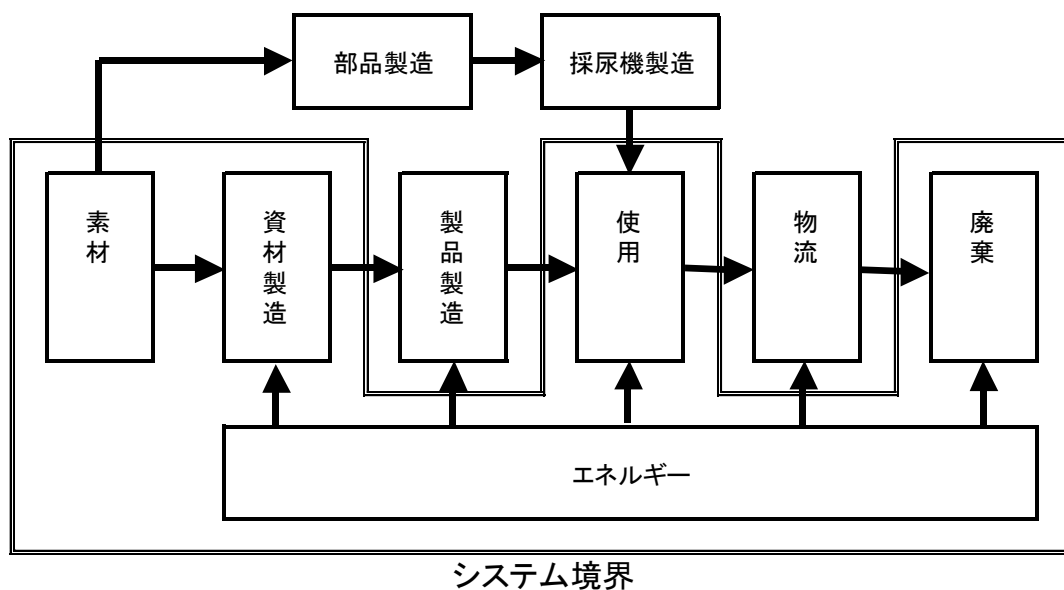


図 3.2-1 システム境界概要図

3.4 特記事項（除外したプロセス・項目等について）

自動採尿機本体は使用時の環境負荷量は考慮したが、製造や廃棄に関わる環境影響は評価に含めていない。

大人用テープ止め紙おむつ、自動採尿機専用パッド、尿取りパッドの組み立て段階は、

自動採尿機専用パッドの製造ラインが現段階では検討中の生産技術に関わる機密性が高い情報のため、外部報告を差し控えさせていただく。そのためシステム境界を整えるために製品製造段階はどちらの評価にも含めなかった。

輸送も現段階ではサイ数や輸送距離が未確定のため、システム境界を整えるためにどちらの評価にも含めなかった。

4 インベントリ分析

4.1 フォアグラウンドデータ

2002年、2004年に当社の資材サプライヤーおよび、当社子会社に行った資材に関する環境影響調査結果から入手した代表的な資材の実測データを採用した。また自動採尿機のエネルギーデータは、日立製作所の協力を得て入手したデータを利用した。

4.2 バックグラウンドデータ

焼却処理段階は日本LCAフォーラムデータベースの一般廃棄物焼却炉（主に廃プラスチック）を採用した。高度下水処理プロセスのデータは室山ら¹⁾のデータを採用し、それら以外の全てのバックグラウンドデータはJemai-LCA Proのデータを採用した。

4.3 インベントリ分析対象項目と分析結果一覧表

表 4.3-1、表 4.3-2、表 4.3-3 に従来の排泄ケアシステムと自動採尿機を用いた排泄ケアシステム、自動採尿機を用いた排泄ケアシステムで排水処理工程を高度下水処理に置き換えたもののインベントリ分析の対象とした項目と分析結果の一覧を示す。共に単位は1日あたりの使用量とした。また自動採尿機を用いた排泄ケアシステムにおいて

表 4.3-1 従来の排泄ケアシステムの LCI 分析結果（単位 (kg/day)）

			製造		物流	使用	廃棄
			資材	製品			
消費 負荷	枯渇 資源	石炭	6.41E-02	-	-	0.00E+00	1.80E-03
		原油(燃料)	5.62E-01	-	-	0.00E+00	1.06E-03
		天然ガス	4.31E-02	-	-	0.00E+00	8.37E-04
		ウラン鉱石(U)	2.09E-06	-	-	0.00E+00	1.58E-07
	再生可能 資源	木材	-	-	-	-	-
		水	-	-	-	-	-
環境 負荷	大気へ	CO2	1.63E+00	-	-	0.00E+00	1.36E-02
		Sox	1.12E-03	-	-	0.00E+00	3.40E-04

		Nox	4.75E-03	-	-	0.00E+00	7.63E-04
		PM10	1.11E-04	-	-	0.00E+00	6.60E-05
	水系へ	COD	5.59E-03	-	-	0.00E+00	0.00E+00
		T-P	0.00E+00	-	-	0.00E+00	0.00E+00
		T-N	0.00E+00	-	-	0.00E+00	0.00E+00
	土壌へ	不特定固形廃棄物	4.60E-02	-	-	0.00E+00	9.65E-02
		汚泥類	2.66E-04	-	-	0.00E+00	0.00E+00

表 4.3-2 自動採尿機を用いた排泄ケアシステムの LCI 分析結果 (単位 (kg/day))

			製造		物流	使用	廃棄
			資材	製品			
消費負荷	枯渇資源	石炭	3.56E-02	-	-	5.18E-03	1.23E-03
		原油(燃料)	3.50E+00	-	-	9.61E-04	6.50E-04
		天然ガス	3.00E-02	-	-	2.41E-03	6.07E-04
		ウラン鉱石(U)	1.61E-06	-	-	4.56E-07	1.08E-07
	再生可能資源	木材	-	-	-	-	-
		水	-	-	-	-	-
環境排出負荷	大気へ	CO2	1.59E+00	-	-	2.38E-02	8.73E-03
		Sox	7.56E-04	-	-	3.76E-06	1.82E-04
		Nox	2.35E-03	-	-	9.91E-06	4.08E-04
		PM10	4.57E-05	-	-	0.00E+00	3.51E-05
	水系へ	COD	2.42E-03	-	-	0.00E+00	6.00E-05
		T-P	0.00E+00	-	-	0.00E+00	7.44E-06
		T-N	0.00E+00	-	-	0.00E+00	8.46E-05
	土壌へ	不特定固形廃棄物	1.89E-02	-	-	0.00E+00	5.14E-02
汚泥類		2.24E-04	-	-	0.00E+00	0.00E+00	

表 4.3-3 自動採尿機を用いた排泄ケアシステム(高度下水処理システムを用いた場合)の LCI 分析結果 (単位 (kg/day))

			製造		物流	使用	廃棄
			資材	製品			
消費負荷	枯渇資源	石炭	3.48E-02	-	-	5.18E-03	1.31E-03
		原油(燃料)	4.47E-01	-	-	9.61E-04	6.85E-04
		天然ガス	2.97E-02	-	-	2.41E-03	6.11E-04
		ウラン鉱石(U)	1.55E-06	-	-	4.56E-07	1.15E-07
	再生可能資源	木材	-	-	-	-	-
		水	-	-	-	-	-
環境排出負荷	大気へ	CO2	1.19E+00	-	-	2.38E-02	1.00E-02
		Sox	5.28E-04	-	-	3.76E-06	1.81E-04
		Nox	2.03E-03	-	-	9.91E-06	4.08E-04
		PM10	4.57E-05	-	-	0.00E+00	3.51E-05
	水系へ	COD	2.42E-03	-	-	0.00E+00	3.18E-05
		T-P	0.00E+00	-	-	0.00E+00	3.00E-07
		T-N	0.00E+00	-	-	0.00E+00	3.42E-05
	土壌へ	不特定固形廃棄物	1.89E-02	-	-	0.00E+00	5.14E-02
汚泥類		2.24E-04	-	-	0.00E+00	0.00E+00	

5 インパクト評価

5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価、統合化の 3 ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	被害評価	統合化
資源消費（エネルギー）	○	○	○
資源消費（鉱物）	○	○	○
地球温暖化	○	○	○
都市域大気汚染	—	○	○
オゾン層破壊			
酸性化	○	○	○
富栄養化	○	○	○
光化学オキシダント			
人間毒性			
生態毒性			
室内空気質	—		
騒音	—		
廃棄物	○	○	○
土地利用			

5.2 インパクト評価結果

5.2.1 特性化

従来の排泄ケアシステムと自動採尿機を用いた排泄ケアシステム、自動採尿機を用いた排泄ケアシステムのうち高度下水処理の特性化結果として、資源消費と廃棄物、富栄養化に関する結果を図 5.2-1, 図 5.2-2, 図 5.2-3 に示す。資源エネルギー消費においては使用する資材に起因する原油・資材製造に関わる影響が大きいため、従来の排泄ケアシステムから自動採尿機を用いた排泄ケアシステムに変更による効果が大きく出たが、自動採尿機を用いた排泄ケアシステムで心配される、1 日分の尿をまとめてトイレへ流すことによる、高濃度の汚水処理を行うことによる影響を見るために、高度下水処理施設を用いた場合の影響も考慮したが、影響はほとんどなかった。廃棄物については、システム変更による効果が最も多く使用枚数の削減が大きく貢献している。富栄養化については、システム間の差が最も少なかったが、高度下水処理を利用することでリンが大幅に削減できる効果が出るため環境影響は軽減された。

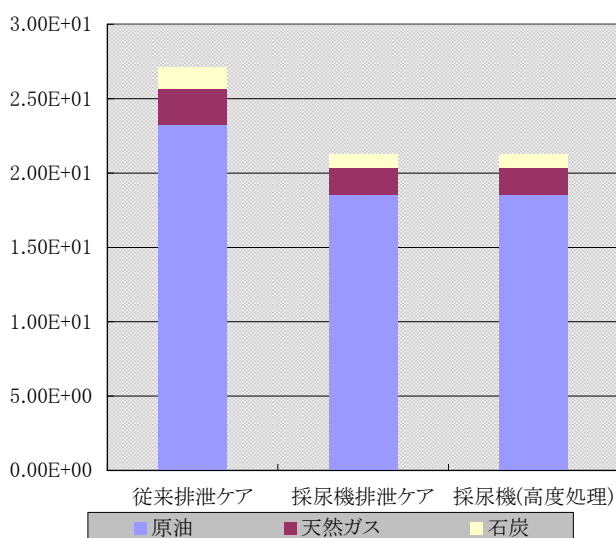


図 5.2-1 特性化評価 (資源エネルギー消費)

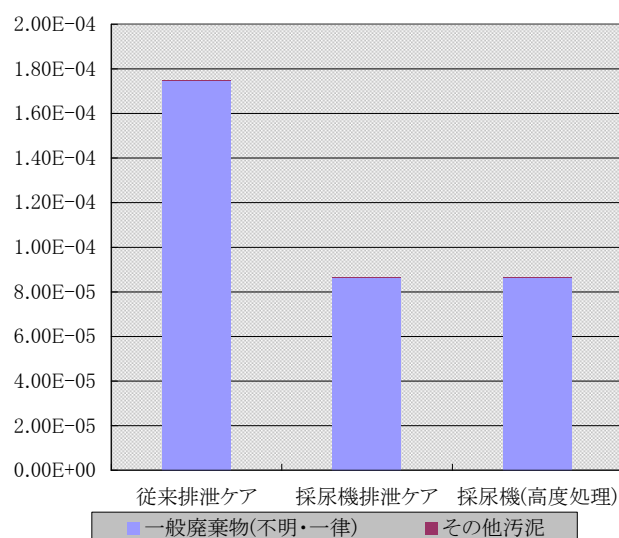


図 5.2-2 特性化評価 (廃棄物)

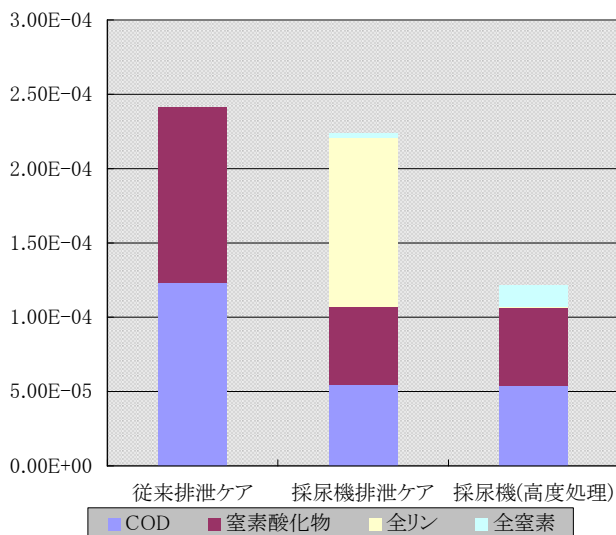


図 5.2-3 特性化評価 (富栄養化)

5.2.2 被害評価

図 5.2-4～図 5.2-7 に 4 つの保護対象に対する被害評価結果（物質別内訳）を示す。人間健康は CO₂ の影響が大きいですが、削減効果はエネルギー削減に起因する SO_x 低減効果が大きかった。生物多様性に対する影響はほぼ廃棄物埋立に関わる一般廃棄物が占めている。その他の社会資産、一次生産などはそれら CO₂、廃棄物に加え原油がこれに加わり、SO_x を合わせた 4 つの物質が全体に大きな影響を示している。

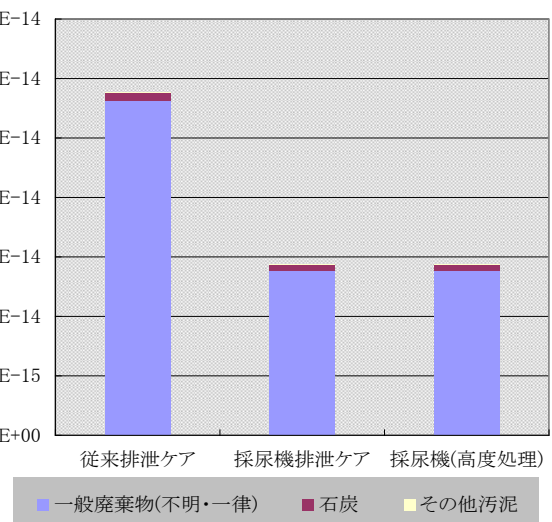
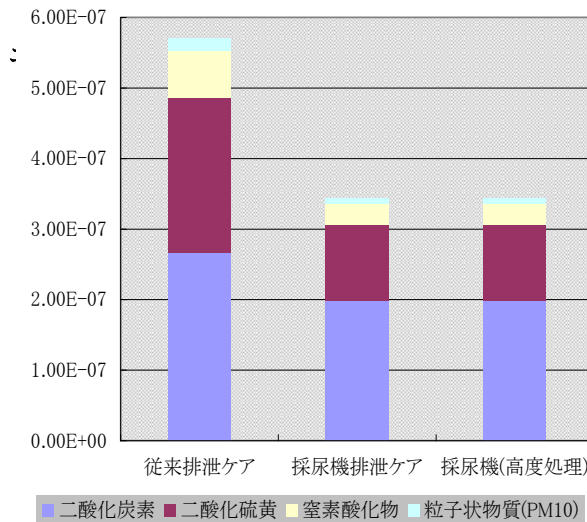


図 5.2-4 被害評価(人間健康) (単位 DALY/day)

図 5.2-5 被害評価(生物多様性) (単位 EINES/day)

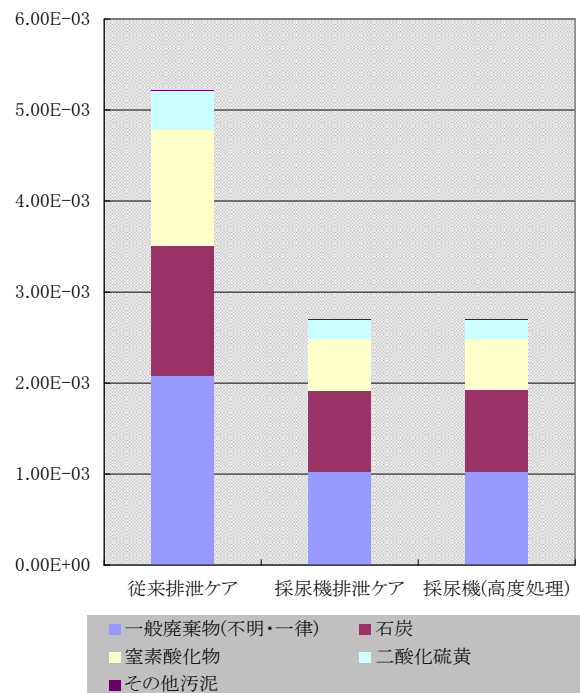
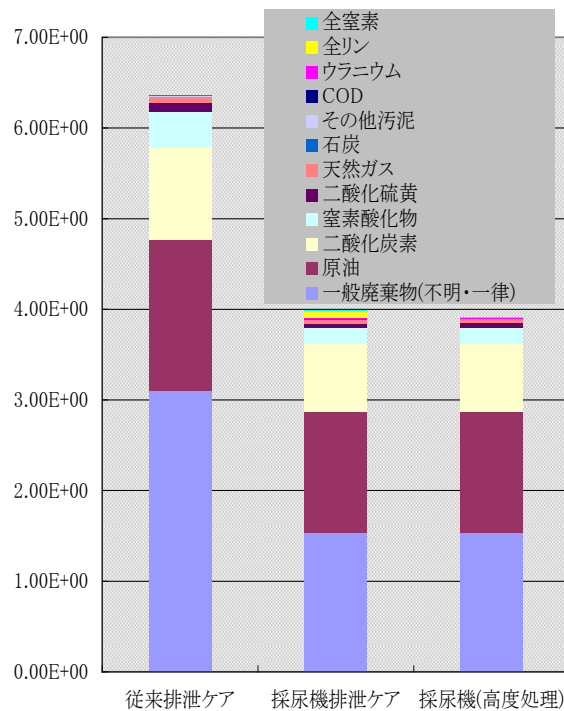


図 5.2-6 被害評価(社会資産) (単位 YEN/day)

図 5.2-7 被害評価(一次生産) (単位 kg/day)

特徴的な結果になった人間健康と生物多様性についてプロセス別の内訳を図 5.2-8、図 5.2-9 に示す。人間健康では素材製造段階での被害量が大きく、素材製造に関わるエネルギー消費による CO₂,SO_x の排出に起因する部分が多いと推測される。また、生物多様性では廃棄処理段階における被害量が大きいため、焼却処分後の焼却灰の埋立てに起因しているものと思われる。特性化では、高度下水処理を利用することで影響があった、富栄養化の項目は被害評価では全体への影響が少なかった。

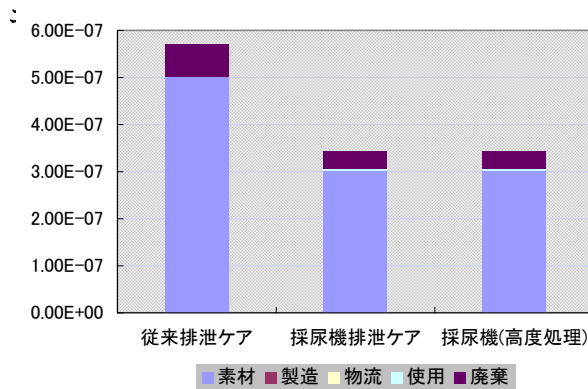


図 5.2-8 プロセス別被害評価
(人間健康) (単位 DALY/day)

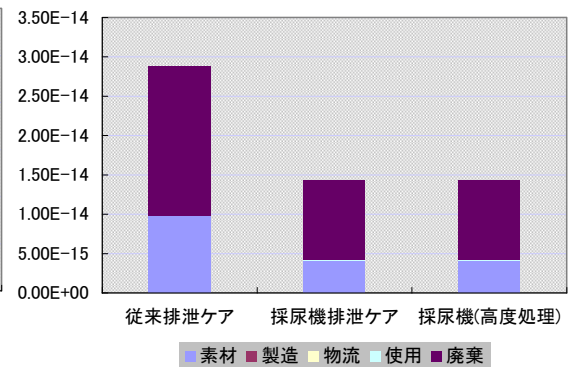


図 5.2-9 プロセス別被害評価
(生物多様性) (単位 EINES/day)

5.2.3 統合化

図 5.2-10 にそれぞれの排泄ケアシステムの統合化結果（物質別）を示す。ライフサイクル全体の環境影響割合で大きい項目はほぼ共通しており、CO₂、SO_x、廃棄物および原油の消費である。ただし、環境影響削減効果が大きいのは廃棄物排出量の削減による影響であった。

また、図 5.2-11 にはプロセス別の内訳を、図 5.2-12 には影響領域別の内訳を示す。図 5.2-11 より、プロセス別では共に素材製造、廃棄段階が全体の影響の大部分を占めている。使用資材量の減少が廃棄量減少にもつながっており、素材使用量を削減することが全体に大きな影響を与えている。また自動採尿機を用いた排泄ケアシステムでは使用段階での環境影響は全体で見ると大変少なく、同様に高度下水処理にすることによる環境影響も大きな変化は見られなかった。影響領域別に見ると、地球温暖化、都市域大気汚染、廃棄物および非生物系資源の影響が顕著であった。

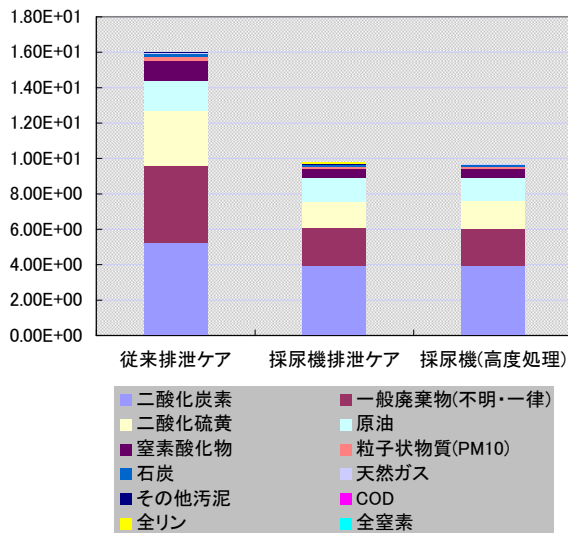


図 5.2-10 物質別統合化係数
(単位 YEN/day)

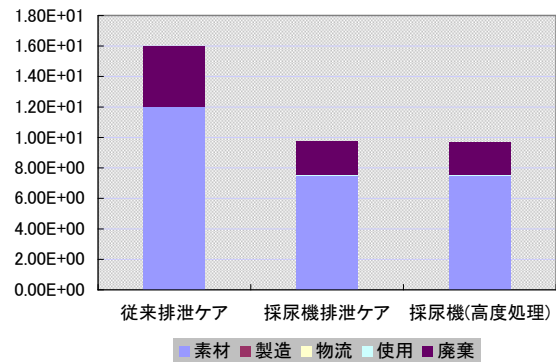


図 5.2-11 プロセス別統合化係数
(単位 YEN/day)

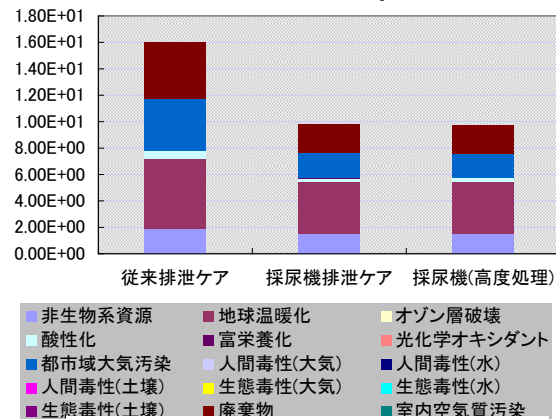


図 5.2-12 影響領域別統合化係数
(単位 YEN/day)

6 結論

6.1 調査結果のまとめ

従来の紙おむつを利用した排泄ケア、自動採尿機を用いた排泄ケアと自動採尿機を用いた排泄ケアのうち高度下水処理を行った場合と3つのシステムを対象としてライフサイクル（素材製造、使用（平均的な排泄ケア1日分）、廃棄）全体での環境影響の評価を行った。環境影響は社会コストとして従来の排泄ケアでは約16円、自動採尿機を用いた排泄ケアでは約9.8円、同じく自動採尿機を用いた排泄ケアで高度下水処理は約9.7円と算出された。

排泄ケアに関わる影響としては主に素材製造および使用後の廃棄段階における影響が大きな割合を占めていた。特に、CO₂、SO_x、廃棄物埋立ておよび原油の消費による影響が大きく、その結果として地球温暖化、都市域大気汚染、廃棄物および非生物系資源消費に対する影響が想定される主要な環境影響であることが明らかとなった。

紙おむつなどの使い捨て商品という性質を考えると、使用后即廃棄されるので素材製造段階での環境負荷を低減するための素材使用量を低減させることで、素材製造段階だけでなく廃棄段階での環境影響の低減につながる。

自動採尿機を用いた排泄ケアでは、使用段階でポンプなどを用いて紙おむつの汚れを防ぐことで、素材使用量を低減することで、使用段階と素材製造段階のトレードオフの関係であり、環境面で評価すると環境影響の最も大きな素材製造段階での素材使用量を低減することで環境負荷低減につながっている。

自動採尿機を用いた排泄ケアでは1日分の尿をまとめて廃棄することで通常よりも汚染度が高い汚水がトイレに流される影響も考慮し、高度下水処理施設の環境影響を検討したが、排水の量が1日1度と少ないこともあり全体から見た場合の影響はほとんどなく、逆に環境影響低減効果も0.1円程度であった。

また今回、対象から外した部分（製品製造、輸送）については、過去の知見から考え、従来の排泄ケアシステムから自動採尿機を用いた排泄ケアを比べた場合、自動採尿機を用いた排泄ケアの環境影響は減少すると考えられるので、自動採尿機を用いた排泄ケアの環境面での有用性は認められた。

6.2 限界と今後の課題

今回の評価では評価対象としたプロセス（素材製造、使用、廃棄）の網羅性については、過去の紙おむつのライフサイクルアセスメント結果から環境負荷量の90%以上を占める重要なプロセスをカバーしており、結果の妥当性は担保できていると考えられる。ただし、対象から外した部分（製品製造、輸送）については、製品製造方法が従来から大きく異なるため、生産技術の確立と輸送段階での理論構築を進めた上で再度評価を実施し、内容を確認する必要がある。

謝辞

自動採尿機のインベントリデータ入手に際してご協力を頂いた、株式会社日立製作所の田中様、このような機会を設けてくださったLCA日本フォーラムの関係者の皆様、裏方で調整してくださった社団法人産業環境管理協会の検討会事務局の皆様、数々のご意見を頂戴したLIME 2 検討ワーキンググループのメンバーの皆様、ワーキンググループを主導し、数々のご指導を頂きました武蔵工業大学環境情報学部 伊坪徳弘先生、報告書作成やLCA全般の疑問に対応してくださった独立行政法人産業技術総合研究所安全科学研究部門 本下晶晴様に謝辞を申し上げます。

参考文献

- 1) 室山勝彦ほか (2006) : ある高度下水処理プロセスのライフサイクルインベントリー分析, 関西大学先端科学技術推進機構研究報告 vol.21 ,P178-185