

塩ビ壁紙を対象とした地球温暖化と室内空気質汚染への総合評価

Environmental impact assessment of the global warming and indoor air quality pollution brought by polyvinyl chloride wall coverings

○ 松井隆博¹⁾、井上弘一²⁾、二川原淳志³⁾、中村昇一⁴⁾、森 保⁵⁾、坂井広志⁶⁾、鳥海臣吾⁷⁾
山下洋一¹⁾、中尾亮¹⁾、松村年郎⁸⁾、伊坪徳宏⁹⁾、山口博司⁹⁾

T.Matsui, K.Inoue, A.Nigawara, S.Nakamura, T.Mori, H.Sakai, S.Toriumi, Y.Yamashita and R.Nakao, T.Matsumura,
N.Itsubo and H.Yamaguchi

1) 日本壁装協会、2) ウェーブロックインテリア、3) 竹野、4) 富双合成、5) サンゲツ、6) 池袋松屋
7) トッパン・コスモ、8) 日本大学、9) 東京都市大学

ta-matsui@wacoa.jp

1.はじめに

現代社会において温暖化対策は各産業界で取り組まれている中、壁紙は業界団体が主体となって2007年からLCA手法を採用し、塩ビ壁紙のライフサイクルCO₂排出量について調査・研究を進めてきた。また、シックハウス対策については、建築基準法の第一種ホルムアルデヒド発散建築材料として告示で規制されている。本研究では、地球温暖化と室内空気質汚染に着目し、塩ビ壁紙が環境へどのような影響があるのかを、日本版被害算定型環境影響評価手法LIME2 (Life-cycle Impact Assessment Method based on Endpoint modeling)を用いて評価を行った。

2.方法

2.1 評価対象と機能単位

本研究の評価対象は塩ビ壁紙とし、1m²あたり300gのものとする。影響評価は地球温暖化(CO₂)と室内空気質汚染(HCHO)とする。

2.2 システム境界

素材、製造、輸送、施工、使用(HCHOのみ)、焼却・リサイクルを評価する。塩ビ壁紙のシステムフロー、データ収集方法、工程で使用する材料・エネルギー、関連する影響領域を表1に示す。

表1 塩ビ壁紙のシステムフローと主な影響領域

システムフロー	データ収集方法	各工程で主に使用する材料・エネルギー等	関連する主な影響領域
素材 (採掘等)	1次データ	グラビアンキ、塩ビ樹脂、可塑剤、充填剤、顔料、発泡剤、安定剤、裏打紙、希釈剤	地球温暖化 資源消費
製造 (混合・仕上げ)	1次データ	電力、都市ガス、A重油、工業用水、LPG、包装資材、巻芯	地球温暖化 都市域大気汚染 資源消費 光化学オキシダント
輸送	1次データ	軽油	地球温暖化 資源消費
施工	2次データ (モデルケース)	接着剤、シーラー、糊付け機	地球温暖化 資源消費
使用	1次データ		室内空気質汚染
廃棄・リサイクル (焼却、活性炭) (焼却、活性炭) (焼却、活性炭)	焼却: 2次データ リサイクル(活性炭を想定): 1次データ	電力等	地球温暖化 廃棄物

3.調査方法

地球温暖化は1次データおよび2次データに基づき、業界代表値のインベントリを作成、評価を行った。室内

空気質汚染については、パッシブサンプラーによる壁紙の放散量試験を行い、ホルムアルデヒドの放散量から人間健康への影響を試算した。

4.結果

4.1 塩ビ壁紙の地球温暖化

壁紙製造企業6社のインベントリを基にCO₂排出量の業界代表値を求めた。算出にあたって、廃棄およびリサイクルについて、焼却した場合と活性炭ヘリサイクル(研究開発中)した場合で行った。結果、焼却した場合で8.79E+02g/m²、リサイクルした場合で5.44E+02g/m²となった。素材および焼却に係る負荷が多いことがわかった。また、リサイクルすることで焼却に比べて、排出量を抑えることが確認できた。

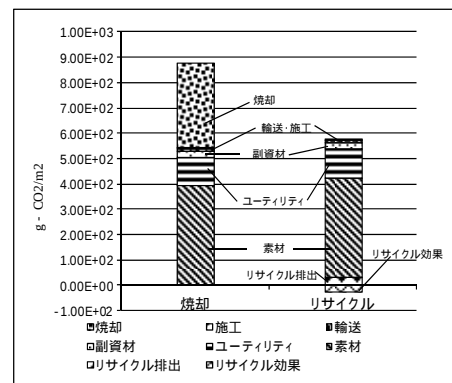


図1 塩ビ壁紙のインベントリ

図1のインベントリ結果を基に、CO₂の統合化係数2.33E+00(円/kg)を乗じて貨幣換算した結果、焼却で2.0(円/m²)、活性炭ヘリサイクル(研究開発中)した場合を想定して1.3(円/m²)となった。

4.2 塩ビ壁紙から放散するHCHO減衰実験

4.2.1 JIS法によるHCHO放散量

表2の分析条件に基づき、塩ビ壁紙から放散するHCHOを測定し、放散量を確認した。

表 2 JIS 法(JIS A 6921)分析条件

試験体	容器	捕集物質	検出方法
塩ビ壁紙 HCHO 発散等級 (F)	デシケーター	水	吸光度法 (検出限界: 0.1mg/L)

結果、JIS 法 (JIS A 6921) では HCHO 放散量を定量することが出来なかった。

4.2.2 高感度による HCHO 放散量測定法の検討

JIS 法では HCHO 放散量が定量出来ないため、室内空気質測定で使用する、パッシブサンプラーを用いて測定する方法を検討した。

(1)分析方法

デシケーター内にパッシブサンプラーを吊るし、HCHO を 24 時間捕集する。捕集後、高速液体クロマトグラフにかけて分析を行う。



図 3 パッシブサンプラー

(2)経時変化のシナリオ

1 ヶ月間 (30 日) の経時変化を想定し、測定を実施

(3)結果

パッシブサンプラーを用いることで、ごく微量ではあるが、塩ビ壁紙から放散する HCHO を定量することができた。尚、実験結果の放散速度は、国土交通省の告示で定められた発散等級(規制対象外、F、 $5\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 以下)を下回っている。また、今回の実験結果から HCHO はしだいに減衰していくことが確認できた。

表 3 パッシブサンプラーを用いた放散速度経時変化

経過日数	壁紙HCHO 放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$)	減衰割合 (%)
1日後	0.08	100
3日後	0.07	84
5日後	0.04	45
10日後	0.03	39
23日後	0.03	36

4.2.3 壁紙 1m² あたりの健康被害額算定

1m² あたりの放散速度結果($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$)を基に、回帰式を用いて予測される放散量を求め、24 (24 時間放散) を乗じ、それらを合計して 30 日分の総排出量を求めた。

これより、壁紙 1m² あたり 30 日分 HCHO 総排出量は $2.82\text{E}-08(\text{kg}/1\text{m}^2/30 \text{ 日})$ となった。これにシックハウス症候群のダメージ関数 $1.73\text{E}-02(\text{DALY}/\text{kg})$ を乗じた。結果、健康被害量は $4.89\text{E}-10(\text{DALY}/1\text{m}^2/30 \text{ 日})$ となり、人間健康の重み付け係数 $1.47\text{E}+07(\text{円}/\text{DALY})$ を乗じて貨幣換算した結果、 $0.01(\text{円}/1\text{m}^2/30 \text{ 日})$ と算定された。

4.2.4 モデル住宅あたりの健康被害額試算

表 4 のモデル住宅を想定し、総床面積の 2.5 倍(315m²) を壁紙施工面積として設定した。

表 4 想定したモデル住宅 表 5 モデル住宅壁紙放散量

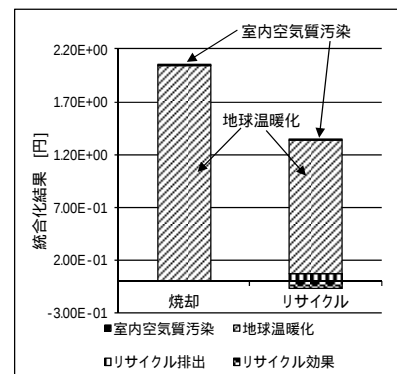
	室名	床面積m ²
1階	居間・食堂	20.49
	台所	7.23
	和室	13.25
	洗面・浴室	8.281
	その他	13.68
2階	主寝室	20.49
	子供室1	11.59
	子供室2	11.59
	予備室	10.14
	その他	9.12
住宅全体		125.86

経過日数	壁紙HCHO放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$)	モデル住宅壁紙放散速度 ($\mu\text{g}/315\text{m}^2\cdot\text{hr}$)
1日後	0.08	25.2
3日後	0.07	21.0
5日後	0.04	11.4
10日後	0.03	9.9
23日後	0.03	9.0

住宅は新築住宅を想定し(通常は竣工後 5 日以上のちに入居するため、最大暴露量として竣工後約 5 日後)から 30 日分の HCHO 放散量を求めた。結果 $7.07\text{E}-06(\text{kg}/315\text{m}^2/30 \text{ 日})$ となった。これにシックハウス症候群のダメージ関数 $1.73\text{E}-02(\text{DALY}/\text{kg})$ を乗じた。結果、健康被害量は $1.22\text{E}-07(\text{DALY}/315\text{m}^2/30 \text{ 日})$ となり、人間健康の重み付け係数 $1.47\text{E}+07(\text{円}/\text{DALY})$ を乗じて貨幣換算した結果、 $1.8(\text{円}/315\text{m}^2/30 \text{ 日})$ と試算された。

4.3 地球温暖化と室内空気質汚染の統合化

塩ビ壁紙 1m² あたりの地球温暖化と室内空気質汚染への影響を統合化した。地球温暖化への影響が多く、室内空気質汚染(HCHO)への影響は少ないことが確認された。

図 2 1m² あたりの温暖化と室内空気質汚染の統合化 5.まとめ

塩ビ壁紙の環境影響を地球温暖化と室内空気質汚染で評価した場合、地球温暖化への環境負荷が多いことがわかった。今後は温暖化削減に向けて取り組んでいく必要があると考える。尚、壁紙の HCHO 放散量減衰測定は公定法では測定出来なかったことから、4.2.2 に示す測定法を採用した。今後は、他の影響領域も評価対象に含め、総合的に環境影響評価を行っていく。HCHO の評価については、継続的課題である。

6.参考文献

- 1) 伊坪徳宏、稲葉敦、"LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法" 社団法人産業環境管理協会(2010)