

# シックハウス症候群の影響を考慮した VOC 吸着壁材の健康影響評価

## Health impacts of new interior wall material adsorbing VOC

金子友梨恵<sup>\*1)</sup>、伊坪徳宏<sup>1)2)</sup>、渡邊修<sup>3)</sup>

Yurie KANEKO, Norihiro ITSUBO, Osamu WATANABE

1) 武蔵工業大学, 2) 産業技術総合研究所, 3) 株式会社 INAX

\*g0331054@yc.musashi-tech.ac.jp

### 1. はじめに

近年、住宅構造の高気密化によって室内空気汚染が進む傾向にあり、それに伴う居住者の健康被害であるシックハウス症候群が社会問題化している。特に原因物質の一つホルムアルデヒドは、建築基準法により放散源となる建材の使用制限が設けられるなど法的整備が進みつつある。この状況に対して建材メーカーは、製品のホルムアルデヒド含有量削減や室内濃度を低減する効果を持つ建材の開発等を行っている。

一方、グリーン購入への関心の高まりから、建材の製造・廃棄段階の環境影響を定量化して示すことは広く行われている。そのような中で、健康系建材が求められている今、建材の使用段階の健康影響も含めた評価が求められる。近年室内空気質汚染を対象とした影響評価手法が開発されたため、当該手法を利用した建材の包括的評価が期待される。

本研究では、ホルムアルデヒドを吸着する内装壁材と従来壁材を対象に、1. 原料採掘から廃棄段階までに及ぼす環境負荷、2. 施工後の室内環境における人体への健康影響を算出し、室内空気室汚染を網羅した総合的な尺度で環境影響の比較評価を行った。

### 2. 方法

#### 2.1. 評価対象と機能単位

本研究の評価対象は、ホルムアルデヒドを吸着する特性を持つアロフェン系調湿建材とし、比較対象は一般的に壁紙として使用されるビニールクロスとした(表1)。

表1. 対象製品の概要

	製品	質量(kg/m <sup>2</sup> )	素材
Case1	アロフェン系調湿建材	10	多孔質セラミックス
Case2	ビニールクロス	0.45	PVC

機能単位は、部屋の壁1面(10 m<sup>2</sup>)を8年間装飾保護するものとする。本来アロフェン系調湿建材に寿命はないが、ビニールクロスの一般的な張替え時期として8年間に合わせる。

#### 2.2. システム境界

原料採掘・製品加工・使用・廃棄を評価する。システムフロー、各プロセスにおけるエネルギーと関連する主な影響領域を表2、3にまとめる。

表2. アロフェン系調湿建材のシステムフロー

システムフロー	エネルギー構成	関連する主な影響領域
原料採掘 (土の採掘)	軽油	地球温暖化 資源消費(土地利用)
↓		
製品加工 (原料細摩～ 成型～焼成)	電力kWh 都市ガス13A	地球温暖化
↓		
使用		シックハウス症候群
↓		
廃棄 (シュレッダー ～埋め立て)	軽油 電力kWh	廃棄物(土地利用)

表3. ビニールクロスのシステムフロー

システムフロー	エネルギー構成	関連する主な影響領域
製品加工 (PVC製造～ カレンダー加工)	電力kWh, 軽油 A重油, C重油 ナフサ, LPG, LNG	地球温暖化 資源消費 都市域大気汚染
↓		
使用		シックハウス症候群
↓		
廃棄 (焼却)	電力kWh A重油	地球温暖化 廃棄物(土地利用)

#### 2.2.1. 原料採掘・製品加工段階

##### (Case 1)アロフェン系調湿建材

土の採掘段階は、実際にアロフェン系調湿建材の原料を採掘している鉱山の前年の採掘量・採掘面積・消費エネルギーの数値を企業へのヒヤリング結果から得た。改変面積も実績値より、土1kgの採掘にあたり3.29e-5 m<sup>2</sup>と計上した。

製品加工段階についても、アロフェン系調湿建材1 m<sup>2</sup>製造に必要な消費エネルギーと上水の使用実績量を用いた。

##### (Case 2)ビニールクロス

PVC製造・カレンダー加工の両プロセスは日本LCAフォーラムのデータベースを引用した。両プロセスとも複数の製造業者の生産実績を加重平均した値を基に作成されている。

#### 2.2.2. 使用段階

##### (1)使用シナリオの設定

部屋の壁1面にアロフェン系調湿建材を施工した場合(Case\_1)とビニールクロスを施工した場合(Case\_2)を比較する。部屋の用途は、実際にアロフェン系調湿建材が施工されることが多い主寝室とし、8年間2人が6h/

日滞するものと考えた(表4)。部屋の容積・室内表面積(表5)は建築学会標準問題モデル<sup>1)</sup>の主寝室の値を用いる。

表4 使用シナリオ

耐用年数	8年
使用人数	2人
滞在率	25%(6h/日)

表5.部屋の概要

床面積 (m <sup>2</sup> )	20.5
天井面積 (m <sup>2</sup> )	20.5
壁面積 (m <sup>2</sup> )	40.1
室容積 (m <sup>3</sup> )	49.2

(2)室内のホルムアルデヒド排出量の設定

都内の住宅の平均ホルムアルデヒド濃度<sup>2)</sup>を参考に、Case\_2の室内濃度を64.9μg/m<sup>3</sup>(1年目)、37.7μg/m<sup>3</sup>(8年目)とし、線形に濃度が減衰すると設定した。

一方、アロフェン系調湿建材は、換気を1.4~1.8回/h行うに相当する濃度の低減能力が確認されており、今回は中間値の1.6回/hを採用する。Case\_2と同濃度の部屋で換気を1.6回/h行ったとするとCase\_1の室内濃度は1年目が9.9μg/m<sup>3</sup>、8年目が5.8μg/m<sup>3</sup>と算出された。

各Caseの濃度から8年間の総排出量を求めると、Case\_1は1.4E-02kg、Case\_2は8.7E-02kgとなる。

(3)シックハウスによる健康被害量[DALY]の算出

健康被害量はホルムアルデヒド排出量とダメージ関数を乗じて算出する。ダメージ関数は文献<sup>3)</sup>をもとに本研究の部屋容積・使用人数に合わせて求め、6.16E-02 [DALY/kg]となった。

よって健康被害量は、Case\_1で2.09E-04[DALY]、Case\_2で1.33E-03[DALY]と算出された。

2.2.3. 廃棄段階

住宅の解体において内装材は接着剤の付着などが原因でリサイクルがされにくいのが現状である。よって、アロフェン系調湿建材はシュレッダー処理を経て埋め立てし、ビニールクロスは焼却するシナリオにした。

2.3. 評価手法

計算ソフトはJEMAI-LCA Proを用い、統合化手法はLIMEを使用する。

3. 結果

3.1. 原料採掘・製品加工・廃棄段階

統合化結果(図1)より、アロフェン系調湿建材を製造・廃棄する際の外部費用はビニールクロスの外部費用の4.5倍であることが分かった。特に地球温暖化への寄与度が高いCO<sub>2</sub>排出量の差が大きいことがLCI結果(表6)より分かる。

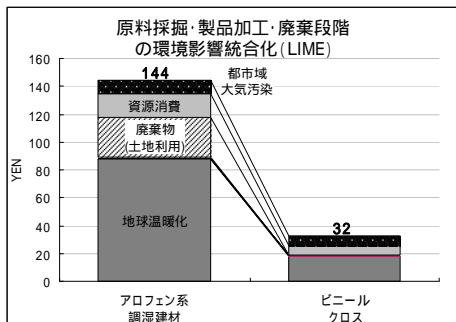


図1.統合化結果

CO<sub>2</sub>排出量の差は、製造段階でアロフェン系調湿建材を焼成する工程の寄与が大きいと考えられる。ただし、アロフェン

系調湿建材は一般的な内装タイルよりも低エネルギーかつ短時間で焼成されることを補足しておく。

表6. LCI結果

No.	名 前	アロフェン系調湿建材		a/b	
		a	b		
1	CO <sub>2</sub>	4.87E+01	1.05E+01	4.6	
2	ばいじん(移動発生源)	1.35E-05	9.22E-06	1.5	
3	ばいじん	7.31E-04	5.17E-04	1.4	
4	炭化水素	7.62E-04	6.08E-05	12.5	
5	NMHC	8.46E-04	8.17E-05	10.3	
6	SOx	3.00E-03	1.50E-03	2.0	
7	SO <sub>2</sub>	1.19E-03	2.82E-03	2.4	
8	NOx(移動発生源)	1.69E-04	1.16E-04	1.5	
9	NOx	2.04E-02	3.86E-03	5.3	
10	N <sub>2</sub> O	4.66E-03	3.77E-04	12.3	
11	CH <sub>4</sub>	5.56E-04	4.87E-04	1.1	
Soil	1	埋立不特定固形廃棄物	2.09E-07	5.32E-09	39.4

3.2. 使用段階の健康被害額算定結果

各Caseの健康被害量をLIMEの人間健康の統合化係数[円/DALY]に乗じて貨幣換算した結果、Case\_1は2023円、Case\_2は12944円となった。健康被害額を建材の使用面積10m<sup>2</sup>に配分すると、アロフェン系調湿建材の健康被害額は249円、ビニールクロスは1596円となった。

3.3. 統合化

各建材10m<sup>2</sup>の製造・廃棄における環境影響と使用段階における健康影響を統合化した(図2)。シックハウス症候群の寄与が大きく、製造・廃棄段階と総合しても、ビニールクロスがアロフェン系調湿建材の約4倍となった。

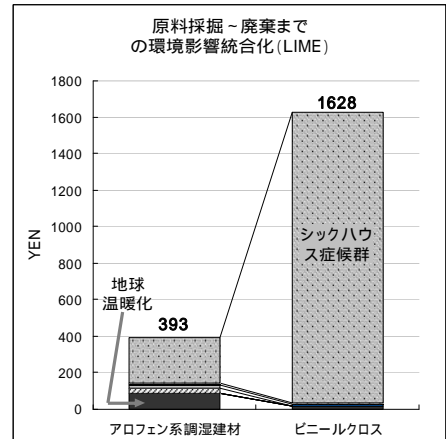


図2.統合化結果

4. まとめ

アロフェン系調湿建材はビニールクロスに比べ、製造・廃棄時の環境負荷が大きい分をホルムアルデヒドの吸着に伴う健康影響の低減効果で補えると評価できた。また、製造・廃棄時の環境影響よりも使用時の健康影響の方が大きいことから、機能建材の評価においては使用時を評価範囲に入れることの重要性を確認した。

5. 参考文献

- 1) 宇田川光弘：“標準問題の提案-住宅用標準問題”(1995)
- 2) 東京都立衛生研究センター：“居住環境の安全性に関する研究”(2000)
- 3) 成田菜採：室内空気汚染のライフサイクルインパクト評価手法の開発(2005)