

# 一般工業化住宅への環境保全型商品の導入に関する一考察

A Study on the Introduction of Housing Materials Certified as Environmental Labelling Type I in General Industrial Housings

佐野裕隆\*<sup>1</sup> 木下大洋\*<sup>2</sup> 玉田真人\*<sup>2</sup> 天野耕二\*<sup>3</sup>

Hiroataka SANO, Taiyo KINOSHITA, Masato TAMADA and Koji AMANO

**ABSTRACT** : In this paper the quantitative evaluation method of environmental impact of the housing materials introduction in general industrial housings has been suggested. The authors simulated the introduction of housing materials certified as Environmental Labelling Type I by using the recycled material assessment in general industrial housings. The application of housing materials certified as Environmental Labelling Type I was investigated to make clear the possibility and restriction of the recycled material input.

**KEYWORDS** : General Industrial Housings, Environmental Labelling Type I, Recycled Material

## 1. はじめに

地球環境の保全は、今やすべての供給者、消費者にとって取り組むべき課題となっている。この地球環境保全への取組の一つに、「商品の環境負荷低減」がある。「商品の環境負荷低減」は、すべての商品に求められることであるが、衣食住である生活必需品は、供給者、消費者の注目するものの一つである。このうち、住宅については、ホルムアルデヒド対策など環境負荷低減策の進展している分野も多いが、ライフサイクルアセスメント (LCA:ISO14040s-1997.6) のような住宅そのものの評価は実施事例が少ない。

住宅の評価は、時間的、経済的理由による困難を伴うものであるが、以下の不確定要素が影響していることも考えられる。

- (1) 長期間の使用による相違性
- (2) 多種多様な部材の複合的使用による複雑性
- (3) 多種多様な工法での建築による複雑性
- (4) 住人のライフスタイルによる相違性
- (5) オンサイトでの建築 (いわゆるオーダーメイド) による不統一性
- (6) 建築場所の気候・風土などによる相違性

以上に加え、定量的評価の根拠となるデータベースの未整備など、社会基盤的な課題も指摘されており、実用的な手法開発が求められている。一方、定量的評価、定性的評価を交えながら環境保全型商品の普及促進を図るものとして、環境ラベル (ISO14020s-1998.8) が国際的なツールとして実施されており、多種の建築部材がその対象となっている。従来の住宅環境負荷評価は、異素材、異工法をLCAにより比較するという方法で環境負荷の低減効果を判定するものであったが、同種の素材、同一工法による住宅の環境負荷評価を検討する場合、環境ラベル認定を受けた建築部材を用いることで、指標によっては簡便に定量的評価を行うことができる。

本論は、地域性、住人ライフスタイルの違いなどを考慮しつつ、長期に渡り使用される超大型複合製品としての一般工業化住宅を対象とし、タイプI環境ラベルなど一定の環境保全効果が担保されている建築部材を導入した場合の環境負荷低減効果を総合的に評価する手法開発を試みる。①環境保全型建築部材 (以下、部材) を導入した住宅の環境負荷低減効果の明確化 ②部材の導入障壁 (バリア) 明確化を分析したので報告する。

\*<sup>1</sup> 財団法人日本環境協会

\*<sup>2</sup> 大和ハウス工業株式会社

\*<sup>3</sup> 立命館大学理工学部

Japan Environment Association

Daiwahouse industry Co., Ltd.

RITSUMEIKAN UNIVERSITY

2. 部材の導入による環境負荷低減効果及び導入障壁の検討方法

2.1.住宅のライフステージ俯瞰

ライフサイクルの定義は、ISO14024及びISO14040において規定されている。それによると一般的な商品のライフサイクルは、「原材料の採取、又は天然資源の産出から最終処分までの、連続的で相互に関連する製品システムの段階」とされている。また、ISO14024においては、製品環境基準の選定にあたり、製品のライフサイクルステージと主要な環境負荷のインプット及びアウトプットの指標を関連づけるものとしてマトリックスを例示している。具体的には、資源採取、製造、流通、使用、廃棄とされており、ここでは、図1のとおり住宅のライフサイクルを整理した。なお、社団法人日本建築学会作成の環境行動計画では、建築産業の今後として既存建築資産のマネジメントについても触れており、使用と改修ステージを別ステージとした。

2.2.部材及び定量的評価の指標

部材は、ISO14024に定義されるタイプⅠ環境ラベルであるエコマーク認定商品から選択した。指標は、エコマーク認定基準より、再生材料または間伐材の使用を指標として用いることとした。エコマーク認定基準は、各商品類型について複数の基準項目から成り立ち、定量的基準項目と定性的基準項目が混在するものとなっている。

このうち、再生材料または間伐材の使用という指標が、比較的評価の容易な指標であると共に定量指標であることから採り上げることとした。木材については、エコマーク認定基準では廃木材または間伐材の使用を基準項目としていることから、間伐材を含めることとした。

2.3.建築物及びライフステージ

住宅のライフサイクルにおける計画・設計及び施工のステージについて検討を行った。検討にあたっては、2階建て軽量鉄骨造、窯業系サイディング貼木造下地防火構造外壁、鉄筋コンクリート基礎の一般工業化住宅をモデルとした。

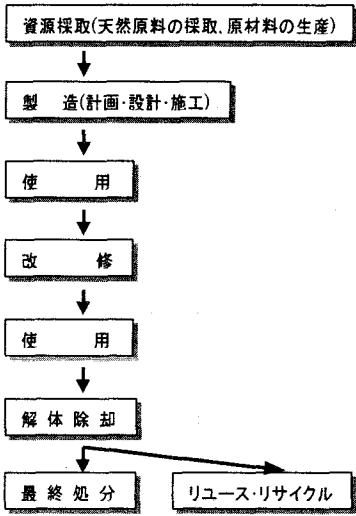


図1 住宅のライフサイクル

2.4.部材導入の評価及び導入の障壁に関する検討

部材の導入による環境負荷低減効果の算出及び導入障壁の明確化にあたっては、表1に示す4つの実験区を設定した(「ケース1:品質及びコストを変更しない部材導入」「ケース2:環境負荷低減を最優先とした部材導入」「対照1:非再生材料または非間伐材の建築部材導入」「対照2:標準的な一般工業化住宅の建築部材導入」)。ケース1及びケース2では導入条件を環境負荷低減にシフトさせつつ部材の導入可能性に関するシミュレーションを行った。また、ケース1及びケース2に対する対照区として、標準的な一般工業化住宅の環境負荷低減効果を表す対照2、対照2の環境負荷低減効果を客観的に判断するための対照1を設定した。

表1 実験区の設定条件

再生材料または間伐材の使用による環境負荷低減効果 小 ← → 大

| 非再生材料 | 標準的な導入 | 品質及びコストを変更しない導入 | 環境負荷低減を最優先した導入 |
|-------|--------|-----------------|----------------|
| 対照1   | 対照2    | ケース1            | ケース2           |

(1)部材の選択は、エコマーク認定商品リスト(1999年6月30日現在)を用いて表2に示すエコマーク部材リストを作成し、検討した。ただし、衛生器具(大便器)については、日本国内に流通している衛生器具にエコマーク認定基準に要求される節水性能を有するものはないため、これに準じる大8リットル、小6リットルのものを検討した。衛生器具(大便器)の選定にあたっては、表3に示す東京都の調査研究によって整理されたデータをもとに、洗浄水量の節水性能を評価した。

(2)エコマーク部材リストを用いて、モデルへの

表3 大便器の洗浄水量(単位:L)

|              | 標準洗浄水量 |       |       |
|--------------|--------|-------|-------|
|              | 従来型    | 従来節水型 | 新節水型  |
| サイホンボールテックス式 | 16     | -     | -     |
| サイホンゼット式     | 20     | 13    | 10(8) |
| サイホン式        | 16     | 13    | 10(8) |
| セミサイホン式      | -      | -     | 8(6)  |
| 洗い落とし式       | 12     | 8     | -     |

注：()内数値は女子小用時の洗浄水量

注2：新節水型の場合、女子小用時に大小切替ハンドルの小側へタンクレバーを操作させることでさらに節水ができる。

導入可能部材と導入不可能部材の選択をケース1及びケース2について行った。モデルにおいて使用しない建築部材についても導入可能性に関するシミュレーションを行い、導入可能部材を選択した。導入不可能部材については、導入障壁を明確化した。

(3) 対照2についても、モデルにおけるエコマーク部材の使用状況を調査した。

(4) また、「再生材料または間伐材の部材」を指標とし、再生材料または間伐材の使用量と使用割合を算出することによって、ケース1及びケース2における環境負荷低減効果について定量的評価を行った。対照1及び対照2についても同様に定量化した。

### 3. 検討結果

#### 3.1. 部材導入の評価及び導入の障壁に関する検討

表2に、エコマーク部材及び本検討で導入可能であった部材を示す。「ケース1:品質及びコストを変更しない部材導入」での導入可能部材の選択結果、「ケース2:環境負荷低減を最優先とした部材導入」での導入可能部材の選択結果、「対照1」及び「対照2」の調査結果を記載した。

まず、「ケース1:品質及びコストを変更しない部材導入」での導入可能部材の選択結果をまとめる。

内装材において、壁紙、床下地材(パーティクルボード)は、既にエコマーク部材が導入されていた。

襖、障子、襖紙、障子紙は、エコマーク部材もしくは同等品を導入可能であった。

階段、畳は、モデル標準仕様でないため導入不可であった。具体的には、階段は工場生産のため規格が合わなかった。畳は、厚さが導入の阻害要因となった。エコマーク部材は50mmであるが、モデル標準仕様は35mmであった。ただし、エコマーク認定の繊維板を畳の芯材としており、環境負荷低減策はすでに実施されていた。

壁材、床下地材(捨て合板)は導入不可であった。具体的には、壁材は工場で製造されており、仕様変更の難しいことが導入障壁として挙げられた。床下地材は、間伐材の導入を検討した。モデル標準仕様は4mm厚としているが、間伐材を用いた床下地材に4mm厚の部材はなかった。モデル標準仕様から床下地材の厚さを変更した場合、壁材の高さを変更するなどの大幅な設計変更の必要が生じ、工場製造ラインの見直し、建築基準法に基づく検査受け直しといったシステム上の問題が生じることとなる。また、間伐材は無垢材であり水分吸収の可能性、その生じる可能性が指摘され、結果として導入には至らなかった。

フローリング材は、ウイスキー廃樽材(エコマーク同等品)を使用した場合、価格がモデル標準仕様部材と比較して5倍強となること、モデル標準仕様のフローリング材は12mm厚としているが、ウイスキー廃樽材は12mm厚の部材のいないことが指摘された。間伐材を使用した場合は、刃材であるため「そり」が発生し品質的問題の生じる可能性があることから、どちらも導入不可であった。床下断熱材は、モデル標準仕様のシートがあり、導入不可であった。

外構建築部材は、車庫用タイルブロック、境界用ブロック、ゴムシート、ゴム製舗装ブロックのほぼすべてが導入可能であった。

外壁材は、工場で製造されており、仕様変更の困難であることがわかった。基礎コンクリートは、通常、ポルトランドセメントを用いるが、高炉セメントを用いた場合、工期の長期化が指摘され、導入には至らなかった。

給水設備機器は、節水コマ、定流量弁等を導入可能であった。衛生器具(大便器)は、大8リットル小6リットル大便器を導入可能であった。

エコマーク認定の対象外である建築部材は、構造材、接着剤、窓ガラス、金属部材、パイプ類、電線ケーブル、給湯設備、照明器具等である。

このうち、接着剤については、ホルムアルデヒドを使用しない接着剤がすでに導入されていた。照明器具については、省エネ型のタイプを導入可能であった。

次に、「ケース2:環境負荷低減を最優先とした部材導入」での導入可能部材の選択結果についてケース1と比較する。階段、畳及び壁材は、部材をモデル標準仕様に変更、または住宅設計時に部材の導入をあらかじめ考慮することで導入可能であった。ただし、工業化住宅は、標準仕様のとおり建築する場合は建築基準法に基づく検査を経たものとして扱われるが、住宅設計を部材に合わせて変更する場合、新たに検査を受ける必要がある。床下地材及び床材についても、品質的側面を満たす部材を導入する場合、住宅設計を部材に合わせて変更することとなり、検査の受け直しが必要となる。

床下断熱材は、導入可能であったが、コストアップとなる。外構建築部材は、すべての部材について導入可能であったが、一部部材はコストアップとなる。

導入障壁を構成する要素は、一般的な商品の場合、コスト、品質(性能を含む)及び商品情報が挙げられる。本論文では、これらが再確認されたと同時に、建築基準法に基づく検査、工期という制度

表2 エコマーク部材リスト

○：導入可能(対照区は既導入の場合を○とした)  
△：導入可能ではある  
×：導入不可能(対照区は未導入の場合を×とした)  
－：建築材料ではない

表4に再生材料または間伐材を使用した部材、その使用量及び使用割合の試算結果を示す。同表に

は、「対照1」として非再生材料または非間伐材の建築部材による住宅、「対照2」として標準的な工業化住宅、「ケース1」として品質及びコストを変更しない部材導入による住宅、「ケース2」として環境負荷低減を最優先とした部材導入による住宅での使用量及び使用割合を記載した。対照1と対照2を比較するとそれほどの差はなかったが、対照2とケース1を比較すると、ほとんどの紙材料及びブロックが、50%再生材料を使用した部材に置換された。ケース2ではさらに、床材、壁材などの木質材料についても100%再生材料または間伐材を使用した部材に置換された。

表4 再生材料または間伐材の使用量及び使用割合

| 建築材料名                      | 建築材料の使用量        | 再生材料の使用量        | 使用箇所              | 対照1   | 対照2 | ケース1 | ケース2 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------|-----|------|------|
| 建築用コンクリートブロック<br>(空洞ブロック)A | 170.5個          | 85.25個          | 50%再生材料           | 建築物東側 | ×   | ×    | ○    |
| 建築用コンクリートブロック<br>(空洞ブロック)B | 70個             | 35個             | 50%再生材料           | 玄関横   | ×   | ×    | ○    |
| インターロッキング<br>グブロック         | 1328.5個         | 664.25個         | 50%再生材料           | 車庫    | ×   | ×    | ○    |
| 壁紙                         | 約314㎡           | 約157㎡           | 50%古紙             | 屋内    | ×   | ○    | ○    |
| 換紙                         | 約4㎡             | 約2㎡             | 50%古紙             | 和室    | ×   | ×    | ○    |
| 障子紙                        | 4.8㎡            | 2.4㎡            | 50%古紙             | 和室    | ×   | ×    | ○    |
| 襖                          | 840mm×1900mm×2枚 | 840mm×1900mm×2枚 | 100%間伐材           | 和室    | ×   | ×    | ○    |
|                            | 380×1900×2枚     | 380×1900×2枚     | 同上                |       | ×   | ×    | ○    |
|                            | 390×1390×2枚     | 390×1390×2枚     | 同上                |       | ×   | ×    | ○    |
|                            | 400×455×2枚      | 400×455×2枚      | 同上                |       | ×   | ×    | ○    |
| 障子                         | 850×1445×2枚     | 850×1445×2枚     | 100%間伐材           | 和室    | ×   | ×    | ○    |
|                            | 775×1900×2枚     | 775×1900×2枚     | 同上                |       | ×   | ×    | ○    |
| 床下地材                       | 約147㎡           | 約132㎡           | 90%廃木材            | 床下地   | ×   | ○    | ○    |
| 床材                         | 約106㎡           | 約106㎡           | 100%間伐材または100%廃木材 | 床     | ×   | ×    | ○    |
| 階段                         | 約3㎡             | 約3㎡             | 100%間伐材または100%廃木材 | 階段    | ×   | ×    | ○    |
| たたみ                        | 6枚              | 6枚              | 100%わら床           | 和室    | ×   | ×    | ○    |
| 床下断熱材                      | 約77㎡            | 約77㎡            | 100%古紙            | 床下    | ×   | ×    | ○    |
| ゴムシート                      | 5.9㎡            | 5.9㎡            | 100%廃ゴム           | ベランダ  | ×   | ×    | ○    |
| 壁材(内装)                     | 約20㎡            | 約20㎡            | 100%間伐材           | 屋内壁   | ×   | ×    | ○    |

#### 4. 結論と今後の課題

本論文では、ISO14024に定義されるタイプI環境ラベルであるエコマーク部材を用いて、導入障壁の明確化及び「再生材料または間伐材の使用」に関する定量的評価を試みた。その結果、導入障壁については、以下に示す知見が得られた。

- (1) 外構建築部材はエコマーク部材を導入可能であった。内装建築部材は標準仕様部材として既採用のものを除くと、エコマーク部材の導入は困難であった。
- (2) 導入障壁は、コスト及び品質という従来からの経済的及び技術的障壁に加え、建築基準法に基づく検査、工期という制度的障壁が明らかとなった。
- (3) 一般工業化住宅は、特に内装建築部材において、設計の際に環境保全型の建築部材を選定することを念頭に置いた場合と、設計後に環境保全型の建築部材を選定する場合では、導入障壁に差の出ることがわかった。
- (4) 内装建築部材は、標準仕様と合っていない場合に建築基準法に基づく検査を受け直す必要があること、標準仕様のとおりには仕上げることは技術的に困難であること、標準仕様仕様に仕上げる可能な建築部材は高価であることから、住宅の設計以前にエコマーク部材の導入を考慮する必要があることがあきらかとなった。
- (5) 外構建築部材は、住宅設計後の環境保全型部材導入が容易である。コストをかけず品質のリスクを回避しながら実施可能な環境負荷低減策として、住宅メーカーにおける有効な環境負荷低減策の一つであることが示されたと考える。

内装建築部材における制度的障壁は、人件費などの経済的障壁(コスト)に置換可能であると考えられる。一般工業化住宅の建築にあたっては、施主は経済的障壁、施工者は技術的障壁をそれぞれ念頭に置き、計画・設計前の十分なコミュニケーションが重要となる。

定量的評価については、以下のようにまとめられる。

「再生材料または間伐材の使用」という指標により、ケース1は、対照1及び対照2に対して大きく環境負荷低減効果を得ており、一般工業化住宅の環境負荷低減策を客観的に評価することができた。今後は、ケース2という方向への環境負荷低減策が求められる。しかし、構造部材や内装建築部材は、品質や制度上の導入障壁を有しており、住宅としての機能を損なわないように品質を維持しつつ、コスト的にも合うような総合的なバランスを考慮しながらの環境負荷低減策の検討とならざるを得ない。導入障壁での知見と併せて、さらに効率的な環境負荷低減策の検討を進めてゆきたい。また、住宅の製造（計画・設計・施工）ステージ以外も含めた全ライフサイクルを評価することのできる他の指標についても検討を行いたい。

以上をまとめると、一定の環境保全効果が担保されている建築部材を導入した住宅の環境負荷低減効果に関する評価手法の可能性が示されたと考える。

住宅の製造（計画・設計・施工）ステージにおいて、あらかじめライフサイクル全体を考慮した建築部材選択が重要であることから、改修ステージにおける環境負荷低減策も住宅ライフサイクルを評価する上で重要なステージであると考えられる。今後は、このステージでの定量的評価を検討する必要がある。

## 5. 謝辞

本論文の作成にあたり、大和ハウス工業株式会社の笹沢竜市氏より部材導入データの提供をはじめ、さまざまなご協力を頂いた。ここに謝意を表する次第である。

## 参考文献

1. 財団法人日本規格協会 JIS Q 14040 ; 1997
2. International Organization for Standardization ISO14020 ; 1998.8
3. International Organization for Standardization ISO14024 ; 1999.4
4. 財団法人日本環境協会 エコマーク商品認定基準 ; 1999
5. 財団法人日本環境協会 エコマーク商品リスト ; 1999
6. 社団法人日本建築学会 日本建築学会地球環境行動計画 1997年7月
7. 伊香賀俊治、村上周三、加藤信介、白石靖幸：建築・都市の環境負荷評価に関する研究 我が国の建築関連CO<sub>2</sub>の2050年までの予測、日本建築学会大会学術講演論文集、pp.995-996、1999年9月
8. 大和ハウス工業株式会社 ダイワハウステクニカルカタログ
9. 東京都水道局 平成7年度節水型機器の評価手法に関する調査研究 ; 1996
10. 伊香賀俊治：建築設備分野のライフサイクルCO<sub>2</sub>による地球環境評価 環境工学連合講演会 ; 1995.1