

LCA的評価に基づいた環境共生住宅に関する一考察 —土着的建築様式を発想の原点として—

A STUDY OF ENVIRONMENTAL COMMENSALITY HOUSE ASSESSED BY THE LCA
-METHOD CONTAINING TRADITIONAL VERNACULAR HOUSING

小幡範雄*・菅原修子**

Norio OBATA*・Shuko SUGAWARA**

ABSTRACT ; To realize the environmental commensality, we are required to decrease environmental load and to keep a comfortable housing life. We can see many challenge to practice the idea in “Environmental Commensality House”. Now many types of Environmental Commensality House are designed, however these definition base on qualitative study, not on quantitative. This report we study a quantitative analysis of Environmental Commensality for the house and what is a desirable Environmental Commensality House. We can see many example with commensality style in traditional housing all over the world. In this report, we think it is sure that vernacular housing is the starting point of Environmental Commensality House. We have compared modern housing and traditional vernacular housing from a standpoint of environmental commensality with LCA(Life Cycle Assessment)-method. We taking up amount of energy consumption and CO₂ as the item of environmental load. Result are follows; A vernacular housing constructed with natural resources is superior to a modern housing that depend on artificial materials, to decrease an environmental load in the aspect of environmental commensality. This fact can be a concept for a basis of the criterion to evaluate housing in environmental commensality.

KEYWORD : LCA、 Environmental Commensality House、 Vernacular housing

1. はじめに

環境破壊が進行し、人類と環境の関わり方について認識を改めざるをえなくなっている現在、問題を解決していく際のキーワードとして“環境との共生”という概念が登場している。そもそも生物学的意味合いを持つこの共生という言葉を経済活動に活用してみると、これは生物学的環境も含んだ広い意味での環境において、生物・無生物等、様々な構成要素との共存を図っていくことと考えることができる。この共生を実行するためには直接的な経済生産活動中での取り組みに加え、日常生活における取り組みが重要となる。中でも、日常生活の基本となっている住生活との関わりについて考えていくことは不可欠である。

このような背景をもとに環境共生の住宅が誕生し、建設省他全国各地の住宅メーカーで実践が行われている。しかしこれらの住宅の多くが、1994年に建設省が中心となった環境共生住宅研究会が出した定義¹⁾を使用しており、独自性欠缺する面も見受けられる。また、定義の大部分は定性的評価をもとに作成されて

*立命館大学政策科学部

Ritsumeikan Univ. College of Policy Science

**立命館大学大学院政策科学研究科

Ritsumeikan Univ. Graduate School of Policy Science

おり、定量的な具体的数値をもとにしての定義が少ない。そこで本研究では、環境共生的住宅に必要な要素を、環境負荷量という定量的な側面に基づき考察を行う。住宅の評価の際は定量的・定性的両面からの評価が必要となるが、客観性・科学的実証性を持った定量的考察を半断基準を用いることは極めて重要である。

環境共生的住宅は現在のように意識的に考えられる以前にも、無意識のうちに環境と共生している住宅として世界中に存在していた。これらは古くより、それぞれの地域に特有の住宅として存在してきた住宅、つまり土着的建築様式の住宅である。現在の環境共生的住宅は技術の応用で環境との共生を図るという側面が強いが、一方で土着的建築様式の住宅では、積極的な地域の自然環境の受け入れて環境との共生を図る傾向が見られる。そこで本研究では、経済効率や技術力を至上としていたこれまでの反省に立ち、土着的建築様式こそが環境共生的住宅の原点であると考え、定量的な評価を行う。

評価に当たっては土着的建築様式の住宅と、その対極あると考えられる現代的住宅の2者を環境負荷量の観点からLCA (Life Cycle Assessment) 的評価を用い、比較検討を行う。比較項目としてはエネルギー消費量・CO₂排出量の2項目を取り上げる。

2. 評価の方法と分析

環境負荷の大きさや原因を知り、改善を求めるにはある製品の1断面のみではなく、製品に必要な原料の採取から製造・使用・(リサイクル)・廃棄といったトータルのライフサイクルを考える必要がある。LCAとはライフサイクル全般において生じる、或いは生じる可能性のある環境負荷量や環境負荷影響を定量的・科学的・客観的に評価し、負荷削減に向けた改善を行うための半断基準の一つとなるものである。ここではこの評価手法を用いて住宅の環境負荷量を評価し、その比較検討を行う。

2. 1 評価対象住宅について

対象住宅としては1で述べたように土着的建築様式住宅と現代的住宅を取り上げる。土着的建築様式住宅としては身近な自然素材を用いて建てられた木造住宅を、現代的住宅としては木材の多くを国外に依存する鉄骨造住宅を考える。具体的にここでは戦前に京都市内に建てられたとする木造住宅(町屋)と最近、京都市内に建てられたとする鉄骨造の住宅を比較する。

今回は各住宅のスケルトンに相当する部分を評価の対象範囲としている。スケルトンの定義は各住宅により異なるが、ここでは外気の遮断という目的を基本と考え、できるだけ同等機能を持つような設定を行った。

対象とするライフサイクルは木材資源を採取し、加工された後に建築資材として現場に持ち込まれるまでであり(輸送を含む)、この対象範囲におけるエネルギー消費量・CO₂排出量を分析し、評価する。

2. 2 評価方法について

評価の手法としては産業連関表を用い環境負荷量を算出する産業連関法と、製品のライフサイクルに関わるマテリアルフロー (Material Flow) を作成し、項目毎の負荷量を積み上げる積み上げ法がある。²⁾³⁾ここではより有効な環境負荷量評価を行うために仮定を設定した上で、産業連関法を用いることとする。戦前の京町屋を想定した土着的建築様式住宅を今の社会状況下で建てると仮定し、その際に必要なエネルギー消費量・CO₂排出量を鉄骨造住宅を想定した現代的住宅のものと比較する。

産業連関法を用いるに当たってはまず、スケルトンと定義された建築資材量、及びその価格(購入者価格)を算定し⁴⁾⁵⁾、これにエネルギー消費量・CO₂排出量の原単位(MJ/Kg・MJ/千円、Kg/Kg・Kg/千円)を乗じる。さらにこの値を延べ床面積で割ることで、各住宅の単位床面積当たりのエネルギー消費量・CO₂排出量を求める。(この結果を図1、2に示す)この変換は日本建築学会により公表されているデータ表を用いる。

6)

3. 結果及び考察

3. 1 結果

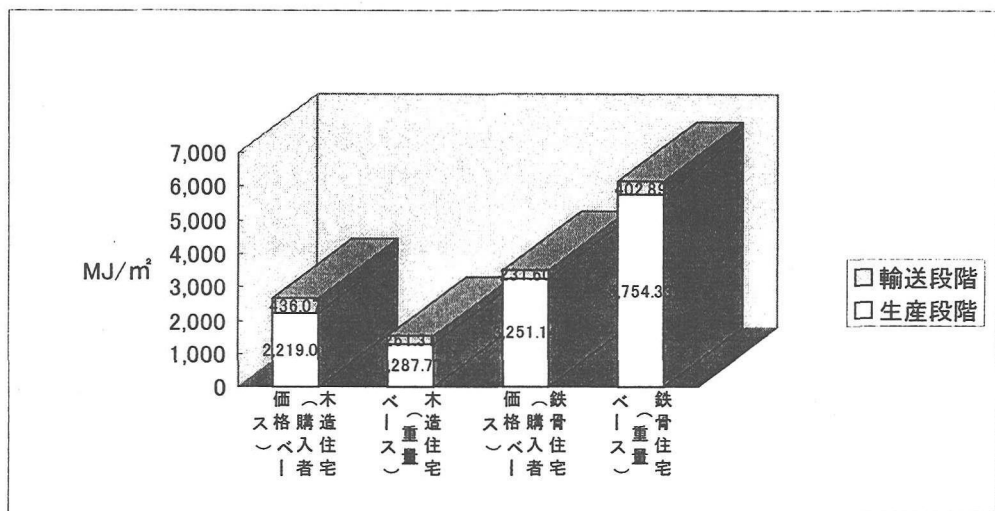


図1 単位面積当たりエネルギー消費量

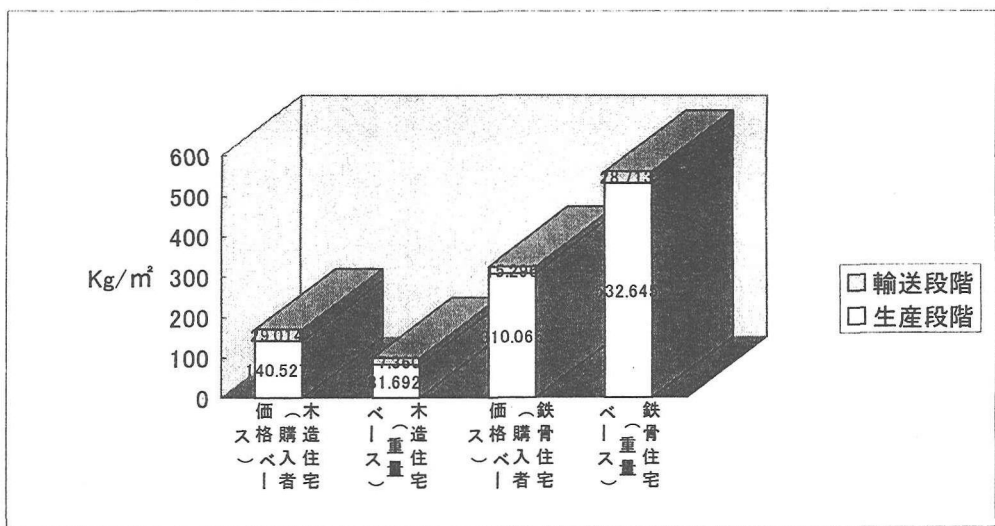


図2 単位面積当たりCO₂排出量

3. 2 より実状に即した環境負荷量評価の試み

本研究で使用した環境負荷量の原単位は生産段階と輸送段階の合計で表わされている。この内、輸送段階での負荷量は各流通産業での取引金額をもとに算出されている。これは全国での平均的数値を表わしているが、今回のように京都市内と、消費の場（建築現場）を特定した場合にはその状況を適切に表わしていない可能性もある。また、流通の段階において商業マージンの影響が貨物運賃よりも大きい場合も考えられる。⁷⁾このような場合には燃料消費によるエネルギー消費量やCO₂排出量を適切に表わすことが難しい。そこでここでは京都市内の建築におけるより現実的な負荷量を求めるために2種類の住宅の主要資材について輸送車の燃費（軽油）と輸送距離を算定し、これを利用してより実状に即した環境負荷量を求める。建築現場は京都市役所付近と想定した。この結果を図2～6に示す。軽油1L当たりの負荷量（エネルギー消費量・CO₂排出量）を求めるための原単位は同様に建築学会で公表されているデータを用いる。軽油の原単位にも更に輸送段階が含まれるが、

資材の直接的な輸送は関係がないものとしてここでは特に考慮しない。

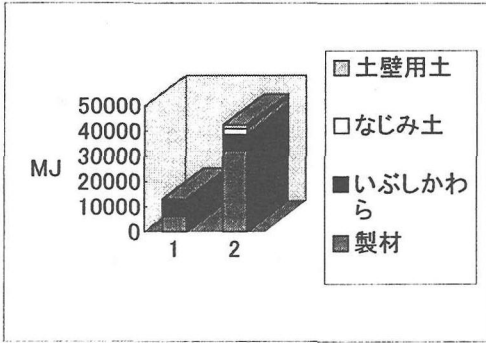


図2 木造住宅における輸送段階エネルギー消費量

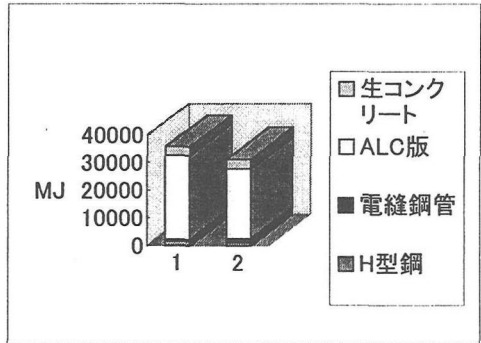


図3 鉄骨住宅における輸送段階エネルギー消費量

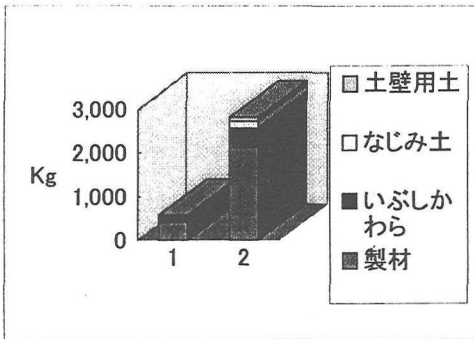


図4 木造住宅における輸送段階CO2排出量

(X軸の1はより実状に即した値、2は全国の平均的値)

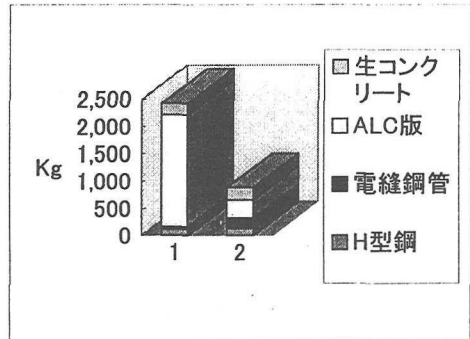


図6 鉄骨住宅における輸送段階CO2排出量

3. 3 考察

購入者価格ベースの環境負荷量はエネルギー消費量については現代的住宅である鉄骨住宅が土着的建築様式住宅である木造住宅の約1.3倍、CO₂排出量についても同じく約1.9倍となった。

木造住宅からの負荷量は建材総価格の大きさが寄与している。特に、輸送段階における負荷量が占める割合が鉄骨住宅に比べて多いが、これは総価格の大きな製材の輸送段階での負荷原単位が比較的大きなためと思われる。しかし、ここではその理由を明らかにすることはできなかった。また、製材価格はその種類や等級、消費地域といった環境負荷は直接的には関係のない要因により大きく変化することも考慮しなくてはならない。鉄骨住宅では生産段階における負荷量が全体の9割を占めているが、これは鉄鋼製のエネルギー消費量の大きさや、セメント系製品のCO₂排出量の大きさが寄与している。

重量ベースの環境負荷量は鉄骨住宅が木造住宅に比べてエネルギー消費量が約4倍、CO₂排出量が約5.7倍となっており、購入者価格ベースに比べ、その差が大きくなっている。この要因の1つとして、鉄骨住宅の材料が木造住宅の材料よりも単位重量当たりの価格が平均的に安く仕上がっていることが考えられる(表1)。製品の重量と価格の関係は一概に言うことができないが、鉄骨住宅の材料は大量生産の可能な工業製品が多く、反対に木造住宅の材料は大量生産が行いにくい自然素材を使用していることがこれに関連していると思われる。製品の重量や材料費に関わらず、手間や加工価値のために価格が上昇することがあり、このような場合には重量当たりの価格は上昇する。この他にも両者間での差違の原因は考えられるが、本研究のみではどちらの値がより実態に近いのかということを示すことはできない。実際の値は両者の中間程度と考えられる。

輸送段階を京都市内の実情に合わせて設定したものと重量ベースで求めた全国的値を比較すると、ものによ

って結果が異なる。生コンクリートやいぶしかわらのように全国的傾向と京都市内における実状がほぼ通っている場合には両者の値には大きな差がないが、製材や土壁用土のように建築資材に加工される場合が京都近郊の場合には輸送段階での環境負荷量が大きく減少している。

表1 使用材料単位重量当たり価格

木造住宅	使用材料名	総価格(千円)	総重量(Kg)	(千円/Kg)
	木材	6,164.37	26,448.0	0.233
	粘土	1,158.63	26,602.0	0.044
	土	303.56	20,237.0	0.015
	土	489.72	11,003.9	0.045
	砂	39.50	3,282.3	0.012
	藁	9.31	32.9	0.283
	竹	196.00	151.0	1.298
	栗石	11.80	10,000.0	0.001
	東石	0.89	750.0	0.001
	一石	67.62	1,901.8	0.036
	計	8,441.39	100,408.9	0.197
	(平均)			
鉄骨住宅				
	鉄鋼	221.20	5,600.0	0.040
	鉄鋼	330.40	5,600.0	0.059
	セメント他	3,405.64	256,520.0	0.013
	鉄鋼	42.35	1,100.0	0.039
	コンクリート	350.72	56,816.8	0.006
	鉄筋	108.00	3,200.0	0.034
	栗石	21.01	19,500.0	0.001
	計	4,479.32	348,336.8	0.027
	(平均)			

4. まとめと今後の課題

4.1 まとめ

本研究において、LCA的手法を用いた定量評価を行うことで、エネルギー消費量・CO₂排出量といった環境負荷量を削減するには工業製品を多く使用した現代的住宅よりも、自然素材を多く使用した土着的建築様式の住宅の使用が望ましく、より環境共生的であることが明らかになった。また、建築資材が近隣地域からの投入である場合には輸送時の環境負荷を大きく削減する可能性が高いことも明らかになった。

土着的建築様式の住宅の主要材料である木材、鉄鋼やセメント等の工業製品に比べ生産時の負荷が少なく、炭素固定能力があることに加え、適切な管理が行われると永久に生産が可能な再生可能資源である。土や石についても繰り返し使用ができ、廃棄の面でも環境共生的である。そのため、代替可能なものについてはできる限り近隣の自然素材を使用した建築資材を用いて住宅を建築することが環境共生的であるといえる。

本研究で対象としたのは住宅のライフサイクルのうち、建築資材が生産されて現場に投入されるまでである。実際の保守や解体までを含めた全ライフサイクルにおいて、最も負荷が発生するのは住宅の使用時であり、その値は建築時の約3倍程と考えられる。しかし、使用する建築資材の使用時の負荷量や使用期間にも影響してくるため、負荷量が少なく、性能の良い建築資材を投入することは極めて重要である。

本研究においては、定量的側面から環境共生的住宅を評価するということが当初の目的であったが、住宅の評価には環境面の他に安全面や経済面等、様々な観点からの総合評価が必要であり、今後はこれらの観点からも評価を行う必要がある。

4.2 今後の課題⁹⁾

今後の課題としては以下のことが考えられる。

- ・本研究で対象とした以降の住宅のライフサイクル（住宅の使用・保守・廃棄）においても評価を行い、全ライフサイクルを把握した上での評価を行う。
- ・使用期間の違いによる環境負荷量の違いを比較考察する。
- ・本研究で行ったのは環境負荷量評価までであるが、これを更に発展させ、環境負荷影響評価までを行うのが正式なLCAの手順である。しかし負荷量をもとに影響評価を行う手法は単純な置き換え等の他は一般化されたものが存在するわけでもない。そのため、評価手法を確立する必要性が高く、これを用いて評価を実施することは正式なLCAを行うに当たっての大きな課題である。
- ・今回使用した産業連関表は全国の平均値を使用したものであり、地域特性を含んだ評価を行う場合には実際の値と比べて誤差が大きくなる可能性があることが本研究で明らかになった。都道府県レベルでの産業連関表も存在しているが、これらを用いて地域特性をどのように評価していくかも、今後の課題である。

参考文献

- 1) 地球環境・住まい研究会：環境共生住宅宣言、ケイブン社出版、1994
- 2) (社) 環境静科学センター：ライフサイクルアセスメントの実践、化学工業日報社、1996
- 3) LCA実務入門編集委員会：LCA実務入門、(社) 産業環境管理協会、1998
- 4) (財) 日本建設物価調査会：月刊 建設物価 平成10年4月号
- 5) 建設総合調査会：'62年版設計・見積り資料、建築資料研究会、1987
- 6) (社) 日本建築学会 地球環境小委員会LCA指針策定小委員会：建物のLCA指針（案）、1998
- 7) 環境庁 国立環境研究所 地球環境センター：産業連関表による二酸化炭素排出原単位、1997
- 8) 酒井 寛二・漆崎 昇：建設業の資源消費量解析と環境負荷の推定、環境静科学Vol21-2、1992
- 9) 酒井 寛二・漆崎 昇・中原 智哉：建設資材製造時の二酸化炭素排出量経時変化と土木分野への影響、環境システム研究Vol25、1997