

木造戸建住宅の地球環境負荷量の算定に関する調査 —その2 資材製造段階および運用段階に着目した分析—

正会員 ○ 野村由香利*1
正会員 今田 和美*2
正会員 石川 孝重*3
正会員 久木 章江*4
正会員 野田千津子*5

地球環境 資材製造 運用段階
原単位 CO₂排出量 木造戸建

§ 1 はじめに

建物の環境負荷は通常、資材製造・資材輸送・施工・運用・維持補修・解体・廃棄・処理処分という段階で分化される。住宅の環境負荷の大半は運用エネルギーであるため、日常生活における省エネは環境負荷削減策として効果的である。しかし、生活する上である程度の快適性を確保することも考えると生活に伴う負荷低減の努力には限度がある。本報では、建物本体(資材製造段階・施工段階・維持補修段階・解体廃棄段階・処理処分段階)の負荷と生活に伴う(運用段階)負荷に分けて環境負荷低減の要因を明らかにし、削減の可能性を考える。また木造戸建住宅の LCCO₂ に着目することとし、調査対象とした 20 文献^{1,2)} と日本建築学会の「建物の LCA 計算ソフト」、建設省建築研究所の「建築のライフサイクルエネルギー算出プログラムマニュアル」を使用して、解析条件、方法、試算結果を比較した。

§ 2 資材製造段階における算定方式の比較

前報に示した 18 文献のうち、木造の戸建て住宅を対象とした算定条件や結果が明示されているものを対象に、資材製造段階における算定方式と結果を比較する。資材製造段階の環境負荷量を算定している文献は、資材別原単位の分析に重点を置いた文献と、資材量の分析に重点を置いた文献に二分される。

産業連関分析法による資材別原単位の算出は、熱源別の原単位に乗じる熱源の消費量について、住宅全体から部材、資材、材料とどの段階まで踏み込んで分析しているかに影響されるが、この条件を読み取れない文献が多い。また木造に特徴的な評価手法である炭素固定の影響量も、表 1 のように文献によって違いが大きい。

表 1 炭素固定の有無による CO₂ 排出量 (CO₂-kg/m²) の比較

文献番号	1	4	6
炭素固定を考慮した場合	-7.3	75	-44
炭素固定を考慮しない場合	290	317	198

主要構造材である木材の他にも、コンクリートを養生する際に発生する二酸化炭素(以降、CO₂)や、アルミニウム製造の際の外国における電力消費など、各部材の製造過程における特徴を分析にとり入れたものもある。このように、算定において考慮する範囲が文献ごとに異なり、その結果、算出された環境負荷量のばらつきも大き

く、表 2 のように CO₂ 排出量では 220~400 (CO₂-kg/m²) で約 40% の違いが生じている。一方、エネルギー消費量まで算定している文献は少ない。

表 2 木造戸建住宅の資材製造段階の環境負荷量

文献番号	16	17	13	10	11	17
二酸化炭素排出量 (CO ₂ -kg)	220	250	264	290	330	400
エネルギー消費量 (KJ/m ²)	/	/	3200	/	4278	/

/: 算定結果なし

これらの比較をふまえ、木造戸建て住宅の主要部材量として文献 3 に記載される資材量に、各文献による資材別原単位を乗じ、資材製造段階の環境負荷量について試算した結果を図 1 に示す。部材量の少ない部材であっても、原単位が大きいため住宅の主要部材全体への影響が大きくなっていることがわかる。逆に部材量が多くても原単位が小さいために影響が小さい部材もある。

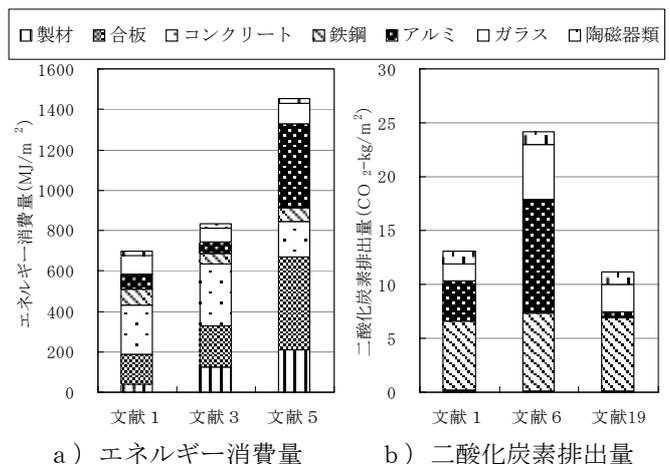


図 1 木造戸建住宅 (2 × 4 工法) の部材別エネルギー消費量と CO₂ 排出量

§ 3 運用段階の CO₂ 排出量

木造戸建て住宅の運用段階における LCCO₂ 排出量は文献 15 では、全体の約 60% を占めている。

運用段階は生活する上で消費されるエネルギー源が熱源であり、この消費量に熱源別の原単位を乗じることで環境負荷が求められる。そのため、熱源別原単位の算定結果について明示している文献が、他の段階よりも多い。各エネルギー源の消費量については、実態調査を行うことでより実情に即した結果を直接的に求められることも要因の 1 つと考えられる。また、運用段階での CO₂ 排出量は、算出したエネルギー消費量にエネルギー源別 CO₂

排出原単位を乗じて算出するのが一般的であるため、まず、エネルギー消費量に着目した。用途別エネルギー消費量は文献ごとに単位が異なり、文献上ではエネルギーの単位を統一するのに必要なデータが記載されていない

表3 用途別エネルギー源と1次エネルギー消費量の割合

文献番号	2		8		9		
運用段階	照明他	照明+コンセント	43%	照明+コンセント	43%	照明+コンセント 全電力消費-冷暖房、給湯用	42%
	給湯	ガス	30%	深夜電力は全て給湯、 ガス、灯油	27%	給湯+コンロ 灯油、 都市ガス、電力、LPG	33%
	冷房	電力	3%	冷房期の全電力-照明他	3%	電力	4%
	暖房	ガス、灯油、電力	18%	暖房期の全電力-照明他 灯油	20%	灯油、都市ガス、電力、	21%
	調理	ガスを調理用のみ 使用する住戸のデータ	7%	ガス、低圧電力	6%	なし	なし
総計	14.23Gcal/世帯		22.72MWh/世帯・年		15.95Gcal・年		
調査範囲	全国平均						

ため、用途別エネルギー消費量のデータを割合として比較した。運用エネルギーの用途としては、「照明他」「給湯」「冷房」「暖房」「調理」の5つを用いた。

CO₂排出量に関する文献を比較すると、表3、表4より、1次エネルギー消費量・2次エネルギー消費量ごとの各用途別エネルギーの割合は全ての文献でほぼ同じ数値であった。2次エネルギー消費量では、給湯エネルギー消費量の割合が大きい、1次エネルギーでは、照明他のエネルギー消費量の割合が大きい。これは各用途におけるエネルギー源による影響だと考えられる。1次エネルギー消費量で照明他のエネルギー消費量の割合が大きい理由として、エネルギー原料が全て電力であるということがあげられる。電力は、1次エネルギー換算値が大きい、1次エネルギー消費量は大きくなる。

さらに、1次エネルギー消費量をCO₂排出量に換算している文献は文献8のみであるが、文献13と文献19(文献番号は前報と連続している)には、運用段階におけるエネルギー源別CO₂排出原単位が記載されている。表5より、電力のCO₂排出原単位の値が他のエネルギー源の値に比べ大きいことがわかる。

そこで、各用途の中で最も大きい割合を占め、エネルギー源が電力のみである、照明他に着目し、CO₂排出原単位の値を各文献の値に変えてCO₂排出量を計算した場合と、1次エネルギー消費量を表6に示した各文献の値に変えて計算した場合を比較することによって、CO₂排出量に影響のある要因を明らかにした。

その結果、図2より、CO₂排出原単位を変えた場合は1130~4158(CO₂-kg/世帯・年)となり、約3000(CO₂-kg/世帯・年)の差があることがわかる。また1次エネルギー消費量を変えた場合は807~1130(CO₂-kg/世帯・年)で、約320(CO₂-kg/世帯・年)の差が出ることがわかった。CO₂排出原単位を変えた場合の方が、違いは大きい結果になった。

§4 おわりに

資材製造段階は、試算結果から、住宅の主要部材に組みあがったときに、文献による資材量の違いよりも、原単位の違いに影響を受けることがわかる。

運用段階では、電力は1次エネルギー消費量に占める

表4 2次エネルギー消費量の割合

エネルギー源	文献20	文献8	文献13
石炭	0.996	-	-
石油(重油)	0.804	-	-
天然ガス	0.574	0.4936	-
電力	1.3415	1.1537	全日平均 0.108
LPG	0.6865	0.5904	-
灯油	0.7345	0.6317	0.0177
都市ガス(13A)	0.5913	-	-
都市ガス(LNG)	-	-	0.0136
単位	kg-C/10 ⁴ *kcal	kg-CO ₂ /10kwh	kg-C/kWh(電力) kg-C/MJ(灯油・都市ガス)

表5 各文献のCO₂排出原単位

文献番号	2	8	18		
運用段階	照明他	25%	24%	23%	21%
	給湯	42%	39%	43%	40%
	冷房	2%	2%	4%	1%
	暖房	21%	26%	21%	31%
	調理	10%	9%	9%	7%
総計	9.82 Gcal/世帯	15.49 MWh/世帯・年	16649 kWh/a	19816 kWh/a	
調査範囲	全国平均	全国平均	東京	仙台	

表6 各文献の照明他1次エネルギー消費量

文献2	文献8	文献9
6.04Gcal/世帯	9.83Mwh/世帯・年	6.67Gcal/世帯・年

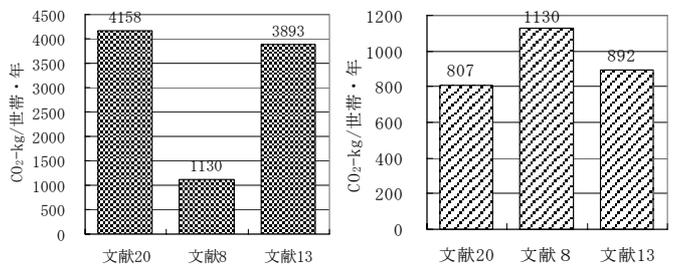


図2 照明他のCO₂排出量

割合が大きく、エネルギー源別のCO₂排出量原単位も他のエネルギー源に比べ大きい、CO₂排出量の算定は重要である。また、CO₂排出量は文献によるCO₂排出原単位のばらつきが大きく、今後、CO₂排出量の定量化を進めるにあたって、CO₂排出原単位の算出の精度を高める必要がある。

【引用文献】

- 19) 三浦秀一：全国都道府県庁所在都市の住宅におけるエネルギー消費量とCO₂排出量の推移に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第528号，pp.75~82，2000年2月。
- 20) 井上隆：3.2住宅省エネルギー基準のCO₂による試算例，地球が地球環境に与える影響，建築と地球環境特別研究委員会，p.33~34，1992年6月。

*1 文化女子大学住環境学科 副手
*2 株式会社ナユタ
*3 日本女子大学住居学科 教授・工学博士
*4 文化女子大学住環境学科 助教授・博士(学術)
*5 日本女子大学住居学科 学術研究員・修士(家政学)
*1 Assistant, Dept. of Dwelling Environment, Bunka Women's Univ.
*2 NAYUTA corporation
*3 Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
*4 Assoc. Prof., Dept. of Dwelling Environment, Bunka Women's Univ., ph. D.
*5 Research Fellow., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., M.H.E.