

北九州市における集合住宅の エネルギー・水消費量のデータベース構築

2008541044 福里 拓也

白石研究室

エネルギー消費量、水消費量、差引法、相関分析、重回帰分析

1. はじめに

近年、地球温暖化問題への危機感が世界的に高まり、建物の省エネの重要性も強く認識されるようになった。それにより我が国でも環境配慮型の建物が数多く提案されている。しかし、エネルギー消費は立地、気候特性、建物の要求水準等に影響を受けるため、提案された建物の地域性を考慮した詳細なエネルギー消費水準の把握は容易ではない。既住の研究として全国規模でエネルギー消費量の調査が行われているが主要都市を中心としたものが多く、また調査対象の選定も広域且つ無作為に行っており、建物の省エネ水準を把握するための地域性を考慮に入れた有効なエネルギー消費量データベースの構築には至っていない。

本研究では北九州市八幡高見地区に位置する環境配慮型集合住宅（平成 23 年 5 月竣工）の比較対象となる北九州における地域性を考慮に入れたエネルギー・水消費量のデータベースの作成を目的としている。同集合住宅は、北九州市における先導プロジェクトとして位置づけられており、エネルギー消費量や住まい方に関して継続的な調査が行われている。

2 エネルギー消費実態調査概要

本研究の対象となる北九州における集合住宅 20 棟の概要を表 1 に示す。これらの集合住宅は築年数の影響も考慮し、過去 8 年間に建設された販売価格帯の近い集合住宅 20 棟となっている。エネルギー・水消費量データは 2008 年のもので、棟全体の消費量として専有部、共用部に分けた電力消費量と水消費量をそれぞれ九州電力、水道局から直接入手した。尚、表 1 の住棟にはガスを使用した棟が含まれるが、今回、ガスの使用データは得られていないため北九州における 2008 年の暖房デグレターが類似している地域の月別ガス消費量データにより補完した^{*1}。また本研究では北九州のエネルギー消費水準やエネルギー消費と気候特性の関係性を明確にするため、比較対象として全国(北海道、東北、北陸、関東、関西、九州)における集合住

表 1 北九州データ調査対象住棟概要

住棟番号	所在	延床面積 [千m ²]	共用部面積 [千m ²]	戸数	階数	構造	建築年	ガス
KI1	戸畑区	19.42	13.87	67	15F/B1	SRC	2004	使用
KI2	小倉北区	19.22	8.22	123	27F/B2	RC	2005	使用
KI3	小倉北区	21.09	4.79	210	15F	SRC	2005	使用
KI4	小倉北区	15.50	1.55	178	15F	RC	2006	全電化
KI5	小倉北区	18.27	5.22	145	14F	RC	2006	使用
KI6	小倉北区	19.91	2.83	167	15F	RC	2006	使用
KI7	門司区	7.31	0.95	80	15F	RC	2006	全電化
KI8	八幡西区	14.82	0.72	181	12F	RC	2006	全電化
KI9	戸畑区	12.30	1.02	152	11F	RC	2007	使用
KI10	八幡西区	13.46	1.40	154	14F	RC	2007	使用
KI11	小倉北区	10.71	1.71	89	15F	SRC	2008	全電化
KI12	戸畑区	9.69	0.93	118	12F	RC	2007	使用
KI13	小倉北区	7.48	1.22	80	14F	RC	2007	全電化
KI14	戸畑区	9.69	1.48	111	11F	RC	2007	使用
KI15	小倉北区	22.72	8.91	147	28F/B2	RC	2007	使用
KI16	八幡西区	12.83	1.28	156	12F	RC	2008	使用
KI17	小倉北区	18.51	4.29	140	15F	RC	2007	使用
KI18	八幡西区	7.85	1.08	91	11F	RC	2008	使用
KI19	小倉北区	12.47	1.97	111	15F	RC	2008	使用
KI20	小倉北区	7.42	0.19	91	15F	RC	2008	使用

表 2 全国データ調査対象住戸概要

地域	住戸番号	所在地	床面積 [m ²]	家族人数	構造・工法	建築年
北海道	HK01	—	104.00	3	SRC	2001
	HK02	—	99.13	3	SRC	1990
	HK03	—	87.05	2	SRC	1990
東北	TH01	福島	72.33	3	SRC	2000
	TH02	福島	78.00	3	SRC	2000
	TH03	秋田	78.30	4	RC	1993
	TH04	岩手	80.00	2	RC	2000
北陸	HR01	新潟	101.60	4	RC	1964
	HR02	新潟	80.61	3	RC	1985
	HR03	新潟	70.35	4	RC	1995
	HR04	新潟	81.67	4	SRC	1989
関東	KT01	千葉	80.00	4	RC	1994
	KT02	埼玉	72.00	3	RC	2000
	KT03	千葉	90.00	4	RC	1994
	KT04	埼玉	81.00	5	RC	1994
関西	KS01	大阪	73.67	2	RC	2000
	KS02	京都	76.20	4	RC	1996
	KS03	奈良	84.94	4	RC	1995
	KS04	奈良	110.00	4	RC	1988
九州	KY01	福岡	82.40	4	RC	2001
	KY02	福岡	72.60	6	RC	1996
	KY03	福岡	72.60	4	RC	2001

宅のエネルギー消費データも使用した(表 2)。この調査では家庭で消費するすべてのエネルギー消費量(電気・ガス・灯油)のデータが得られており、給湯によるエネルギー消費量の割合も示されている。

3 住棟全体のエネルギー消費量

北九州における集合住宅の住棟全体のデータを 20 棟の平均値として専有部・共用部に分けて月別で算出した(図 1)。専有部のエネルギー消費量は屋外気象の影響を受けやすいものと推察され、1年を通して変動が大きく特に冬季のエネルギー消費量が大きい。このため、分析や基準値の設定を行う際には気候特性やエネ

ルギー消費の用途別の検討が必要であると推察される。一方、共用部のエネルギー消費は概ね一定であり、気候その他の影響をほとんど受けていないことが分かる。

4 専有部エネルギー消費量の分析

4.1 用途別エネルギー消費量の算出

図2は全国の年間エネルギー消費量である。関東以西の地域と比較すると寒冷地のエネルギー消費量は非常に大きいことがわかる。関東以西の4地域で大きな差は見られない。これらの差異を明確にするため全国及び北九州にて得られたエネルギー消費量データを冷房、暖房、給湯、コンセント・照明の4用途に分類し分析を行う。まず各地域の月別エネルギー消費量から給湯による消費量を差し引いた。残り3用途の分解については差引法を使用した。差引法とは各月のエネルギー消費量から中間期（4, 5, 10, 11月）で最も少ない月の値を差し引き、残量を冷暖房用とする方法で、冷暖房用のみのエネルギー消費量を算出するには簡便な方法である。次に、これらの冷暖房、給湯以外の電力消費量をコンセント・照明用の消費量とした。尚北九州の消費量に関しては給湯等エネルギー消費の内訳データが得られていないため、九州における一般家庭の給湯エネルギーの標準的な値^{※2}を使用した。

図3は用途別エネルギー消費量の算出結果である。どの地域も暖房、給湯エネルギーが大部分を占めており、図2と図3から判断すると、特に暖房及び給湯エネルギーが総エネルギーの地域差に大きな影響を及ぼしていることが分かる。逆に冷房エネルギーの地域間の差は小さく年間総エネルギーに対する割合も小さい。コンセント・照明のエネルギー消費量に地域性はあまりみられず各家庭における住まい方の違いが影響しているものと推察される。

4.2 エネルギー消費と影響因子の相関分析

本節では全国及び北九州のエネルギー消費量と表1～3の建物属性や気候条件^{※3}を用いて相関分析を行った。比較的高い相関性を示したものを図4～6にそれぞれ示す。気象条件は気象庁の統計データを参照した。図4,5より暖房、給湯エネルギーと暖房期間は正の相関があると言える。4.1節より暖房、給湯エネルギーが年間のエネルギー消費量の地域差に及ぼす影響が大きいことから各年や地域間の暖房期間や冬季の平均気温の差が年間のエネルギー消費量に及ぼす影響も大き

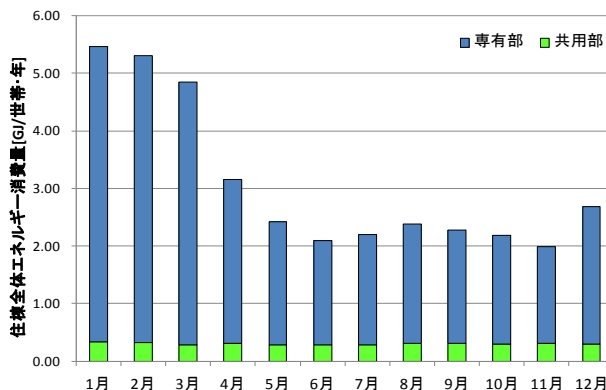


図1 住棟全体エネルギー消費量

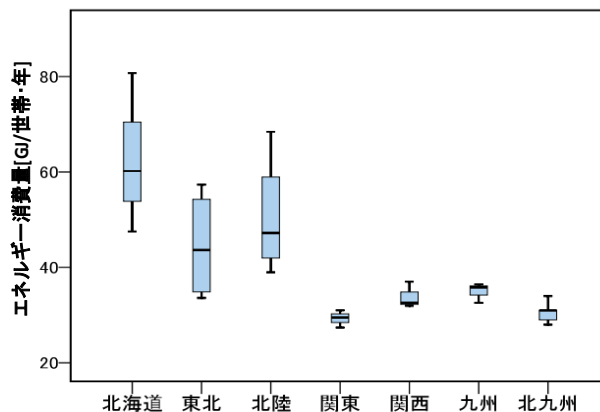


図2 地域別年間エネルギー消費量

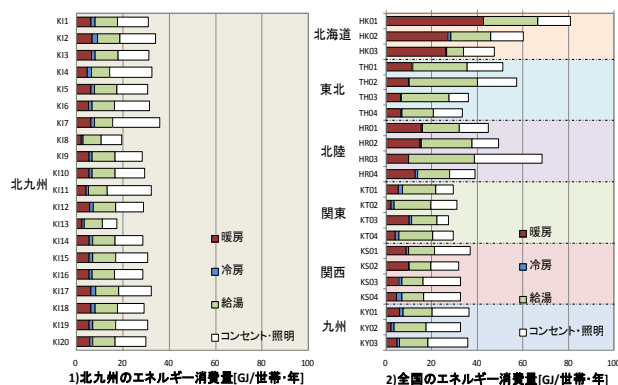


図3 用途別エネルギー消費構成

表3 気象条件

都道府県	地点	冷房期間	暖房期間	データ年	
		日	日		
北海道	札幌市	0	202	2003年	
福島	福島市	38	152		
秋田	本荘市	18	179		
岩手	盛岡市	6	196		
新潟	新潟市	40	153		
千葉	千葉市	53	113		
埼玉	さいたま市	55	139		
大阪	大阪市	87	121		
京都	相良市	76	127		
奈良	生駒市	61	138		
福岡	福岡市	89	113		
福岡	北九州市	84	129		2008年

いことが分かる。一方、冷房エネルギーと冷房期間の関係に関しては図3にて示した通り全国的に冷房によるエネルギー消費量が小さいため地域間の差も小さくなっている。したがって夏季の気温差や冷房期間の差が年間のエネルギー消費量へ与える影響は小さい。図6に北九州における集合住宅の年間のエネルギー消費量と居住面積の関係を示す。エネルギー消費量20[GJ/世帯・年]を下回っている2点を除けばエネルギー消費量に大きな差はなく居住面積の差による影響はみられない。

4.3 ガスと全電化別のエネルギー消費量の差

北九州における集合住宅でガスを使用する住棟(以降ガス棟と表記)と全電化の住棟(以降全電化棟と表記)のエネルギー消費量の差の検証したところ暖房(図7)、給湯エネルギーが有意な差を示した。次に暖房、給湯エネルギーそれぞれの値を表4に示す。これらの値から北九州における集合住宅のエネルギー消費量の基準値をガス棟、全電化棟に分けて設定した(図8)。尚、冷房エネルギーとコンセント・照明エネルギーについてはガス棟と全電化棟で大きな差がなかったため双方の平均値を両棟の基準値とした^{※4}。

4.4 エネルギー消費量データベースの比較

①北九州の一般的な集合住宅を想定した生活スケジュールを仮定して推計した値^{※5}、②九州のエネルギー消費量原単位^{※6}及び③北九州における集合住宅の基準値(本研究)の比較結果を図9に示す。冷暖房エネルギーに関しては3つのデータ間に大きな差はみられないが、給湯とコンセント・照明に関するエネルギー消費量は3つのデータ間に大きな差がある。これは、推計値に用いたスケジュールが実際のもとは異なることや住まい手が日常的に行っている省エネ行為を推計では考慮していないためにエネルギー消費量を過大評価したものと考えられる。また、②九州の原単位に関しては今回対象とした北九州市内の集合住宅と比較して全体的に環境性能の低いものが多く含まれていたと推察される。本研究では、北九州市における比較的新しい標準的な集合住宅のエネルギー消費量原単位を提案することが目的であり、最終的な成果として得られた図9の右図はこの目的に合致した有益なデータであり北九州市内で今後集合住宅を設計・提案する際の基準(設計目標)として活用できるものである。

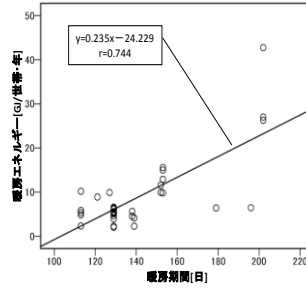


図4 暖房エネルギーと暖房期間

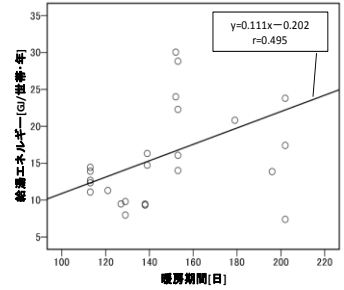


図5 給湯エネルギーと暖房期間

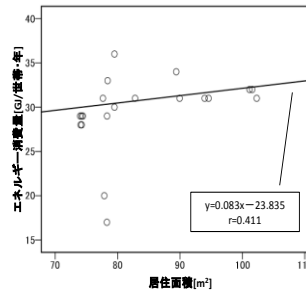


図6 居住面積とエネルギー消費

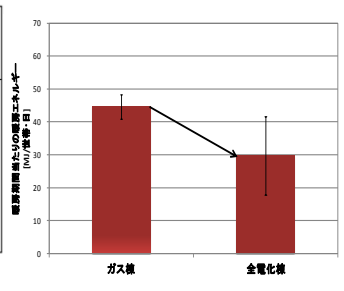


図7 ガス棟と全電化棟(暖房)

表4 ガス棟と全電化棟の暖房及び給湯エネルギーの差

		平均値[GJ/m ² ・年]	標準偏差
暖房エネルギー	ガス棟	0.069	0.009
	全電化棟	0.046	0.013
給湯エネルギー	ガス棟	0.12	—
	全電化棟	0.10	—

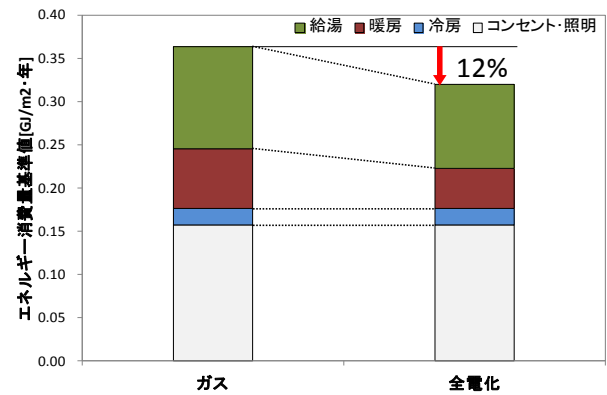


図8 年間エネルギー消費量の基準値

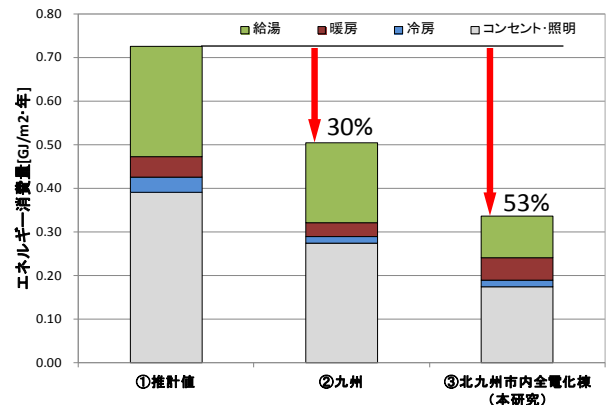


図9 エネルギー消費量データベースの比較

5 共用部エネルギー消費量の分析

図 10 は北九州における集合住宅の共用部エネルギー消費量を住棟別で示したものである。図 1 より季節別のエネルギー消費量が概ね一定であるのに対し住棟別の年間エネルギー消費は大きくばらついている。このばらつきの要因としてエレベーターや自動ドア、給水設備によるエネルギー消費の差が考えられる。そこでエネルギー消費量を従属変数、建物属性(住戸数、延床面積、共用部延床面積、階数、建築年、構造)を説明変数として重回帰分析を行った(表 5)。説明変数として階数と住戸数の 2 つを選定した際が最もあてはまりが良い([1]式)。

$$y = 77.66x_1 + 3.08x_2 - 1121.65 \cdots [1]$$

y:共用部エネルギー消費量[GJ/年], x_1 :階数, x_2 :住戸数

エレベーターや給水設備は建物が高層であるほどエネルギーを消費するため、階数の標準回帰係数が高くなるものと考えられる。決定係数は 0.946 と高く(図 11)極めて信頼性が高いと言える。

6 水消費量の分析

図 12 は平成 19 年度の水道統計調査の結果と北九州の 1 日 1 人当たりの水消費量の比較である。北九州の値は各棟の平均値を北九州の平均世帯人員^{*7}で割った値となっている。北九州の水消費量は他地域に比べ低い。九州・北九州以外の地域をみると気候(外気温)と水消費量の間に相関があるように見えるが、図 13 の北九州の年間推移をみると夏季、冬季ともに水消費量は多くなっており気温との相関性は小さい。既往の研究^{*8}で水消費量は世帯人員に大きな影響を受けることが分かっている。本研究では図 12 に示した水消費量の平均値を平均世帯人数で割った値を北九州における集合住宅の水消費量の標準的な値として位置づけている。

7 おわりに

本研究では北九州における集合住宅 20 棟の専有部・共用部の電力消費量と水消費量のデータを用いて分析を行い、今後、北九州市内で集合住宅を設計・提案する際の基準値を専有部・共用部で分けて示した。これらの分析結果を用いることによって北九州市内の先導的な集合住宅の環境性能や省エネ効果の評価を行うことが可能である。

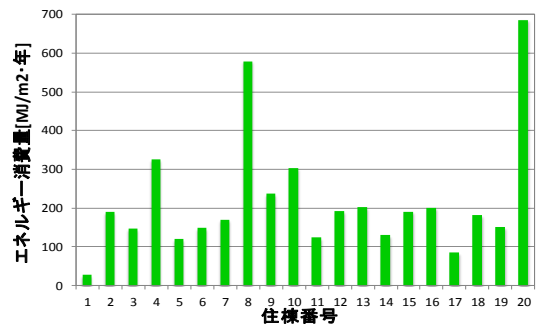


図 10 共用部エネルギー消費量原単位

表 5 重回帰分析結果

変数名	偏回帰係数	標準回帰係数
階数	77.66	0.937
住戸数(戸)	3.08	0.237
定数項	-1121.65	—
決定係数	0.946	—
重相関係数	0.973	—

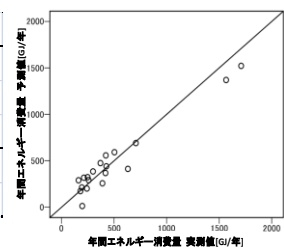


図 11 予測値と実測値

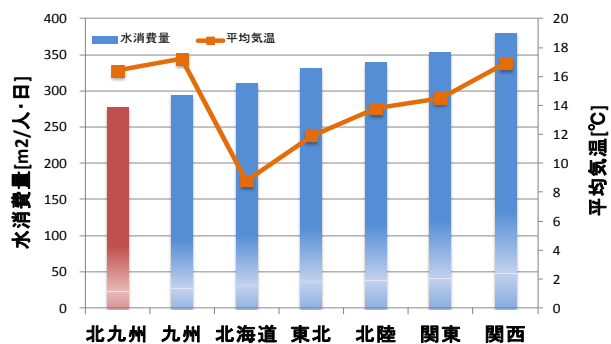


図 12 全国の水消費量

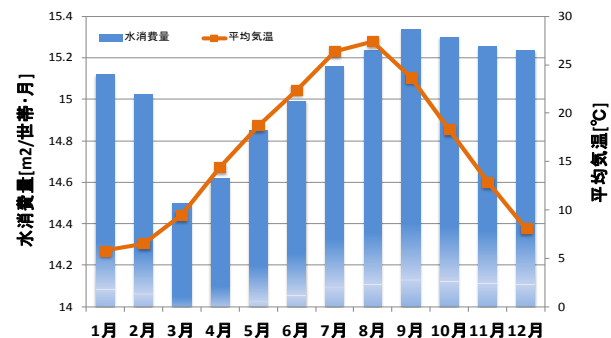


図 13 北九州の水消費量月平均

[注釈]

- 1) 日本建築学会による 2003 年の京都の調査結果の月別ガス使用量で補完した。
- 2) 日本建築学会による 2003 年の九州における全電化の家庭の給湯エネルギーの平均値を使用した。
- 3) 冷房期間とは日平均気温が 24 度以上の日を暖房期間とは日平均気温が 14 度以下の日の日数を年間で積算した値である。
- 4) 他年度のエネルギー消費を示す際、図 7 の値と 2008 年の暖房期間 129 日を参考にすることで各年の暖房期間の差による暖房エネルギーの変動に対応できる。
- 5) 参考文献 5) から NETS(熱交換回路網解析)による推計値。
- 6) 参考文献 6) より。
- 7) 2008 年国勢調査結果。
- 8) 参考文献 2) より。

[参考文献]

- 1) 日本建築学会/日本の住宅におけるエネルギー消費
- 2) 渡邊ら/福岡市における戸建て・集合住宅の水使用の分析
- 3) 三浦/全国における住宅の用途別エネルギー消費と地域特性に関する研究 / 日本建築学会計画系論文集
- 4) 建物の LCA 指針/日本建築学会
- 5) 末崎/八幡高見省 CO₂ 先進モデル事業における住まい方マニュアルの提案
- 6) 赤林ら/全国の住宅 80 戸を対象としたエネルギー消費量の長期詳細調査