

新潟県の戸建住宅におけるエネルギー消費実態に関する調査研究

T 9 7 K 3 8 8 E 石田 美代子
指導教官 赤林 伸一 助教授

1 研究目的

我が国では、古来より夏季の環境に対応した開放性の高い住宅が受け入れられてきた。しかし、近年、冷暖房設備が普及し、これまでの開放型の住宅では冷暖房エネルギーの損失が多く、また、十分快適な室内環境を実現することが難しい状況である。今後さらに生活レベルの向上が予想されることから、住宅におけるエネルギーの有効利用と快適性の両立が求められている。そこで、エネルギー消費量を削減し、快適な居住環境の形成が可能とされる高气密・高断熱住宅が注目され、近年、新潟でも普及している。本研究では昨年度までに行った新潟県の住宅を対象とする住まい方、シェルター性能、室内温熱環境、エネルギー消費量に関する調査を基に、住宅で使用されるエネルギーと冷暖房設備の使用方法やシェルター性能との関係を明らかにし、エネルギーの有効的な利用方法について検討することを目的とする。

2 調査概要

2.1 調査対象

調査は 98、99 年度に行い、新潟県各地域の築 10 年以内の木造住宅 169 戸を対象とする。調査対象地域と住戸数を表 1 に示す。

2.2 調査内容

- 温熱環境：室内温湿度測定、気密性能測定、熱損失係数の算出を行う。温湿度測定は夏季・冬季に実施する。測定方法と測定箇所を表 2 に示す。気密性能測定は温湿度測定と同時に行う。熱損失係数は対象住戸の設計図書から算出する。
- アンケート：対象住戸に調査表を配布し、居住者（世帯主）に対し、住まい方・冷暖房設備・エネルギー消費量等の記入を依頼する。
- エネルギー消費量：98、99 年度における対象住戸の電力・ガス・灯油の消費量を調査する。電力・ガスについては居住者の承諾を得た上で各供給会社に調査を依頼し、灯油については居住者に回答を依頼する。

表 1 調査対象地域と住戸数

調査対象地域	98年度調査戸数	99年度調査戸数
上越	17戸	
中越	48戸	19戸
下越	45戸	34戸
佐渡		6戸
合計	110戸	59戸

表 2 測定方法と測定箇所

	測定点	測定方法	測定期間
居室	・床上 110cm	・各点10分間隔で温湿度を自動測定 ・グローブ球で輻射温度測定(110cm)	約1週間
	・床上 5cm		
	・天井下 10cm		
非冷暖房室	・床上 110cm	・各点10分間隔で温湿度を自動測定	
屋外	・住宅北側	・百葉箱内で10分間隔で湿度計を自動計測	

3 調査結果

3.1 単純集計結果

対象住戸における夏季・冬季の窓の開閉状況を図 1、2 に示す。夏季は一日中、または在宅時には窓を開けている住戸が多い。これに対し、冬季は一日中閉鎖、または換気が必要な時のみ窓を開ける住戸が多い。

対象住戸で使用されている冷房機器を図 3 に、暖房機器を図 4 に示す。冷房機器は、ほとんどの住戸で個別エアコンが使用されており、セントラル式の冷房は 2.5% と少ない。また、半数以上の住戸が扇風機を使用している。エネルギー源のほとんどは電気である。暖房機器は、ファンヒーター、ストーブが 94% と多く、セントラル式の暖房は 20% である。エネルギー源は灯油が大半を占めている。

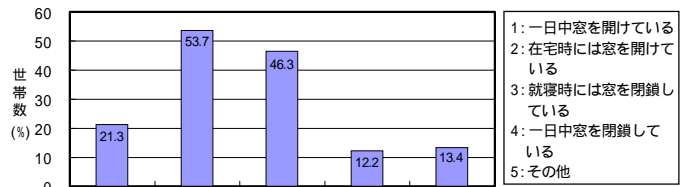


図 1 夏季における窓の開閉状況

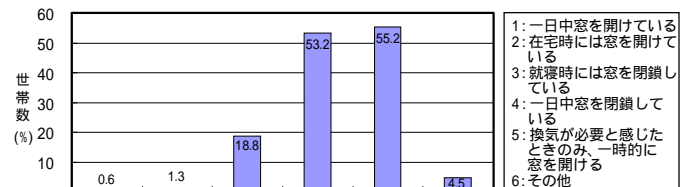


図 2 冬季における窓の開閉状況

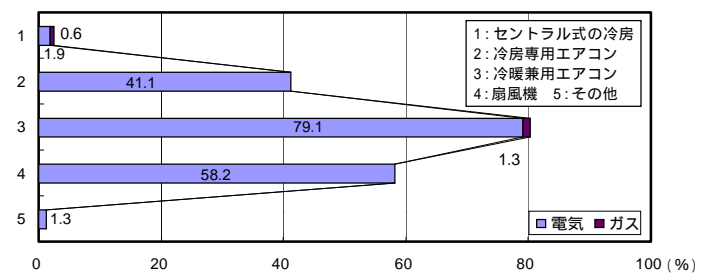


図 3 調査対象住戸で使用されている冷房機器

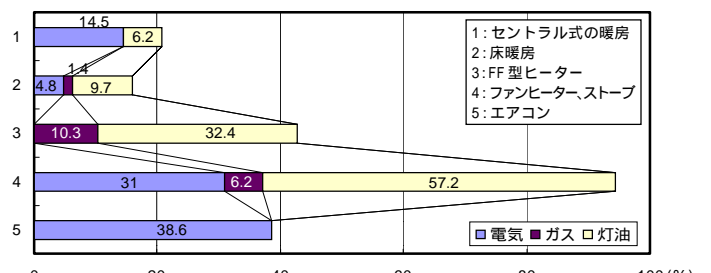


図 4 調査対象住戸で使用されている暖房機器

対象住戸1戸当たりの平均エネルギー消費量の年変化を図3に示す。年間を通じて電力消費量の変動は小さく、夏季・冬季にわずかに増加している。一方、ガス・灯油の消費量は冬季に大幅に増加し、全エネルギー消費量の70%を占めている。

3.2 エネルギー消費量に関するクロス集計結果

夏季・冬季における、冷暖房用エネルギー(注*1)と、冷暖房機器の日平均運転時間との関係を図6、7に示す。夏季では、相関係数が $R=0.53$ であり、相関がやや高く運転時間が消費量に影響を与えていると考えられる。これに対し、冬季では、相関係数が $R=0.26$ であり、相対的に相関が低い。冬季は、夏季と比較して、エネルギー消費量に対する運転時間の影響は小さいと考えられる。

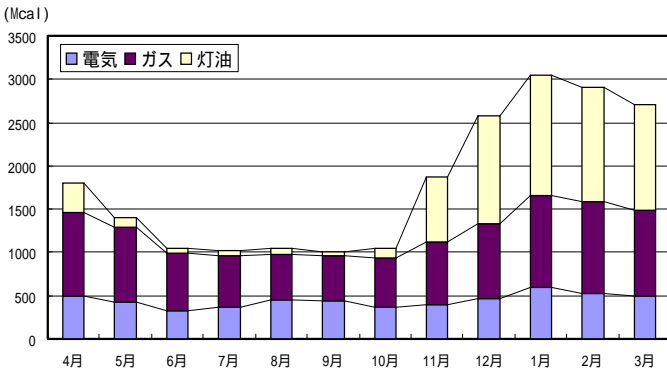


図5 エネルギー消費量の年変化(対象住戸の平均)

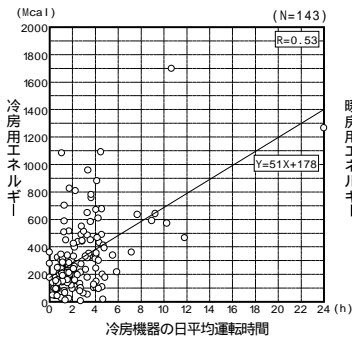


図6 夏季における冷房機器の日平均運転時間と冷房用エネルギーとの関係

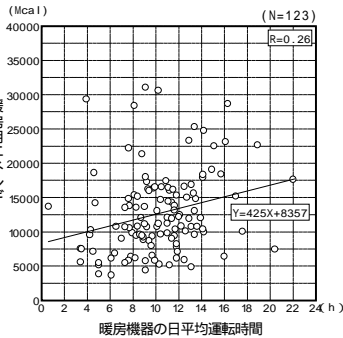


図7 冬季における暖房機器の日平均運転時間と暖房用エネルギーとの関係

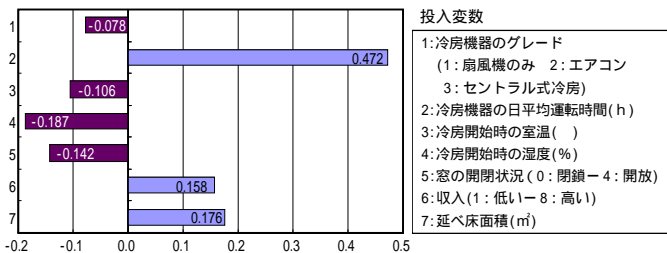


図8 冷房用エネルギーに関する標準偏回帰係数

3.3 エネルギー消費量に関する重回帰分析

エネルギー消費量を目的変数とする重回帰分析を行い、エネルギー消費構造を解析する。投入変数はエネルギー消費量に対する関連の深さ及び多重共線性を考慮し選定する。夏季・冬季とも熱損失係数は相関が低く、説明変数として選定されなかった。投入変数と標準偏回帰係数を図8、9に、算出結果を表3に示す。夏季のエネルギー消費量に正の標準偏回帰係数を示す変数は冷房機器の運転時間、収入、延べ床面積であり、これらが増加するとエネルギー消費が多くなる。一方、負の標準偏回帰係数を示す変数は、冷房機器のグレード、冷房開始時の室温、窓の開閉状況であり、これらが大きくなるとエネルギー消費量が減少する。冬季のエネルギー消費量に正の標準偏回帰係数を示す変数は、暖房機器のグレード、運転時間、暖房開始時の室温、世帯人数、収入、隙間相当面積であり、負の標準偏回帰係数を示す変数は着衣量である。重相関係数は夏季が0.65、冬季が0.54で、夏季が相対的に高い。

4 まとめ

夏季の暑さに対する住まい方としては、従来の自然通風への依存が強く、冷房の使用を控える住戸が多いと考えられる。夏季における、電力消費量の増加が少ないのは、これが原因と考えられる。

冬季の寒さに対する住まい方としては、暖房機器への依存が強く、使用を控える住戸はほとんど見られない。冬季に灯油の消費量が大幅に増加するのは、これが原因と考えられる。

断熱性能の向上によるエネルギー低減効果はさほど期待できないと考えられる。気密性能の向上は、冬季のエネルギー消費量の低減に有効と考えられる。

エネルギー消費量は、収入や延べ床面積など、生活レベルの向上に比例して増加する。

夏季の冷房用エネルギーは冷房機器の運転時間による影響が大きい。運転時間を1日1時間控えることで45Mcal/年のエネルギーを低減することができる。

冬季の暖房用エネルギーは暖房開始時の室温や暖房機器のグレード、運転時間、着衣量等複数の要素が同程度に影響する。暖房開始時の室温を1下げることによって287Mcal/年、運転時間を1日1時間控えることで235Mcal/年、着衣量を0.12clo(Tシャツ1枚)増やすことで426Mcal/年のエネルギーを低減することができる。

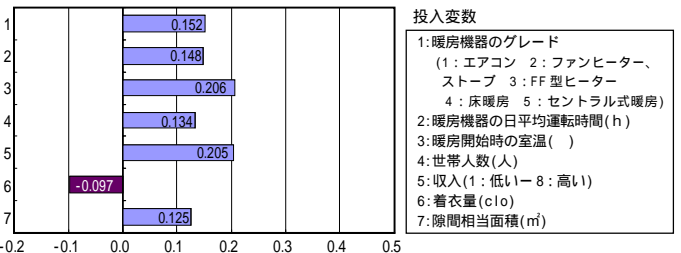


図9 暖房用エネルギーに関する標準偏回帰係数

表3 重回帰式と重相関係数

	重回帰式	重相関係数
冷房用エネルギー	$Y=1245.147-131.567 \times \text{冷房機器のグレード}+44.979 \times \text{冷房機器の平均運転時間}-20.365 \times \text{冷房開始室温}-6.712 \times \text{冷房開始湿度}-33.500 \times \text{窓の開閉状況}+30.710 \times \text{収入}+0.994 \times \text{延べ床面積}$	$R^2=0.65$ (N=111)
暖房用エネルギー	$Y=-861.915+765.160 \times \text{暖房機器のグレード}+234.520 \times \text{暖房機器の平均運転時間}+286.762 \times \text{暖房開始室温}+459.666 \times \text{世帯人数}+793.028 \times \text{収入}-3548.739 \times \text{着衣量}+139.769 \times \text{隙間相当面積}$	$R^2=0.54$ (N=106)

注*1 冷房用エネルギーは夏季(7~9月)の電気エネルギーから中間季(6月)の電気エネルギーを差し引いた値と定義

暖房用エネルギーは冬季(11~3月)の全エネルギーの値と定義