

中国の長沙市及び洛陽市における住宅エネルギー消費に関する調査研究

劉, 俊
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

高, 偉俊
北九州市立大学国際環境工学部

阮, 応君
日本学術振興会外国人特別研究員

赤司, 泰義
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

他

<https://doi.org/10.15017/19099>

出版情報：都市・建築学研究. 12, pp.103-108, 2007-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

中国の長沙市及び洛陽市における住宅エネルギー消費に関する調査研究

A Field Study on Energy Consumption of Residential Houses in Changsha and Luoyang of China

劉 俊*¹, 高 偉俊*², 阮 応君*³
 赤司泰義*⁴, 渡辺俊行*⁴, 于 靚*⁵

LIU Jun, GAO Weijun, RUAN Yingjun,

Yasunori AKASHI, Toshiyuki WATANABE and YU Liang

With the large economic growth accomplished in China, Chinese people's lifestyles have changed a lot. Especially, in urban areas, energy consumption in the residential sector has been increasing annually. The objectives of this research are to grasp the energy consumption of the present situation for residential buildings in two big cities (Changsha and Luoyang) of China. We have carried out a questionnaire survey in the two cities, and will plan to spread this survey in the whole country. This paper reports on the results of the questionnaire survey in each city, and the analysis of electricity and gas energy consumption.

Keywords: Residential buildings, Energy consumption, Changsha, Luoyang, Field study

住宅, エネルギー消費, 長沙, 洛陽, 調査

1. はじめに

中国では経済成長に伴って、人々の生活が大きく改善されつつある。特に都市部では、ライフスタイルの大きな変化によって、住宅のエネルギー消費が増加している。そのため、住宅エネルギー消費状況の実態を把握することは、中国の今後の省エネルギー方策を検討するための火急の課題である。

中国の人口の中で、都市人口が占める割合は約36%であるため、中国の住宅エネルギー消費の多くを占める大都市の住宅エネルギー消費実態を明らかにすることが重要である。中国では、「十一・五計画」注1)が定められてから、内陸の都市における経済発展も激しく、住民の所得が増えると共に、エネルギー消費量の増加が予想される。

そこで、本研究では中国内陸部にある長沙市と洛陽市の住宅におけるエネルギー消費の現状を明らかにすることを目的とし、アンケート調査による都市居住者の生活実態の解明と住宅エネルギー消費量の推定を行った。



図1 対象都市の位置

表1 対象都市の概要¹⁾

| | 長沙市 | 洛陽市 |
|----------------------|------------------------|--------------------|
| 経緯度 | 東経 111° 53' ~ 114° 15' | 111° 8' ~ 112° 59' |
| 北緯 | 27° 51' ~ 28° 41' | 33° 35' ~ 35° 05' |
| 面積(km ²) | 11,819 | 15,208 |
| 人口(百万人) | 6.01 | 6.30 |
| 一人当たり国内総生産(万円) | 2,287 | 1,275 |
| 年間平均気温(°C) | 16.8~17.2 | 14.7 |
| 最も寒い月の平均気温(°C) | 4.7 | 3.0 |
| 最も暑い月の平均気温(°C) | 29.4 | 24.2 |
| 平均日照時間(h) | 1,677 | 2,314 |
| 平均降水量(mm) | 1,422 | 546 |
| 平均相対湿度(%) | 80% | 68% |

*1 空間システム専攻修士課程
 *2 北九州市立大学国際環境工学部
 *3 都市・建築学部門(日本学術振興会外国人特別研究員)
 *4 都市・建築学部門
 *5 空間システム専攻博士後期課程

2. 長沙市と洛陽市の概要

長沙市は湖南省の中心都市であり、面積は11,819km²、総人口は約601万人で都市部の人口は約167万人である(福岡市339.38km²、人口140万人)。年平均気温は16.8~17.2℃であり、平均降水量は1,422mmである。

一方、洛陽市の面積は15,208km²、総人口は約630万人で、都市部の人口は約140万人である。年平均気温は14.7℃で、平均降水量は546mmである。対象都市の位置を図1、概要を表1に示す。

3. 長沙市と洛陽市のエネルギー供給状況²⁾

長沙市は2003年から2005年までの電力不足問題により、電力供給システムの改善を余儀なくされた。「十一・五計画」において、長沙市は915億円を投入し、電力システムの建設と更新を行う予定である。2010年までに、長沙市の年間電力供給総量は151億kWh(九州電力福岡支店の年間電力供給総量は195億kWh)、最大負荷電力使用量は350万kWに達する予定である。表2に長沙市の電力、ガス、水道料金を示す。

洛陽市の電力は主に火力発電により供給される。洛陽市のある河南省は年間石炭生産総量が1億tで、中国の三大火力発電基地の一つである。2000年末の発電設備総容量は1,477万kWに達し、年間電力供給総量は658億kWhであった。2005年には最大負荷電力使用量が300万kWに達し、2006年には650万kWに達した。表3に洛陽市の電力、ガス、水道料金を示す。

4. アンケート調査の結果及び分析

4.1 アンケート調査の概要

住宅におけるエネルギー消費の状況は居住者の年収、生活環境や生活習慣など複雑な要因が関係しているため、広い範囲での調査が必要である。そのため、調査地域を特定せず、都市中心部の広い範囲でアンケートを行った。アンケート調査の概要を表4に示す。

4.2 アンケート調査の結果

長沙市と洛陽市における延べ床面積と築年数のアンケート結果を図2と図3に示す。有効回答のうち、住宅の延べ床面積が100m²を超えたものが約半分を占め、築年数10年以内の住宅は70%弱であった。

図4に住民年収分布を示す。長沙市の住民の年収は60~75万円の人が多く、それに対して、洛陽市の住民の年収は15万円以下の人が多かった。

図5に長沙市と洛陽市の住宅におけるエアコンの

表2 長沙市のライフラインの標準価格

| | |
|----|-----------------------------------|
| 電力 | 8.15円/kWh |
| ガス | 34円/m ³ |
| 水道 | 21.6円/m ³ (6円の下水道料金含め) |

表3 洛陽市のライフラインの標準価格

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 電力 | 8.85円/kWh |
| ガス | 42円/m ³ |
| 水道 | 18.8円/m ³ (6円の下水道料金含め) |
| 冬季集中供熱 ^{注2)} | 2.4円/m ² ・Day |

表4 アンケート調査の概要

| | 配布件数 | 回収件数(回収率) | 有効件数 |
|-----|------|-----------|------|
| 長沙市 | 500 | 370 (74%) | 141 |
| 洛陽市 | 300 | 280 (93%) | 143 |

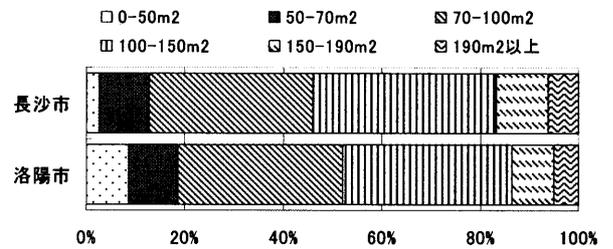


図2 住宅の延べ床面積

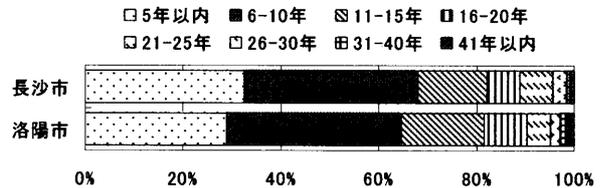


図3 住宅の築年数

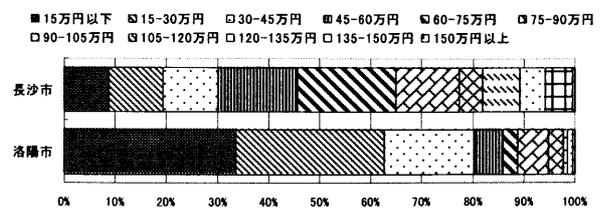


図4 住民年収分布

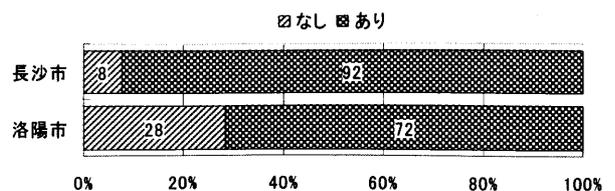


図5 エアコンの保有率

保有率を示す。調べによると、中国のほとんどの1, 2級都市^{注3)}でエアコンの保有率は85%を超えている。今回の調査では、長沙の場合、有効回答総数141件の中で保有率は92%であり、洛陽の場合、有効回答総数143件の中で保有率は72%である。

図6に年収別のエアコン保有率を示す。長沙市のエアコンの保有率は年収が上がるにつれて、上昇する傾向が見られる。しかし、年収によらず全ての階層で保有率は高い。長沙市は中国南部にあり、夏は暑いこと、近年エアコンの価格競争^{注4)}により値段が下がっていることに起因すると考えられる。一方、洛陽市のエアコンの保有率は、年収75万円までは、年収の増加につれて保有率も上がっているが、年収75万円以上の範囲では一定の傾向が見られない。年収75万円以上の世帯が少なく、有効回答数が十分に得られなかったためと考えられる。

図7にエアコンを保有する住宅におけるエアコン購入時期を示す。購入して3年以内の割合は長沙市が38%、洛陽市が49%であり、最も高い。購入して3年から5年の割合は長沙市が25%、洛陽市が30%である。購入して5年以内の割合が高いのは、収入の増加とエアコンの価格競争に関係があると思われるが、省エネで経済性がよい新型エアコンへの買い替えも一つの要因として考えられる。

図8に夏季と冬季のエアコンの使用率を示す。夏季は「ほぼ毎日エアコンを使っている」と答えた人が半分を超えている。特に長沙市の場合、「ほぼ毎日使っている」は60%を超え、「あまり使っていない」は4%である。一方、冬季の場合、「あまりエアコンを使っていない」は半分近くあることが分かった。

図9に電化製品の保有率を示す。冷蔵庫、洗濯機や炊飯器など生活に深く関わりがある電化製品の普及率は70%を越え、長沙市の場合には90%近くに及ぶ。また、娯楽用電化製品の普及率も高く、DVDプレーヤーの普及率は70%である。また、一世帯にテレビやDVDプレーヤーを複数台保有している家庭もあった。

4.3 エネルギー消費量の推定

アンケート調査から得られた電気・ガスの月別利用料金から、表3と表4の標準価格を用いて電力消費量(kWh)とガス消費量(m³)を推定した。一次エネルギー換算値には電力10.83MJ/kWh, LPガス101.2MJ/Nm³, 天然ガス38.9MJ/Nm³を用いた。

図10に延べ床面積別エネルギー消費を示す。全体的にエネルギー消費量(冬季集中供熱用エネルギーを除く)は長沙市が洛陽市より多い。また、延べ床面積が大きくなるにつれ、エネルギー消費量も増加する傾向がある。電力消費量は、長沙市のほうが多

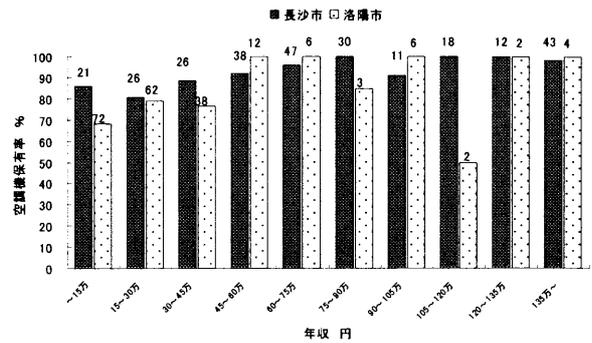


図6 年収別のエアコン保有率 (図中の数字は件数)

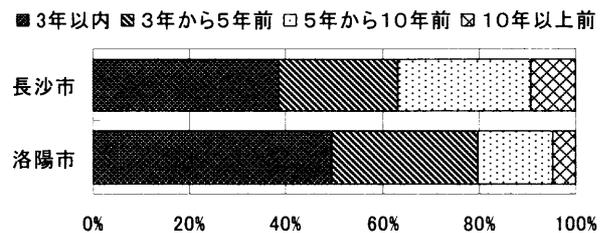


図7 エアコン購入時期

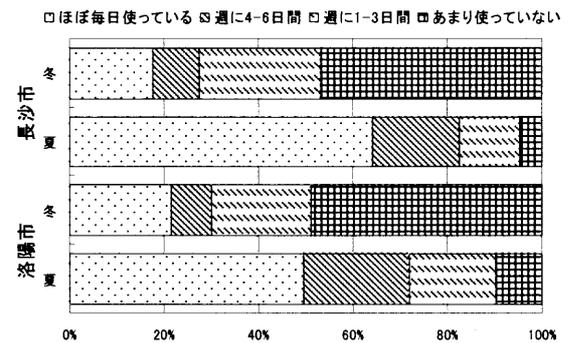


図8 夏季と冬季のエアコンの使用率

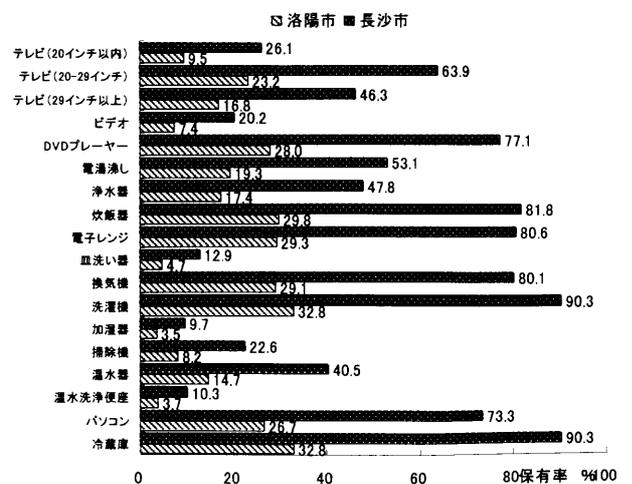


図9 電化製品の保有率

く、洛陽市の2倍以上になっている。これは長沙市の住民の収入が多いこと、冬季の暖房は主にエアコンに頼っていることに関係していると考えられる。長沙市は中国南部の都市であり、北部の都市のような集中供熱システムが普及していないため、冬季の暖房は主にエアコンや電気ストーブなどに頼っている。一方、洛陽市は、冬季には集中供熱システムが稼働し、電気をエネルギーとする暖房システムを利用しなくてよい。ガス消費量に関しては、長沙市の方が洛陽市より多い。中国では、ガスは主に調理と給湯に使われている。調理用ガスの消費量は、地域的に大きな差はないと考えられるため、両都市のガス消費量の差は給湯用ガス消費量の差であり、入浴頻度に大きく関係すると考えられる。洛陽市は水資源に乏しい。そのため、生活用水には制限があり、入浴頻度が比較的少ないと考えられる。

4.4 省エネ行動に対する意識

図11に長沙市の住民の省エネ行動に対する意識のアンケート結果を示す。長沙市の場合、各項目の省エネ行動を行えるかという質問に対して、ほとんどの項目で「できる」と「多少できる」と回答している世帯が多い。その中で、「ガスコンロ火力を控える」、「省エネ電化製品を選ぶ」、「省エネ照明を選ぶ」、「使わない電化製品のコンセントを抜く」など比較的簡単に行える項目に対して、「できる」や「多少できる」と回答した世帯は約90%である。「温水便座を季節により調整する」と「お風呂の回数を減らす」には、約20%の世帯が「保有していない」と回答している。中国の大部分の地域では温水便座の普及率が低い。また、浴槽に浸かる習慣がないため、浴槽を保有していない世帯が多い。従って、「生活用水を再利用する」という項目に対しては意識が低く、「できる」と答えた世帯は35%であった。エアコンに関する項目では、「エアコンを使用する部屋数を減らす」ことに対して、「できる」と答えた世帯が60%近くあり、使用時間を短縮することが「できる」、「多少できる」と答えた世帯は70%を超えた。

図12に洛陽市の住民の省エネ行動に対する意識を示す。「ガスコンロの火力を控える」、「省エネ電化製品を選ぶ」、「省エネ照明を選ぶ」、「使わない電化製品のコンセントを抜く」など簡単に行える項目に対して、「できる」や「多少できる」と回答した世帯が約80%で、長沙市より少ない。「温水便座の設定を季節により調整する」と「お風呂の回数を減らす」には、約30%の世帯が「保有していない」と回答した。「生活用水を再利用する」という項目に対して、「できる」と答えた世帯は40%で意識は低い。

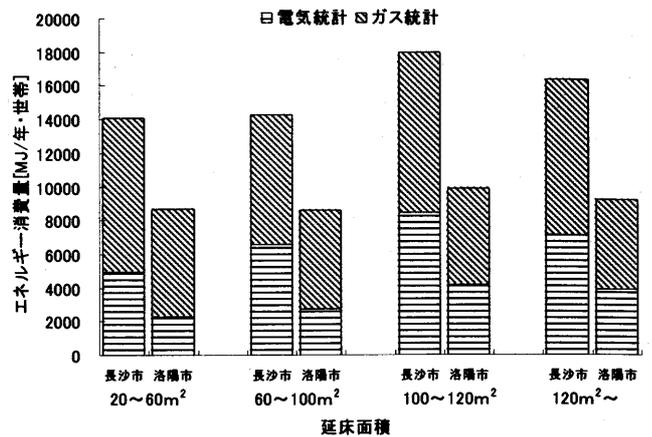


図10 延べ床面積別エネルギー消費

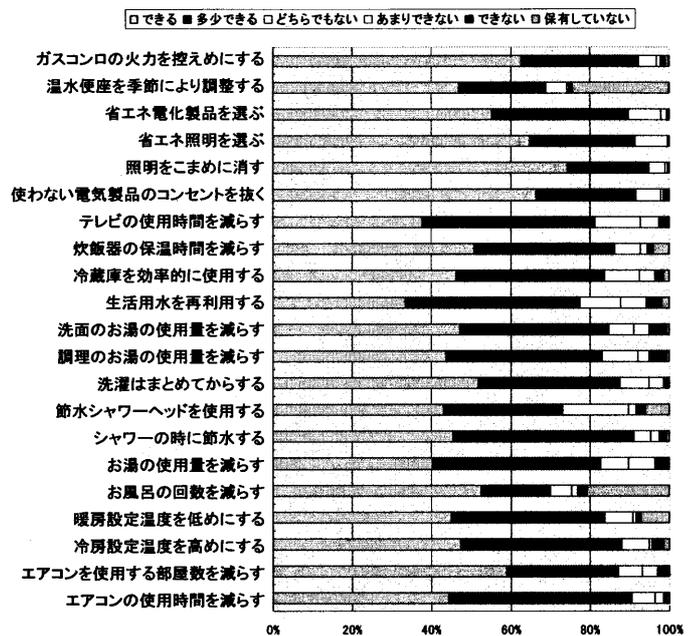


図11 長沙市の住民の省エネ行動に対する意識

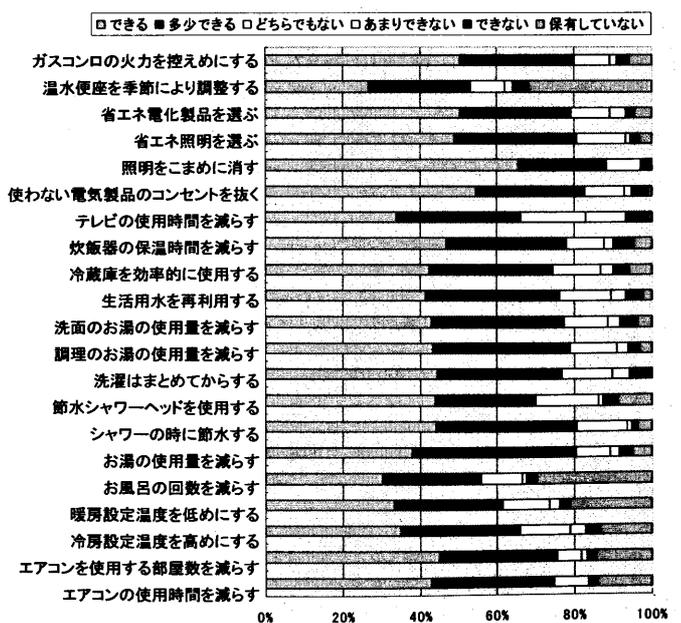


図12 洛陽市の住民の省エネ行動に対する意識

エアコンについては、「保有していない」と答えた世帯が長沙市より多く、「エアコンの使用する部屋数を減らす」、また、「使用時間を減らす」という項目に対して「できる」と回答した世帯は45%である。

5. 住宅エネルギーの特性分析

調査結果から月別電力消費量とガス消費量をまとめ、世帯別年間エネルギー消費量を計算した。電力消費量は、年収と延べ床面積で主成分分析を行い、それにより得られた主成分1と一人当たりのエネルギー消費量の関係を算出した。主成分1は大きいほど年収が多く、延べ床面積も大きいことを表す。図13に長沙市電力消費量分布を、図14に洛陽市電力消費量分布を示す。ガス消費量は、年収と家族人数で主成分分析を行い、主成分2と年間エネルギー消費量の関係を算出した。主成分2は大きいほど年収が多く、家族人数も多いことを表す。図15に長沙市ガス消費量分布を、図16に洛陽市ガス消費量分布を示す。

5.1 電力消費

図13、図14を見ると、データは主に3つのグループに分けられる。

- グループ1: 浪費型家庭。住宅面積が一般的、年収も一般的だが、一人当たりのエネルギー消費量が多い。
- グループ2: 節約型家庭。住宅面積が小さく、年収が低く、一人当たりのエネルギー消費量も少ない。
- グループ3: 環境意識が高い家庭。住宅面積が大きく、年収も高いが、一人当たりのエネルギー消費量が比較的小さい。

中国の住宅エネルギー消費の伸びを抑えるためには、グループ1に所属する家庭を対象とすることが最も効果的と考えられる。グループ2に所属する家庭はすでに節約しており、これ以上の省エネ改善は期待できない。また、グループ3は、節約の意識があり、省エネルギー性の高い設備や製品を使用しているため、この場合も、これ以上の省エネを期待するのは難しい。しかし、グループ1の場合、環境意識を高め、日常生活に省エネ行動を行う余地が十分にあると考えられる。グループ1に所属する家庭は主に延べ床面積が80~110m²であり、年収がその地域の平均年収の2.5~5.0倍である。

5.2 ガス消費

図15と図16より、ガス消費量の変化は年収と家族人数が多いほど、増加する傾向が見られるが、一部のデータを除き、ほぼ一定の範囲に収まっている

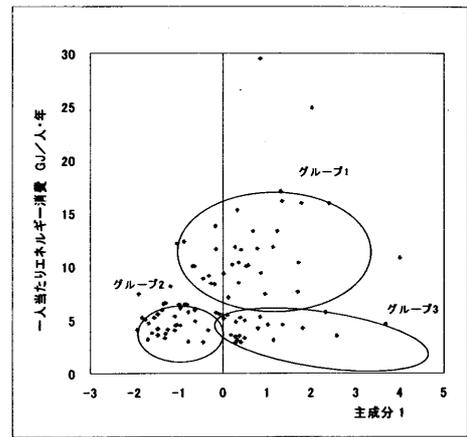


図13 長沙市電力消費量分布

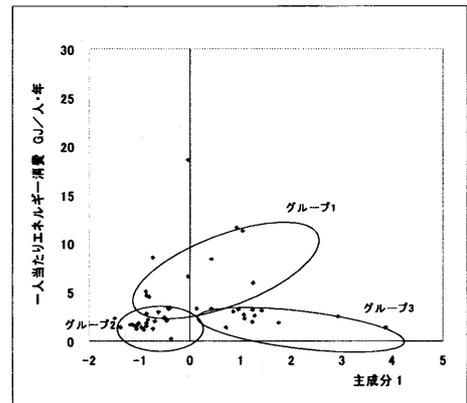


図14 洛陽市電力消費量分布

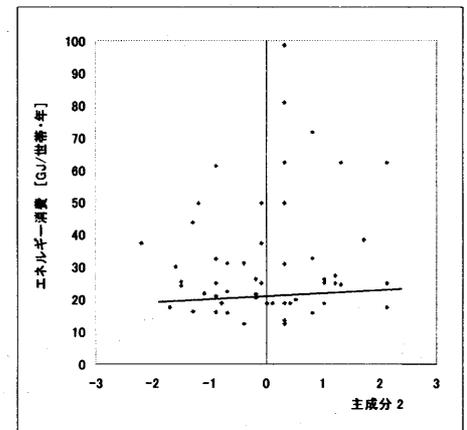


図15 長沙市ガス消費量分布

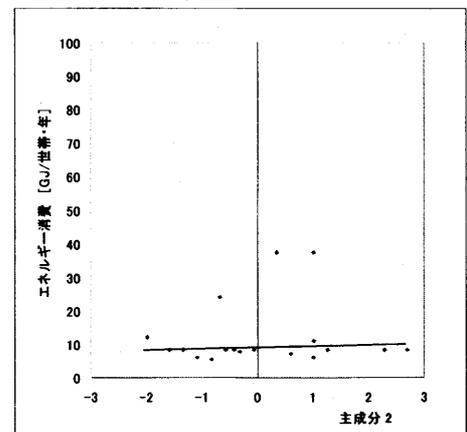


図16 洛陽市ガス消費量分布

ことが分かる。ただし、洛陽市のガス消費に関する有効回答数は19件と少なく、分析を行うのに十分な母数とは言えない。世帯当たり年間ガスエネルギー消費量は、長沙市20～30GJ/(世帯・年)程度で、洛陽市は10GJ/(世帯・年)以下である。

6. おわりに

本研究では、中国の都市住宅エネルギー消費の特徴を明らかにするために、中国の長沙市と洛陽市でアンケート調査を実施し、2つの都市の生活実態の解析と住宅エネルギー消費量の推定を行った。

結果として、以下の知見が得られた。

- (1) 長沙市、洛陽市いずれもエアコンの保有台数は1世帯に1台以上であり、高い。
- (2) 冷蔵庫、洗濯機などの電気製品についても高い普及率である。
- (3) 主成分分析を行い、電力消費の特徴によって調査世帯を3つのグループにわけた。住宅のエネルギー消費を抑えるためには、延べ床面積が80～110m²、年収がその地域の平均年収の2.5～5.0倍のグループ(浪費型家庭)に対し、省エネ対策を行うのが効果的である。
- (4) ガスの消費は長沙市が洛陽市のほぼ2倍である。洛陽市は水資源に乏しいため、生活用水には制限があり、入浴頻度が比較的少ないと考えられる。

参考文献

- 1) RUAN Yingjun, GAO Weijun, Toshiyuki WATANABE, et al. Research for energy consumption of residential building in China: a questionnaire survey on energy consumption in Changsha and Luoyang, Journal of Harbin Institute of Technology, Vol.14, Sup, pp.458-461, Jan.2007
- 2) 長沙市, 洛陽市の市政府のHP,
<http://www.changsha.gov.cn/>
<http://www.ly.gov.cn/>

(受理:平成19年6月7日)

注1. 2006-2010年の「第11期5カ年計画」。5カ年計画とは1953年から5年ごとに制定される、中国における5年間の経済発展計画であり、現在第11期を迎えている。

注2. 冬季集中供熱とは、中国東北部の都市に多く見られる冬季に地域暖房するシステムのことであり、地方によって料金システムが異なる。洛陽の場合、1m²当たり一日2.4円であり、住宅延べ床面積の92%に1m²当たりの料金を乗じて料金を計算する。

注3. 1級都市とは北京、上海、広州のような大都市、2級都市とは国家計画開発市、各省の中心都市である。

注4. 2001年から中国エアコンの大手企業らが市場シェアを確保するために販売価格を下げ、価格競争を始めた。