

# 서울시 주택의 규모와 종류, 건축연도별 특성이 에너지 소비량의 차이에 미치는 영향 실증 연구\*

## An Empirical Research on the Difference of Energy Consumption According to the Housing and Regional Characteristics of Seoul

안영수\*\* · 김기중\*\*\* · 이승일\*\*\*\*

An, Young-Soo · Kim, Ki-Jung · Lee, Seung-II

### Abstract

Domestic energy consumption is very high as 9th in the world and relies on import to 96% of total energy consumption. Import costs reach to 195 trillion won. So the government will consistently cut down the energy consumption of the building. Especially, consumption of household energy and commercial energy in Seoul has the most consumption weight that is 55.9% in Korea. Therefore, it is very important to reduce the energy of household part.

The purpose of this study is to explore the relation between the consumption of energy and the characteristics of housing and regional income in Seoul. According to the results of this empirical study, the difference of energy consumption was identified by the size of dwelling unit (electricity, water supply and district heating), the type of housing unit (city gas and district heating) and its construction year (electricity and district heating). In addition, the difference of energy consumption by the housing characteristic was remarkable for the lower income group. This study could be used to the basic information for a differentiated application by the dwelling characteristics.

키 워 드 ▪ 에너지소비, 주택 및 지역특성, 실증분석, 일원배치 분산분석

Keywords ▪ Energy Consumption, Housing & Regional Characteristics, Empirical Analysis, One-way Analysis of Variance

## I. 서 론

### 1. 연구배경 및 목적

지식경제부와 에너지관리공단의 우리나라 에너지 사용 현황 보고서(에너지절약 백서, 2012)에 따

르면 2009년을 기준으로 우리나라 에너지소비량은 세계 10위에 해당한다. 특히 전력 소비량은 세계 9위로 에너지의 소비가 매우 높은 나라임을 알 수 있다. 반면 에너지 수입의존도는 96%이고, 수입비용만 195조원에 이르고 있다. 인구는 감소하고 있지만, 에너지 소비는 크게 증가하고 있어서 에너지

\* 본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 중견연구자지원사업(No.2011-0028094)과 신진연구지원사업(미래창조과학부, NRF-2014R1A1A1A1005295)의 지원을 받아 수행되었습니다.

\*\* 서울시립대학교 도시공학과 연구교수(주저자: ysan@uos.ac.kr)

\*\*\* 서울시립대학교 석사과정(kimkj87@uos.ac.kr)

\*\*\*\* 서울시립대학교 정교수(교신저자, silee@uos.ac.kr)

소비 감량의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

정부에서도 건축물, 교통 등 다양한 분야에서의 에너지 소비 저감을 위한 노력들을 하고 있다. 특히 건축물에 있어서 '건축물의 에너지절약 설계기준', '건축물 에너지 효율등급 인증', '친환경주택 건설 기준 및 성능평가' 등의 제도를 통해 신축 건축물의 에너지 소비를 제한하고 있다. 서울시에서는 '녹색 건축물 설계기준 및 에너지 소비 총량제'를 시행하여 연면적 500㎡ 이상의 건축물의 건축허가 및 용도 변경 시 에너지절약계획서를 제출하도록 의무화하고 있다.

또한, 서울시는 가정과 상업에서의 에너지 소비가 전국과 비교하여 55.9%에 이른다(에너지경제연구원, 2010). 전국 에너지소비는 산업 부문이 59.4%이고 가정과 상업은 19.2%로 낮은 것과 비교하면, 서울시에서는 가정과 상업에서의 에너지 소비 감축이 더욱 필요하다. 이 중 서울시 건축물의 대부분을 차지하는 주거용 건물에 대한 에너지소비는 현재까지 주거용 건물의 면적을 기본 단위로 최종 에너지 소비원단위를 사용하고 있다(서현철 외, 2012). 하지만 주거용 건물의 경우, 물리적 형태에 따라 에너지 소비가 다르게 나타날 수 있다(Hitchcock, 1993; 노승철 외, 2013; 강창덕, 2011 등). 이는 신규로 건설되는 주택단지의 주택 규모, 종류 등의 특성에 따라서 건물 에너지의 총량 사용 제한이 그 특성에 맞게 다르게 적용되어야 함을 의미한다. 이를 위해서는 주택의 다양한 특성에 따라서 에너지 소비의 차이가 있는지에 대한 실증분석을 필요로 하지만 아직까지 국내에서 소비자의 생활양식 또는 소비특성에 대한 연구가 주로 이루어졌다(임기추 외, 2004; 이선영·정순희, 2009; 황은애, 2009; Hichun,P., 2013). 이는 에너지 소비에 대한 세부 데이터와 주택의 물리적 특성을 대표할 수 있는 소규모 공간단위의 주택 특성 데이터를 구득하는 것이 어렵기 때문이라 할 수 있다. 하지만

본 연구에서는 서울연구원의 집계구 단위의 주택통계 데이터를 제공받았으며, 이를 본 연구에 활용하였다.

따라서 본 연구의 목적은 주택의 규모와 종류, 건축연도를 기준으로 각 특성별로 에너지 소비량에 차이가 있음을 실증분석 하는 것이다. 이를 위해 집계구 단위로 집계된 서울시 주택통계자료(서울연구원, 2005)와 서울시 온실가스 인벤토리 자료(서울연구원, 2012)를 활용하였다. 연구의 시간적 범위와 공간적 범위는 데이터 구득이 가능한 2005년 서울시의 집계구(4,957개)단위로 하였다. 연구의 내용적 범위는 주택의 특성별로 집단을 구분하고, 각 집단별 단위면적당 에너지 사용량에 대해 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 실증분석 하는 것이다. 또한, 추정 소득분위를 기준으로 평균 소득분위가 높은 지역과 낮은 지역에서의 주택 특성별 에너지 소비의 차이를 확인하고자 하였다. 이를 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 시행하였다. 본 연구는 향후 지역별 에너지 저감 정책 수립 및 신규 주택단지 건설 시 에너지 소비 등급 상한제의 탄력적 운영을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 선행연구 검토

주택 또는 가구의 특성을 중심으로 에너지 소비에 대한 국내·외 연구를 검토하였다. 대부분의 국내·외 연구는 주로 사회·경제적인 요인을 중심으로 거주자의 일상생활이나 습관, 소득, 가구 구성원의 규모 등이 주거에너지 소비에 미치는 영향을 분석한 연구가 주로 진행되었다(서현철 외, 2012; 김진관 외, 2009; 강창덕, 2011 등).

하지만, Hitchcock(1993)은 사회적 요소뿐만 아니라 거주지의 물리적 구조에 따라 에너지의 효율성이 변하여 주거 에너지 소비에 영향을 미침을 제

시하였다. Ewing(2008)도 기술의 발달로 에너지 효율성이 증가함에도 1인당 주거에너지 소비는 지속적으로 증가하고 있음을 확인하였으며, 도시의 물리적 구조와 주거에너지 소비와의 관계를 분석하였다. 연구결과로 평형과 주택밀도, 건축연도 등에 따른 주거에너지의 소비 차이를 도출하였다. Baiocchi(2013)도 주택특성이 다른 지역별 에너지 소비가 차이가 있음을 도출하였다. 이상에서와 같이 국외에서는 사회적 요소뿐만 아니라 주택의 물리적 특성에 대한 에너지 소비에 대한 실증분석이 수행되었음을 확인하였다.

국내에서도 노승철 외(2013)는 전국 81개 시를 대상으로 지역별 에너지 소비의 차이가 있음을 도출하였다. 가구의 소득, 연령, 규모 외에도 신규주택의 비율과 아파트 거주 비율이 주거에너지의 사용에 직접적인 영향을 미침을 확인하였다. 하지만, 분석 단위가 '시' 단위로 되었으며, 신규주택의 비율과 아파트 거주 비율에 대한 대표성을 담보하는데 한계가 있다. 강창덕(2011)은 서울시 행정동을 기준으로 동별 전력과 도시가스 소비에 영향을 주는 요인 분석을 하였으나, 주택의 물리적인 특성보다는 사회·경제적인 특성에 따른 에너지 소비 영향 요인을 도출하였다. 서성원(1999)은 서울 및 인근 신도시를 대상으로 주거 형태를 단독, 다세대, 연립, 아파트로 구분하여 설문조사를 통해 주거용 건물의 에너지소비에 의한 이산화탄소배출특성을 연구하였다. 연구결과로 전용 면적이 큰 주택일수록 에너지 소비가 크게 나타남을 도출하였다. 서울연구원(2012)은 서울시 온실가스 저감을 위한 도시계획 실천전략을 연구하였다. 이 연구에서 서울시 에너지를 도시가스, 전기, 상수도, 지역난방으로 구분하였으며, 각 에너지원별 소비량을 지적단위로 조사하여 '서울시 온실가스 인벤토리'를 구축하였다. 서울연구원(2012)의 연구는 기존 에너지사용 현황이 행정구역 단위로 집계되어 활용되었던 단계를 지적단위

로 발전시킴으로써 다양한 공간단위 조합에 의한 분석을 가능하게 한 의미를 갖는다. 또한, 주택의 건축연도를 다양하게 구분하여 배출원단위 계수를 차등적으로 도출하였다.

이상에서와 같이 주택부분의 에너지 사용과 관련된 국내·외의 연구를 검토하여 국내에서 주택의 물리적 특성에 대한 실증분석의 필요성을 확인하였다. 또한, 주택의 물리적 특성을 중심으로 에너지 소비의 차이가 있음을 도출한 연구를 확인하였으나, 공간 단위가 너무 크거나(시 단위), 설문에 의한 조사 방법으로 실제적인 주택의 구조와 특성에 대한 반영이 미흡함을 확인하였다. 따라서 본 연구는 실제적인 주택의 특성과 에너지 소비량을 중심으로 통계조사 집계구 단위의 세밀한 데이터를 활용하고, 평균소득분위에 따라 주택특성별로 에너지 소비량의 차이가 있는지를 실증 분석하여 선행연구와의 차별성을 갖추고자 하였다.

## II. 분석 방법과 주택 특성 및 에너지 소비 기초통계

### 1. 분석 방법

변량분석(ANOVA: Analysis of Variance)은 20세기 초기 Sir Ronald A. Fisher에 의해 소개되었으며 가설검증에 기반을 둔 추리통계기법으로 지금까지 다양한 학문분야에서 가장 빈번하게 사용되는 평균비교 통계기법이다. 또한 변량분석은 선형모형으로서 독립변인의 차이로 인해 발생하는 종속변인 변화의 원인을 밝히는 통계적 방법이며, 지속적으로 다양한 학자들에 의해 이론적으로 체계가 잘 정립된 통계기법이다(정미미·엄한주, 2011). 여기서 독립변인의 수에 따라 일원(one-way), 이원(two-way), 삼원(three-way) 변량분석으로 구분된다(채구목, 2011).

표 1 주택특성 유형과 특성별 구분 기준  
Table 1. Classification Criteria

주택 특성 유형 Housing Characteristics	구분 기준 Classification Standards
주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	60㎡ ▼
	60㎡ ~165㎡
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	165㎡ ▲
	단독주택 Detached House
주택 건축연도별 특성 Characteristic of Constructed Year	다세대 또는 연립주택 Multiplex House or Row House
	아파트 Apartment
주택 건축연도별 특성 Characteristic of Constructed Year	1980 ▼
	1980 ~ 2000
	2000 ▲

본 연구는 주택의 물리적 특성을 하나의 독립변인으로 하여 각 에너지원별 소비량에 대한 차이를 분석하는 것으로 일원배치분산분석(one-way ANOVA) 방법을 선택하였다. 또한 두 집단의 차이에 대한 유의성 검정은 정규검정이나 t검정을 통해 가능하지만 본 연구에서는 각 주택의 특성유형을 3개로 구분하였으며, 이는 일원배치법을 이용한 분산분석이 효과적이라 할 수 있다(허수진, 2006).

주택의 특성은 통계청에서 5년 주기로 실시하는 인구총조사자료(2005)의 조사항목을 기초로 주택규모별, 주택종류별, 건축연도별 특성유형으로 구분하였으며, 각 특성별 에너지소비의 차이를 분석하였다. 주택규모별 특성은 60㎡ 이하, 60㎡~165㎡, 165㎡ 이상주2, 주택종류별 특성은 단독주택, 다세대와 연립주택, 아파트주3, 주택건축연도별 특성은 1980년 이전 건축, 1980년~2000년, 2000년 이후 건축으로 구분하였다. 여기서 해당 집계구의 각 주택특성유형별 비중이 가장 높은 유형을 대표특성으로 선택하여 특성을 부여하였다(표 1 참조).

주택의 에너지소비는 서울연구원(2012)이 구축한 서울시 온실가스 인벤토리 자료를 활용하였다. 서울시 온실가스 인벤토리는 서울시 지역별 전기, 도시가스, 상수도, 지역난방에 대한 총 소비량과 총 건축면적 데이터를 포함하고 있다. 본 연구는 각 에너지원별 총 사용량을 총 건축면적으로 나누어 단위면적당 에너지 사용량을 종속변인으로 활용하였다.

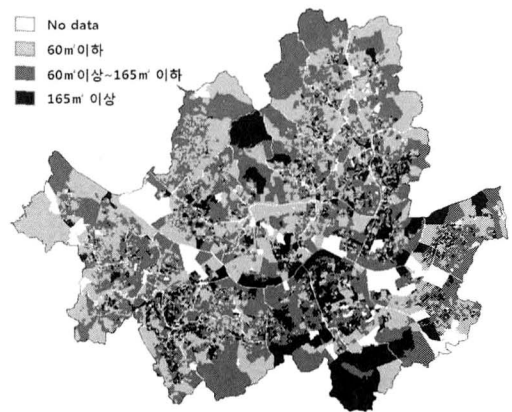


그림 1. 서울시 주택 규모별 현황  
Fig. 1. Characteristic of Housing Size in Seoul

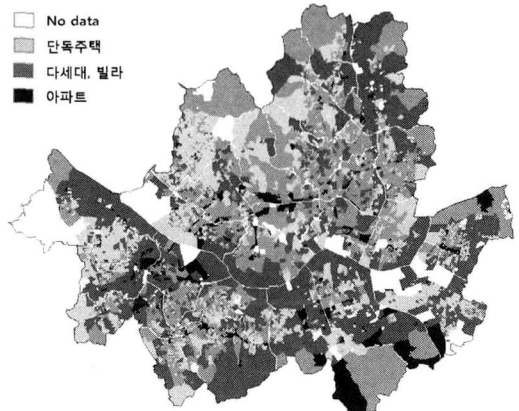


그림 2. 서울시 주택 종류별 현황  
Fig. 2. Characteristic of Housing Type in Seoul



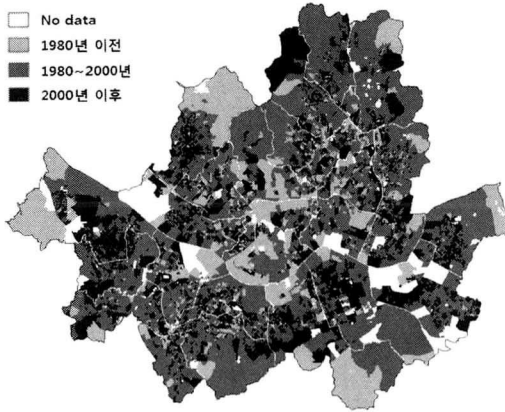


그림 3. 서울시 주택 건축연도별 현황  
Fig. 3. Characteristic of Constructed Year in Seoul

## 2. 주택특성별 현황과 에너지소비 기초통계 분석

서울시 주택특성별 현황에 대한 이해를 돕고자 GIS를 활용하여 도면으로 나타내면 <그림 1~3>과 같다. 주택규모별로 60㎡ 이하의 소규모 주택은 중구를 포함하여 도봉구, 강북구, 은평구 등의 강북지역을 중심으로 주로 집중되어있으며, 165㎡ 이상의 대형주택은 서초구와 강남구, 그리고 종로구의 평창동 일대에 집중되어있다. 주택종류별로는 다세대와 빌라가 서울시 전역에 걸쳐서 높았으며, 단독주택은 동대문구와 성북구, 중랑구 등에서, 아파트 주택은 강남구와 서초구, 영등포구 등에서 비중이 높았다. 주택 건축연도별 특성은 중구와 용산구의 1980년대 이전 주택건축물의 비중이 높았으며, 1980~2000년 사이에 건축된 주택은 도봉구와 노원구, 관악구 등에서, 2000년 이후 건축된 주택은 강서구와 서초구, 강남구, 강북구 등에서 비중이 높았다. 주택특성별 에너지소비에 대한 기초통계량은 <표2>와 같다. 주택규모별 특성에서 60㎡ 이하, 60~165㎡, 165㎡ 이상 주택에 포함되는 집계구의 수(N)는 각각 4,957,

3,473, 3,662개로 각 집단의 수가 고르게 구분되었으며, 주택의 종류별 구분도 각각 3,798, 3,307, 4,947개로 구분되었다. 건축연도별 특성은 1980년 이전 건물의 비중이 가장 높은 집계구의 수가 1,538개, 1980~2000년은 7,020개, 2,000년 이후는 3,494개로 1980~2000년 사이에 건축된 주택의 비중이 높은 집계구 집단이 다른 집단보다 많았다.

도시가스 부문은 주택규모가 작은 유형, 단독 주택 유형, 건축연도가 1980년 이전인 주택 유형의 비중이 높은 집계구에서 단위면적당 도시가스 소비가 높았으며, 표준편차의 수치도 컸다. 이는 특정 집계구가 아닌 다수의 집계구에서의 평균소비량이 높은 것이라 할 수 있으며, 다세대와 빌라, 아파트에 비해 상대적으로 단열이 약하여 냉난방에 대한 에너지 소모가 많은 것을 알 수 있다. 전력부문에서도 도시가스와 동일한 통계 결과가 나왔다.

상수도 사용량은 주택규모가 작은 유형, 아파트 유형, 1980~2000년에 건축된 주택에서의 평균 소비량이 높았으며, 도시가스와 전력과 마찬가지로 평균 사용량이 높은 유형에서의 표준편차 값이 컸다. 지역난방 부분에서는 주택 규모가 작은 유형, 아파트 주택, 건축연도가 1980년 이전인 주택에서의 평균 소비량과 소비량의 표준편차가 높았다. 이는 지역난방의 경우 아파트 주택종류를 중심으로 건설되는 특성이 반영된 것이라 할 수 있다.

## III. 주택특성별 에너지 소비 차이 분석 결과

주택규모별, 주택종류별, 주택건축연도별 유형을 독립변인으로 하고 각 에너지원별 단위면적당 평균 사용량을 종속변인으로 설정하여 일원배치분산분석을 수행하였다. 분석결과는 아래의 <표 3~5>과 같으며, 유의수준은 5% 이내로 설정하였다.

유의수준 5%에서 집단 간 자유도(df1)는 3집단을 기준으로 하였으므로 2(n-1)이며, 집단 내 자유

표 2 주택특성별 에너지 사용 기초통계량 Table 2. Descriptive Statistics

주택 특성구분 Division of Housing Characteristics 에너지 사용 구분 Division of Energy Consumption	주택 규모 Housing Size				주택 종류 Housing Type				주택 건축연도 Constructed Year			
	60m <sup>2</sup> ▼	60 ~ 165m <sup>2</sup>	165m <sup>2</sup> ▲	전체 Total	단독 Detached Housing	다세대, 빌라 multiplex house, Row house	아파트 Apartment	전체 Total	1980 ▼	1980 ~ 2000	2000 ▲	전체 Total
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	<i>N</i> 4,957	3,473	3,622	12,052	3,798	3,307	4,947	12,052	1,538	7,020	3,494	12,052
<i>μ</i>	16.97	14.58	11.85	14.74	18.65	17.25	10.07	14.74	21.54	13.27	14.70	14.74
<i>σ</i>	207.96	96.21	17.26	143.34	229.94	34.88	92.85	143.34	361.07	39.01	102.14	143.34
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	<i>N</i> 4,957	3,473	3,622	12,052	3,798	3,307	4,947	12,052	1,538	7,020	3,494	12,052
<i>μ</i>	118.55	60.26	70.40	87.28	98.99	78.13	84.42	87.29	160.69	81.23	67.14	87.29
<i>σ</i>	1252.16	111.15	344.12	827.43	1227.51	43.92	714.09	827.43	1931.56	554.48	315.71	827.43
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	<i>N</i> 4,957	3,473	3,622	12,052	3,798	3,307	4,947	12,052	1,538	7,020	3,494	12,052
<i>μ</i>	8.08	4.11	3.36	5.52	4.81	4.89	6.48	5.52	6.41	6.42	4.19	5.52
<i>σ</i>	136.83	17.66	9.71	88.45	20.48	13.83	136.42	89.45	29.85	113.89	23.00	88.45
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	<i>N</i> 4,957	3,473	3,622	12,052	3,798	3,307	4,947	12,052	1,538	7,020	3,494	12,052
<i>μ</i>	0.036	0.011	0.08	0.020	0.010	0.000	0.041	0.020	0.041	0.021	0.009	0.020
<i>σ</i>	0.607	0.305	0.098	0.426	0.405	0.002	0.562	0.426	0.769	0.395	0.262	0.426

*N*: 총 집계구수 Total Census Area, *μ*: 평균 Average, *σ*: 표준편차 Standard Deviation

도(df2)는 표본이 12,049로 120개를 넘으므로 ∞ 이다. 따라서 F-pro. 값은 2.99이며, 아래 분석 결과에서의 F-ratio 값이 유의수준 5%내에서 2.99값 보다 클 경우 각 주택의 특성이 에너지원별 소비량의 차이에 영향을 준다고 할 수 있다. 또한 분산분석결과와 함께 각 주택특성에 속한 집단 간의 분류(Homogeneous Subsets) 결과와 사후검증(Multiple Comparisons)을 하였으며, 이는 표의 분량이 많으

므로 부록으로 첨부하여 해석하였다.

### 1. 주택규모별 에너지소비량 차이

주택규모별 차이를 독립변인으로 하고 각 에너지원별 단위면적당 평균 사용량을 종속변인으로 하여 일원배치 분산분석 하였다. 분석 결과는 <표 3>과 같다.

표 3 주택규모별 에너지 소비량 차이 분산분석 결과  
Table 3. Result of one-way ANOVA (Housing Size)

에너지사용구분 Division of Energy consumption		Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	55,032.196	2	27,516.098	1.339	.262
	집단내차이 Residual	2,475	12,049	20,544.706		
	전체 Total	2,476	12,051			
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	8416,307.692	2	4,208,153.846	6.152	.002
	집단내차이 Residual	8,242	12,049	684,053.596		
	전체 Total	8,251	12,051			
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	56,204.591	2	28,102.295	3.594	.028
	집단내차이 Residual	94218,638.045	12,049	7,819.623		
	전체 Total	94274,842.636	12,051			
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	2,100	2	1,050	5.787	.003
	집단내차이 Residual	2,186.234	12,049	.181		
	전체 Total	2,188.334	12,051			

도시가스 부문은 유의수준 5%를 초과하고, F-ratio 값이 1.339로 주택규모별 차이가 도시가스 에너지 소비 차이에 영향을 준다고 할 수 없다. 하지만, 전력과 상수도, 지역난방 부문은 모두 유의수준 5%를 만족하며, F-ratio 값이 2.99를 넘으므로 각 집단의 단위면적당 도시가스 사용량이 차이가 있다고 할 수 있다.

또한, 집단간 분류 결과(부록 표 1 참조) 도시가스 부문에서는 주택규모에 상관없이 모두 동일하며, 전력 부문과 지역난방 부문에서는 60m<sup>2</sup>이하의 주택 규모 집단과 60-165m<sup>2</sup>의 주택규모 집단이 동일한 집단으로 분류되었고 165m<sup>2</sup> 이상의 주택규모 집단은

다른 집단으로 분류되었다. 상수도 부문은 165 m<sup>2</sup> 이상 규모의 집단과 60m<sup>2</sup> 이하의 집단은 각각 다른 집단으로 분류가 되었으나, 60-165m<sup>2</sup>의 주택 규모 집단의 경우 분류가 되지 않았다. 이러한 결과는 사후검증 결과(부록 표 2 참조)와 같음을 알 수 있다.

## 2. 주택종류별 에너지소비량 차이

주택종류별 분산분석 결과는 <표 4>와 같다. 도시가스와 지역난방 부문은 유의수준 5%에서 각 F-ratio 값이 4.552, 10.848로 2.99를 넘으므로 주

표 4. 주택종류별 에너지 소비량 차이 분산분석 결과  
Table 4. Result of one-way ANOVA (Housing Type)

에너지사용구분 Division of Energy consumption		Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	186,955.157	2	93,477.578	4.552	.011
	집단내차이 Residual	2,474	12,049	20,533.757		
	전체 Total	2,476	12,051			
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	838,588.563	2	419,294.281	.612	.542
	집단내차이 Residual	8,250	12,049	684,682.504		
	전체 Total	8,251	12,051			
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	7,727.012	2	3,863.506	.494	.610
	집단내차이 Residual	94,267,115.624	12,049	7,823.646		
	전체 Total	94,274,842.636	12,051			
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	3.933	2	1.967	10.848	.000
	집단내차이 Residual	2,184.400	12,049	.181		
	전체 Total	2,188.334	12,051			

택종 류가 도시가스와 지역난방의 단위면적당 사용량의 차이에 영향을 미친다고 할 수 있다. 특히 지역난방의 경우 F-ratio값이 매우 높음으로 주택종류에 따른 지역난방 사용량의 차이가 매우 큰 것을 알 수 있다. 이는 지역난방의 경우 대규모 아파트 단지를 중심으로 공급되기 때문에 나타나는 결과라 할 수 있다. 반면, 주택의 종류가 전력과 상수도 사용량의 차이에 있어서는 영향을 미치지 않았다. 이는 단독이나 다세대, 빌라, 아파트에서의 단위면적당 전력과 상수도 사용량은 각각 차이가 없음을 알 수 있다.

집단간 분류결과(부록 표 3 참조), 도시가스 부

문은 아파트와 단독주택이 각각 다른 집단으로 분류되었으나, 다세대와 빌라 주택의 비중이 높은 집계구 집단은 분류가 되지 않았다. 또한, 지역난방부문은 다세대, 빌라와 아파트가 하나의 집단으로 분류되었으며, 단독주택은 다른 집단으로 분류되었다. 전력과 상수도는 모두 같은 집단으로 분류되었으며, 사후검증 결과(부록 표 4)도 동일하였다.

### 3. 주택 건축연도별 에너지소비량 차이

주택 건축연도별 구분이 각 에너지소비량의 차이에 미치는 영향 분석 결과는 <표 5>와 같다. 분석

표 5. 주택건축연도별 에너지 소비량 차이 분산분석 결과  
Table 5. Result of One-Way ANOVA (Constructed Year)

에너지사용구분 Division of Energy consumption		Sum of Squares	df	Mean Square	F-ratio	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	86,265.529	2	43,132.765	2.100	.123
	집단내차이 Residual	2.475	12,049	20,542.114		
	전체 Total	2.476	12,051			
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	9,963,152.883	2	4981,576.442	7.284	.001
	집단내차이 Residual	8.241	12,049	683,925.216		
	전체 Total	8.251	12,051			
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	13,758.540	2	6,879.270	.879	.415
	집단내차이 Residual	94,261,084.096	12,049	7,823.146		
	전체 Total	94,274,842.636	12,051			
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	집단간차이 Regression	1.132	2	.566	3.117	.044
	집단내차이 Residual	2,187.202	12,049	.182		
	전체 Total	2,188.334	12,051			

결과 전력과 지역난방의 단위면적당 에너지 사용량에 대한 F-ratio 값이 각각 7.284, 3.117로 2.99보다 크므로 사용량의 차이에 영향을 미쳤다고 할 수 있다. 특히 전력부분에서의 F-ratio값이 7.284로 높았으며, 이는 주택의 건축연도의 구분에 따라 단위면적당 전력사용량의 차이가 크음을 알 수 있다. 반면, 도시가스와 상수도 사용량은 주택 건축연도의 구분이 차이를 나타내지 않았다.

집단간 분류결과(부록 표 5 참조), 지역난방에서 1980~2000년, 2000년 이후에 건축된 주택의 비중이 높은 집계구는 동일한 집단으로 분류되었으며, 1980년 이전은 다른 집단으로 분류되었다.

도시가스는 1980년 이전과 2000년 이후가 각각 다른 집단으로 분류되었으나, 1980~2000년에 건축된 주택의 비중이 높은 집계구는 분류되지 않았다. 전력과 상수도 사용량에 대해서는 모두 하나의 집단으로 분류되었다.

#### 4. 평균소득분위 그룹별 에너지소비 차이

주택의 규모와 종류, 건축연도별 특성이 동일하더라도 주택의 에너지 소비에 미치는 영향요인 중 가구의 소득은 매우 관련성이 높은 변수이다(김봉진 외, 1992; 노승철 외, 2013). 추정된 서울시의

표 6. 평균소득분위에 따른 주택특성별 에너지 소비량 차이 분산분석 결과  
Table 6. Result of One-Way ANOVA (Income Group)

구 분 Division		주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size				주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type				주택 건축연도별 특성 Characteristic of Constructed Year			
지역 구분 Division of Area	집단간 차이 Regression	도시 가스 Gas	전력 Electricity	상수도 Water	지역난방 District Heating	도시 가스 Gas	전력 Electricity	상수도 Water	지역난방 District Heating	도시 가스 Gas	전력 Electricity	상수도 Water	지역난방 District Heating
상위 10% 그룹 (1) Top 10%	F-ratio	2634	1498	3476	2594	3.227	1.038	.234	.554	.140	2.147	.241	1.700
	Sig.	.072	.224	.031	.075	.040	.354	.791	.575	.870	.117	.786	.183
하위 10% 그룹 (2) Under 10%	F-ratio	.148	.133	2.010	.848	6.662	3.940	2.341	1.452	1.684	4.705	1.452	.414
	Sig.	.862	.876	.134	.428	.001	.020	.097	.235	.186	.009	.234	.661

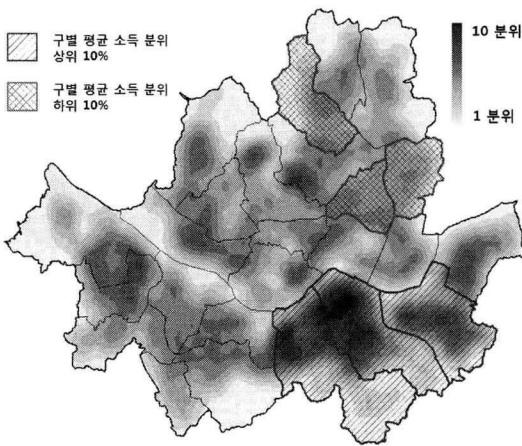


그림 4. 서울시 소득분위별 분포도 (2005년 기준)  
Fig. 4. Distribution Chart of Income Group in Seoul

소득분위자료주4를 기준으로 구별 평균소득분위를 산출하였다

다(그림4 참조). 각 구별 평균소득분위 중상위 10%와 하위 10%의 구를 선택하여, 각 집단에서의 주택 특성별로 에너지소비의 차이에 미치는 영향을 분석하였다. 구별 평균소득분위의 상위 10%는 강남구와 서초구, 송파구(그룹1) 순서였으며, 하위 10%는 동대문구, 강북구, 중랑구(그룹2) 순서였다.

평균소득분위를 기준으로 구분 된 그룹1과 2에서의 주택특성별 분산분석결과는 <표 6>과 같다.

주택규모별 특성 중 그룹 1에서는 상수도가 유의수준 5%에서 F-ratio값이 3.476으로 유의미한 차이가 있었으며, 그룹 2에서는 모든 에너지의 소비량의 차이가 없었다.

하지만, 그룹 1의 상수도의 집단간 분류(부록 표 7 참조)에서는 동일한 집단으로 분류되었으며, 이는 소득분위가 높은 구에서의 주택규모별 차이가 상수도 에너지 소비량 차이에 유의미하기는 하나, 큰 차이는 없는 것을 알 수 있다.

주택종류별 특성에서는 그룹 1에서는 도시가스 소비량의 차이가 있었다. 하지만, 그룹 1에서의 주택 종류별 도시가스 소비량의 차이는 주택규모별 특성과 마찬가지로 큰 차이는 없었다(부록 표 8 참조). 반면, 그룹 2에서는 전력과 도시가스 에너지의 소비량 차이가 있었으며, 특히 도시가스 소비량의 차이에 대한 F-ratio 값이 6.662로 크게 나타났다. 이는 소득분위가 높은 그룹에서 주택종류에 상관없이 에너지소비가 이루어지지만, 소득 분위가 낮은 그룹에서는 주요 에너지 소비원인 전력과 도시가스 에너지의 소비량의 차이가 큰 것을 알 수 있다. 집

단간 분류와 사후검증에서도 동일한 결과가 나왔다.

주택의 건축연도특성에서도 그룹1에서는 에너지 원별 소비량의 차이가 모두 유의미하지 않았다. 반면, 그룹2에서는 전력의 소비량 차이에 대한 F-ratio 값이 4.705로 높았다. 이는 주택종류와 마찬가지로 평균소득분위가 낮은 그룹에서 전기 에너지의 소비량 차이가 있는 것을 알 수 있다. 그 외 집단간 분류 결과는 <부록 표 9-12>와 같다.

#### IV. 결론 : 연구의 요약과 시사점

본 연구는 주택의 규모, 종류, 건축연도를 기준으로 특성을 구분하여, 각 특성별 유형이 단위면적당 에너지 사용량(도시가스, 전력, 상수도, 지역난방)의 차이에 영향을 미치는지를 실증분석 하였다. 이를 위해 2005년 인구총조사 집계구 단위의 주택통계자료를 활용하여 독립변인인 집계구별 주택 특성을 도출하였으며, 도출된 특성을 각각 3개의 집단으로 구분하였다. 또한 종속변인으로 서울시 온실가스 인벤토리의 지적별 에너지 사용량 데이터를 활용하였으며, 독립변인과 동일한 공간단위인 집계구 단위의 2005년 도시가스, 전력, 상수도, 지역난방 사용량 데이터를 활용하였다. 일원배치 분산분석으로 각 주택 특성별 에너지 사용 차이의 유무를 도출하였으며 또한, 서울시 행정구의 평균 소득분위를 기준으로 상위 10%와 하위 10%구에서의 주택특성별 에너지 소비량의 차이를 분석하였다.

분석 결과, 주택규모별 특성에서는 도시가스를 제외하고 전력과 상수도, 지역난방의 에너지 사용량이 주택규모별로 차이가 있었다. 주택의 종류와 건축연도 특성과 비교했을 때 가장 많은 에너지의 사용량이 차이를 나타내는 것으로, 이는 주택의 에너지 사용량이 규모에 따라서 차이가 남을 알 수 있다. 이는 선행연구에서 검토한 서성원(1999)과 동일한 결과라 할 수 있다.

주택종류별 특성에서는 도시가스와 지역난방의 에너지 사용량이 차이가 있었으며, 전력과 상수도는 유의미하지 않았다. 이는 상대적으로 아파트 주택이 도시가스 보급이 잘되어있고 지역난방이 가능한 주택 특성에서 도출된 결과라 할 수 있다. 이는 노승철 외(2013)의 연구 결과와 동일 하지만, 분석단위가 집계구로 세분화되고 에너지원 중 도시가스와 지역난방만이 차이가 있음을 도출한 특성을 갖는다.

주택건축 연도별 특성에서는 전력과 지역난방이 유의미하였으며, 도시가스와 상수도의 에너지 사용량은 각 집단별 차이가 유의미하지 않았다. 이는 신규로 건축되는 주거용 건물에서의 도시가스와 상수도에 대한 에너지 효율은 동일하며, 전력과 지역난방 에너지의 효율이 높아졌음을 의미한다. 또한 이는 서울연구원(2012)의 연구에서 건축연도별 배출원단위를 다르게 적용한 것과 동일한 연구결과이며, 이에 대한 실증연구결과라 할 수 있다.

평균소득분위를 기준으로 소득분위가 높은 그룹(1)과 낮은 그룹(2)의 주택 특성별 에너지 소비량의 차이분석 결과는 각각 다르게 나타났다. 평균소득분위가 높은 그룹(1)은 주택의 규모와 종류에 따라서 상수도와 도시가스 에너지 소비량이 차이가 있었으나, 그 효과는 작았다. 하지만, 평균소득이 낮은 그룹은 주택의 종류와 건축연도에 따라서 전기와 도시가스의 소비량 차이가 크게 나타났다. 이는 노승철 외(2013)의 연구에서 가구의 소득요인은 주거에너지의 직접적인 소비요인으로 도출된 연구결과와 동일하다.

이 연구의 결과는 주택의 물리적 특성에 따라서 에너지원별 단위면적당 소비량의 차이가 있으며, 또한 평균소득 분위가 다른 지역별로도 차이가 있음을 확인한 실증연구로, 향후 신규로 건설되는 주택의 특성에 따라서 에너지 소비량에 대한 평가가 다르게 적용될 수 있어야 함을 반증한다. 특히, 녹색건축물의 에너지 소비 총량제를 시행하는 서울시



서 다양한 주택 특성에 따라서 에너지원별 소비 총량을 차등적으로 적용해야 함에 있어서 기초자료가 될 수 있다.

하지만 본 연구는 주택의 특징을 규모와 종류, 건축연도뿐만 아니라 구분한 한계를 갖는다. 주택의 물리적 특징은 향과 단열재 등 다양한 특징에 따라서도 단위면적당 에너지원별 사용량이 다르게 나타날 수 있으므로 이에 대한 향후 연구가 필요하다. 또한, 선행연구에서 검토한 Baiocchi(2013)의 연구에는 지역별로 에너지소비의 차이가 있음을 확인하였으나, 본 연구에서는 지역적 특징을 반영하지 못하였다. 특히 소득분위가 높은 지역과 낮은 지역에서의 주택 특성이 에너지 소비량의 차이가 있을 것으로 예상되며, 이에 대한 향후연구가 필요하다. 또한, 본 연구에서 주택의 특성에 따른 각 집단 간의 차이가 있음을 확인하였으므로, 향후 연구에서는 각 주택의 특성이 에너지 소비에 미치는 영향의 정도를 분석하는 것이 필요하며, 이는 주택의 에너지 사용량을 예측하고 모니터링 함에 있어서 활용 가능할 것으로 기대된다.

주1 서울연구원(2012)은 서울시의 “온실가스 적마을 위한 도시계획 실천전략 연구” 학술연구과제를 수행하였으며, 과제 결과 중 하나로 ‘서울시 온실가스 인벤토리’를 구축하였다. ‘서울시 온실가스 인벤토리’는 건축물의 연면적, 용도, 층수 등을 포함하는 기초데이터와 전기/도시가스/지역난방/상수도의 월별 사용량이 연결된 정보를 포함한다. 본 연구자는 해당 과제의 후속 연구과제를 수행 중에 있으며, 위 연구과제의 결과를 사용하였다.

주2 인구총조사 조사목록에서는 20㎡이하, 20-40㎡이하, 40-60㎡이하, 60-85㎡이하, 85-100㎡이하, 100-130㎡이하, 130-165㎡이하, 165-230㎡이하, 230㎡이상의 총 9단계로 구분하고 있다. 본 연구에서는 연구의 편의를 위해 구분단계를 3단계씩 묶어서 상/중/하의 3단계로 재분류하였다.

주3 마찬가지로 주택유형에 대한 조사목록에서는 단독, 다세대, 연립, 아파트뿐만 아니라 영업용 건물과 주택이외 건물 유형이 포함되어 있으나, 본 연구에 목적과 부합하지 않는 영업용 건물과 주택이외의 건물은 제외하고 재분류 하였다.

주4 ㈜비즈지아이에스(<http://www.biz-gis.com/>)에서는 공동주택과 오피스텔의 공시지가, 표준지공시지가를 이용한 토지가격, 그리고 전/월세 비율 등을 기준으로 추정된 소득분위를 격자형(100m)의 중심점 데이터로 제공(2005년 기준)하고 있으며, 이를 준용하여 활용하였다.

인용문헌

References

1. 강창덕, 2011. “공간계량모형에 의한 서울시 에너지 소비 분석과 정책과제”, 『서울도시연구』, 12(4): 1-22.  
Kang, C., 2011, “Analysis on Energy Consumption and Its Policy Implication in Seoul with Spatial Econometrics”, *Seoul Studies*, 12(4):1-22
2. 김봉진, 정창봉, 1992. “최근의 가정에너지 소비구조와 이용행태”. 『정책연구자료』, 1: 1-76.  
Kim, B., Jung, C., 1992, “Recent Energy Consumption Structure of Household and Users Behavior”, *Policy Working Paper*, 1:1-76
3. 노승철·이희연, 2013. “가구 부문의 주거·교통 에너지 소비구조 분석에 관한 연구”, 『지역연구』, 29(2): 47-67.  
Noh, S., Lee, H., 2013. “Analysis of the Residential·Transportation Energy Consumption Structure of the Household Sector”, *Journal of the KRSA*, 29(2):47-67
4. 서성원·황용우, 1999. “주거용 건물의 에너지소비에 의한 이산화탄소 배출특성 : 서울 및 인근 신도시를 중심으로” 『대한환경공학회』, 21(2):213-233  
Seo, S., Hwang, Y., 1999. “Characterization of Carbon Dioxide Emission due to Energy Consumption in Residential Building”, *Journal of KSEE*, 21(2):213-223
5. 서울특별시, 2012. 온실가스 저감을 위한 도시계획 실천전략 연구, 서울.  
Seoul City Hall, 2012. *A Study on Practical Strategy for Urban Planning to Reduce Greenhouse Gas.*, Seoul.
6. 서현철·홍원화·남경목 2012, “거주자 구성유형 및

- 소득수준에 따른 주거용 건물 내 전력소비성향”, 「한국주거학회」, 23(6): 31-38.
- Seo, H., Hong, W., Nam, G., 2012, “Characteristics of Electric-Power Use in Residential Building by Family Composition and Their Income Level”. *Journal of the Korean Housing Association*, 23(6): 31-38.
7. 임기추·강윤영·정창봉·권태규, 2004, “생활양식이 가정부문 에너지 소비에 미치는 영향 분석”, 서울: 한국정책연구원 연구보고서.
- Lim, K, Kang, Y., Jung, C., Kwon, T., 2004, An Analyze How the Various Factors in Life Styles Affect the Residential Energy Consumption, Seoul: Working paper of the Korea Policy Institute.
8. 이선영·정순희, 2004. “소비자의 에너지 역량 관련 변수에 대한 연구”, 「소비자정책교육연구」, 5(1): 85-97.
- Lee, S., Joung, S., 2004, “An Study on Factors of Consumer’s Energy Capability”, *Consumer Policy and Education Review*, 5(1):85-97.
9. 정미미·엄한주, 2011. “Two-way ANOVA 분석절차 및 사후검증방법의 이해” 「한국체육측정평가학회」, 13(2):1-15
- Jung, M., Eom, H., 2011, “Understanding and Interpretation of Interaction Effects in Mutli-factor ANOVA Designs”, *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*, 13(2):1-15.
10. 채구묵, 2011. 사회과학 통계분석, 서울: 양서원.
- Chai, G., 2011. *Statistics in Social Sciences*, Seoul: YSWPUB.
11. 황은애, 2005. “지속가능한 에너지소비 실천정보 현황분석 연구”, 「소비자정책교육연구」, 5(4):85-109.
- Hwang, E., 2009, “Study on Analyzing Information for Practicing Sustainable Energy Consumption”, *Consumer Policy and Education Review*, 5(4):85-109.
12. 에너지관리공단, 2012. 에너지절약 백서, 서울.
- Korea Energy Management Corporation, 2012. *Energy Saving White Paper*, Seoul.
13. 통계청, 2005. 한국총인구조사, 서울.
- Statistics Korea, 2005. *Population Census*, Seoul.
14. <http://www.kesis.net>
15. 허수진, 2006. “분산분석(ANOVA)”, 「고시연구」, 33(10):329-331.
- Heo, S., 2006, “Analysis of Variance”, *Examination Studies*, 33(10):329-331.
16. Baiocchi, G., Minx, J., and Hubacek, K., 2010, “The Impact of Social Factors and Consumer Behavior on Carbon Dioxide Emissions in the United Kingdom”, *Journal of Industrial Ecology*, 14(1): 50-72.
17. Ewing, R. and Rong, F., 2008. “The Impact of Urban Form on U.S. Residential Energy Use”, *Housing Policy Debate*, 19(1): 1-30.
18. Hitchcock, G., 1993, “An Integrated Framework for Energy Use and Behaviour in the Domestic Sector”, *Energy and Building*, 20: 151-157.
19. Hichun, P., 2013, “Energy requirement of Korean households from 1995 to 2010: An input-output analysis-”, *Environmental and Resource Economics Review*, 22(3): 547-580.

논문투고 2014-02-05  
 심사완료 2014-03-28  
 수정일 2014-04-29  
 게재확정일 2014-03-28  
 최종본접수 2014-04-29

<부록 표 1> 주택규모별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	3,622	11.851		60m <sup>2</sup> ▼	3,622	70.398	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	3,473	14.575		60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	3,473	60.260	
165m <sup>2</sup> ▲	4,957	16.973		165m <sup>2</sup> ▲	4,957		118.554
Sig.			.254	Sig.		.850	1.000

단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	3,622	3.359		60m <sup>2</sup> ▼	3,622	.0075	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	3,473	4.111	4.111	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	3,473	.0108	
165m <sup>2</sup> ▲	4,957		8.076	165m <sup>2</sup> ▲	4,957		.0359
Sig.			.925	Sig.		.937	1.000

<부록 표 2> 주택규모별 특성 분산분석 결과의 사후검증(Multiple Comparisons)

Dependent Variable	주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	주택 규모별 특성 Characteristic of Housing Size	Mean Difference	Std. Error	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	60m <sup>2</sup> ▼	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	2.3978	3.1717	.730
		165m <sup>2</sup> ▲	5.1215	3.1331	.231
	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> ▼	-2.3978	3.1717	.730
		165m <sup>2</sup> ▲	2.7236	3.4040	.703
		60m <sup>2</sup> ▼	-5.1215	3.1331	.231
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	60m <sup>2</sup> ▼	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	58.2945	18.3019	.004***
		165m <sup>2</sup> ▲	48.1567	18.0792	.021**
	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> ▼	-58.2945	18.3019	.004***
		165m <sup>2</sup> ▲	-10.1377	19.6424	.863
		60m <sup>2</sup> ▼	-48.1567	18.0792	.021**
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	60m <sup>2</sup> ▼	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	3.9652	1.9567	.106
		165m <sup>2</sup> ▲	4.7175	1.9329	.039**
	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> ▼	-3.9652	1.9567	.106
		165m <sup>2</sup> ▲	.7522	2.1001	.932
		60m <sup>2</sup> ▼	-4.7175	1.9329	.039**
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	60m <sup>2</sup> ▼	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	.02500	.00942	.022**
		165m <sup>2</sup> ▲	.02832	.00931	.007**
	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> ▼	-.02500	.00942	.022**
		165m <sup>2</sup> ▲	.00331	.01011	.943
		60m <sup>2</sup> ▼	-.02832	.00931	.007***
165m <sup>2</sup> ▲	60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	-.00331	.01011	.943	

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01

<부록 표 3> 주택종류별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1				1	2
단독주택 Detached House	4,947	10.066		단독주택 Detached House	4,947	84.416	
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	3,307	17.247	17.247	다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	3,307	78.125	
아파트 Apartment	3,798		18.652	아파트 Apartment	3,798	98.991	
Sig.		.069	.902	Sig.		.505	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택종류별특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
단독주택 Detached House	4,947	6.475		단독주택 Detached House	4,947		.41329
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	3,307	4.893		다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	3,307	.000041	
아파트 Apartment	3,798	4.809		아파트 Apartment	3,798	.010180	
Sig.		.683		Sig.		.544	1.000

<부록 표 4> 주택종류별 특성 분산분석 결과의 사후검증(Multiple Comparisons)

Dependent Variable	주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	Mean Difference	Std. Error	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	단독주택 Detached House	다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	1.4041	3.4081	.911
		아파트 Apartment	8.5851	3.0914	.015**
	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	단독주택 Detached House	-1.4041	3.4081	.911
		아파트 Apartment	7.1809	3.2186	.066*
	아파트 Apartment	단독주택 Detached House	-8.5851	3.0914	.015**
		다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	-7.1809	3.2186	.066*
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	단독주택 Detached House	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	20.8654	19.6803	.539
		아파트 Apartment	14.5743	17.8515	.693
	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	단독주택 Detached House	-20.8654	19.6803	.539
		아파트 Apartment	-6.2910	18.5861	.939
	아파트 Apartment	단독주택 Detached House	-14.5743	17.8515	.693
		다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	6.2910	18.5861	.939

단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	단독주택 Detached House	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	-.0833	2.1037	.999
		아파트 Apartment	-1.6652	1.9082	.658
	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	단독주택 Detached House	.0833	2.1037	.999
		아파트 Apartment	-1.5818	1.9867	.705
	아파트 Apartment	단독주택 Detached House	1.6652	1.9082	.658
		다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	1.5818	1.9867	.705
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	단독주택 Detached House	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	.0101	.0101	.576
		아파트 Apartment	-.03114	.0091	.002***
	다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	단독주택 Detached House	-.01013	.0101	.576
		아파트 Apartment	-.04128	.0095	.000***
	아파트 Apartment	단독주택 Detached House	.03114	.0091	.002***
		다세대, 연립주택 Multiplex, Row house	.0412	.0095	.000***

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01

<부록 표 5> 주택건축연도별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	4,947	10.066		1980 ▼	4,947	84.416	
1980~2000	3,307	17.247	17.247	1980~2000	3,307	78.125	
2000 ▲	3,798		18.652	2000 ▲	3,798	98.991	
Sig.		.069	.902	Sig.		.505	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	4,947	6.475		1980 ▼	4,947		.413
1980~2000	3,307	4.893		1980~2000	3,307	.00004	
2000 ▲	3,798	4.809		2000 ▲	3,798	.01018	
Sig.		.683		Sig.		.544	1.00

<부록 표 6> 주택건축연도별 특성 분산분석 결과의 사후검증(Multiple Comparisons)

Dependent Variable	주택 건축연도별 특성 Characteristic of Constructed Year	주택 건축연도별 특성 Characteristic of Constructed Year	Mean Difference	Std. Error	Sig.
단위면적당 도시가스 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Gas Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	1980 ▼	1980~2000	8.2687	4.0352	.101
		2000 ▲	6.8426	4.3858	.263
	1980~2000	1980 ▼	-8.2687	4.0352	.101
		2000 ▲	-1.4261	2.9674	.880
	2000 ▲	1980 ▼	-6.8426	4.3858	.263
		1980~2000	1.4261	2.9674	.880
단위면적당 전력 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> ) Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )	1980 ▼	1980~2000	79.4617	23.2833	.002***
		2000 ▲	93.5535	25.3067	.001***
	1980~2000	1980 ▼	-79.4617	23.2833	.002***
		2000 ▲	14.0918	17.1221	.689
	2000 ▲	1980 ▼	-93.5535	25.3067	.001***
		1980~2000	-14.0918	17.1221	.689
단위면적당 상수도 사용량 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) Water Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	1980 ▼	1980~2000	-2.0056	2.4902	.700
		2000 ▲	0.2257	2.7066	.996
	1980~2000	1980 ▼	2.0056	2.4902	.700
		2000 ▲	2.2313	1.8312	.442
	2000 ▲	1980 ▼	-0.2257	2.7066	.996
		1980~2000	-2.2313	1.8312	.442
단위면적당 지역난방 사용량 (Gcal/m <sup>2</sup> ) District Heating Consumption perFloorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )	1980 ▼	1980~2000	0.0204	0.0120	.206
		2000 ▲	0.0324	0.0130	.035**
	1980~2000	1980 ▼	-0.0204	0.0120	.206
		2000 ▲	0.0120	0.0088	.361
	2000 ▲	1980 ▼	-0.0324	0.0130	.035**
		1980~2000	-0.0120	0.0088	.361

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01

<부록 표 7> 소득상위 3개구 주택규모별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	585	7.635		60m <sup>2</sup> ▼	585	63.707	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	459	7.225		60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	459	49.810	
165m <sup>2</sup> ▲	660	14.269		165m <sup>2</sup> ▲	660	183.705	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	585	2.454		60m <sup>2</sup> ▼	585	.0228	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	459	2.689		60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	459	.0173	
165m <sup>2</sup> ▲	660	6.968		165m <sup>2</sup> ▲	660	.1025	

<부록 표 8> 소득상위 3개구 주택종류별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
단독주택 Detached House	925	6.727		단독주택 Detached House	925	65.174	
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	156	14.781		다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	156	82.190	
아파트 Apartment	623	13.921		아파트 Apartment	623	173.789	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
단독주택 Detached House	925	3.834		단독주택 Detached House	925	0.065	
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	156	3.894		다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	156	0.001	
아파트 Apartment	623	5.003		아파트 Apartment	623	0.046	

<부록 표 9> 소득상위 3개구 주택건축연도별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	520	10.848		1980 ▼	520	71.149	
1980~2000	886	10.167		1980~2000	886	73.240	
2000 ▲	298	8.561		2000 ▲	298	266.742	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	520	3.416		1980 ▼	520	0.0127	
1980~2000	886	4.595		1980~2000	886	0.0563	
2000 ▲	298	4.772		2000 ▲	298	0.1092	



<부록 표 10> 소득하위 3개구 주택규모별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	480	13.916		60m <sup>2</sup> ▼	480	66.886	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	375	14.610		60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	375	66.432	
165m <sup>2</sup> ▲	529	15.712		165m <sup>2</sup> ▲	529	72.258	
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05		주택 규모별 특성 Characteristic of Hosing Size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
60m <sup>2</sup> ▼	480	3.668		60m <sup>2</sup> ▼	480	0.000	
60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	375	4.127		60m <sup>2</sup> ~165m <sup>2</sup>	375	0.001	
165m <sup>2</sup> ▲	529	6.032		165m <sup>2</sup> ▲	529	0.013	

<부록 표 11> 소득하위 3개구 주택종류별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
단독주택 Detached House	410	7.853		단독주택 Detached House	410	46.166	
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	676		19.705	다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	676		77.419
아파트 Apartment	298	13.186	13.186	아파트 Apartment	298		80.464
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05		주택 종류별 특성 Characteristic of Housing Type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
단독주택 Detached House	410	3.101		단독주택 Detached House	410	0.017	
다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	676	5.764		다세대, 연립주택 Multiplex, Row House	676	0.000	
아파트 Apartment	298	4.467		아파트 Apartment	298	0.000	

<부록 표 12> 소득하위 3개구 주택건축연도별 특성 분산분석 결과의 집단간 분류(Homogeneous Subsets)

단위면적당 도시가스 Gas Consumption per Floorspace (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 전력 Electricity Consumption per Floorspace (kWh/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	357	11.344		1980 ▼	357	55.512	
1980~2000	830	16.908		1980~2000	830	65.488	
2000 ▲	197	12.111		2000 ▲	197		106.948
단위면적당 상수도 Water Consumption per Floorspace(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )				단위면적당 지역난방 District Heating Consumption per Floorspace (Gcal/m <sup>2</sup> )			
주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05		주택건축연도별특성 Characteristic of Constructed Year	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2			1	2
1980 ▼	357	3.325		1980 ▼	357	0.000	
1980~2000	830	5.404		1980~2000	830	0.008	
2000 ▲	197	4.197		2000 ▲	197	0.000	