

생활행위 분류에 의한 가정부문 용도별 에너지소비 분석모형 개발

임기추[†]

에너지경제연구원

(2012년 11월 18일 접수, 2013년 3월 4일 수정, 2013년 3월 4일 채택)

Development of Bottom-up model for Residential Energy Consumption by Use

Ki Choo, Lim[†]

Korea Energy Economics Institute

(Received 18 November 2012, Revised 4 March 2013, Accepted 4 March 2013)

요 약

생활양식의 변화나 생활행위의 변화에 관련한 가정부문 에너지소비 패턴의 분석을 위해서 용도별 에너지소비자료 작성이 절실히 요청되어 왔다. 이에 따라, 생활행위의 분류에 의한 가정부문 용도별 에너지소비 분석모형을 개발하여 에너지소비 분석을 시도하였다. 본고에서는 부위(방)별 에너지 사용 기기의 에너지 소비효율에 생활행위별 기기마다 가동시간을 곱해서 가구당 에너지소비량이 산출될 수 있도록 상향식의 가정 내 모형을 구축하였다. 생활행위 분류를 감안한 용도는 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등으로 구분하였다.

주요어 : 가정부문, 생활행위, 용도, 에너지소비, 분석모형

Abstract - There was a dire need to compile data about energy consumption data by use to analyze residential energy consumption patterns relating to changes in lifestyles, or changes in life behavior. Accordingly, bottom-up model for residential energy consumption by residential use was developed by life behavior classification in an attempt to analyze energy consumption. This paper multiplied each appliance's running times by each appliance by life behavior and built a residential bottoms-up model to figure out the energy consumption of each household. The uses by life behavior were broken down into lighting, heating, cooling, entertainment, obtaining information, hygiene, and cooking.

Key words : Residential, Life behavior, Use, Energy consumption, Bottom-up model

1. 서 론

소득 증가에 기인한 일반 소비자의 편리성, 사회적 추경향이 증진됨에 따라, 가정부문 에너지소비가 계속 증대될 것으로 예상되고 있다. 가정부문 에너지소비는 2008년 기준 국내 전체 에너지소비의 약 11.7%를 점유하고 있다(에너지

경제연구원, 2010). 장기 에너지수요전망에 의하면, 향후 가정부문 에너지소비는 2030년까지 산업부문(1.3%), 수송부문(1.0%) 보다도 높은 2.1%로 증가될 예정이다(국가에너지위원회, 2008).

가정부문 에너지소비는 가전제품의 대형화 및 신기기 보급 확대 등으로 인해 에너지수요 증가가 뚜렷한 것으로 예상되고 있다. 또 맞벌이 부부 증가 등에 기인한 냉장고 용량이 과거 보다

[†]To whom corresponding should be addressed.
Korea Energy Economics Institute, 437-713
Tel : 031-420-2295 E-mail : kclim@keei.re.kr

대형화 추세, TV 및 세탁기 보유의 대형화, 김치냉장고의 보급 확대 추세 등에 따라 향후 가정부문 에너지소비는 점차 증가할 전망이다. 또한 여성의 사회진출, 개인주의적 생활화, 정보화, 고령화, 쾌적화의 추구, 여가의 증대 등 생활양식(life style)에 의해서 에너지소비 패턴의 변화 및 다양화가 예상되고 있다. 이러한 사회적 경향의 변화에 의해서 가정생활의 생활시간이 변경되어 가고 있고, 이에 소요되는 에너지 사용기기의 보유대수나 용량, 그 가동시간도 변화되고 있다(樓井隆博, 1994).

이러한 생활양식의 변화나 가정생활행위의 변화에 관련한 가정부문 에너지소비 패턴의 변화 분석을 위해서 용도별 에너지소비자료 작성이 절실히 요청되어 왔다. 그러나 국내에서 가정부문 에너지소비통계는 1990년부터 작성되어 있지만 용도별 에너지소비량 자료가 매우 미흡하여, 3년마다 시행되는 에너지총조사 결과 외에는 자료조차 없는 실정이다(에너지경제연구원, 2003, 2009). 이성근은 용도별 분류를 난방, 냉방, 온수, 취사, 조명, 전기기기 등 6가지로 구분 추정한 바 있으나, 이중 전기기기의 경우 용도별 구분이 미흡한 한계점을 안고 있다(이성근, 2010).

본고의 목적은 생활행위의 분류에 의한 가정부문 용도별 에너지소비 분석모형을 개발하여 에너지소비 분석을 시도하고자 한다. 2절에서는 생활행위의 개념 및 정의, 생활행위의 설정관련 연구사례를 살펴보았다. 3절에서는 생활행위와 관련한 가정부문 에너지소비 분석모형 구축내용을 설명하였다. 4절에서는 분석모형에 의한 자료수집 및 용도별 에너지소비량을 분석하였다.

2. 생활행위 및 용도 구분과 설정

2-1 생활행위의 구분

가정부문 에너지수요는 어떤 생활행위의 실현을 위하여 파생적으로 일어난 것이라는 측면에 입각하여 분석해 볼 수 있다. 즉 식사를 준비하고, 책을 읽고, 목욕을 하고, 드라마를 보는 등과

같은 생활행위가 주목적으로써 그 행동실현을 위한 취사기구, 조명, 목욕설비, TV 등과 같은 기기들의 가동시간에 맞추어 에너지가 소비되게 마련이다.

그러므로 가정부문 에너지소비를 분석하기 위해서 이와같은 생활행위에 입각한 관점이 필요하다. 본고에서는 工藤拓毅(1993), 藤目和哉(1994) 사례를 참조하여 가정부문 에너지소비관련 생활행위 구분은 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등으로 분류하였다

2-2 생활행위관련 선행연구사례 및 설정

국내에서 생활행위와 관련 에너지소비 분석 연구사례는 아직 없는 것으로 파악된다. 다만, 가정부문 에너지소비량 및 소비구조 파악을 위한 조사결과가 에너지경제연구원을 중심으로 발표되고 있다. 일본 등지에서는 이미 1990년대 초부터 생활행위의 측면에서 가정부문 에너지소비 분석이 다양하게 수행되고 있다. 다시 말하자면, 가정부문 에너지소비 분석과 관련 조사방법론 개발 및 조사 실시, 용도별·기기별·생활행위별 에너지소비 원단위 파악, 또한 세대별 에너지 소비규모(표준세대, 과소비 세대, 저소비 세대)별 소비영향 분석까지 수행하고 있다. 나아가, 고령화 측면에 대한 연구에서는 고령화의 주택환경과 에너지수요와의 관계를 분석하여 영향을 분석하고 있다.

예를 들자면 생활행위에 의한 가정 에너지소비와 에너지절약(工藤拓毅, 1993), 라이프스타일에 의한 장래 에너지소비 변화의 분석(樓井隆博, 1994), 유형화 세대모형에 의한 가정용 에너지소비 변화분석(工藤拓毅, 1997) 등이 이루어졌다. 이들 연구에서 주된 연구방법으로 생활행위의 유형분류, 기존 문헌조사 및 소비조사, 가정부문 상향식 에너지소비 분석(bottom-up) 모형 구축, 에너지소비 분석모형에 의한 분석 등이 기법이 적용되었다.

가정부문 에너지수요는 어떤 생활행위의 실현을 위한 파생적 측면에 입각하여 분석해 볼 수

있다. 이 관점은 당연한 것이면서도 의외로 간과하는 경향이 많았다. 과거부터 가정용 에너지는 난방용, 급탕용, 취사용, 동력용, 조명용 등과 같은 구분이 되어왔다(日本建築學會, 2002). 그러므로 가정부문 에너지소비를 분석하기 위해서 이와같은 생활행위에 입각한 관점이 필요하다.

이에 따라, 에너지소비의 분석에 있어서 과거의 용도별 접근 외에 생활행위별로 구분, 분석할 필요가 있다. 이에 본고에서는 조사내용 즉, 에너지 사용기가.행위별 소비전력에 관한 사항, 사용기가.행위별 사용시간에 관한 사항, 계절적 사용기가.행위별 사용시간에 관한 사항 및 아파트 가구별 연간 온수난방전력·도시가스 사용량 등에 관한 사항에 의거하여 생활행위 유형을 분류할 수 있다. 즉, 본고에서는 가정부문 생활행위 유형에 의해 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등의 용도로 구분하였다. 본고에서는 앞에 설명한 가정 내 에너지소비 분석모형을 개발하여 생활행위 분류에 의한 가정부문 용도별 에너지소비를 분석하고자 한다.

3. 가정부문 용도별 에너지소비 분석모형 구축

본고에서 가정 안에서 대상으로 한 생활행위는 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등으로 분류하였다. 그리고, 부위(방)별로 사용하는 개별 기기의 에너지 소비효율(정격소비전력 용량 등)에 가족의 생활행위별 기기마다 가동시간을 곱해 가구의 에너지소비량이 산출될 수 있도록 가정 내 모형이 설정되었다.

3-1 방별 에너지 사용기기 설정

우선, 일반 가구의 주택 특성(방수, 방 배치 등)이나 생활행위에 따른 방별의 에너지 사용기기의 보유와 정격소비전력 용량 등을 설정하였다.

본고에서 주택 부위별로 보유 기기의 보유와 용량을 설정한다. 다만, 냉난방이나 온수와 같이 그 열부하가 주택구조나 계절에 의해 변화되는

Table. 1. Classification for energy-using equipment by use

구분	에너지 사용기기 및 생활행위 내용
조명	형광등, 백열등 및 기타 등
난방	중앙난방 및 지역난방, 전기장판담요, 전기난로·팬히터, 전기돌침대, 난방가동 시간 및 일수
냉방	에어컨, 선풍기
오락	TV, 오디오, 비디오
정보	홈오트메이션, PC, 프린터, 무선이동전화기
위생	다리미, 가습기, 전기찜질안마기, 진공청소기, 충전형 청소기, 일반형 세탁기, 드럼형 세탁기, 식기건조기, 환풍기, 헤어드라이기, 전기 칫솔, 비데기, 온수사용 목욕샤워세면, 온수사용 세탁기 가동
취사	냉장고, 내장형 냉장고, 전기밥솥, 보온밥통, 전기냄비, 전자레인지, 전기후라이팬, 주사믹서기, 커피포트, 토스트기, 정수기, 온수사용 설거지회수
기타	기타 행위 분류가 어려운 기기 포함

점을 고려, 부하율 또는 계절별 용량과 관련 일(주)평균 사용회수와 월별 가동일수를 부여하고 있다.

3-2 개인별 생활행위 설정

가구 구성원마다 1일의 행동시간을 고려해 에너지 사용기기의 가동시간을 개인별, 시간대별, 장소별로 설정하였다.

우선 개인의 생활행위가 어느 시간대에, 어느 방에서 몇분간 소요되는지를 상정하는 것이다. 요일 유형은 평일과 토요일과 일요일(공휴일 포함)로 구별하되, 토요일과 일요일(공휴일 포함)에 대한 개인의 생활행위 설정은 일평균 사용시간 기준으로 한정하였다.

여기서, 각 부위별 에너지 사용기기의 가동시간이 개인별, 시간대별로 분 단위로 설정된다.

계절성이 강한 난방가동, 온수사용 행위에 대해서는 각 방별 또는 욕실별로 12개월간 월별로 파악한 자료를 활용하되, 계절별 가동시간과 계절별 가동일수의 과대추계를 방지하도록 설정하였다.

따라서, 가구 구성원의 변경이나 생활시간의 변화, 기기의 교체 등에 의한 에너지소비의 변화를 모형안에서 파악할 수 있다.

3-3 에너지 사용기기별 가동시간 집계

가구 구성원 마다 설정한 에너지 사용기기의 가동시간을 가족 단위로 집계할 수 있도록 구축하였다. 복수의 구성원이 동시에 하나의 기기를 사용하는 경우, 가동시간의 중복은 제외된다. 요일별로 집계된 에너지 사용기기마다 1일의 가동시간이 집계되면, 이에 요일별의 가동일수를 곱하는 것으로 연간의 가동시간이 산출된다.

계절성이 강한 난방가동, 온수사용 행위(목욕, 샤워, 세면, 설거지, 세탁 등)에 대해서는 계절별 가동시간과 계절별 가동일수의 과대추계를 조정한다. 이는 주전원이나 각종 리모콘의 대기전력 가동은 제외된 한계를 안고 있기 때문이다.

3-4 가구당 기기별 에너지원별 에너지소비량 집계

앞에서 설정된 용량에 앞서 계산된 연간의 가동시간을 곱하면 기기별 연간 에너지소비가 에너지원별로 산출된다. 에너지원별로는 전력이 킬로와트아워(kWh)로, 등유와 가스는 열량기준(cal)으로 환산된다.

가정생활은 취사, 위생이라는 생활행위별 지출이나 시간의 소요 등이 존재해, 그 결과로서 에너지가 소비된다고 생각되기 때문이다. 생활행위의 내용은 취사(조리, 저장), 위생(신체위생, 생활위생), 오락, 냉난방, 조명, 정보 등이 포함된다.

이를 간단히 요약하자면, 가정 내 에너지소비량을 가구당 연간 기준으로 추계, 즉 각각의 생활행위별, 주택부위별로 설치된 에너지 사용기기별 에너지 소비효율(정격소비전력 등)에, 가구

구성원별 에너지 사용기기별 가동시간을 곱해서 산출할 수 있다.

상향식 가정 내 에너지소비 분석(bottom-up) 모형은

$$E_{Is} = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l (C_{ijkl} \times T_{ijkl})$$

E_{Is} : 가정 내 에너지소비량

C_{ijkl} : 에너지 소비효율

T_{ijkl} : 가동시간

과 같다. 여기서, i = 가구 구성원, j = 주택 부위, k = 기기별, l = 생활행위별로 정의한다.

본고에서 국내 처음으로 실시한 생활행위관련 가정부문 에너지소비 분석내용에서는 가정 내 모형을 중심으로 분석이 가능한 내용만 포함되어 있다. 가정주변 모형에 의한 분석을 위한 관련 조사항목이 제외되어 있기 때문에 가정주변 모형의 적용은 곤란한 한계점을 안고 있다. 다시 말하자면, 가구별 자가용 승용차, 철도, 사무실, 학교, 음식점, 숙박시설 이용에 관한 행위 조사 내용이 포함되지 않았기 때문이다.

4. 생활행위 분류에 의한 에너지소비 분석결과

4-1 자료 수집

본고의 목적은 생활행위의 유형별 분류에 의한 가정부문 에너지소비에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 이를 위해 용도별, 생활행위별, 기기별 에너지소비 파악이 가능하도록 조사하였다. 조사 항목 및 조사내용 설정은 생활행위의 분류 및 설정에 따른 조사 항목 설정, 조사내용을 확정하였다. 주요 조사내용은 에너지 사용기기.행위별 소비전력 및 사용기기.행위별 사용시간에 관한 사항과 계절적 사용기기.행위별 사용시간에 관한 사항, 그리고 아파트 가구별 연간 온수(급탕)·난방전력·도시가스(취사용) 사용량 등이 포함된다. 특히 에너지 사용기기별 사용시간 조사항

Table 2. Energy consumption per household by use
(단위 : TOE/가구, %)

유형	비전력	전력	합계
조명	-	0.024(11.0)	0.024 (1.9)
난방	0.775(73.6)	0.023(10.8)	0.798(62.9)
냉방	-	0.020 (9.5)	0.020 (1.6)
오락	-	0.020 (9.3)	0.020 (1.5)
정보	-	0.010 (4.6)	0.010 (0.8)
위생	0.202(19.1)	0.031(14.6)	0.233(18.4)
취사	0.077 (7.3)	0.086(40.2)	0.163(12.9)
합계	1.053(83.1)	0.214(16.9)	1.267(100.0)

목은 0시부터 24시간 사용시간(분)을 조사하도록 포함하였다(임기추, 2004). 조사대상 가구는 용도별 에너지사용량 파악이 용이하도록 지역난방·중앙난방 방식의 아파트 가구를 대상으로 한정하였다. 실제 자료는 에너지경제연구원 조사자료를 활용하되(임기추, 2004), 부분적으로 최신 조사자료로 보완하였다(에너지경제연구원, 2009, 남영식, 2009).

조사된 594매의 조사표중 검증과정을 거쳐 기록이 누락된 조사표를 제외한 결과, 자료로 유효하다고 판단된 조사표는 총 550매로 92.6%의 유효표본율을 나타냈다. 이는 교육받은 면접조사원에 의해 1대1 면접방식을 적용하였기 때문인 것으로 판단된다. 조사대상 가구의 평형별 분포를 보면, 30평 미만 129가구(23.5%), 30평 이상 345가구(62.7%), 40평 이상 76가구(13.8%), 50평 이상 8가구(1.4%) 등으로 조사되었다. 이 중에서 30평형대가 345가구로 62.7%가 조사되었고, 30평형 미만이 23.5% 등으로 나타났다. 조사대상 가구의 평균 면적은 32.8평으로 집계되었다. 이는 아파트 가구중 지역난방 및 중앙난방 아파트 대상으로 조사한 결과로, 2008년 우리나라 아파트의 평균 평수는 30.0평에 비해 다소 넓은 것으로 나타났다(서울경제신문, 2008.6.17).

4-2 생활행위 분류에 의한 가정부문 에너지소비

앞에서 생활행위 분류는 연구목적에 의거 다양한 유형으로 분류될 수 있음을 보았다. 이에 따라 생활행위 분류를 감안한 가정부문 에너지 소비 용도를 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등으로 구분할 수 있다.

조사결과 2008년 기준 가구당 에너지소비량은 1.267TOE 정도인 것으로 파악되었다. 이를 용도별로 나누어 보면 조명용 0.024TOE, 난방용 0.798 TOE, 냉방용 0.020TOE, 오락용 0.020TOE, 정보용 0.010TOE, 위생용 0.233TOE, 취사용 0.163TOE 등으로 나타났다.

이러한 생활행위별 에너지소비 비중은 난방용이 62.9%로 3분의 2 가까이 차지하고 있으며, 위생용 18.4%, 취사용 12.9%, 조명용 1.9%, 냉방용 1.6%, 오락용 1.5%, 정보용 0.8% 등의 점유율을 보이는데, 이 중에서 특히 위생용의 비중이 비교적 높은 점이 특징이라고 할 수 있다. 이와같은 가정부문 에너지소비중에서 비전력 소비량은 1.053TOE로 83.1%, 전력소비량은 0.214TOE로 16.9%를 점유하고 있다.

5. 결 론

본고의 목적은 생활행위의 다양한 요인들이 가정부문 에너지소비에 미치는 영향을 분석하는데 있다. 이를 위해 가정부문 용도별 에너지소비 파악 및 구체적 생활행위 분류별 에너지소비 동향파악이 선행되어야 한다. 이에, 아파트에 대한 에너지소비와 생활행위의 경향을 파악하기 위해서 에너지경제연구원에서 조사한 자료를 활용하였다. 본고에서는 부위(방)별 에너지 사용기기의 에너지 소비효율(용량 등)에 가족의 생활행위별 기기마다 가동시간을 곱해 가구당 에너지소비량이 산출될 수 있도록 상향식의 가정 내 모형을 구축하였다. 이에 따라, 생활행위 분류를 감안한 가정부문 에너지소비 용도를 조명용, 난방용, 냉방용, 오락용, 정보용, 위생용, 취사용 등으로 구분하여 파악하였다.

본고는 국내 처음으로 에너지경제연구원 조사 자료를 활용함으로써, 가정 내 에너지소비 분석 모형을 개발하여 용도별 에너지소비를 분석한 데 큰 의의가 있다고 할 수 있다. 앞으로는 생활식의 가정 내 모형을 바탕으로 생활양식에 변화를 고려한 정보화, 고령화, 여성의 사회진출, 여가의 증대, 위생 지향, 개인주의화 및 에너지절약 촉진 등에 관한 에너지소비 증감분석이 가능할 것이다.

향후 연구과제로 가정주변 모형을 반영한 생활행위에 대한 에너지소비 영향 분석, 가정부문 에너지절약관련 아파트 이외의 가구를 포함한 전국 규모의 다양한 생활행위별 에너지소비 영향 분석 등의 과제를 제안할 수 있다. 또한, 앞으로 추가적인 조사자료 확보를 통한 생활행위별 에너지소비의 변화에 대한 비교분석도 중요한 연구과제가 될 것이다.

참고문헌

1. 국가에너지위원회, 국가에너지기본계획(2008-2030), 2008.
2. 남영식, 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사, 한국전력거래소, 2009.
3. 서울경제신문, 2008, 전국 아파트의 평균 면적관련 보도, 2008. 6. 17.
4. 에너지경제연구원, 가정부문 에너지 소비조사 및 DB 구축, 2003.
5. 에너지경제연구원, 2008 에너지총조사(가정부문), 산업자원부, 2009.
6. 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 2010.
7. 이성근, 가정부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구, 에너지경제연구원, 2010.
8. 임기추, 생활양식이 가정부문 에너지 소비에 미치는 영향 분석, 에너지경제연구원, 2004.
9. 工勝拓毅, 生活行爲からみに家庭でのエネルギー消費よ省エネルギー, *エネルギー経済*, 1993, 第19巻 第10號, 日本 エネルギー経済研究所.
10. 工勝拓毅, 類型化世帯模型による家庭用エネルギー消費變化の分析, *エネルギー経済*, 1997, 第23巻 第4號, 日本 エネルギー経済研究所.
11. 樓井隆博, ライフスタイルによる將來エネルギー消費變化の分析, *エネルギー経済*, 1994, 第20巻 第9號, 日本 エネルギー経済研究所.
12. 日本建築學會, 日本住宅内エネルギーに関する全國的調査研究, 2002.