

관광호텔의 호텔특성 및 입지특성에 따른 에너지사용량 분석

박혜란* · 김현수** · 최 열***

Park, Hyeran*, Kim, Hyunsoo**, Choi, Yeol***

Analysis of the Energy Consumption of Tourism Hotels in Relation to Individual and Locational Characteristics

ABSTRACT

This research empirically analyzed the factors associated with the energy consumption of tourism hotels in Busan, Ulsan, and the Kyoungnam region of Korea based on their individual and locational characteristics. The study adopted a comprehensive modeling approach involving multi-level regression analyses that allowed for improved accuracy by considering the hierarchical structures of the hotels and their locational characteristics. The results indicated that the majority of energy consumption can be explained by the hotels' individual characteristics, including the size of building structure and the services, while their effects vary by region with statistical significance. Furthermore, the proximity to central commercial districts and hotel clusters had a significant influence on the variability in their energy consumption, indicating that locational factors are also important determinants. The findings here suggest the need for regional energy policies and solutions at various urban scales along with conventional energy policies at the building level and highlight regional responsibilities when attempting to create sustainable tourism industries.

Key words : Energy consumption, Hotel industry, Locational determinant, Multi-level regression, Local energy policy

초 록

본 연구는 부산·울산·경남 지역의 관광호텔을 대상으로 에너지사용량과 이들의 개별적인 호텔특성 및 입지특성 간의 관계를 실증분석하였다. 복합적인 관계식 도출을 위해 다중회귀모형에서부터 다수준회귀분석(multi-level regression analysis)으로 모형을 확장하였고, 이를 통해 건축물의 개별적인 특성만을 고려한 대부분의 선행연구에서 나아가 호텔이 위치한 지역의 입지적 특성과 호텔-지역 간 위계적 구조를 고려하여 좀 더 개선된 모형을 도출하였다. 분석결과에 따르면, 호텔의 규모, 연한, 서비스 등급과 같은 개별적인 특성은 에너지사용량을 설명하는 주요 변수이고, 그들의 영향은 지역적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한, 중심상업지에 인접하거나 다수의 관광호텔이 밀집한 지역에 위치할수록 에너지사용량은 달라지는 것으로 나타났으며, 이러한 입지특성 또한 개별호텔의 에너지사용량을 설명함에 있어 주요한 요인임을 확인하였다. 이와 같은 결과는 건축물단위의 에너지정책과 소비수준이 높고 에너지 집약시설이 밀집한 지역에 대한 지역단위의 에너지정책이 함께 고려될 필요성을 시사하며, 관광산업의 지속가능성을 높이기 위한 지역적 책임을 제언한다.

검색어 : 에너지소비, 관광호텔업, 입지특성, 다수준분석, 지역에너지 정책

* 부산대학교 도시공학과 석사과정 (Pusan National University · rhan1042@nate.com)

** 정회원 · 부산대학교 도시문제연구소 전임연구원 (Pusan National University · hyunsoo.kim@pusan.ac.kr)

*** 종신회원 · 교신저자 · 부산대학교 도시공학과 교수 (Corresponding Author · Pusan National University · yeolchoi@pusan.ac.kr)

Received January 26, 2022/ revised February 22, 2022/ accepted April 1, 2022

1. 서론

인구증가와 더불어 가속화되고 있는 도시화, 경제성장 등의 원인으로 세계 에너지소비는 2017~2040년 사이에 25 % 증가할 것으로 전망된다. 2015년 제21차 기후변화협약당사국총회(COP21)에서 타결된 ‘파리기후변화협약’에서 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2 °C보다 상당히 낮은 수준으로 유지하고, 1.5 °C이하로 제한하기 위해 노력할 것임을 전 세계가 합의했다(IPCC, 2018). 이처럼 1.5 °C이하의 지구 평균온도 상승을 유지하려면 2050년까지 탄소 중립사회를 만들어야 한다.

한편 관광산업은 교통, 숙박, 관광시설 등 도시의 여러 부문과 밀접한 관계에 있으며, 관광의존도가 높은 지역일수록 시설 운용에 다량의 에너지를 소비한다. 관광숙박업의 경우 전통적으로 에너지 사용량이 높은 산업으로 분류되고 있어 탄소중립사회를 실현하기 위해 관련 에너지정책과 대안이 시급한 분야이다(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2011). 2018년 「에너지사용량통계」에 따르면 국내 관광호텔업 중 75곳이 에너지 다소비 업체(연간 에너지사용량 합계가 2,000 toe이상)이며, 시설 및 서비스의 규모가 커질수록 일반숙박업 및 상업용 건물에 비해 단위면적당 에너지사용량이 높은 것으로 나타났다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018). 특히 냉·난방, 조명, 객실 및 부대시설운영에 사용되는 총 에너지 중 전력의 비중이 월등히 높은 것으로 나타났으며, 이는 전력 에너지에 대한 효율성 증진을 통한 소비절감, 신재생 에너지 비중확대 등의 전략과 방안이 필요함을 시사한다. 이를 위해 관광호텔업의 에너지 수요 및 소비행태에 대한 면밀한 이해가 뒷받침되어야 하지만, 현재까지 관광호텔업의 에너지 소비행태에 특정된 학술적 연구는 부족한 실정이다.

일반적으로 관광호텔업은 일반숙박업에 비해 시설규모가 크고 다양한 부대시설과 서비스를 제공한다. 또한, 관광호텔의 입지는 지역의 관광자원, 지역특성, 관광 활성화 정책과 밀접한 관계에 있다. 관광호텔 입지의 특수성에 따라 숙박 및 방문객의 활동이 달라지며, 이로 인해 호텔의 에너지소비 또한 차이를 보일 것이라 예상할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 부산·울산·경남 지역의 관광호텔을 대상으로 이들의 에너지사용량에 영향을 미칠 수 있는 호텔의 개별적인 특성과 해당 호텔이 위치한 지역의 입지특성을 함께 파악하고자 한다. 이에 따라 호텔·지역 간의 위계적 구조를 고려한 세부적인 분석을 통해 향후 관광 숙박시설의 에너지 저감계획 및 정책 수립에 대한 객관적인 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 공간적 범위는 부산·울산·경남지역으로 대도시와 중소도시를 포함하고, 동해안과 남해안을 따라 해양관광산업이 발달해 있어 다양한 규모의 호텔과 관광지역이 분포되어있다. 연구대상의 가능한 한 모든 관광호텔에 대한 데이터를 수집하여 연구에

활용하고자 하였으며, 에너지사용량 데이터를 구득할 수 있는 111개의 관광호텔을 대상으로 분석을 수행하였다. 연구의 시간적 범위는 호텔의 에너지사용량 데이터 및 호텔 입지특성에 대한 데이터 구득이 가능한 가장 최근 시점인 2018년으로 설정하였다. 호텔의 에너지사용량을 설명하기 위해 관광호텔의 개별적인 특성(등급, 층수, 연면적, 건축연한, 객실 수, 숙박객 수)과 호텔이 위치한 지역의 입지적 특성(중심상권 포함 여부, 호텔 집적도, 사업체 수, 상업용 부동산 임대료, 방문객 수)을 고려하였으며, 지역 특성의 공간적 단위는 기초지자체인 구 단위로 설정하였다. 종속변수와 독립변수 간의 관계를 정립하기 위해 먼저 OLS분석을 실시하였으며, 이를 토대로 호텔과 그들이 위치한 지역 간의 위계적 구조를 고려할 수 있는 다수준모형(Multi-level regression)을 활용하여 모형을 확장하였다. 이에 따라 OLS를 활용한 기초모형(base model)을 통해 호텔의 에너지사용량과 인과관계에 있는 요인들을 파악하고, 다수준모형을 통해 요인들이 가지는 지역 간 차이와 입지특성 변수들의 영향력을 실증분석을 수행하였다.

2. 선행연구

최근 저탄소사회로의 지속가능한 성장이 중요시됨에 따라 관광산업 의존도가 높은 전 세계 여러 도시를 대상으로 그들의 에너지소비에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 여러 선행연구에서는 관광산업의 부문별 에너지수요를 비롯하여 이산화탄소 배출량, 탄소발자국 등 에너지와 관련된 다양한 지표를 활용하여 관광산업의 환경적 부담을 측정하였고, 이를 토대로 정부 및 도시 차원의 에너지정책과 배출량 감소 목표를 수립하고 있다.

먼저 일부 연구에서는 관광산업이 발달되어있고 지역경제의 의존도가 높은 지역일수록 관광산업에 따른 에너지소비가 크다는 실증적 근거를 제시하였다(Becken and Simmons, 2002). 관광산업과 에너지 소비와의 상관성 연구에서 Becken and Patterson(2006)은 관광산업의 에너지소비와 이산화탄소 배출을 측정된 결과, 관광산업의 주요 온실가스 배출원은 항공·숙박·교통부문에 의해 전체 배출량의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 다른 연구에서도 이와 유사한 결과를 도출하였으며, 관광지에서 발생하는 1인당 온실가스 배출량이 국가 전체 인구의 1인당 배출량보다 많다고 분석한 바 있다(Bhuiyan et al., 2012; Lin, 2010). 특히 관광산업의 여러 부문 중 숙박업의 에너지소비 및 온실가스 배출은 교통부문과 함께 매우 높은 비중을 차지하는 것으로 확인된 바 있다. Kuo and Chen(2009)의 연구에서는 관광객의 교통수단, 숙박시설, 관광 활동에 대한 설문 조사를 토대로 연간 이산화탄소 총배출량을 산정하였으며, 그 결과 숙박업에서 가장 많은 이산화탄소를 배출한 것으로 나타났다. 숙박업의 생태발자국을 추정한 연구에서도 숙박

업의 에너지소비가 매우 높은 비중을 차지한다는 결과를 도출하였으며, 호텔의 규모와 서비스 등급이 증가함에 따라 에너지소비가 월등히 높아짐을 확인하였다(Gössling et al., 2002).

이어서 숙박업의 에너지 소비패턴에 대한 연구들에 따르면, 숙박업에서 가장 많이 소비되는 에너지원은 전력인 것으로 나타났다(Becken et al., 2001; Deng and Burnett, 2000; Filimonau et al., 2011). 우선 Becken et al.(2001)의 연구에 따르면 숙박업을 비롯한 상업용 관광시설이 연간 소비하는 에너지자원의 63 %는 전력이며, 그중에서도 호텔에서 소비되는 에너지의 비중이 절반 이상인 것으로 나타났다. 나아가 호텔의 시설 및 운영 차원의 세부적인 특성을 고려한 연구에서는 냉·난방, 환기, 객실운영이 가장 큰 에너지 소비원인을 밝혔고, 그 외 취사 시설, 급수, 세탁, 폐수 처리 및 고품 폐기물 발생 또한 호텔업의 에너지 소비 및 이산화탄소 배출량을 높이는 요인임을 제시하였다(Filimonau et al., 2011). 특히 건축물의 규모와 호텔의 서비스 정도, 에너지 효율과 같은 호텔특성은 에너지사용량의 주요한 결정요인으로 확인되었다(Deng and Burnett, 2000; Tsai et al., 2014).

한편 도시차원에서의 에너지소비는 건축물의 개별적인 특성과 함께 해당 지역의 특성 또한 중요하게 다뤄진다. 최근 주거 및 상업부문의 에너지 소비를 분석한 다수의 연구에 따르면, 인구 및 고용밀도, 개발밀도, 토지활용도 등과 같은 지역적 특성을 나타내는 변수도 에너지소비의 주요 결정요인이며, 그러한 특성에 따라 도시민의 이동, 주거, 여가생활 등 일상적인 활동을 반영한 에너지 소비패턴을 유발한다고 보고 있다(Abbasabadi and Ashayeri, 2019; Ewing and Rong, 2008; Li et al., 2018; Liu and Sweeney, 2012). 이는 곧 숙박업이 위치한 지역의 특성에 따라 관광객의 활동이 달라질 뿐만 아니라, 그들의 에너지 소비 또한 지역적 특성과 연관되어 있음을 제시하는 근거로 볼 수 있다. 특히 관광숙박업은 특수한 입지특성을 가지며, 무엇보다 교통시설과 관광자원과의 접근성을 가장 중요시한다. 이에 따라 대부분의 관광숙박업은 도심 상권, 공항 또는 교통 중심지역에 인접하여 입지하기를 선호하고, 상업시설의 집적도와 유동인구, 부동산가격, 보행친화도는 숙박객 유치의 중요한 요인으로 확인된 바 있다(Park and Jung, 2013). 그러나 최근 들어 도심에서 벗어난 외곽지역의 자연친화적 환경이 선호되기도 하며, 도심에는 입지하기 어려운 대형 리조트 및 다양한 부대시설이 인기를 끌면서 관광숙박업의 입지는 다양화되고 있다. 이처럼 관광숙박업은 특수한 입지적 특성을 가지지만, 관광숙박업의 에너지소비와 건축물의 입지특성 및 주변 환경요인과의 관계에 대한 실증적 연구는 제한적인 실정이다. 이러한 배경에서 본 연구는 선행연구를 바탕으로 관광숙박업의 개별적인 특성을 고려함과 동시에 그들의 입지특성을 보다 강조하여 결합모델인 다수준모형(multi-level regression model)을 통해 관광호텔의 에너지사용량을

분석하고자 한다.

3. 변수의 구성 및 분석방법

3.1 변수의 구성

연구의 표본은 호텔의 개별 에너지사용량과 호텔업체의 객실운영 자료를 구축할 수 있는 관광호텔업으로 한정하였으며, 연구대상지에서 총 128개(부산 68개, 울산 11개, 경남 49개) 호텔을 대상으로 하였다. Table 1은 관광호텔의 호텔의 특성 및 입지적 특성과 전력 사용량의 관계를 분석하기 위해 구축한 변수들이다.

본 연구에서 사용한 종속변수는 2018년 개별 관광호텔의 연간 총에너지사용량을 나타내고, 이는 산업통상자원부에서 제공하는 건축데이터 민간개방시스템에서 건물(필지)별로 추출하였다. 전력 사용량을 얻을 수 없는 17개의 관광호텔은 분석에서 제외하였다. 최종 선정된 호텔은 에너지사용량은 총사용량과 총사용량을 연면적으로 나눈 단위면적당 사용량으로 구분하여 분석에 활용하였다. 독립변수는 호텔의 개별적인 특성과 호텔이 위치한 지역의 특성을 고려하였다. 선행연구에 따르면 서비스의 품질이 높고 건축물과 사용자의 크기가 클수록 에너지사용량도 높아질 것으로 예상할 수 있다. 이를 반영하여 호텔의 개별적인 특성으로 호텔의 서비스 품질과 규모를 나타낼 수 있는 호텔등급(rating)과 객실 수(room)를 독립변수로 포함하였다. 이는 2018년 ‘호텔업 운영현황’ 자료를 활용하였다. 그리고 호텔의 물리적 규모를 나타내기 위해 국토교통부에서 제공하는 GIS건물용융정보를 활용하여 각 호텔의 층수(floor), 건축면적(area), 건축연한(age)을 독립변수로 구성하였다. 건축연한은 건물의 사용승인일부터 2018년까지의 경과 연수로 산출하였다. 또한, 다양한 생활편의시설 및 관광자원과 인접해 있을수록 숙박객이 호텔에 머무르는 시간이 줄어들어 따라 호텔 내 에너지 소비행태가 달라질 수 있음을 예상할 수 있다. 이를 고려하여 지역 내 중심상업지의 유무와 도·소매 및 서비스 사업체 수, 상업밀집지역의 유동인구 및 경쟁력을 대변할 수 있는 상업부동산 임대료, 그리고 관광산업 및 관광객의 집적도를 대변할 수 있는 관광호텔 집적도와 지역 방문객 수를 추가로 고려하였다.

3.2 분석모형

선정된 변수를 활용하여 관광호텔의 에너지사용량과 그들의 개별적인 특성 및 입지특성 간의 관계를 분석하기 위해 선형회귀분석(OLS)과 다수준회귀분석을 실시하였다. OLS 모형의 경우 다수준회귀분석으로의 확장에 앞서 기본적인 관계식 수립을 위한 모형(base model)으로 Eq. (1)과 같이 표현할 수 있다. Y_i 는 종속변수인 에너지사용량, X_{ki} 는 각각의 독립변수를 의미하며, β_0 은 절편, β_k 는 추정하고자 하는 회귀계수, e_i 는 오차항을 의미한다.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_k X_{ki} + e_i \quad (1)$$

다수준모형은 위계구조를 가진 데이터를 분석하기 위한 목적으로 개발된 통계분석 방법이다. 서로 다른 수준에서 측정된 데이터를 동시에 분석하는 모델이다. 위계구조를 가진 데이터를 OLS 회귀분석을 사용하게 된다면 자기상관과 이분산 문제가 발생할 수 있다. 이는 지역연구에서 흔히 발생하는데, 개인(하위수준)의 특성이 독립적일지라도 이들이 속한 지역(상위수준)에 따라 동일하거나 유사한 특성을 공유하기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 다수준모형은 개체 간 위계적 구조를 고려하여 각 수준에 대한 분산을 분석할 수 있어 잔차의 독립성을 만족하고 더 효과적인 모수 추정이 가능하다(Choi and Kwon, 2004; Huang, 2018; Lee and Noh, 2020).

다수준모형에서는 가장 단순한 모형에서 시작하여 점차 모수를 추가시켜 나가면서 모형을 확장하고, 동시에 관계식의 고정효과에 임의효과를 추가적으로 고려하며 최적의 모형을 구축할 수 있다 (Kim and Choi, 2017). 이러한 과정은 총 4단계의 모형 확장으로 요약할 수 있다. 먼저 1단계(Model 1)는 무제약 모형(unconditional model)으로, 각수준별 독립변수가 포함되지 않고 절편만 있는 모형을 의미하며 Eq. (2)와 같이 나타낼 수 있다. Eq. (2)에서 Y_{ij} 는 지역 j에 위치한 호텔 i의 에너지사용량을 의미하고, u_{0j} 와 e_{ij} 는 각각 지역수준과 개인수준의 오차항을 의미한다.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + e_{ij} \quad (2)$$

무제약 모형의 경우 다수준모형의 가장 기본적인 형태로 총분산에 대한 수준 간 분산의 비율을 통해 다수준모형의 타당성을 제시할 수 있다. 그뿐만 아니라, 다수준모형을 확장해 나가면서 수준별 변수 투입에 따른 분산의 감소를 토대로 모형의 적합성을 판단하는 기준이 되기도 한다. 이는 intraclass correlation coefficient (ICC)라 하며 Eq. (3)을 통해 산출할 수 있다. Eq. (3)에서 $\sigma_{\mu 0}^2$ 과 σ_e^2 는 각각 2수준과 1수준의 잔차 분산을 의미한다.

$$ICC = \frac{\sigma_{\mu 0}^2}{(\sigma_{\mu 0}^2 + \sigma_e^2)} \quad (3)$$

2단계(Model 2)에서는 1수준의 변수들이 고정계수로 투입되고 절편은 임의계수라 전제하는 임의절편모형(random intercept model)이며 Eq. (4)와 같이 나타낸다. Eq. (4)에서 X_{pj} 는 관광호텔의 1수준 독립변수를 의미하며 종속변수의 분산에 영향을 미치는 계수 γ_{p0} 를 추정하게 된다.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{p0} X_{pj} + u_{0j} + e_{ij} \quad (4)$$

다음으로 3단계(Model 3)에서는 Eq. (5)에서 나타내는 개별관광호텔(1수준)의 임의계수모형(random slope model)를 구축한다. 이는 Model 2에서 1수준 변수들이 집단(2수준) 간 임의계수를 가지는 것을 전제로 에너지사용량에 영향을 미치는 개별호텔특성이 지역에 따라 다를 수 있음을 고려하는 모형이다.

Table 1. Summary of Dependent and Independent Variables

Variables		Unit	Variable explanation
Energy Consumption		ln (Kwh)	log of annual electricity consumption
		Kwh/m ²	annual electricity consumption / total floor area
Hotel Characteristics (Level 1)	Rating	0~5	star-rating (1~5) where 5 being the best not rated: 0
	Floor	floor	number of floors including underground floors
	Area	m ²	total floor area
	Age	years	building age
	Room	number	number of rooms
	Guests	person	annual guests
Locational Characteristics (Level 2)	Commercial	dummy	1 if the area includes major commercial district(s), otherwise 0
	Hotel cluster	number	number of hotels in 1 km radius
	Retail	1,000 unit	number of registered retail businesses
	Service	1,000 unit	number of registered service businesses
	Avg. Commercial Rent	10,000 won/m ²	avg. monthly rent for commercial units
	Local Visitor	person	number of visitors from the same area ("gu")
Non-local Visitor	person	number of visitors from different areas ("gu")	

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{p0}X_{pj} + u_{pj}X_{\pi j} + u_{0j} + e_{ij} \quad (5)$$

마지막으로 4단계(Model 4)는 Model 3에서 2수준 변수들이 가지는 고정효과를 추가로 고려하여 모형을 확장한다. 이에 따라 호텔의 에너지사용량에 미치는 개별특성이 영역이 지역에 따라 다르게 나타나는지와 관계식에서 입지특성이 가지는 영향력을 복합적으로 도출한다. 모형의 추정에는 최대우도법(full maximum likelihood)을 사용하였고, 모형 확장과정에서 단계별 적합도를 판단하기 위해 Akaike's Information Criterion (AIC)와 Bayesian Information Criterion (BIC)을 활용하였다.

4. 분석결과

관광호텔의 호텔특성 및 입지특성과 에너지사용량의 관계를 분석하기 위해 총 111개의 관광호텔을 대상으로 기초통계량 분석을 실시하였다. 그 결과는 Table 2와 같다.

선정된 변수들의 기초통계량에 따르면, 호텔들의 연평균 전력사용량은 약 19만 kwh로, 호텔의 규모에 따라 적게는 연간 약 15,647 kwh에서 많게는 70,834,543 kwh의 전력을 사용하였으며, 이를 면적당 사용량으로 환산하면 연평균 223 kwh/m²로 나타났다. 호텔등급의 평균은 1.94로, 주로 1성급과 2성급 호텔이 주를 이루는 것으로 확인되었다. 연구에 사용된 호텔의 규모는 큰 차이가 있지만, 평균적으로 연면적이 16,086 m², 층고가 12층이며, 건축연한은 15년 정도 경과된 것으로 나타났다. 호텔의 서비스 규모에 있어 평균 118개의 객실을 가지고, 2018년 평균 37,298명의 숙박객수를

유치하였다. 호텔의 37 %가 중심상업지 인근에 위치하며, 상업용 부동산 임대료는 제곱미터 당 평균 24,760원으로, 2018년 기준 연구대상지의 평균보다 비싼 것으로 나타났다. 각 호텔의 반경 1 km 이내에는 평균 3개의 호텔이 위치하며, 31개의 호텔이 위치한 관광호텔 밀집지역이 포함되어있음을 확인하였다.

4.1 다중회귀모형(OLS)을 활용한 호텔 에너지사용량 결정요인

위계구조를 고려할 수 있는 다수준모형을 적용하기에 앞서 OLS 회귀분석을 통해 종속변수와 독립변수들 간의 기초적인 관계식을 도출하였다. 에너지사용량은 관광호텔에 대한 총사용량과, 호텔의 면적을 고려한 단위면적당 사용량으로 나타낼 수 있다. 두 변수는 건물의 일반화된 에너지사용량을 나타내는 지표로 흔히 사용되지만, 본 연구에서는 최종모형의 적합도를 높이기 위해 두 변수를 구분하여 분석을 수행하였다. 모형의 추정에서 다중공선성의 문제를 해결하기 위해 변수들의 Variance Inflation Factor (VIF)를 도출하였다. 그리고 기초통계량을 토대로 총에너지사용량과 연면적 변수를 로그 변환하여 정규성을 확보하고자 하였다. 연간 총사용량과 단위면적당 사용량에 대한 결과는 각각 Tables 3 and 4와 같다.

먼저, 호텔등급, 연면적, 건축연한, 층수, 중심상업지역 인접 여부, 상업용 부동산 임대료 변수에서 통계적으로 유의한 결과를 도출하였고, 중심상업지 변수를 제외한 모든 요인이 에너지사용량을 높이는 것으로 나타났다. 호텔등급의 경우, 한 등급 높아질수록 에너지소비가 13.3 % 높은 것으로 나타났다. 건축물 특성에서는 건축 연한이 1년 증가할수록 에너지소비가 1.5 % 증가, 1층이

Table 2. Descriptive Statistics of the Determinant Analysis of Hotel Electricity Consumption

Classification	Variables	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Annual Consumption		1928873.95	7172829.43	15647	70834543
Annual Consumption per Unit Area		233.07	1052.00	1.16	11131.94
Hotel Characteristics (Level 1)	Rating	1.94	1.56	0	5
	Floor	12.10	7.28	2	47
	Age	15.02	11.54	1	47
	Area	16086.15	68145.33	143.88	765665.65
	Room	118.80	123.31	2	649
	Guests	37298.46	47229.50	19	284488
Locational Characteristics (Level 2)	Commercial	0.37	0.49	0	1
	Rent	2.48	9.82	1.11	4.71
	Hotel Cluster	3.63	6.25	0	31
	Retail	6766.77	6233.42	789	20912
	Service	19375.03	18709.13	2269	62782
	Local Visitor	35382801.30	22026727.07	6051010	83482546
	Non-local Visitor	27785282.27	15696552.95	5089249	71963217

Table 3. OLS Results Using the Annual Total Energy Consumption (kwh)

Variables		Parameter Estimate	Standardized Error	Standardized Estimate	t-Value	VIF
Intercept		10.363**	0.379		27.326	
Level 1	Rating	0.133**	0.061	0.154	2.185	2.291
	ln (Area)	0.549***	0.071	0.498	7.722	1.929
	Age	0.015**	0.006	0.132	2.523	1.267
	Floor	0.061***	0.015	0.340	4.064	3.247
	Room	0.001	0.001	0.119	1.367	3.501
	Guests	0.001	0.000	0.083	1.602	1.251
Level 2	Commercial	-0.669***	0.226	-0.249	-2.958	3.281
	Hotel Cluster	-0.015	0.009	-0.114	-1.596	2.363
	Service	0.008	0.006	0.088	1.259	2.283
	Rent	0.171*	0.009	0.125	1.839	2.128
	Local Visitors	0.001	0.004	0.026	0.357	2.371
	Non-local Visitors	0.004	0.006	0.060	0.693	3.486
		R ² = 0.788	pseudo R ² = 0.762	F-value = 30.427		

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

Analysis performed using SAS software package version 9.4

Table 4. OLS Results Using the Annual Total Energy Consumption per Unit Area (kwh/m²)

Variables		Parameter Estimate	Standardized Error	Standardized Estimate	t-Value	VIF
Intercept		-1205.900**	516.868		-2.333	
Level 1	Rating	-112.940	81.337	-0.166	-1.389	2.030
	Age	15.417*	8.505	0.171	1.813	1.266
	Floor	61.325***	21.180	0.433	2.895	3.189
	Room	2.472*	1.324	0.288	1.867	3.405
	Guests	0.256	0.583	0.041	0.439	1.215
	Level 2	Commercial	-578.343*	313.498	-0.274	-1.845
Hotel Cluster		-27.777***	12.878	-0.277	-2.157	2.361
Service		7.973	8.616	0.117	0.925	2.264
Rent		90.620	12.831	0.086	0.706	2.117
Local Visitors		3.342	5.640	0.076	0.593	2.362
Non-local Visitors		7.325	8.689	0.131	0.843	3.457
		R ² = 0.306	pseudo R ² = 0.229	F-value = 3.974		

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

Analysis performed using SAS software package version 9.4

높아질수록 6.1 % 증가, 연면적이 1 % 증가할수록 0.5 %가량 증가하는 것으로 추정되었다. 이러한 결과는 많은 선행연구와 유사한 결과이다. 입지특성의 경우, 0.10의 유의수준에서 지역의 상가 임대료가 만 원 증가할수록 에너지소비도 17 % 증가하는 것으로 나타났다. 이와는 다소 상충되는 결과로, 중심상업지가 인접한 지역에 위치할수록 에너지사용량은 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 입지특성의 경우, 0.10의 유의수준에서 지역의 상가

임대료가 만 원 증가할수록 에너지소비도 17 % 증가하는 것으로 나타났다. 이와는 다소 상충되는 결과로, 중심상업지가 인접한 지역에 위치할수록 에너지사용량은 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다.

면적당 사용량에 관한 OLS회귀분석 결과는 Table 4와 같다. 모형의 적합도(R²)를 비교하였을 때, 앞서 살펴본 총전력사용량 모형에 비해 설명력이 떨어지는 것으로 나타났다. 총에너지사용량

을 고려하였을 때와 유사한 결과로 건축연한이 오래되고 층이 높을수록 에너지사용이 높아지는 것으로 나타났고, 중심상업지와 인접해 있을수록 사용량이 낮은 것으로 나타났다. 앞선 모형에 비해 호텔등급 변수는 0.10의 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였지만, 객실 수와 인근 호텔 밀집도는 추가적으로 유의한 결과를 도출하였다. 건축연한의 경우 1년이 증가할수록 제곱미터 당 약 15.4 kwh, 한 층 늘어날수록 61.3 kwh, 객실이 하나 추가될수록 2.5 kwh가 증가하는 것으로 추정되었다. 앞선 모형과 마찬가지로 호텔은 중심상업지와 인접할수록 에너지사용량은 큰 폭의 감소하였다. 또한, 반경 1 km 이내에 호텔의 수가 증가할수록 약 27.7 kwh/m²의 감소효과를 보이는 것으로 나타났다.

4.2 다수준모형(Multi-level model)을 활용한 호텔 에너지사용량 결정요인

다수준모형의 효과적인 추정을 위해 앞서 수행한 OLS모형의 결과를 토대로 종속변수는 연간 총사용량으로 선택하였고, 독립변수는 에너지사용량에 유의미한 설명력을 가지는 변수들로 구성하였다. 다수준모형의 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Results of the Multilevel Analysis of Energy Consumption

Variables		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Fixed Effect					
Intercept		13.227***	13.330***	13.355***	13.420***
Level 1	Rank		0.172***	0.144**	0.188***
	Floor		0.064***	0.051***	0.065***
	Age		0.014**	0.010*	0.012**
	Area		0.513**	0.605***	0.588***
Level 2	Commercial				-0.387***
	Hotel Cluster				-0.003
	Rent				0.111*
Error Variance					
Level 1 residual		1.533	0.433	0.304	0.2820
Level 2 intercept		0.206	0.002	0.000	0.000
Rank				0.079	0.000
Floor				0.001	1.2e-4
Age				2.1e-5	3.5e-5
Area				0.078	0.079
Model fit					
AIC		379.2	231.2	225.0	218.8
BIC		383.1	241.6	239.2	239.6

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

Intraclass Correlation Coefficient (ICC): 0.12

Analysis performed using SAS software package version 9.4

다수준모형은 무제약모형(Model 1)에서부터 시작하여 수준별 변수들과 임의효과를 추가해 나가며 확장하였다. 모형을 확장시키 나감에 있어 모형의 적합도를 판단하기 위해 AIC와 BIC를 활용하였으며, 두 지표가 작아질수록 더 적합한 모형이라 판단하였다. 먼저 Model 1의 결과를 토대로 ICC값을 산출하였고, 관광호텔 에너지사용량의 총 분산 중 12 %가 상위수준인 입지특성에 의해 설명됨에 따라 다수준모형의 적용이 타당함을 확인하였다.

다음으로 Model 2에서는 관광호텔의 개별특성 변수를 투입하여 추정하였다. 그 결과, 0.01의 유의수준에서 호텔등급, 총 층수, 0.05 수준에서 건축 연한, 건축 연면적이 유의하였으며, 모두 에너지 소비를 증가시키는 요인으로 나타났다. Model 2에서 1수준의 호텔 특성 변수를 추가함으로써 Model 1의 분산이 약 71.7 %가 줄어들었다. 따라서 관광호텔의 에너지사용량을 설명하는데 호텔특성이 매우 중요한 요인임을 보여주고 있다.

Model 3은 임의계수모형(random slope model)으로 Model 2에서 1수준 변수들의 지역 간 임의효과를 추가적으로 고려하였으며, Model 2에 비해 AIC와 BIC값이 작게 나타나 더 적합한 모델이라고 판단되었다. 따라서 호텔의 에너지사용량을 설명함에 있어 지역 간 차이가 모형의 설명력을 높이며, 1수준 변수의 변동에 미치는 유의한 영향을 확인할 수 있다. 결과에 따르면, Model 2에 비해 각 1수준 변수가 에너지사용량에 미치는 영향은 유사하지만, 소폭 감소한 것으로 나타났고, 지역수준의 영향에 의해 호텔등급은 약 7 %, 층수, 건축연한, 연면적은 미세하게 변동하였다.

최종모형인 Model 4는 Model 3에서 입지특성의 고정효과를 추가적으로 고려하였으며, 호텔 집적도를 제외한 모든 변수에서 통계적으로 유의한 결과를 얻었다. 입지특성의 고정효과와 개별 호텔특성의 지역 간 임의효과를 고려함에 따라 AIC가 감소하였으며, 도출된 결과 중 가장 적합한 모형이라 할 수 있다. 호텔등급, 총 층수, 건축 연면적은 0.01의 유의수준에서, 그리고 건축연한은 0.05의 유의수준에서 에너지사용량에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 도출되었다. 분석결과에 따르면 호텔등급이 한 등급 올라갈수록 18.8 %, 한 층 높아질수록 6.5 %, 연한이 1년 증가할수록 1.2 %, 연 면적이 1 % 증가할수록 0.6 % 증가하는 것으로 나타났다. 입지특성 변수의 경우, 0.01의 통계적 유의수준에서 중심상업지에 인접해 있을수록 31 %의 감소효과를 보였으며, 상업용 임대료가 제곱미터 당 만원 증가할수록 11.2 % 증가한다고 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 부산·울산·경남지역의 관광호텔을 대상으로 전력 사용량에 영향을 미치는 관광호텔의 개별적인 호텔특성과 입지특성 요인을 실증분석하였으며, 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

먼저 관광호텔의 에너지사용량은 대부분 호텔특성에 의해 설명되는 것으로 드러났다. 여러 선행연구를 통해 예상했던 대로 건물의 규모가 커질수록 에너지사용량은 증가함을 알 수 있었다(Priyadarsini et al., 2009). 또한, 건축물이 오래될수록 에너지소비량이 큰 것으로 나타났는데 이는 노후한 건물일수록 에너지 시스템의 효율이 비교적 떨어지기 때문일 것으로 판단된다(Onut and Soner, 2006; Wang, 2012). 이러한 결과에 대한 정확한 이해를 위해서는 각 건축물이 보유하고 있는 시스템의 효율에 대한 정보를 모형에 추가적으로 고려할 필요가 있다. 그리고 호텔의 등급 또한 에너지사용량을 설명하는 주요변수로 확인되었는데 이는 호텔이 제공하는 서비스와 연관 지을 수 있다. 호텔등급은 개별호텔의 서비스 품질을 대변할 수 있는데, 일반적으로 등급이 높은 호텔일수록 서비스 품질을 높이기 위해 건축물 내 온도 유지, 조명, 객실운영에 상대적으로 더 많은 에너지를 소비한다(Jeffrey et al., 2002; Xuchao et al., 2010). 그리고 호텔의 등급이 높을수록 부지 내 다양한 부대시설을 보유하고 있는 경우가 많으며, 카지노, 수영장, 연회장 등과 같이 에너지 집약시설도 포함된다. 즉 다양한 부대시설이 있을수록 숙박객의 일상적인 에너지 소비가 호텔 내에서 주로 이루어질 수 있어 에너지 소비 증가요인이 될 수 있다.

이러한 연구결과와 같이 에너지소비를 감소하기 위한 가장 직접적이고 효과적인 방안은 건물별 에너지 효율을 증진시키는 것임을 알 수 있다. 우리나라는 현재 건물의 에너지 효율을 높일 수 있도록 규제와 인센티브를 병행한 정책을 추진하고 있다. 하지만 관광산업 또는 숙박업에 대해 특화된 정책적 접근은 부재하며 다양한 형태의 인센티브와 규제를 모색할 필요가 있다. 건물에너지 효율화 지원, 신재생에너지 보급 및 활성화, 제로에너지 건축물에 대한 인센티브 등 호텔업계에서 자체적으로 도입할 수 있는 에너지 정책을 통해 에너지 소비를 낮추고, 이를 통해 관광산업의 지속가능성을 높일 수 있을 것이다.

본 연구의 주요결과는 호텔의 개별적인 요인과 함께 호텔이 위치한 지역의 입지특성 또한 호텔의 에너지소비를 설명하는 요인이라는 점이다. 도출된 결과를 종합하여 볼 때, 호텔의 입지가 중심상업지에 인접할수록, 호텔이 집적되어있는 지역일수록, 그리고 상업용 임대료가 높은 지역일수록 에너지사용량이 달라지는 결과를 확인하였으며, 이러한 결과는 관광호텔의 특수한 입지조건과 연관 지을 수 있다. 관광호텔업에서 선호되는 입지조건은 대표적으로 두 가지 유형을 들 수 있는데, 첫 번째는 유동인구가 많고 접근성이 우수한 도심지역, 두 번째는 관광자원이 풍부하고 경관이 우수한 지역이다. 본 연구에서 다룬 호텔 표본에서도 이 두 유형으로 구분할 수 있으며, 부산이나 울산처럼 광역시에 위치할수록 일반적으로 두 유형을 동시에 만족하기 때문에 다수의 호텔이 집적된 지역이 생겨났다고 볼 수 있다. 대표적인 예로 본 연구에 포함된 부산 해운대구를 들 수 있으며, 이는 반경 1 km 내에 31개의

관광호텔이 밀집되어있는 특수한 지역이다. 특히 이 지역에는 상위 등급의 대형호텔들이 밀집해 있고, 그 주위로 고가의 주거 및 상업시설이 형성되어있어 다수의 에너지소비 증가요인이 내재되어 있다. 이와 같이 에너지소비량이 높은 호텔들이 주로 밀집되어있고, 관광산업에 의존도가 높은 지역일수록 개별 건축물 단위의 에너지 고효율화와 동시에, 지역을 대상으로 하는 지역에너지 정책이 고려될 수 있을 것이다. 그리고 호텔이 중심상업지에 인접해 있을수록 에너지소비량이 낮은 것으로 나타났는데, 이는 도심지역으로 갈수록 개발부지가 상대적으로 협소하고, 이에 따라 에너지 집약적인 대형 호텔의 입지가 어렵기 때문이라 해석할 수 있다. 본 연구에서 다룬 호텔들을 미루어 볼 때 도시의 중심상권으로 갈수록 부대시설이 적은 중소규모의 호텔이 많이 분포하며, 업무시설과의 접근성을 더 중요시하는 비즈니스호텔이 많음을 알 수 있었다.

본 연구를 종합해보면, 도시의 탄소저감과 관광산업의 지속가능한 개발을 위해 건축물 단위의 개별적인 노력과 함께 연계할 수 있는 도시 차원의 노력이 필요함을 시사한다. 예를 들어, 자체적인 에너지소비 저감에 대해서는 인센티브를 제공함과 동시에 소비가 높은 지역에 대해서는 과소비방지를 위한 지역적 규제 정책과 같은 대안을 적용한다면 탄소중립을 위한 도시 차원의 복합적인 대안이 될 수 있을 것이다. 또한, 신재생에너지를 통한 지역에너지 발전 및 저장시설을 도입하여 에너지 집약지역의 에너지자립화를 장려해볼 수도 있을 것이다. 또한, 도시와 지역단위의 노력과 함께 산업 및 개별 건물 단위의 에너지저감책에 대해서도 지속적인 노력과 학술적 이해가 추가로 필요하다. 본 연구의 결과에 따라 다음과 같이 정책적 제언을 해볼 수 있다. 우선 관광산업이 집중된 지역에서 노후한 관광숙박업 건축물의 고효율화를 지원하고, 자체적인 에너지저감 노력을 장려할 수 있는 방안들을 모색한다면 더 큰 에너지저감 효과를 기대해볼 수 있을 것이다.

전기와 같은 에너지사용량을 연구함에 있어 본 연구의 가장 큰 한계점은 사용자의 인적 요인(human factor)을 고려하기가 매우 어렵다는 점이다(Diez-Roux, 1998). 분석을 수행함에 따라 호텔의 다양한 특성을 고려하였지만, 에너지 사용자(숙박객)의 소비행태를 대변할 수 있는 인적 요인변수는 고려하지 못하였으며, 관측되지 않은 이질성(unobserved heterogeneity)로 가정할 수밖에 없었다. 따라서 이는 본 연구의 주요 한계점이라 할 수 있다. 향후 에너지 소비의 반복된 관측값과 호텔의 세부적인 특성을 고려할 수 있다면 이러한 한계점을 극복할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 숙박업 외에도 교통, 관광지 운영 등 관광산업의 다양한 부문에 대한 에너지 소비를 함께 고려한다면 보다 복합적인 연구를 진행할 수 있을 것이다. 또한, 관광객의 이동경로, 소비패턴 등과 같이 최근 구축되고 있는 다양한 빅데이터를 활용하여 관광활동에 따른 에너지소비를 좀 더 정확히 이해할 수 있을 것으로 예상되며, 이를 통해 보다 효과적인 관광산업 에너지저감책을 모색할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020R1A2C1013045).

References

- Abbasabadi, N. and Ashayeri, M. (2019). "Urban energy use modeling methods and tools: A review and an outlook." *Building and Environment*, Vol. 161, 106270.
- Becken, S. and Patterson, M. (2006). "Measuring national carbon dioxide emissions from tourism as a key step towards achieving sustainable tourism." *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 14, No. 4, pp. 323-338.
- Becken, S. and Simmons, D. G. (2002). "Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand." *Tourism Management*, Vol. 23, No. 4, pp. 343-354.
- Becken, S., Frampton, C. and Simmons, D. (2001). "Energy consumption patterns in the accommodation sector - the New Zealand case." *Ecological Economics*, Vol. 39, No. 3, pp. 371-386.
- Bhuiyan, M., Siwar, C., Ismail, S. and Islam, R. (2012). "The role of ecotourism for sustainable development in east coast economic region (Ecer), Malaysia." *OIDA International Journal of Sustainable Development*, Vol. 3, No. 9, pp. 53-60.
- Choi, Y. and Kwon, Y. H. (2004). "The impact of educational environment on multi-family attached house prices using hierarchical linear model." *Korea Planning Association*, Vol. 39, No. 6, pp. 71-82 (in Korean).
- Deng, S. M. and Burnett, J. (2000). "A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong." *Energy and Buildings*, Vol. 31, No. 1, pp. 7-12.
- Diez-Roux, A. V. (1998). "Bringing context back into epidemiology: Variables and fallacies in multilevel analysis." *American Journal of Public Health*, Vol. 88, No. 2, pp. 216-222.
- Ewing, R. and Rong, F. (2008). "The impact of urban form on US residential energy use." *Housing Policy Debate*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-30.
- Filimonau, V., Dickinson, J., Robbins, D. and Huijbregts, M. A. (2011). "Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 19, No. 17-18, pp. 1917-1930.
- Gössling, S., Hansson, C. B., Hörstmeier, O. and Saggel, S. (2002). "Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability." *Ecological Economics*, Vol. 43, No. 2-3, pp. 199-211.
- Huang, F. L. (2018). "Multilevel modeling and ordinary least squares regression: How comparable are they?" *The Journal of Experimental Education*, Vol. 86, No. 2, pp. 265-281.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). *Global warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Jeffrey, D., Barden, R., Buckley, P. and Hubbard, N. (2002). "What makes a successful hotel? insights on hotel management following 15 years of hotel occupancy analysis in England." *The Service Industries Journal*, Vol. 22, No. 2, pp. 73-88.
- Kim, H. J. and Choi, Y. (2017). "A study on the correlation between characteristics of crime and space syntax, multifamily housing price." *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 52, No. 2, pp. 155-169 (in Korean).
- Kuo, N. and Chen, P. (2009). "Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environment loads from island tourism based on a life cycle assessment approach." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, pp. 1324-1330.
- Lee, H. H. and Noh, S. C. (2020). *Advanced statistical analysis*, Moonwoosa, Kyunggido, Korea, pp. 428-448 (in Korean).
- Li, C., Song, Y. and Kaza, N. (2018). "Urban form and household electricity consumption: A multilevel study." *Energy and Buildings*, Vol. 158, pp. 181-193.
- Lin, T. P. (2010). "Carbon dioxide emissions from transport in Taiwan's national parks." *Tourism Management*, Vol. 31, No. 2, pp. 285-290.
- Liu, X. and Sweeney, J. (2012). "Modelling the impact of urban form on household energy demand and related CO₂ emissions in the Greater Dublin Region." *Energy Policy*, Vol. 46, pp. 359-369.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism (MCST) (2011). *Establishment of a standard model for greenhouse gas inventory in the tourism industry* (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). *Energy usage statics* (in Korean).
- Onut, S. and Soner, S. (2006). "Energy efficiency assessment for the antalya region hotels in Turkey." *Energy and Buildings*, Vol. 38, No. 8, pp. 964-971.
- Park, O. S. and Jung, S. Y. (2013). "A study on the factors affecting hotel location." *Tourism Management Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 63-76 (in Korean).
- Priyadarsini, R. Xuchao, W. and Siew Eang, L. (2009). "A study on energy performance of hotel buildings in Singapore." *Energy and Buildings*, Vol. 41, No. 12, pp. 1319-1324.
- Tsai, K. T., Lin, T. P., Hwang, R. L. and Huang, Y. J. (2014). "Carbon dioxide emissions generated by energy consumption of hotels and homestay facilities in Taiwan." *Tourism Management*, Vol. 42, pp. 13-21.
- Wang, J. C. (2012). "A study on the energy performance of hotel buildings in Taiwan." *Energy and Buildings*, Vol. 49, pp. 268-275.
- Xuchao, W., Priyadarsini, R. and Siew Eang, L. (2010). "Benchmarking energy use and greenhouse gas emissions in Singapore's hotel industry." *Energy and Buildings*, Vol. 38, No. 8, pp. 4520-4527.