

연구논문

탑상형 아파트의 배치방향별 봄철 실내온도 비교평가

김준현* · 임정섭**

대구과학대학 측지정보과* · 경북대학교 지리학과**

(2010년 10월 14일 접수, 2011년 1월 28일 승인)

Comparative Evaluation of Indoor Temperature in Spring according to Sitting Orientation of Tower-Type Apartments

Jun Hyun Kim* · Jung-Sup Um**

Department of Geodetic Information, Taegu Science University*

Department of Geography, Kyungpook National University**

(Manuscript received 14 October 2010; accepted 28 January 2011)

Abstract

It is usual for energy consumption in accordance with facing and sitting direction of tower-type apartments to be calculated by the official statistics or computer simulation. Previous studies for energy consumption appear to be very limited due to the dependence on flat type of apartment. Acknowledging these constraints, an empirical study for a tower type apartment was conducted to demonstrate how a on-site indoor temperature measurement in spring can be used to assist in estimating the total energy consumption in terms of facing and sitting orientation specific settings. The results indicate that maximum temperature difference in spring was identified as 1.16°C between south and eastern direction. It is known that raising 1°C indoor temperature require 7% more energy consumption than normal. The 1.16°C difference means that sitting direction of tower type apartment is a crucial explanatory variable as unit of analysis for energy consumption. It was demonstrated that the indoor temperature could be used effectively as an indicator to estimate energy consumption among various sitting direction of tower type apartments. It is anticipated that this research output could be used as a valuable reference to support more scientific and objective decision-making for facing and sitting orientation of tower type apartments.

Keywords : Tower-type apartment, Sitting orientation, Indoor temperature

1. 서론

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)는 다른 부문에 비해 건물 부문의 온실가스 감축 잠재량이 가장 높다고 강조하고 있다 (IPCC, 2006). 건물부분에서 우리나라 전체 에너지 소비량의 약 23.5%가 소비되고 있어 건축물을 통한 에너지절약이 기후변화에 대응하기 위한 최우선 과제로 대두되고 있다(Wise, et al., 2009). 한국의 대표적인 주거형태로 자리잡은 아파트는 대규모 아파트 단지의 조성으로 총 인구 중 아파트 세대가 절반을 넘고 있는 것으로 보고되고 있다. 정부의 인구 및 주택 총조사에서 아파트 주거의 비율은 47.7%로 보고됐으며 이 비율은 지속적으로 증가될 것으로 예상된다 (Korean National Statistical Office, 2000).

예부터 ‘햇볕이 잘 드는 집에는 의사가 필요 없다’라는 말이 있으며 주택지의 첫째 조건으로 양지 바른 곳을 지적하는 만큼 일조시간/일사량은 주택 입지에서 중요한 요소이다. 아파트의 실내 열환경은 건물이 위치한 방향과 아주 직접적으로 상관성을 갖고 있어 결국 각 가정의 에너지 소비를 크게 증감시키는 현상을 초래하고 있다. 남향을 선호하는 우리나라 아파트의 전통적인 동간 배치는 ‘—자’ 배치에 네모꼴 모양인 판상형이 주류를 이루며 오랫동안 큰 인기를 끌었다. 모양상 안정감이 있는 데다, 탑상형에 비해 밖으로 드러나는 면적이 작아 열손실(난방)이 적은 장점이 컸기 때문이다.

하지만 요사이 단지조경과 미학적인 측면이 대두되고 내장재가 발달되면서, 일조와 전망을 극대화할 수 있는 둥글고 높은 탑상형 (타워형)이 큰 인기를 끌고 있다. 특히 대표적 탑상형 구조의 한강변 아파트인 용산 시티파크 류의 주상복합들이 인기리에 분양을 마치고, 도곡동 타워팰리스, 서초동 아크로비스타, 분당 파크뷰 등이 그 지역별 랜드마크로 인식되면서 기존 사고를 깨뜨리는 탑상형 아파트의 대중화가 지속될 것으로 판단된다 (서민정, 2005).

아파트 배치가 에너지 소비에 미치는 영향을 분석하는 과정에서 가장 중요한 단계가 분석지표를 선정하는 일이다. 어떠한 변수를 적용하느냐에 따

라 분석의 결과가 달라지기 때문이다. 통계조사 위주의 아파트의 배치방향별 에너지 소비 원단위 평가는 전통적으로 사용되는 방법이다(홍성희 등, 2001; Bohm and Danig, 2004). 홍성희(2001)는 남향을 기준으로 17%~26%의 에너지소비량 변화가 있다는 연구 결과를 보고하고 있다. 건물의 실내온도를 일정하게 유지하기 위해 에너지를 소비하고 있다는 것을 전제로 수행된 연구이기 때문에, 탑상형 아파트의 에너지 소비에 개입되는 핵심변수인 배치방향에 따라 다르게 분포되는 실내온도를 총체적으로 고려하지 못하고 있다.

근래에 컴퓨터를 이용하여 에너지 소비를 분석하는 연구가 증가하면서 TRANSYS 등 다양한 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 에너지 소비에 대한 정량화 된 분석을 시도하고 있다(Heiple and Sailor, 2008; Neto and Fiorelli, 2008). 하지만 에너지 소비와 관련된 연구의 대부분이 판상형과 탑상형을 구분하지 않은 국가통계에 의거 시뮬레이션을 수행하기 때문에 탑상형에서 발생하는 현상을 객관적으로 보여주기 보다는 국가 전체 통계의 평균에 의거한 단선적 편향성을 보여주는 수준에 머물러 있다 (유호선 등, 2004; 김지혜 · 서승직, 2006). 본 연구와 가장 근접한 연구로 탑상형 아파트 수직벽면의 태양에너지 가용량을 분석한 연구가 있으며 (조민관 · 최창호, 2008), 탑상형 아파트의 일조 영향을 평가한 연구가 있다 (황혜영 · 이종원, 2006). 아울러 판상형 아파트와 탑상형 아파트의 도시가스 소비 특성을 비교하거나 (김진관 등, 2009), 여름철 열대야 발생시 탑상형 아파트의 실내온열환경을 평가한 사례도 확인된다 (장현재 · 김형진, 2010). 선행연구는 다양한 형태의 아파트에서 에너지 소비에 개입되는 다양한 지표의 유용성을 검증하는 데 도움이 되겠으나 에너지 소비에 영향을 미치는 변수가 매우 다원적이고 복잡적이어서 모든 것을 고려하여 탑상형 아파트에 주안점을 두고 배치방향과 에너지 소비의 상관성에 대한 근거자료로 활용하는 데는 한계가 있다.

아파트의 배치 방향에 따라 일사량은 차이가 나

게 되며 실내온도는 에너지 저감에 있어 핵심 변수로 작용하게 된다. 아파트 내부의 실내온도가 높고 낮음에 따라 인간의 쾌적한 적정 실내온도 유지를 위해서 에너지소비의 증감을 유발시키기 때문에 실내온도가 아파트 배치형태에 따른 에너지 소비를 평가할 수 있는 가장 직접적이며 핵심변수이다 (Paulo and António, 2007). 보다 미시적인 물리적 주거환경에 대한 지표인 실내온도를 활용하여 아파트 열부하에 대한 정확한 진단과 평가를 통해 아파트 배치방향을 개선하기 위한 연구는 확인되지 않는다.

결국 현재 탑상형 아파트 배치방향이 실내온도에 미치는 영향을 객관적으로 추정하기 위해서는 실측을 통해 다양한 측정지점별로 비교평가하는 절차가 선행되어야 한다. 따라서 본 연구는 탑상형 아파트의 에너지 소비에 개입되는 다양한 변수 중 배치형태와 관련하여 그간 간접통계나, 시뮬레이션에서 지적되어온 문제점들에 대한 대안을 제시하는 기초자료를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이외에도 본 연구는 탑상형 아파트 배치방향을 결정하는 과정에서 방위를 고려한 분석모형을 제시하고, 실제적인 아파

트 입지의사결정에 기여하는 부차적인 목적이 있다.

II. 데이터 취득의 시·공간적 범위

연구지역은 그림 1과 같이 대구시 달성군 다사읍의 매곡리에 위치한 탑상형 계단식 아파트이며 우측에는 강이 흐르고 좌측에는 4차선의 대로가 있는 단지이다. 2년 전에 완공된 아파트로 최신 기술과 자재를 이용한 설계공법을 적용하여, 실내온도에 많은 영향을 미치는 창호 및 단열 등의 특성을 보완한 아파트이다. 입지특성중 방향별 비교분석 시 일반적으로 남향이 기준이 되는 데 사례연구지역은 정남향과 정동향, 남동향, 남서향의 방향으로 입지하고 있어, 남향을 기준으로 다양한 방향에 대해 실내온도를 평가할 수 있는 여건을 충족하고 있다. 탑상형 아파트의 배치방향별 봄철 실내온도 비교평가의 타당성을 검증하기 위해 많은 아파트를 비교하는 것이 공통적인 문제점 발견과 산출되는 결과의 타당성을 검증하는 데 도움이 된다. 하지만 본 연구에서는 각 지역별 태양에너지 관련 환경이 다른 점

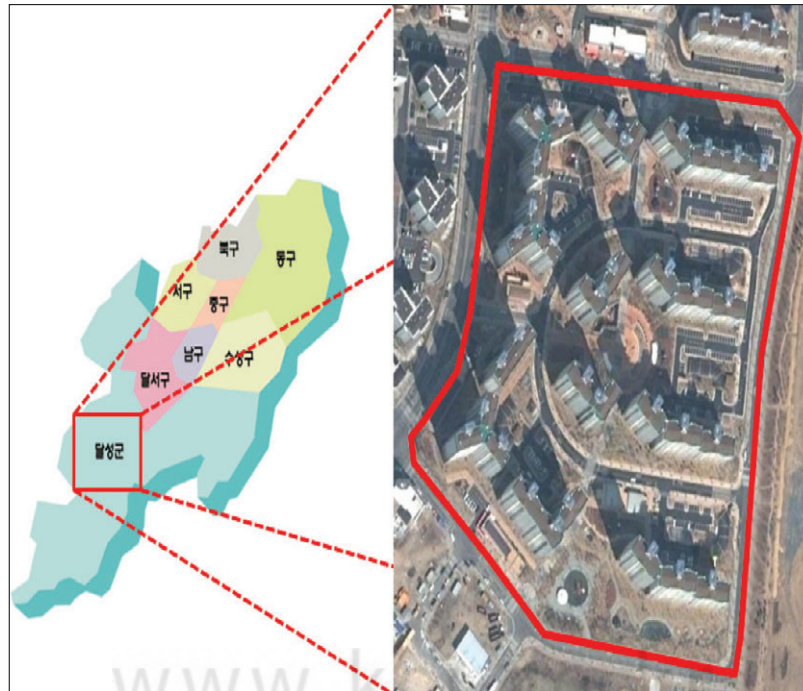


그림 1. 연구지역

을 고려하지 않고 많은 아파트를 수평적으로 비교함으로써 발생할 수 있는 오류를 방지하고자 특정 아파트를 집중적으로 비교 평가하는 방식을 취하였다. 사례연구 대상아파트는 탑상형 아파트의 배치 방향별 봄철 실내온도 비교를 위해 가시적인 연구 성과가 산출될 수 있을 만큼 독립되어 있으면서 어느 정도의 규모를 가진 아파트이다.

봄철(5월)에 실내온도를 측정하였으며, 이 시기가 냉난방 요인이 실내온도에 가장 적게 영향을 미쳐 아파트의 배치 방향별 실내온도 변화를 평가하기 적절한 시기라고 판단하였기 때문이다. 2010년 5월 11일부터 2010년 5월 14일까지 실내온도를 측정하였다. 건축물의 경우 실내 내부온도는 태양복사에너지인 일사량에 따라 달라 질 수 있으므로 동일조건의 일사량 수준에서 측정을 위해 일사량이 높은 시간대인 11시를 기준으로 16시까지 실내온도를 측정하였다. 또한 기상조건을 고려하여 측정 시간대의 일사량이 평균적인 범위에 들어오지 않거나 비가 또는 바람이 많이 불거나 기온이 평균이하의 날은 측정하지 않았다.

실내온도 측정방법은 건물의 냉난방온도 측정기준에 의거하였다 (지식경제부, 2009; 지식경제부, 2010). 본 연구에서 실제 측정에 사용된 계측기는 미국의 표준기술연구소(NIST : National Institute of Standards and Technology)에서 인증 교정된 풍량·풍속 측정계로서 측정범위는 0-30m/s, 정확도는 지시치의 $\pm 3\%$ 또는 $\pm 0.015\text{m/s}(\pm 3\text{ft}/\text{min})$, 분해능은 1ft/min, 12,700개 이상의 데이터 샘플링이 가능하며, 반응속도는 1초-1시간까지 지정 가능한 TSI사의 9535모델을 사용하여 실내의 풍량풍속 및 실내온도를 측정하여 방향별 배치에 따른 분석을 실시하였다 (Afshari and Reinhold, 2008; WDCGG, 1999).

III. 데이터 취득

아파트 단지에는 24평과 33평, 41평이 존재하지만, 41평형을 제외한 1140(65,214m²) 세대의 24

평과 33평의 6동의 12개 라인 78개 지점에서 실내온도를 측정하였다. 동일한 아파트 단지내에서 A형은 24평형, B형 33평형으로 구분하여 분석하였다. A형의 24평형과 B형의 33평형을 중심으로 서로 다른 건축물의 방향이 존재하는 지역을 일차적으로 선정하였고, 각 방향별로 비교하기 위해 층수는 A, B형간 최고층이 달라 A형과 B형을 별도로 비교하였다. 건축물의 방향은 A형 24평형 아파트의 경우 동향과 남동향, 남서향으로 비교하였고, B형 33평형 아파트의 경우 남향과 남동향, 남서향으로 비교하였다. 방향별로 비교를 위해 아파트의 동일한 층수에서 실내온도를 각각 측정하여 24평형과 33평형을 각각 비교하였다. 24평형의 경우 1층에서 23층, 33평형의 경우 1층에서 21층까지 설계되어 있어 각각 4층 간격으로 실제로 온도를 측정하였다.

그림 2와 같이 건축물 방위는 1/5000 수치지도의 건물 레이어에서 추출하여 각 아파트의 방위를 측정한 결과 A형의 경우 E, S 35° E, S 35° W로 3가지 방위로 확인되었고, B형의 경우 S, S 55° E, S 35° W로 확인되어 24평형과 33평형의 서로 다른 면적간 3방위를 각각 비교하였다.

그림 2의 A형은 24평의 건물배치 방위이며, B형은 33평의 건물배치에 따른 방위를 나타내고 있다. 본 연구지역의 실내온도 측정을 위해 A형, B형의

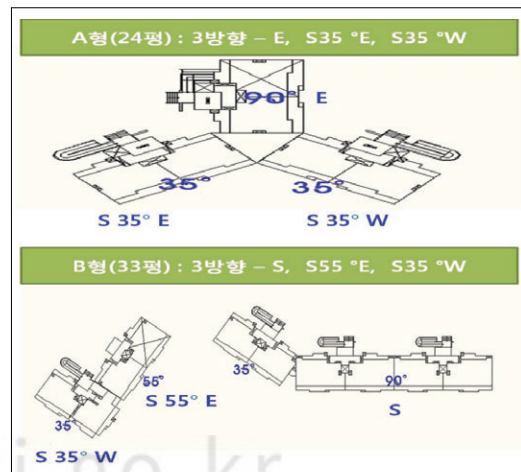


그림 2. A형과 B형의 방향 및 방위

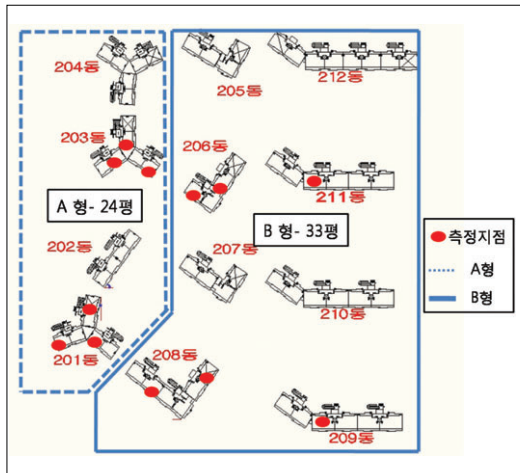


그림 3. 연구지역의 실내온도 측정지점 지도

측정지점은 A형은 최고층이 23층으로 동향, 남동향, 남서향으로 설계되어 있어 3개의 방향별 특성을 위해 A형의 정동향과 남동으로 35°, 남서로 35°로 남동과 남서의 방위가 동일하여 정동향과의 적절한 비교가 가능하였다.

B형은 최고층이 21층으로 정남향, 남동향, 남서향으로 모두 설계되어 있어서 정남향과 남동으로 55°, 남서로 35°로 남동과 남서의 방위가 약 20° 정도의 차이가 있으나 정남향과 실내온도를 비교할 수 있었다. 그래서 방향별 실내온도 측정을 위해 그림 3과 같이 측정지점을 A형의 경우 201동, 203동, B형의 경우 206동, 208동, 209동, 211동에서 각각 실내온도를 실측하였다.

본 연구지역 측정지점은 표 1과 같이 A형의 24평의 경우 동향, 남동향, 남서향의 3방향에 대해 최고층이 23층이어서 4층 간격으로 14지점을 측정하였

고, B형의 경우 33평의 경우 남향, 남동향, 남서향의 3방향에 대해 최고층이 21층이어서 4층씩 12지점을 측정하여 총 6개 동의 78개 지점을 측정하였다. 측정 한 층별 간격은 A형은 1층, 4층, 8층, 12층, 16층, 20층, 23층으로 7개 층으로 구분하여 측정하였고, B형은 1층, 4층, 8층, 12층, 16층, 21층으로 6개 층으로 구분하여 측정하였다. 그림 3은 연구지역의 아파트의 동별 위치 및 실내온도 측정지점을 보여주고 있다. A형은 24평이 존재하는 지역의 동별 위치 및 측정지점을 보여주고 있으며, B형은 33평형이 존재하는 지역의 동별 위치 및 측정지점을 보여주고 있다.

실내온도 측정방법은 건물의 냉난방온도 측정기준(안)에 따라 측정방법, 측정지점, 측정위치, 측정주기, 평균 측정값 등의 규정에 따라 측정하였다. 측정방법은 온도계의 지시값의 변동폭이 10초간 ± 0.5℃ 이내일 때 측정하였고, 측정지점은 급격한 기류변화가 없고 측정에 영향을 주는 방해물이 없는 위치인 거실의 중앙지점을 포함하여 창측, 벽측 3곳을 측정하였다. 그림 4는 A, B형의 주택내부 실내 측정지점 3점을 보여주고 있다. 또한 기기의 높이는 바닥면에서 수직방향으로 1.5m정도의 높이로 직사광선이 닿지 않는 지점에서 공기 취 출구 내지 흡입구로부터 2.0m이상 거리를 두고 측정하였다. 측정결과와 평균온도 산정은 동일 위치에서 1분 간격으로 3회 측정하여 산술평균한 값을 측정지점의 온도로 등록하였다. 측정시간은 하루 중 최대가 예상되는 시간대인 11시에서 16시까지 측정하였다.

본 연구를 실측한 측정일의 기상조건은 표 2와 같다. 측정한 4일간의 평균기온은 16.9℃로 보일러

표 1. 연구지역의 실내온도 측정지점

분 류	지역	방향	측정 층	측정 동	측정지점
세 부 분 류	A형(24평)	동향	1, 4, 8, 12, 16, 20, 23	2 동	14 지점
		남동향		2 동	14 지점
		남서향		2 동	14 지점
	B형(33평)	남향	1, 4, 8, 12, 16, 21	2 동	12 지점
		남동향		2 동	12 지점
		남서향		2 동	12 지점
합 계	2 지역	3 방향	21층, 23층	6 동	78 지점

의 가동이나 외출 설정 등의 실내온도 변화에 많은 영향을 미치는 행위는 확인되지 않았으며, 기상조건이 황사 등의 영향으로 외부 공기유입을 위한 창

문개방이 없는 조건에서 실제로 측정하였다. 실내온도의 측정시간인 11시부터 16시까지는 거의 유동인구가 없으며, 상주인구는 실내온도 측정자 2명을 포함한 평균 3.2명이었다. 실내온도 측정 당시 전체 78세대 중 부득이 하계도 측정하지 못한 세대수는 7세대로 전체 71세대만의 실내온도 결과만을 비교하였다. 풍량 및 풍속은 실내에서 측정하였으므로 풍량은 0.01CFM, 풍속은 최소 0.01m/s로 나타났다.

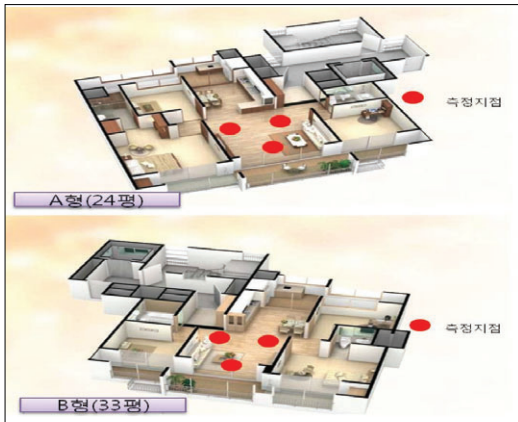


그림 4. 주택내부 실내 측정지점

표 2. 측정일의 기온 및 날씨

측정일자	평균 기온	날씨
5월 11일	17.0 °C	황사
5월 12일	16.8 °C	맑음
5월 13일	16.5 °C	연무
5월 14일	17.6 °C	맑음

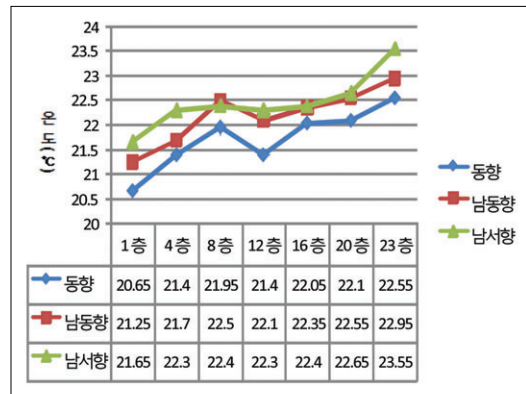


그림 5. A형의 방향별 측정지점의 실내온도

표 3. 각 측정지점의 배치 방향별 실내온도 (단위 : °C)

구분	층 별	동향		남동향		남서향	
		201동	203동	201동	203동	201동	203동
A형 · 24평	1층	20.8	20.5	21.1	21.4	21.7	21.6
	4층	21.3	21.5	21.6	21.8	22.3	-
	8층	21.8	22.1	-	22.5	22.4	22.4
	12층	21.4	-	22.5	21.7	22.3	22.3
	16층	22.4	21.7	22.2	22.5	22.3	22.5
	20층	-	22.1	22.7	22.4	22.6	22.7
	23층	22.7	22.4	23.1	22.8	23.4	23.7
	평균	21.73°C		22.18°C		22.48°C	
구분	층 별	남향		남동향		남서향	
		209동	211동	206동	208동	206동	208동
B형 · 33평	1층	21.3	21.4	20.5	20.3	20.7	20.9
	4층	22.0	22.1	-	20.9	21.3	21.5
	8층	22.4	22.4	21.0	21.2	21.4	-
	12층	22.3	22.3	21.1	21.0	22.3	21.8
	16층	22.5	-	21.4	21.3	22.4	22.2
	21층	23.2	23.1	21.8	21.7	22.7	22.7
	평균	22.27°C		21.11°C		21.81°C	

IV. 분석결과 및 고찰

1. A형의 방향별 실내온도 분석

본 연구에서의 각 측정지점별 실내온도는 표 3과 같으며, 그 결과에 따라 각 측정지점의 방향별 실내온도를 비교하였다. 방향에 따른 계절별 분석을 위해 먼저 A형의 24평형 아파트를 방향별로 정동향과 남동 35°, 남서 35°의 동일한 방위의 아파트를 비교하였다. 그림 5는 각 방향에 따른 측정 지점의 평균 실내온도를 보여주고 있다.

측정결과 전체적으로 동향 < 남동향 < 남서향의 순으로 나타나 남서향이 제일 높았다.

동향과 남동향의 실내온도는 0.45℃, 동향과 남서향의 실내온도는 0.75℃로 나타났으며, 동일한 방위의 남동향과 남서향은 각각 남동과 남서로 35°의 배치방향에서의 실내온도 결과로 0.3℃의 차이가 발생하여 극히 미비함을 알 수 있었다.

반면 실내온도가 제일 높은 남서향과 제일 낮은 동향의 경우 0.75℃의 차이는 실내온도에 미치는 다양한 여러 가지 변수가 있으나 본 연구에서 실내온도 변화에 미치는 동일한 조건인 보일러의 가동이나 외부공기의 유입 등을 고려한 동일한 측정조건하의 동일 아파트 단지내의 동별 배치방향에 따른 결과이므로 기존 선행연구의 방향별 에너지 소비량과의 결과를 부여하지 않아도 오직 아파트의 배치방향에 의한 실내온도 결과로 해석할 수 있다. 그림 6은 A형의 각 방향별로 각 측정지점의 실내온

도를 서로 평균한 결과를 보여주고 있다. 방향별로 평균한 실내온도 결과는 동향은 21.73℃ < 남동향 22.18℃ < 남서향 22.48의 차이로 동향이 제일 실내온도가 낮고 남서향이 제일 실내온도가 높음을 보여주고 있다.

2. B형의 방향별 실내온도 분석

B형의 방향에 따른 계절별 분석을 정남향과 남동 55°, 남서 35°로 남동향과 남서향의 방위는 20°로 달랐으나 정남향과의 비교를 할 수 있어 각 배치방향의 실내온도를 비교하였다. 그림 7은 각 방향에 따른 측정 지점의 평균 실내온도를 보여주고 있다. 측정결과 전체적으로 남동향 < 남서향 < 남향의 순으로 나타나 남향이 제일 실내온도가 높게 나타났다. 남향과 남동향의 실내온도는 1.16℃, 남향과 남서향은 0.46℃, 남동향과 남서향의 방위가 20°의 차이가 날 때 0.7℃의 차이가 발생하였다. 특히 남동향의 경우 남서향과 동일한 방위가 아니어서 동향에 더 가까운 S 55° E로 배치하고 있어 A형의 결과를 통해 나타났듯이 실제로 동향으로 더 가까울수록 더 낮은 실내온도를 유지하고 있어서 남동향의 경우 남서향과 0.7℃의 실내온도 차이가 발생한 것으로 판단된다. 그림 8은 B형의 각 방향별로 각 측정지점의 실내온도를 서로 평균한 결과를 보여주고 있다. 방향별로 평균한 실내온도 결과는 남동향 21.11℃ 남서향 21.81℃ < 남향 22.27℃로 남향이 제일 높고 남동향이 제일 낮음을 보여주고 있다.

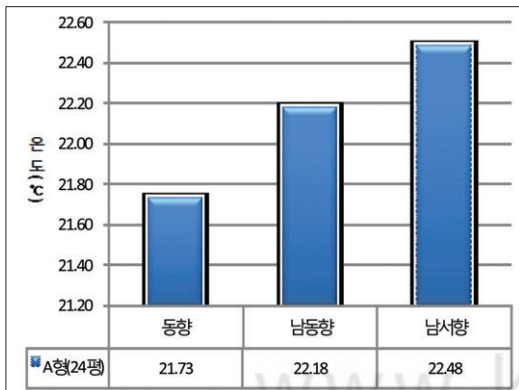


그림 6. A형의 방향별 평균 실내온도(5월)

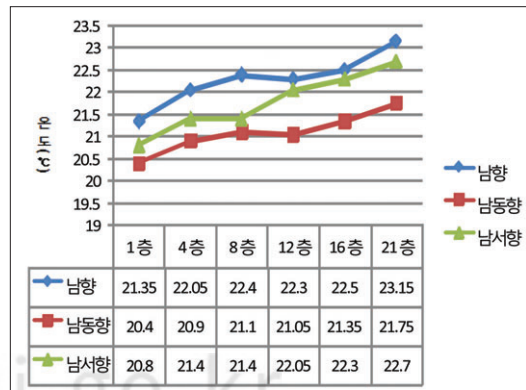


그림 7. B형의 방향별 측정지점의 실내온도

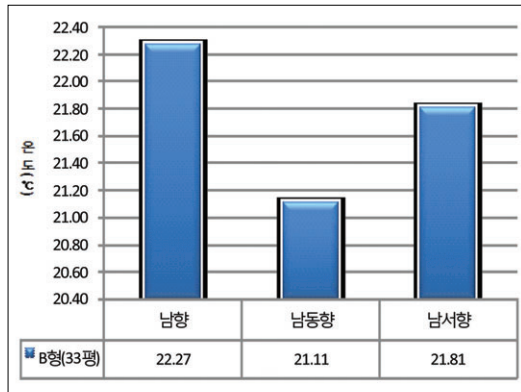


그림 8. B형의 방향별 평균 실내온도(5월)

3. 분석결과에 대한 고찰

본 연구에서 아파트의 배치방향에 따른 실내온도의 변화를 비교하기 위해 봄철 5월의 탑상형 계단식 아파트의 실내온도를 비교하였고, 그 결과 그림 9과 같이 나타났다.

건물의 배치방향에 따라 A형에서는 남서향 > 남동향 > 동향의 순이었고, B형에서는 남향 > 남서향 > 남동향의 순으로 나타나며 A, B 두 지역의 실내온도가 남향 > 남서향 > 남동향 > 동향의 순으로 나

타난다. A형 24평의 경우 배치방향에 따른 최대 실내온도 차이는 정동향이 제일 낮은 21.73℃, 제일 높은 남서향은 22.48℃로 0.75℃의 차이가 발생하였다. 반면 동일한 남서향과 남동향의 35° 방위에서는 0.3℃의 차이로 미비하였다.

B형의 33평의 경우 배치방향별 최대 실내온도 차이는 남향이 제일 높아 22.27℃, 제일 낮은 남동향은 21.11℃로 1.16℃의 차이가 발생하였다. 또한 B형의 남동향과 남서향의 방위가 남동향은 S 55° E, 남서향은 S 35° W로 약 20°의 배치 방위가 달라질 때 0.7℃의 차이가 발생하여 A형의 동일한 방위의 0.3℃보다 약 2.3배 높은 실내온도의 차이가 발생하였다. 위의 분석결과에서 정남향과 남서향의 배치방향은 측정시간대인 11시부터 16시까지 일조 또는 일사의 영향이 매우 높아 실내온도가 타 방향에 비해 더욱 높은 것을 확인 할 수 있었다.

측정시간대의 태양의 황도는 정중앙에서 서향으로 움직임이 일어나는 시간대이어서 남방향과 남서방향이 다소 높을 수는 있겠지만 오전 6시부터 오전 10시까지의 일사량은 측정시간대의 약 2.38배나 낮

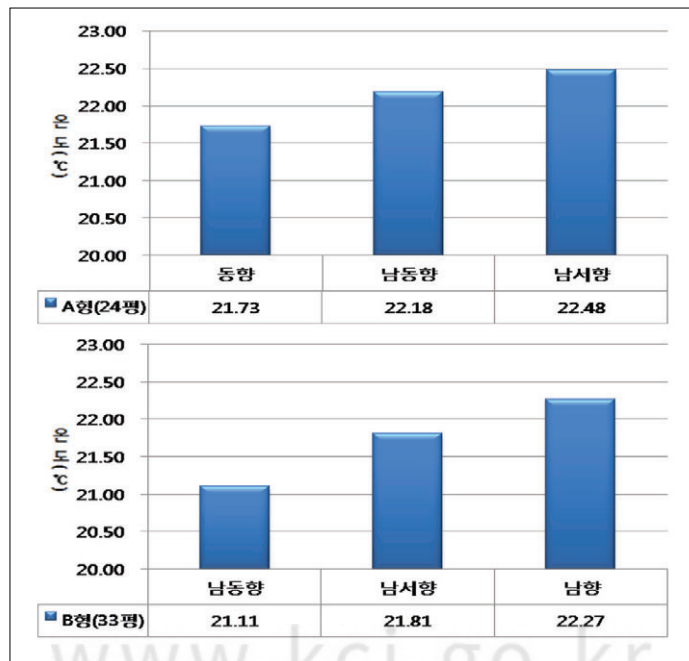


그림 9. A·B형의 방향별 평균 실내온도

표 4. 측정일의 각 시간대별 일사량 결과

측정일 시 간	5 / 11	5 / 12	5 / 13	5 / 14
	일사량 (MJ/h)	일사량 (MJ/h)	일사량 (MJ/h)	일사량 (MJ/h)
6시	0.03	0.03	0.03	0.05
7시	0.40	0.40	0.37	0.47
8시	1.04	1.10	0.99	1.15
9시	1.72	1.82	1.65	1.90
10시	2.37	2.25	2.26	2.53
평균	1.11	1.12	1.06	1.22
11시	2.85	2.90	2.76	2.79
12시	3.15	3.12	2.63	3.30
13시	3.19	3.35	2.14	3.37
14시	2.79	3.18	2.22	3.09
15시	1.70	2.87	2.11	2.92
16시	1.94	2.33	1.30	2.34
평균	2.60	2.96	2.19	2.97

은 일사량으로 실제로 실내온도에 미치는 영향을 미비하다고 판단되며, 실내온도에 직접적인 영향을 주는 시간대의 일사량은 11시부터 13시까지의 일사량임을 표 4에서 나타낸다. 표 4는 기상청에서 제공하는 측정일의 각 시간대별 일사량을 보여주고 있다 (기상청, 2010).

측정일인 5월 11일부터 5월 14일까지 오전의 06시부터 10시까지의 평균 일사량은 1.13MJ/h, 측정 시간대인 11시부터 16시까지의 평균 일사량은 2.68MJ/h로 약 2.38배나 높게 나타났다. 본 연구에서는 태양의 고도, 일사, 일조 등의 복사강도가 다름에 따라 각 배치방향별로 실내온도가 서로 다르게 나타남을 확인 할 수 있었고, 방위가 동향에 더 가까울수록 오후시간대의 일조에 의한 영향이 낮아 결국 실내온도가 타 방향에 비해 낮아짐을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구의 정동향과 남동향의 경우 타 방향에 비해 실내온도가 낮아 결국 적절한 실내온도의 유지를 위해 전기 또는 난방 등이 있어 남향이나 남서향에 비해 더 많은 에너지소비를 유발시킬 수 있음을 단적으로 증명 할 수 있었다. 특히 정남향과 남서향의 경우 배치방향별 실내온도가 남동향과 동향보다도 더 높은 실내온도를 유지하고 있어서 정남향은 타 방향에 비해 17%~

26%의 에너지 절감효과를 거둘 수 있다는 기존 선행연구의 결과 (유호선 등, 2004)와 같이 본 연구에서 나타난 바와 같이 실내온도가 에너지 소비량에 미치는 영향력은 아주 높음을 확인 할 수 있었다.

V. 결론

본 연구의 결과는 향후 탑상형 아파트 배치방향 설정단계에서 다양한 방향에 대해 정량적인 비교 우선순위를 부여하고 유리한 입지를 추적하기 위한 올바른 방향을 제시하는데 유용한 근거 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다. 본 연구에서는 연구지역의 아파트를 A형과 B형으로 구분하여 방향별로 세가지 방위에 대해 실내온도를 분석하였다. 두 지역의 실내온도 비교를 통해 남향 > 남서향 > 남동향 > 동향의 순으로 확인 할 수 있었고, 특히 남향의 경우 제일 에너지 절약형에 가까운 배치구조임을 다시 한번 증명 할 수 있었다.

또한 동향의 경우 본 연구의 남향, 남동향, 남서향의 배치방향 중 제일 낮은 실내온도를 유지하고 있어서 동향의 건물설계 시 더 많은 일조량 또는 입사각을 고려한 동별 건물간 간격거리 또는 해당 아파트 주변의 일조권을 확보를 위한 배치방향 등에 있어 건축설계 시 필수적으로 고려되어야 하는 시사점을 제공하였다.

선행연구에서는 남향을 기준으로 에너지 소비량과 비교할 때 동향과 서향의 경우 약 14%의 에너지 소비가 더 많이 지출된 점을 감안할 때 본 연구에서 남향을 기준으로 볼 때 남동향은 1.16℃, 남서향은 0.46℃로 더 낮은 실내온도를 유지하고 있었다. 또한 동향을 기준으로 남동향 0.45℃, 남서향 0.75℃로 더 높은 실내온도를 유지하고 있었다.

특히, 남동향과 남서향의 동일한 방위인 35°일 때 0.3℃의 실내온도 차이가 발생하였고, 남동향과 남서향의 방위가 서로 다른 S 55° E와 S 35° W일 때는 0.7℃의 차이가 발생하여 방위가 남서 35°와 남동 55°일 때의 차이는 약 2.3배의 실내온도 차이가 발생하였다. 즉, 남동에서 동쪽으로 더 가까워질

수록 실내온도가 더 낮아짐을 확인 할 수 있었다.

특히 본 연구에서 평가된 남향을 기준으로 남동향의 약 1.16℃의 차이는 결국 실내온도 1°를 내리거나 올릴 때 사용되는 에너지 소비량은 7%의 증감을 유발시키기 때문에 (대한민국정부, 2010), 남향의 경우 약 8.12%의 에너지를 절약할 수 있는 결과로서 국지적인 차원은 물론 각 가정의 에너지 저감 효과에도 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

본 연구가 국지적인 연구지역을 대상으로 단 1개의 아파트만을 대상으로 실제 비교를 통한 연구이어서 보다 더 많은 아파트를 대상으로 연구지역이 대표성을 갖는 연구지역 설정의 타당성 검토가 필요하다. 일반적으로 저층부는 고층부에 비해 일조시간이 늦어 실내 온도에 차이가 발생할 수 있다. 이는 오히려 향에 의한 온도 차이보다 큰 결과를 가져올 수도 있다. 향후 건물의 방향과 층을 비교하여 본 연구 결과의 실용성을 증진시킬 수 있는 방안에 대해서 보다 심도 있는 연구가 필요하다.

비슷한 구조에 같은 방향으로 일사불란하게 지은 기존 아파트들은 '성냥갑'이란 오명을 듣지만 적어도 다양한 배치방향에 따른 세대별 실내온도 격차가 심하진 않을 것으로 추측된다. 향후 본 대상지역과 비교연구를 통해 검증하는 절차가 요구된다. 또한 한 개의 아파트 전체 층인 1층에서 23층을 모두 조사하지 못하고 4층 간격으로 조사한 결과와 평균적인 일사량이 오전에 비해 오후가 훨씬 많아 오후 시간대의 일사량이 실내온도에 미치는 영향이 제일 높은 점을 고려해 11시에서 16시까지만 측정된 결과여서 측정시간을 일출부터 일몰까지 전 시간대에 걸친 측정 데이터의 확보를 통해 향후 보다 더 폭넓은 연구지역에서 다양한 층수를 대상으로 하는 연구가 이루어 질 때 더 구체적인 배치방향별 비교가 이루어 질수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한

연구과제입니다(20094010200010).

참고문헌

- 기상청, 2010, <http://www.kma.go.kr/>
- 김지혜, 서승직, 2006, 기후 온난화의 영향에 의한 건물의 냉·난방에너지 수요량 예측, 한국태양에너지학회 논문집, 26(3), 119-125.
- 김진관, 천진수, 이병호, 2009, 판상형 아파트와 탑상형 아파트의 도시가스 소비 특성에 관한 비교 연구, 주거환경, 7(2), 55-65.
- 대한민국정부, 2010, 조금만 발품 팔면 탄소발자국 줄어요, 정부정책포탈, http://www.korea.kr/newsWeb/pages/brief/categoryNews2/view.do?newsDataId=148696396&category_id=subject§ion_id=EDS0206001&call_from=extlink.
- 서민정, 2005, 탑상형(타워형) 설계의 장단점, <http://www.k2k.co.kr/board/board/content.asp?id=3957&GoTopage=7&block=>.
- 유호선, 현석균, 박유원, 김용식, 홍희기, 2004, 한국형 아파트의 난방에너지 분석 1: 위치의 영향, 대한설비공학회 논문집, 16(1), 101-111.
- 장현재, 김형진, 2010, 여름철 열대야 발생시 탑상형 아파트의 실내온열환경에 대한 연구, 설비공학 논문집, 22(1), 20-25.
- 조민관, 최창호, 2008, 판상형과 탑상형 아파트 수직벽면의 태양에너지 가용량분석, 대한건축학회 논문집(계획계), 24(12), 337-344.
- 지식경제부, 2009, 에너지이용 합리화법, 대한민국.
- 지식경제부, 2010, 건물냉방온도 제한에 관한 규정, 대한민국.
- 홍성희, 2001, 건물의 에너지원단위기준(안) 연구, 한국에너지기술연구원.
- 홍성희, 장문석, 박효순, 양관섭, 2001, 공동주택의 에너지소비원단위 설정연구, 대한건축학회 논문집, 17(12), 151-160.
- 황혜영, 이종원, 2006, 탑상형 아파트 일조환경 분

- 석, 대한건축학회 논문집(계획계), 22(1), 219-226.
- Afshari, A. and C., R., 2008, Deposition of fine and ultrafine particles on indoor surface materials, *Journal of Indoor and Built Environment*, 17(3), 247-251.
- Bohm, B. and Danig, P.O., 2004, Monitoring the energy consumption in a district heated apartment building in Copenhagen, with specific interest in the thermodynamic performance, *Energy and buildings*, 36(3), 229-236.
- Heiple, S. and Sailor, D.J., 2008, Using building energy simulation and geospatial modeling techniques to determine high resolution building sector energy consumption profiles, *Energy and buildings*, 40(8), 1426-1436.
- Neto, A.H. and Fiorelli, F.A., 2008, Comparison between detailed model simulation and artificial neural network for forecasting building energy consumption, *Energy and buildings*, 40(12), 2169-2176.
- Korean National Statistical Office, 2000, The census of population and residence.
- Paulo, F. and António, M., 2007, Energy efficient building design using sensitivity analysis-A case study, *Energy and Buildings*, 39(1), 23-31.
- WDCGG (World Data Centre for Greenhouse Gases), 1999, WMO WDCGG data catalogue - GAW data.
- Wise, M., Calvin, K., Thomson, A., Clarke, L., Bond-Lamberty, B., Sands, R., Smith, S.J., Janetos, A. and Edmonds, J., 2009, Implications of Limiting CO2 Concentrations on Land Use and Energy, *Science*, 324(5931), 1183-1186.

최종원고채택 11. 04. 09