

# 시뮬레이션을 이용한 주거용 건축물의 공간별 채광성능 평가

## Assessment of the Daylighting Performance in Residential Building Units of South Korea through RADIANCE simulation

임 태 섭*	임 홍 수**	구 재 오***	김 곤****
Lim, Tae Sub	Lim, Hong Soo	Koo, Jae-O	Kim, Gon

### Abstract

This paper focused on the daylighting performance of residential high-rise buildings in South-Korea. the purpose of this study is to estimate the visual environment of sunlight coming into opening according to sky conditions, orientation of windows and each space of Apartment buildings.

Season of the year, weather, and time of day combine with predictable movement patterns of the sun to create highly variable and dynamic daylighting conditions. Daylighting design is usually based on the dominant sky condition and the micro-climate for the building site. There are three common sky conditions: clear sky, overcast sky, and partly cloudy sky. The clear sky includes sunshine and is intense and brighter at the horizon than at the zenith, except in the area around the sun. Daylight received within a building is directly dependent upon the sun's position and the atmospheric conditions. Easily used charts, diagrams, and software programs allow study of solar geometry for any geographic location and time of day. on the other hand, the overcast sky is characterized by diffuse and variable levels of light and has dense cloud cover over 90% of the sky.

This paper was calculated by a Desktop Radiance program. The space dimensions were based on a unit module of real constructed apartment having divided into five sections such as living room, room1, room2, room3 and kitchen.

키워드 : 주거용 건축물, 자연채광, 주광률, 조도, 건물향, 천공상태

Keywords : Residential building, Daylighting, Daylight Factor, Illuminance, Orientation, Sky Condition

### 1. 서 론

아파트 건물은 한국인들에게 오랫동안 자산으로서 역할을 해왔고 주거용의 대표적인 형태라 할 수 있다.1) 일반적으로 아파트라 함은 사전적 의미로 한 채의 건물 안에 독립된 여러세대가 살 수 있게 구조된 공동주택으로, 건축법 시행령은 5층 이상의 공동주택으로 규정하고 있다. 과거 건설사들의 선택은 수익성을 보장하기 위하여 고층화나 주변 환경에 대한 고려가 주안점이 아닌 부적합한 건물 배치 등 실제 거주자의 환경 질이 떨어지는 경우가 많이 있었다. 하지만 최근 수요자들의 저에너지, 친환경 건축에 대한 요구가 많아지면서 건설사들은 주택 가격이외에도 건강한 주거 환경을 누리려는 고객을 만족

시키기 위한 다양한 방법들을 연구하고 있다.

건축 환경에 영향을 주는 다양한 요소들이 있겠지만 특히 태양은 태양의 고도나 방위에 따라서 지구뿐만 아니라 건축물에도 온열환경과 시 환경에 영향을 주는 중요한 인자이다. 주광의 특성상 특단의 조치를 하지 않는 한 주광을 실내에 도입하면 일사도 함께 유입되고 과잉된 광 도입은 열 취득이 증대되어 냉방부하 증가로 이어진다. 또한 실의 조건에 따라서는 여름철보다 겨울철에 실내의 과도한 온도 상승을 일으키는 경우가 있다. 그러나 올바른 자연채광 설계가 이루어지면 겨울철에 일조시간이 짧은 지역에서도 적극적인 주광 이용에 의해 인공조명의 점등시간을 삭감할 수 있는 가능성 있고 특히 난방이 필요한 실내에서는 창외 단열성을 고려하여 적극적으로 주광을 도입하면 난방부하를 줄일 수 있어 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 또한 자연채광은 천공의 상태에 따라 실내 변화가 크기 때문에 연구자들이 많은 변수에 의하여 시 환경을 분석하는데 어려움이 많았다. CIE는 표준 담천공을 바탕으로 한 자연채광계산법을 권고했지

\* 주저자, 연세대학교 건축공학과 연구교수 (francis9@yonsei.ac.kr)

\*\* 강원대학교 건축공학과 박사과정 (forestflood@hanmail.net)

\*\*\* 강원대학교 건축공학과 교수 (koojoh@kangwon.ac.kr)

\*\*\*\* 교신저자, 강원대학교 건축공학과 교수 (gonkim@kangwon.ac.kr)

만 근래 많은 연구자들이 최신 CIE 표준일반천공을 바탕으로 한 자연채광 계산법에 대하여 연구를 진행하고 있다.

본 연구에서는 친환경 요소 기술 중에서 자연채광에 초점을 맞추어 기존에 설계된 고층 아파트 건물의 공간별 채광성능을 평가해보고 제시된 기준에 적합한지에 대한 논의를 하고자한다.

연구의 방법은 RADIANCE 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 분석 기법을 사용하였고 단위 주거평면을 모델링하였다. 연구의 변수로는 천공상태, 건물의 향, 계절, 공간별 채광성능을 비교 분석하였고 조도와 주광률을 이용하여 평가하였다.

## 2. 연구배경 및 선행연구 고찰

아파트 건물은 1990년 이후 건설된 신축 주택의 77%, 2007년 주택 건설 실적 중 86%를 차지하고 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>2)</sup> 이러한 통계가 보여주듯 아파트 건물에 대한 사회적, 국가적 관심이 아파트에 쏠릴 수밖에 없고 입지조건과 주변 환경이 고려되지 않고 지어지는 건물들로 인하여 다양한 문제점들이 부각되고 민원이 발생하게 된다. 주거 환경에는 여러 가지 요소들이 있는데 크게 물리적인 요소인 주거 성능과 정신적인 요소인 주위 커뮤니티로 구분할 수 있다. 이러한 주거 환경의 차이는 주택 가격의 차등화로 끝나는 것이 아니라 거주자의 육체적, 정신적 건강에도 아주 많은 영향을 준다.

2010년 한국인의 공동주택 선호도에 관한 연구(황현배) 석사학위논문에서 아파트가격에 영향을 미치는 요인에 대한 설문조사 데이터가 제시되었다. 조사결과 가장 가격과 밀접한 관련이 있는 것은 응답자 41%가 답한 아파트 품질이었고 두 번째가 18%로 집계된 교통여건 이었다. 아파트 품질의 경우 구매자가 직접적으로 품질을 확인할 수 없기 때문에 브랜드의 인지도로 아파트의 품질을 평가했다. 세 번째는 조망 및 일조권의 확보로 응답자 13%가 아파트 가격을 결정하는 주요 요인으로 평가했다. 이는 주변 편의시설과의 접근성이나 학군 및 교육여건항목보다도 높은 순위를 기록하는 것으로 나타나 수요자들의 자연채광에 대한 요구가 크다는 것을 알 수 있다.<sup>3)</sup> 따라서 우리나라에서 가장 큰 비중을 차지하는 주거형태인 아파트에 건물에서 사회적, 국가적, 자산으로써의 관심은 물론 공학적인 접근을 통해 자연채광에 대한 이해를 높여려는 노력이 다방면으로 진행되고 있는 상황이다.

자연채광은 외부 환경에 대한 변화에 영향을 받게 되는데 가장 중요한 요소로 천공상태를 꼽을 수 있다. 기상학적으로 볼 때 유럽의 일부지역(담천공)이나 건조한 열대지역(청천공)은 한 가지 천공상태가 계속적으로 비슷하게 나타난다. 그러나 북미지역이나 한국 같은 곳에서는 이러한 표준천공모델이 항상 일정하게 나타나지 않고, 표준화된 천공상태가 실제의 천공상태를 전형적으로 나타내지 못할 경우에는 자연채광을 활용한 건물의 주광률이나 에너지 평가가 불가능해진다.<sup>4)</sup> 자연채광의 최소잠재력은 담천공 상태에서 태양의 존재가 배제된 최악의 상황

을 전제하여 과대평가되는 것을 방지하는 목적으로 평가한다. 이와 같은 이론적인 전제하에서는 창호의 방위는 광학적으로 크게 의미가 없다. 북측을 향해 열려 있는 개구부와 동일한 개념으로 이해될 뿐이다. 그러나 남향이 아닌 형태 창호의 경우 현실적으로 태양이 존재하는 일반 상황에 대한 평가와 이에 대한 보완은 필수적이다. 따라서 긍정성과 부정성은 많은 경우가 존재하지만, 자연채광의 최대 잠재력은 창호와 태양간의 기하학적인 관계에 바탕을 두고 있다고 정의해야한다. 모든 방위는 자연채광을 위해 긍정적인 역할을 수행할 가능성을 가지고 있다. 스펙트럼과 강도의 차이가 있으나 적절한 광학적 조절에 의하여 직사광도 깊은 심도의 공간까지 유입하는 방향성 높은 2차적인 자연광원으로 사용될 수 있다. 따라서 단순한 담천공 조건아래서의 소극적인 채광 성능의 평가를 넘어 태양과의 직접적인 관계에 대한 평가가 이루어져야 하며 이는 창호 또는 건물의 향과 연계하여 대표성 있는 경우를 대상으로 하여야 한다.<sup>5)</sup> 이밖에 내부 환경에 대하여 채광성능이 변화하게 되는데 실내의 채광상태는 실의 형태뿐만 아니라 실내 벽면의 표면반사 정도에 의해서도 달라진다. 실내부의 각 표면이 실내의 채광상태에 영향을 미치는 정도는 천정, 뒷벽, 측벽, 바닥의 순서이다. 그러므로 천정 면을 밝은 색으로 하는 것이 채광에서 유리하며 바닥면은 그다지 큰 영향을 주지 않으므로 바닥 재료를 자유롭게 선택하여 실의 개성을 살릴 수 있다. 그러나 실내의 마감재 선택은 절대적으로 거주자의 선호도에 따라서 실내 마감재의 색이 정해지게 되고 반사율이 높은 밝은 색체의 재료로 마무리된 방에서는 입사한 빛이 실내 표면에 잘 반사되어 확산하므로 채광효과가 높아지는 동시에 밝기분포도 균일해진다. 최안섭(2005)<sup>6)</sup>의 『광센서 조광제어시스템의 효율적 적용을 위한 조광제어구역 결정에 관한 연구』에서 실내 마감재의 반사율은 천장 80~90%, 벽 40~60%, 바닥 30~40%, 책상 25~45% 정도가 가장 적절하다고 보고하였다.

이와 같이 주광은 채광특성과 채광효과를 바탕으로 경제적이고 쾌적한 빛 환경을 조성할 수 있다. 주광을 이용하는 방안으로는, 높은 곳에서 주광을 유입하는 것이 좋으므로 창문의 높이는 최소 실내 깊이의 1/2 이상이 되도록 설치하는 것이 바람직하다. 또 양측 채광이나 천창에 의한 채광방식이 좋으며 주광을 확산, 분산시키기 위하여 실내 마감 재료와 색은 반사율이 높을수록 좋다. 그리고 개구율 및 주광률을 기준으로 적정한 창의 크기를 확보해야 한다.

## 3. 연구 방법론 및 변수

### 3.1 대상건물 주거용 아파트의 재원 및 변수

대상건물은 주거용 아파트 건물로서 거실을 중심으로 침실1, 침실2, 주방이 위쪽에 위치하고 있고 안방이 거실의 개구부 방향과 동일하게 위치되어 있다. 침실2에는 발코니 공간이 있고 침실1에는 발코니가 없어 침실1과 침실2를 비교했을 때 발코니 유무에 따른 채광성능을 비교

할 수 있다. 침실2와 주방은 모두 발코니가 있지만 개구부의 크기가 주방이 상대적으로 작다.(창문의 크기는 [표 1]에 나타나있다.) 안방과 거실의 경우도 거실에는 발코니가 있지만 안방의 경우 전실공간이 없고 거실에 있는 발코니는 창문이 없는 것이 특징이다.

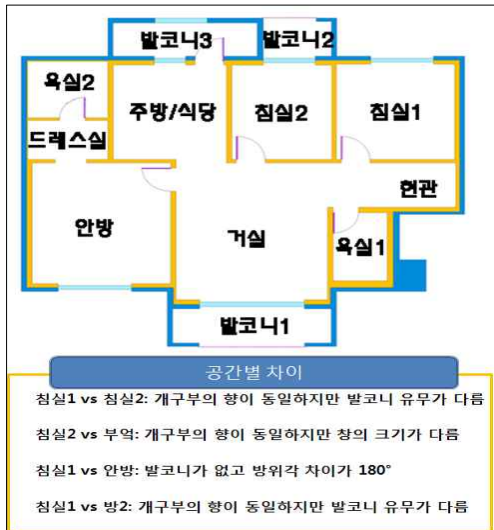


그림 1. 대상건물 아파트의 평면 배치도 및 공간별 특징

건물의 향 변화를 분석하기 위하여 향의 기준을 먼저 제시해야한다. 본 연구에서는 그림2 와같이 북쪽을 기준으로 거실의 방향을 0°~180°로 30°간격으로 변화하여 채광성능을 평가하였다.

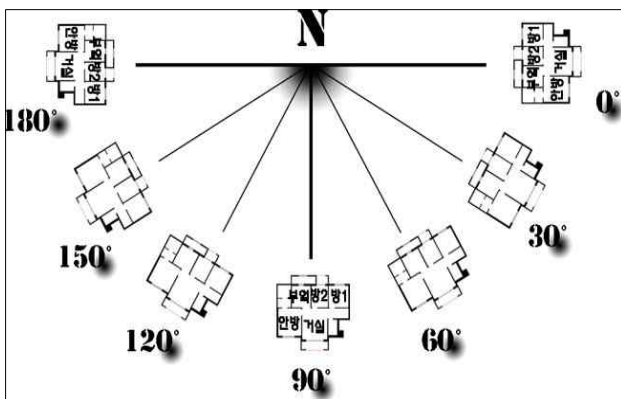


그림 2. 건물 향 변화에 따른 개구부의 위치 변화

표 1. 공간별 재원 및 개구부 크기

구역	면적(m <sup>2</sup> )	거실 정남 배치기준 향	창의 크기
침실1	11.6	북향	1800(W)x1500(H)
침실2	9.6	북향	1500(W)x2400(H)
주방	11	북향	①1500(W)x1100(H) ②900(W)x450(H)
안방	17.1	남향	2100(W)x1500(H)
거실	21.2	남향	3000(W)x2400(H)

[표 1]은 공간별 면적과 채광성능에 영향을 줄 수 있는 인자인 발코니의 유/무, 창의 크기를 보여주고 있다. 공간

에서 가장 중요한 변수로 예상되는 공간별 개구부의 향은 거실의 개구부가 정남을 향하고 있는 경우를 기준으로 개구부의 향의 배치를 표시하였다. 침실2와 거실의 경우 발코니가 있지만 외부창이 별도로 설치되지 않았고 주방의 경우 발코니와 연결되어 있는 공간 모두 창이 설치되어있다.

### 3.2 연구 프로세스 및 시뮬레이션 방법

연구 프로세스를 [그림3]로 표현할 수 있는데 각 천공 상태에 따라서 향을 변화시키고 공간별 채광성능을 평가하였다.



그림 3. 주거용 단위공간 채광성능 분석을 위한 변수

측정 시각은 3월 21일, 6월 21일, 12월 21일 정오를 기준으로 측정하였고 측정값은 청천공과 부분 담천공에서는 조도로 평가하였고 표준 담천공에서는 주광률로 평가하여 평가지표로 이용하였다.

주광조도 예측프로그램 중 CIE에서 제안하고 있는 표준천공 휘도분포에 따라서 천공조건을 모델링할 수 있는 로렌스 버클리 랩(Lawrence Berkeley National Lab)에서 개발된 Desktop RADIANCE를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다. 광선이 자연적으로 진행되는 방향의 반대 방향으로 추적하여, 실제 광선이 발생한광원의 활동을 예측하는 역광선추적기법(BackwardRay-tracing Technique)을 기초로 광원으로부터 나온 광선들의 거동을 확인하여 빛환경을 가시화 할 수 있게 한다. 본 연구에서 사용되는 RADIANCE프로그램의 버전은 Linux환경의 버전이 아니라 Desktop Radiance버전을 이용하여 조도측정을 하였다. 천공조건으로는 태양의 직접 영향이 고려되지 않는 담천공, 우리나라에서 가장 많은 확률을 보이는 부분 담천공, 태양의 직접영향이 고려된 청천공이 사용되었다.

표 2. 대상 공간의 위치와 프로그램에 적용된 실내 마감재의 물성치

위치(서울기준)	위도: 37.5°	경도: -127°
천장	Reflectance: 70.07%	
바닥	Reflectance: 40.7%	
벽	Reflectance: 50.5%	
창문	Reflectance: 12.0%	
	Transmittance: 88.0%	

### 3.3 평가지표 분석

외부의 환경은 태양의 고도와 천공의 상태에 따라서 달라져 주광을 이용하여 실내 채광성능을 확보하거나 조명 설계를 하는 것은 매우 어렵다. 왜냐하면, 주광이 시간과 공간에 따라 지속적으로 변하고 인공조명과 주광에 의한 실내조도 또한 이에 상응하여 연속해서 변하기 때문이다. 게다가, 특정한 시간대에 주광만으로 설계조도를 초과하여 충분한 작업조도를 확보할 수 있기 때문에 설계조도와 정확하게 동일한 조도 레벨을 유지하는 것은 물리적으로 거의 불가능하다. 따라서 주광이용 조명제어 시스템의 목적은 작업 면에 총 조도레벨을 최소한의 인공조명을 사용하여 설계조도와 동일하거나 그 이상으로 유지할 수 있도록 하는데 있다. 이때 가장 많이 사용되는 평가지표로 주광률이 있다. 주광률(daylight factor) = 실내임의 점의 주광조도 ÷ 천천공조도 × 100(%)의 공식에 따라 천천공조도의 값을 알아야만 주광률을 계산할 수 있다. 주광률을 계산할 때 천천공조도의 값을 보통 5,000lux로 가정하는 경우가 일반적이었는데 우리나라처럼 천천공과 담천공의 중간인 중간천공이 많이 출현하는 곳에서는 이 값이 타당한지를 검토된 사례가 부족하다. 즉, 천천공조도를 정확하게 알아야 주광률을 정확하게 계산할 수 있으며 주광률 분포를 정확히 자연채광과 관련된 에너지 해석을 할 수 있다. 따라서 천천공조도를 알기 위해서는 바로 천공상태(Sky Condition)를 알아야만 한다.

[그림4]는 실내에 주광이 주입되는 경로와 주광률에 포함되는 주광을 그림으로 나타내고 있다. 주광률은 표준담천공에서 외부조도와 실내 조도의 비를 나타내지만 직달일사가 고려되지 않기 때문에 직달일사를 동시에 고려하는 sunlight factor라는 지표가 이용되기도 한다.

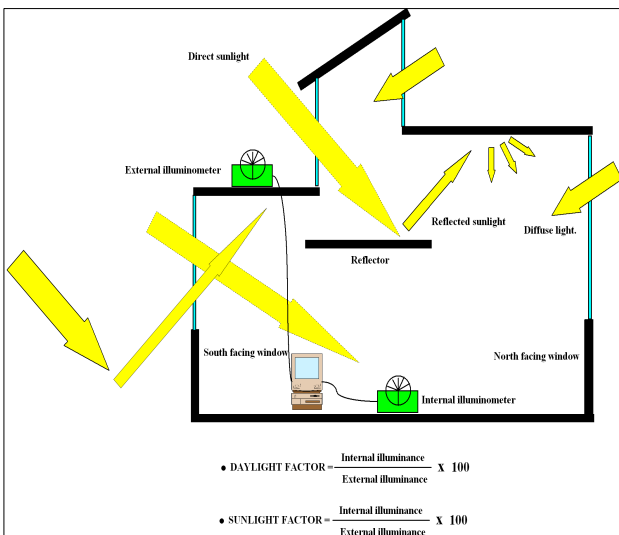


그림 4. 실내에 주광이 유입되는 경로와 주광률

일반적인 채광성능 평가에서 가장 많이 사용되는 지표로는 호린달을 기준으로 비교하는 주광률이 있다. 주광률의 기준은 발주자, 설계 기준, 가이드라인, 환경적 생태적 가치들에 의해서 다르다. 예를 들면 기준이 주광률 4%이

하가 기준미달이라면 실내 깊숙한 곳에는 만족하지 못하는 기준에 의하여 조명기기를 설치해야할지도 모른다. 이러한 경우에는 설계 조도를 기준으로 설계해야 하거나 주광률이 ‘좋다, 나쁘다’의 상식적인 기준을 이용해야 한다. 그게 아니라면 ‘오전 10시부터 오후 4시 사이에 시간대에는 전기 조명이 없이 주광률 기준을 만족해라’와 같은 명확한 기준이 제시되어야 한다.<sup>7)</sup>

- ◆ 2%미만 : 실내가 우울해보이고 전기조명이 낮 시간 대부분 필요하다.
- ◆ 2이상~5%미만 : 실내에 조명기기가 필요한 구간이 있지만 전체적으로 밝아 보인다.
- ◆ 5%이상 : 실내 낮 시간 동안 인공조명이 필요 없지만 빛이 강렬하여 손으로 가려야하는 경우가 있다.

미국 친환경 인증건물인증인 LEED에서 제시하고 있는 주광률기준은 기준 최소 2%, 영국에서는 주방 평균 최소 2%, 거실과 공부하는 공간은 평균 1.5%를 만족해야 한다고 명시하고 있다. 또한 BRE에서 출간한 <Environmental design guide>에서 평균 주광률 기준을 제시하고 있는데 보조 조명기구가 없다면 5%의 평균 주광률이 적당하다고 추천하고 있다. 그러나 실내 내부반사율이 높고 창문이 단창이며 실의 깊이가 4m이내의 조건에서만 추천 평균 주광률 기준을 만족하게 된다. 따라서 BRE에서 차선책으로 제시하는 기준은 보조광원을 이용하여 평균 주광률이 2%를 만족하면 좋은 채광성능이라고 주장하고 있다.<sup>8)</sup>

따라서 본 연구에서는 BRE와 LEED에서 권장하고 있는 기준을 차용하여 실내 평균주광률 2%~5%를 이상적인 채광성능으로 평가하였다.

### 4. 분석 결과

#### 4.1 담천공 상태에서 공간별 주광률 분석

[그림5]는 침실1에서의 주광률을 건물향 변화에 따라 비교한 그래프이다. 담천공 상태에서 향의 변화가 큰 의미가 없었다.

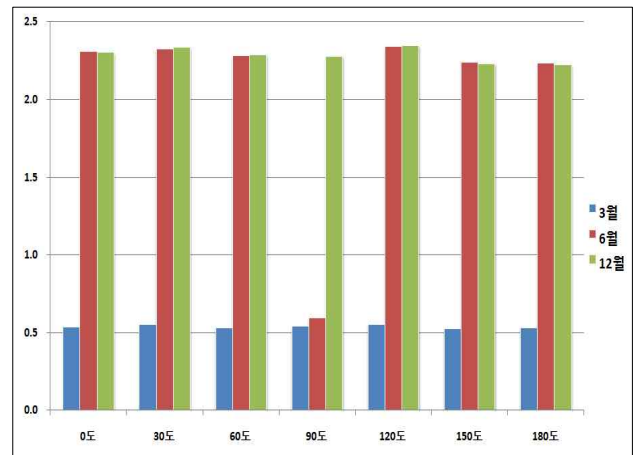


그림 5. 담천공 상태에서 건물 향에 따른 침실1 공간의 주광률

실제 시뮬레이션된 결과 값을 살펴보면 주광률의 변화를 보이는 향은 90°에서 6월의 값만 차이가 있었을 뿐 향에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 3월의 주광률이 0.5%로 낮아 최소요구 조건인 2%를 만족하지 못하였다.

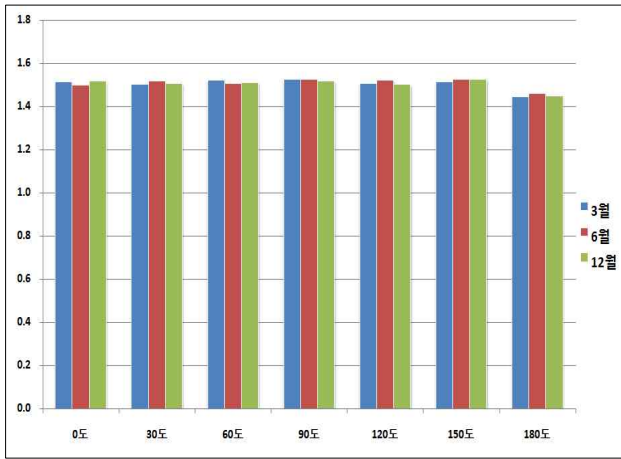


그림 6. 담천공 상태에서 건물 향에 따른 침실2 공간의 주광률

침실2(그림6)의 주광률에서는 계절에 관계없이 주광률이 일정하였고 건물의 향에도 영향이 거의 없었다. 침실1과 비교했을 시 침실1이 최소 요구조건인 2%를 만족하였지만 침실2는 발코니 공간에 의하여 1.5% 수준으로 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

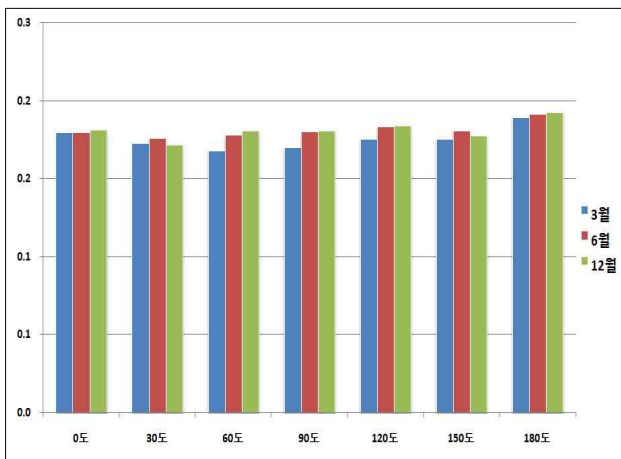


그림 7. 담천공 상태에서 건물 향에 따른 주방 공간의 주광률

채광성능이 가장 떨어지는 주방공간의 경우 자연광유입에 의한 실내 공간의 채광 계획을 하지 않고 인공조명을 이용한 실내 시환경을 확보되어야 한다. 왜냐하면 태양광이 음식부패를 유발하기 때문이다. 따라서 주방의 경우 일반적인 주광률 2%는 과도한 일사유입이라 판단된다. 주방공간 주광률을 측정된 결과 [그림7]과 같이 주광률이 0.2%로 나타났다. 따라서 주방공간에는 채광성능 분석에 따른 별도의 인공조명 계획이 이루어져야 한다.

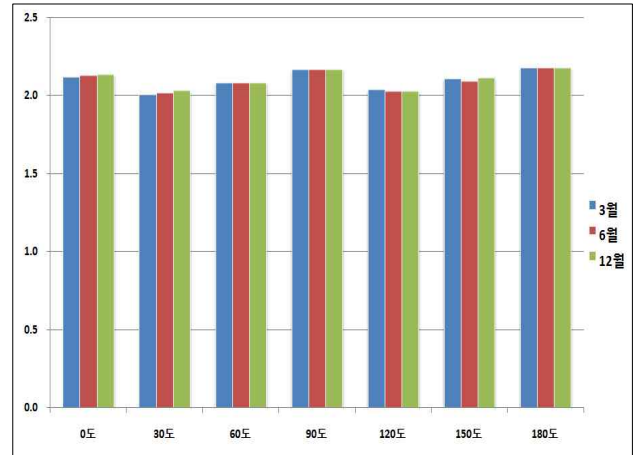


그림 8. 담천공 상태에서 건물 향에 따른 안방 공간의 주광률

안방의 주광률의 결과인 [그림8]에서는 침실1과 같이 발코니가 없기 때문에 침실1의 결과 값과 유사하게 도출되었다. 주광률차이가 향의 변화에 따라서 최대 0.3%를 넘지 않아 건물의 향과 공간의 배치에 따라서 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 안방의 주광률은 최소요구조건인 2%이상을 유지하였다.

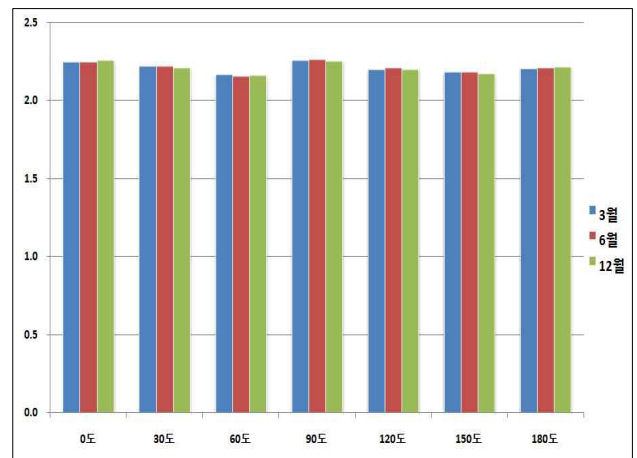


그림 9. 담천공 상태에서 건물 향에 따른 거실 공간의 주광률

거실공간의 주광률은 향의 변화에 따라 차이가 거의 없고 창면적이 안방보다 크기 때문에 주광률도 0.1~0.2%가 높았다. 거실 역시 최소요구 조건인 2%이상은 이루어 지지만 채광성능이 만족스러운 5%는 확보되지 않았다.

#### 4.2 천공상태에 따른 건물 향별 종합 분석

각 계절별 천공상태 변화에 따른 채광성능을 전체적으로 비교 분석하기 위하여 [그림10]과 같이 각도 변화에 따른 천공별 채광성능을 그래프로 나타내었다.

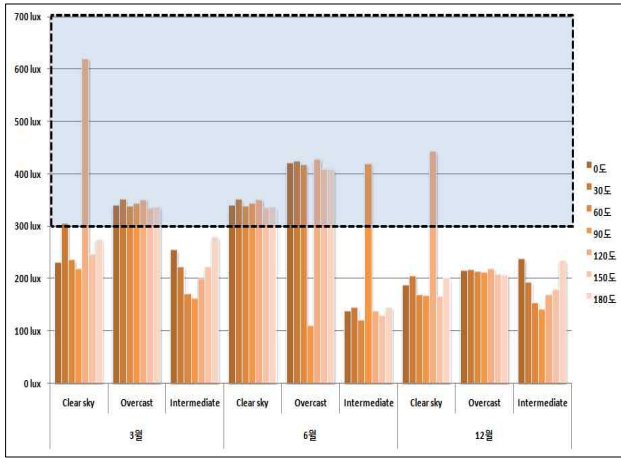


그림 10. 측정 변수에 따른 침실1의 채광성능 종합

침실1의 천공상태의 변화에 따른 채광성능을 살펴보면 그래프에 음영 표시된 부분이 시 환경이 우수한 구간으로 조건별 만족하는 범위가 조금씩 달랐다. 3월의 경우 청천공 조건에서 30°와 120°가 기준을 만족했고 담천공의 경우 모든 경우에서 기준 조도를 만족해 양질의 채광성능을 기대할 수 있었다. 6월에서는 청천공과 담천공에서 담천공 90°를 제외한 모든 구간에서 기준 조도를 만족해 낮 시간에도 별도의 조명기기가 필요 없었다. 그러나 12월의 거의 모든 구간에서 채광성능이 200lux를 만족하지 못해 겨울철 태양의 고도가 낮을 때는 항상 개구부의 향에 관계없이 채광성능 확보가 어려워 조명기기를 사용해야 했다.

침실2의 경우 계절의 변화, 향의 변화, 천공의 변화에 상관없이 기준조도를 만족하지 못하고 가장 채광성능이 우수한 구간이 6월 21일 정오에서 250lux정도였다. 앞서 분석된 공간별 분석에서 설명되었듯이 발코니가 있는 침실2의 경우 태양광이 2중창을 두 번 통과해야하고 90°를 기준으로 북쪽에 나있는 개구부이기 때문에 채광성능이 매우 낮은 것으로 나타난다. [그림11]에서 도식화되었듯이 전체적으로 담천공의 경우 향의 변화에 관계없이 일정한 구간을 유지했고 12월을 제외하고는 청천공에서 역시 비슷한 조도를 형성하여 북쪽에 정남을 향하지 않는 개구부에서는 직달일사 유입에 민감하게 반응하지 않았다. 부분 담천공에서는 남향으로 배치된 공간과는 달리 담천공보다 주광의 유입이 적었는데 직사일광의 유입이 거의 없어 다소 채광성능이 담천공보다 떨어지는 것으로 예상된다.

침실 2와 비슷한 조건인 주방의 공간의 경우 재실자가 식생활을 하기위한 특수 공간이므로 필요한 조도의 기준이 다르다. 태양광의 유입이 많으면 음식물 부패를 유발하거나 천공상태 변화에 따라서 작업자의 시환경이 변화하기 때문에 식기도구를 이용하여 음식물을 조리해야하는 작업자에게 적절한 작업환경을 제공하지 못한다. [그림12]에서 나타나듯이 주방의 공간에서는 조도가 매우 낮은 것을 확인할 수 있는데 청천공 조건에서 3월과 12월 60°, 90°, 120°에서 주방 공간의 권장 조도를 만족했다. 그

러나 6월의 경우 30lux정도를 유지하고 있기 때문에 태양의 고도가 가장 높은 계절이나 시간대에서는 적정조도를 만족하지 못하는 것으로 예상된다.

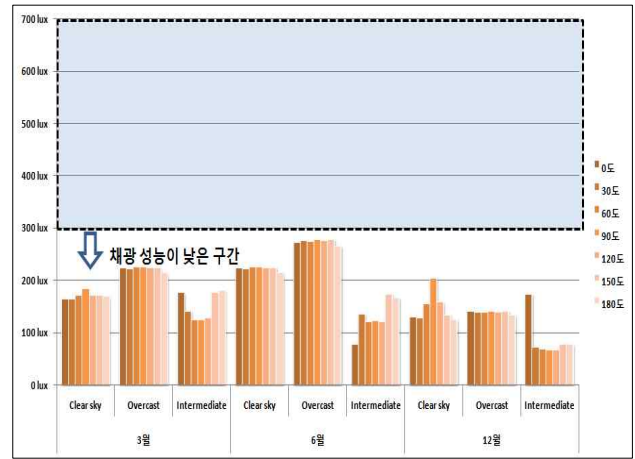


그림 11. 측정 변수에 따른 침실2의 채광성능 종합

날씨가 흐린 담천공에서는 모든 계절에서 권장조도를 만족하지 못하기 때문에 분석된 모델의 모든 시간대에서 권장조도를 만족하기 어려운 것으로 판단된다. 표준 담천공 역시 만족하는 구간이 거의 없었다.

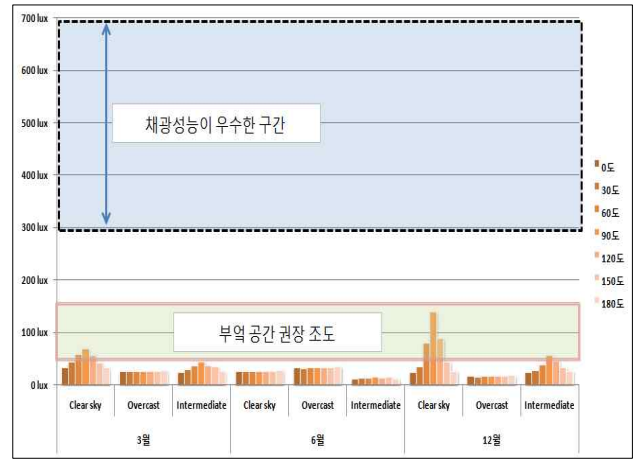


그림 12. 측정 변수에 따른 주방의 채광성능 종합

안방의 경우 90°를 기준으로 남쪽에 개구부가 있고 발코니 공간이 없기 때문에 직달일사에 의한 태양광 유입에 민감하게 채광성능이 반응하게 된다. 따라서 권장조도를 만족하는 구간이 일정하지 않는 것으로 나타났는데 태양의 고도가 가장 높은 6월을 제외하고 청천공 조건에서는 과잉 공급되는 구간이 발생하게 된다. 담천공에서는 반대로 만족하는 구간이 거의 없거나 300lux에 근접하는 구간이 대부분이어서 조명기기의 사용이 요구되는 구간이 많았다. 부분 담천공의 경우 12월을 제외하면 각도에 따라서 민감하게 변화되었는데 대략 250lux에서 1200lux를 나타내 가장 안정적으로 채광 유입을 기대할 수 있었다.[그림13]

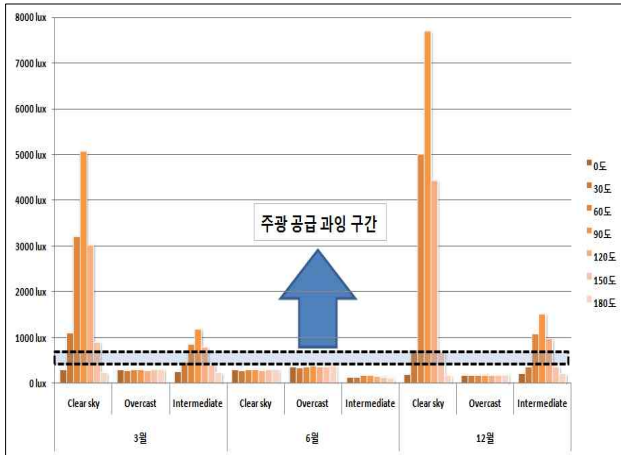


그림 13. 측정 변수에 따른 안방의 채광성능 종합

발코니가 있는 거실의 경우 침실2와는 달리 태양광이 2중창을 2번 투과하지 않고 발코니 공간에서 직달일사가 유입되어 거실 공간으로 반사되기 때문에 전체적으로 안방보다 조도 값이 높은 것으로 나타났다. 그러나 확산광이 주된 담천공의 경우 확산광 유입에 의한 영향이 거의 없어 안방 공간과 채광성능이 거의 비슷하였다.[그림14]

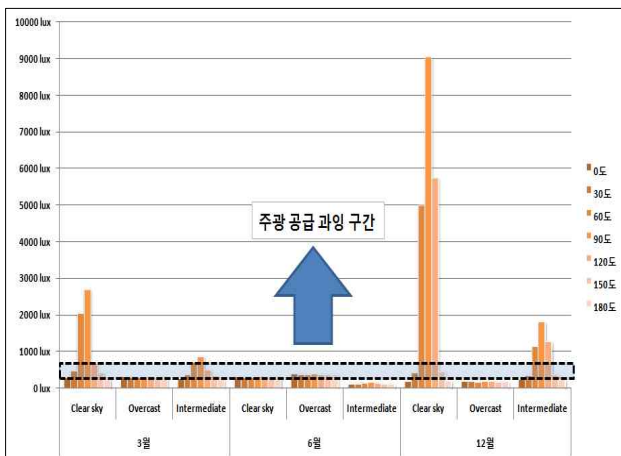


그림 14. 측정 변수에 따른 거실의 채광성능 종합

### 5. 결론

실내 채광성능에 영향을 주는 요소로는 외부의 천공상태, 건물의 방위, 창의 크기와 형상, 실의 형상 및 크기, 유리의 투과율과 반사율, 실내 바닥, 벽, 천장의 반사율 등이 있다. 종래의 자연채광 설계에서는 천공광만이 취급하는 것이 일반적이지만 천공광에 비해 직사일광의 양이 매우 크고 자원 절감·에너지 절감에 기여하는 자연 에너지 이용이라는 관점에서 직사일광의 활용을 고려할 필요가 있다. 아파트 건물의 경우 고층화 되면서 천정고가 낮아지게 되어 고창이나 천창의 채광방식을 적용하기 어렵다. 따라서 일반적으로 벽면에 설치되는 창에 의한 측창 채광 방식이 이용될 수밖에 없다. 본 연구에서는 측창 채광방식을 사용할 수밖에 없는 주거형태인 아파트의

공간별 채광성능을 시뮬레이션 기법을 이용하여 분석하였다. 공간별 향의 변화에 따른 채광성능을 분석하기 위하여 30°간격으로 향을 변화시켜 7개의 방위에 따른 채광성능분석이 이루어졌고 기상학적으로 우리나라에 가장 많이 나타나는 부분 담천공을 평가하는 방법론이 필요하기 때문에 중요 변수로 청천공, 부분 담천공을 채광성능 변수로 지정하였다.

시뮬레이션 결과를 분석해 보면,

- 1) 자연채광에서 건물의 방위는 직달일사에 의한 영향이 가장 크고 우리나라에서 가장 많은 빈도를 가지는 부분담천공 조건에서 최댓값과 최솟값이 겨울을 제외하고 최댓값의 50%범위를 넘지 않는 것으로 평가되었다.
- 2) 침실1의 경우 향의 변화에 따라 조도값이 기준 조도 300lux를 거의 넘지 못함. (3월 담천공과 6월 청천공 조건에서 채광성능 우수) - 북쪽창의 한계로 판단된다.
- 3) 침실2의 경우 주광이 발코니에 설치된 창과 실 내 측 창을 모두 투과해야 함으로 향의 변화와 천공조건에 관계없이 기준조도를 만족하지 못하고 주광률 역시 2%를 넘지 못하고 있었다.
- 4) 담천공 상태에서 향의 변화에 따라 주광률의 변화는 크지 않고 침실2와 침실1을 비교했을 때 침실1이 최소 요구조건인 2%를 만족하였지만 침실2는 발코니 공간에 의하여 1.5% 수준으로 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.
- 5) 주방의 경우에는 태양광이 음식부패를 유발하기 때문에 주광률이 0.2%로 나타나 긍정적이라 할 수 있지만 아파트 주방 채광성능 계획 시 작업자의 시환경을 고려한 인공조명 계획이 이루어져 재실자의 작업효율을 떨어뜨릴 수 있는 문제를 예방해야 한다.
- 6) 안방에서는 최소요구조건인 2% 이상을 유지하였고 거실 역시 주광률이 2%이상은 이루어지지만 심도가 상대적으로 깊지 않은 주거환경의 경우 낮 시간에 조명기기를 사용할 만큼 공간의 사용성이 크지 않다고 판단된다. 따라서 앞서 주광률 2~5%가 적당한 제시한 것처럼 채광성능이 만족스러운 5%이상은 확보되지 못하고 있다고 판단된다.

실험 예측된 변수 변화에 의한 시뮬레이션 공간별 천공상태와 향의 변화에 따른 채광성능에서 나타나듯이 아파트 건물의 낮은 층고와 불균일한 조도 분포, 향에 대한 한계들로 인하여 동일한 평면, 직달 일사를 제어하지 못하여 발생하는 냉방부하 등 적절한 주광을 유입시키지 못하고 있었다. 그러므로 사용자들의 요구와 앞서 언급한 문제들을 해결하기 위하여 향후 아파트 건설시 자연채광에 대한 고려가 필요하고 저에너지와 친환경 건축을 실현하는데 있어서 자연채광의 역할이 중요하다.

본 논문에서 사용된 아파트 평면은 일반적인 사례가 아니고 공간의 배치에 대한 고려가 되지 못했다는 한계가 있었다. 도면의 형태에 따른 채광성능을 분석하는 것은 더 많은 변수를 나열하게 되기 때문에 연구결과를 제

시하지 못했지만 추후 연구에서 진행될 필요가 있다. 또한 연구의 일반성을 위해서 방위별, 창의 크기에 따른 채광성능을 분석하는 논문으로 진행될 예정이다.

## 후 기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0027231)

## 참고문헌

1. 박소진, 홍선영(2009), 주거를 통한 사회적 과시의 한국적 특수성 -일본과의 비교-, 담론201, v.11 n.4
2. 2008 주택업무편람, 2008, 국토해양부
3. 한국인의 공동주택 선호도에 관한 연구, 황현배, 2010, 학위논문, 인천대 경영대학원
4. 양인호, 김광우, 김문환(1991), 서울지역에서의 일사의 발광효율에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 v.35 n.7
5. 김곤(2007), 공동주택의 배치유형에 따른 창호 시스템의 채광 특성, 한국생태환경건축학회논문집 v.8 n.1
6. 최안섭·김가영, 광센서 조광제어시스템의 효율적 적용을 위한 조광제어구역 결정에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 v.21 n.6, 2005. 6
7. THE GREENSTUDIO HANDBOOK
8. Rennie D, Parand F: Environmental Design Guide for Naturally Ventilated and Daylit Offices (BRE Reports). Watford, Herts, Building Research Communications Ltd., 1998.
9. 황혜영(2007), 고층 건물이 인근 주택지에 미치는 주거환경영향 분석, 대한건축학회 논문집(계획계) v.23 n.3
10. 미래주거환경 변화에 따른 미래주택건설 방안 연구;(사)한국주거학회; 국토해양부;2008
11. 박경은 외1명/건물 주광환경 평가도구의 비교분석에 관한 연구. 한국태양에너지학회 논문집 Vol.22, No.4, 2002
12. 이덕형, 최창호(2007), 공동주택의 입면 변화에 따른 일사량 분석, 한국태양에너지학회 논문집 v.27 n.2
13. 김상범, 박종훈, 양병이(2010), 국내 친환경 아파트의 채광창면적비에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집 v.10 n.5
14. 조시만, 김원중, 장우진(2004), 측창채광의 방향에 따른 실내조도의 영향, 한국조명·전기설비학회 춘계학술대회 논문집

---

투고(접수)일자: 2011년 11월 7일  
수정일자: (1차) 2012년 1월 2일  
(2차) 2012년 4월 5일  
게재확정일자: 2012년 4월 7일