

실내 조경 식물의 생육을 고려한 4면형 아트리움의 형태변수별 자연채광 성능평가

Evaluation of the daylight performance of four-sided atria with various well configurations for interior vegetation growth

송 일 학* 김 지 현** 송 규 동***
Song, Il-Hak Kim, Ji-Hyun Song, Kyoo-Dong

Abstract

An atrium space, unlike ordinary office rooms, accommodates variety of activities such as moving and resting of people and usually houses variety of vegetation to improve amenity and indoor environment. Many atrium buildings in Korea have been designed by considering the environmental criteria for human beings, not for the vegetation in the atrium space. Especially the daylighting designs are mostly focused on the required illuminances for various visual tasks of the occupants and glare controls. As a result, some atrium spaces do not provide sufficient light to the interior plants. Consequently, these atrium spaces require a high level of electric lighting to compensate the deficit of natural light for the photosynthesis of the vegetation.

The purpose of this study was to suggest design guidelines for 4-sided atrium spaces having different well indices (WI), plan aspect ratio (PAR), and cardinal orientation. The findings from this study might be referenced by building designers when designing or selecting canopy systems by considering the daylight performances of the uncovered atrium spaces. In the study, the daylight performance was evaluated in terms of daylight autonomy (DA).

키워드 : 아트리움, 식생, 자연채광, 주광자율도, 광정지수, Plan Aspect Ratio(PAR)

Keywords : Atrium, Vegetation, Daylighting, Daylight Autonomy (DA), Well Index (WI), Plan Aspect Ratio (PAR)

1. 서 론

자연과 인간의 상호관계 및 생태계를 고려하는 생태건축으로서의 아트리움은 에너지 절감과 환경 개선에 대한 해결 방안으로서 많은 건물들에 적용되고 있다. 또한 아트리움은 실내 환경의 제어를 통해 외부 기후 조건과 별도로 도시공간에 전천후형 어메니티 (amenity) 공간을 제공할 수 있으며, 우리나라와 같이 하기와 동기의 극심한 기후조건에서 외부활동의 제약이 생기는 경우 아트리움의 활용가치는 더욱 높아지게 된다 (이지영, 2010). 이와 같은 아트리움의 특성으로 인해 아트리움 설계 시 실내 조경은 매우 중요한 설계요소로서 고려되고 있다.

아트리움 내 실내 조경 공간은 공기정화효과가 높고, 실내에서 식물의 잎이나 가지는 소음의 영향을 차단하는 역할을 한다. 또한 인간에게 심리적 안정감을 제공하고, 스트레스나 자극에 저항하는 능력을 향상시켜 정신적·육

체적으로 쾌적한 생활을 할 수 있도록 기여한다 (Ulrich, 1992). 이와 같이 식물이 인간에게 주는 여러 역할들은 아트리움에 실내 조경을 더욱 적극적으로 도입하게 하였으며, 이를 위해 실내 조경에 필요한 여러 가지 환경적 요인들을 고려하게 되었다.

그 중 자연광은 천공의 상태에 따라 시시각각 변화하는 특성으로 인해 재실자들에게 시각적 또는 심리적 자극을 주기도 하지만, 식물의 생존 및 생육에 필요한 모든 파장의 빛을 제공한다는 점에서 아트리움 실내 조경 설계 시 중요한 고려사항이다. 또한 중앙부분이 오픈 되어 있는 4면형 아트리움에서 자연광은 천창으로만 유입되기 때문에 식물의 굴광성 측면에서 자연스러운 식물의 형태를 유지하게 하는 이점이 있다. 따라서 아트리움의 자연채광 계획 시 건물 이용자의 시작업에 필요한 빛의 양을 확보하는 것뿐만 아니라, 실내 조경에 식재된 식물의 생장에 필요한 빛을 확보할 수 있도록 주안점을 두어야 한다.

아트리움 설계 시, 디자이너는 건물의 매스와 공간에 따른 아트리움 광정의 기하학적, 광학적 성능을 고려한 후에 광정을 덮는 보다 효율적인 천창 시스템을 결정하

* 주저자, 한양대학교 대학원 석사과정 (hakzip@hanyang.ac.kr)

** 한양대학교 대학원 박사과정 (jhkim94@hanyang.ac.kr)

*** 교신저자, 한양대학교 건축학부 교수

(kdsong@hanyang.ac.kr)

게 된다. 이러한 설계과정을 통해 아트리움 설계 시 가장 먼저 결정되어야 하는 요소는 아트리움 광정의 자연채광 성능임을 알 수 있으며, 천창 시스템을 통해 아트리움 광정의 자연채광 성능이 보완됨을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 캐노피 시스템이 존재하지 않는 4면형 아트리움을 대상으로 다양한 형태 변화에 따른 자연채광 성능을 비교 분석함으로써, 아트리움의 다양한 형태별 광정 내 조경 식물의 생육을 위한 자연채광 성능의 적절성을 평가하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 식물 생육에 필요한 빛

식물의 성장 및 생육을 위해 다양한 요인들이 고려되어야 하지만 빛은 가장 우선적으로 고려해야 할 환경 조건이다 (Briggs, 1987). 식물은 빛을 통해 광합성 작용을 하고, 이를 통해 생육을 하게 된다. 식물에 가장 큰 영향을 미치는 가시광선 스펙트럼 중 생육을 위한 상당한 부분이 580~700nm 사이의 파장에 존재한다 (IESNA, 1993). 식물에 필요한 빛의 파장은 자연광에 모두 포함되어 있으며, 자연광은 다른 광원들에 비해 가장 쉽게 얻을 수 있는 광원이다. 또한 적절한 제어를 통해 건물 내에 다양한 용도로 활용 가능하다는 점에서 다른 광원들보다 우선적으로 고려해야 한다.

인간의 눈이 매우 넓은 범위의 빛 환경에 순응 할 수 있는 반면에 식물은 정상적인 성장·발육을 위해 일정한 세기의 빛을 일정 시간 필요로 한다. 식물이 광보상점 이하의 빛에 지속적으로 노출되면 광합성량이 호흡량보다 적어져 식물의 생장이 느려지게 된다. 이와 관련하여 Briggs (1987)는 식물의 경우 하루에 최소 8시간 정도 약 1,000lx 이상의 조도가 유지되어야 정상적인 성장을 할 수 있다고 하였다. 국내 조경공사 표준시방서 (한국조경학회, 2008)에서는 실내식물의 생육 최소 조도를 1000lx, 생존을 위한 최소조도를 500lx로 나타내고 있으며, 자연광의 유입이 하루에 3시간 이하일 경우에 식물에 따른 보광계획을 세워야 한다고 규정하고 있다. 또한 Aizlewood (1995)는 아트리움에서 식재를 생육하고자 하는 경우 최소 1000lx의 빛을 12시간 동안 매일 제공해야 하며, 만약 자연광만으로 이를 만족하지 못할 경우 인공 광원을 이용해 적정 조도를 조성해주어야 한다고 나타내고 있다. 따라서 아트리움 광정 내 조경 식물의 생육을 위해서는 최소 1000lx 이상의 빛이 제공되어야 한다.

2.2 아트리움 내 식재되는 조경식물의 종류 및 특성

아트리움 광정 내 실내 빛 환경의 특성에 따라 적용할 수 있는 식재의 종류는 달라진다. 온대산 정원 식물이나 야생식물과 같은 경우에는 낮은 조도에서 쉽게 염색이 황변되고, 여름철 1000lx 이하의 광조건에서 호흡량의 증가에 의한 동화물질의 감소 사멸이 나타나기 때문에觀賞 가치가 급격하게 감소하게 된다 (Conover, 1981). 따라서 실내조경에 주로 식재되는 식물들은 내음성이 강하고

표 1. 실내조경에 식재되는 식물들의 적정조도

| 학명 | 한국명 | 생육최소조도 (lx) |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| <i>Ficus elastica</i> Roxb. | 인도고무나무 | 750 |
| <i>Ficus benjamina</i> | 벤자민 고무나무 | 750 |
| <i>Asparagus officinalis</i> | 아스파라거스 | 1000 |
| <i>Phoenix roebelinii</i> | 피닉스야자 | 750 |
| <i>Cissus rhombifolia</i> | 맥시코담쟁이 | 750 |
| <i>Dieffenbachia amoena</i> | 디펜바키아 마리아느 | 750 |
| <i>Fatsia japonica</i> | 팔손이나무 | 1000 |
| <i>Hoya carnosa</i> | 호야 카르노사 | 750 |
| <i>Nephrolepis</i> spp. | 네프로레피스 | 1000 |
| <i>Syngonium podophyllum</i> | 싱고니움 | 1000 |
| <i>Chlorophytum comosum</i> | 접란 | 600 |
| <i>Rhapis flabelliformis</i> | 관음죽 | 1000 |
| <i>Anthurium andraeanum</i> | 안스리움 | 600 |
| <i>Scindapsus aureus</i> | 스킨답서스 | 600 |
| <i>Dracaena fragrans massangeana</i> | 행운목 | 600 |
| <i>Spathiphyllum</i> | 스파티필름 | 700 |
| <i>Sansevieria trifasciata</i> | 산세베리아 | 600 |
| <i>Aglaonema</i> spp. | 아글라오네마 | 600 |
| <i>Aechmea fsciata</i> | 브로렐리아드 | 750 |

실내 조도변화에 따른 순화반응이 좋으며, 조도의 보상점이 비교적 낮아 실내에서의 유지관리에 어려움이 적은 열대산이나 관엽식물들이 주를 이룬다. 표 1은 윤평섭 (2001), 이종석(2005), 그리고 Aizlewood(1995)의 연구결과를 통해 도출된 실내조경에 주로 식재되는 식물들의 종류별 최저생육조도를 나타낸 것으로서, 실내 식물의 생육을 위해서는 1000lx이상의 조도가 만족되어야 함을 알 수 있다.

2.3 자연채광 평가지표

대표적인 자연채광 평가지표로써 주광율 (Daylight Factor)이 사용되고 있으나, 주광율의 경우 담천공 상태를 기준으로 평가되기 때문에 연중 태양의 위치변화에 따른 자연채광 성능을 예측하고 평가하기에는 적절하지 못하다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 새로운 자연채광 평가지표로서 주광자율도 (Daylight Autonomy, DA)가 1989년 스위스 자연채광 규범을 통해 처음 소개되었으며, 그 후 Reinhart 외(2001)의 연구에 의해 제정되었다. DA는 연간 작업면에 도달하는 주광이 최소기준조도를 초과하는 총 시간의 합을 전체시간에 대한 비율로서 나타낸다. 또한 DA는 해당지역의 기상데이터를 바탕으로 하기 때문에 연간 다양한 천공과 태양의 변화에 따른 실질적인 실내 자연채광 예측이 가능하다는 이점을 가지고 있다.

2005년 Mardaljevic와 NABil에 의해 제안된 또 하나의 자연채광 평가기준인 유효주광조도 (Useful Daylight Illuminance, UDI)는 해당지역 기상 데이터를 통해 실제

천공하에서 연간 예측된 일련의 조도값이라는 점에서 DA와 유사하지만, 100~2000lx의 범위를 기준으로 평가 되는 차이가 있다. 평가기준이 되는 100lx와 2000lx는 폭 넓은 범위의 조명 조건에서 재실자의 선호도 및 행동을 기반으로 결정된 값으로 각각 시각적 인지 및 작업의 적합성과 시각적·열적 불쾌감을 야기할 수 있는 기준으로서 나타내는 한계치이다 (Nabil, 2006).

2.4 Daysim을 이용한 평가

Daysim(www.daysim.com)은 RADIANCE의 역광선추적방식을 기반으로 캐나다 국립연구회의와 독일의 Fraunhofer 태양에너지 시스템 연구소에서 개발된 자연채광분석 소프트웨어이다. 자연채광 시뮬레이션은 하나 또는 연속적인 일련의 천공상태를 고려하는가에 따라 정적인 방법과 동적인 방법으로 구분할 수 있다. RADIANCE가 지정된 천공 상태에서 자연채광분석을 할 수 있도록 개발되어 온 것과 달리 Daysim은 연간 모든 천공 상태에서 주광 분포의 효율적 산출이 가능하도록 RADIANCE 시뮬레이션 알고리즘을 사용한다 (Reinhart, 2010). 따라서 Daysim은 채광 및 차양의 제어 전략, 연간 주광 노출, 그리고 DA등과 같은 자연채광 성능 지표를 예측하고 평가할 수 있는 장점이 있다.

3. 평가방법 및 조건

3.1 아트리움 형태 변수 설정

아트리움 공간과 관련된 독립적 변수로서 WI (Well Index)가 있다 (Saxon, 1983). 그림 1은 아트리움의 형태를 정의한 것으로써, WI는 아트리움의 W (Width)와 L (Length)에 대한 H (Height)의 관계로서 식 (1)로 나타내며, 정육면체 아트리움의 WI값은 1.0이다. 또한 PAR (Plan Aspect Ratio)는 L과 W에 대한 관계로서 식 (2)로 나타낸다.

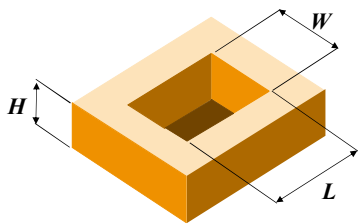


그림 1. 아트리움 형태 정의

$$WI = \frac{H(L+W)}{2LW} \text{----- (1)}$$

$$PAR = \frac{W}{L} \text{----- (2)}$$

표 2는 아트리움의 PAR, 방위 및 WI 변화에 따른 전체 형태변수를 나타낸 것으로서, 기존 담천공 조건하에서 태양이 입사되는 면적 (W×L)이 동일할 경우 아트리움 내의 빛환경 성능이 동일하게 나타나므로 본 연구에서는

PAR 변수 설정 시 PAR 변화에 의한 영향만을 고려하기 위하여 표 2에서와 같이 각 변수 별 태양이 입사되는 면적을 동일하게 설정하여 PAR이 변하더라도 WI 값이 거의 동일하도록 아트리움의 W와 L를 설정하였다. PAR의 경우 정사각 (Square), 장방형 (Rectangle), 선형 (Linear) 아트리움별 특성을 비교분석 하기 위하여 24m×24m, 28.8m×20m, 36m×16m, 48m×12m 총 4가지 크기를 설정하였으며 PAR 4 (48m×12m)의 경우 WI 1.25로 다른 PAR 변수 (WI=1)에 비해 높게 나타나나 선형 아트리움의 특성을 비교분석 하기 위하여 WI가 동일한 것으로 설정하여 분석하였다. 방위의 경우 0°, 45°, 90° 등 총 3가지로 설정하였으며, WI의 경우 Shallow (WI 0.33), Medium (WI 1), Deep (WI 2) 아트리움 형태에 따른 특성을 고려하기 위하여 높이 8m, 24m, 48m의 3가지 경우로 설정하였다. 그림 2는 본 연구에서 설정된 형태변수를 그림으로 나타낸 것이다.

표 2. 아트리움 기하학적 평가변수

| Area (W×L) | W (m) | L (m) | PAR (4 Cases) | WI (3 Cases) | Orientation (3 Cases) |
|-------------------|-------|-------|---------------|--------------|-----------------------|
| 576m ² | 24 | 24 | 1.00 | 0.33 (H=8m) | 0° |
| | 28.8 | 20 | 1.44 | | |
| | 36 | 16 | 2.25 | | |
| | 48 | 12 | 4.00 | 2.00 (H=48m) | 90° |

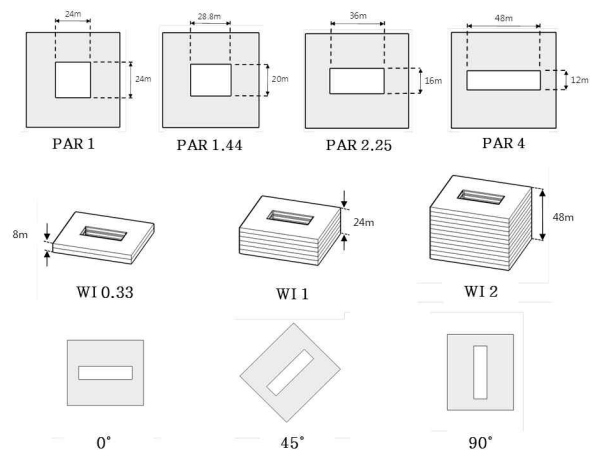


그림 2. PAR, WI 및 방위 변수에 따른 아트리움의 형태

3.2 시뮬레이션 조건 및 방법

아트리움의 형태변수에 따른 아트리움 광정 내 식물 생육의 적절성을 비교 분석하기 위하여 Daysim 프로그램을 이용하였다. 아트리움의 형태변수에 따른 특성만을 반영하기 위하여 시뮬레이션 시에 아트리움의 천창은 없는 것으로 하였다. 표 3은 시뮬레이션 조건을 나타낸 것으로서 아트리움 내부 반사율은 바닥과 벽을 각각 30%와 60%로 설정하였으며, 기상데이터는 EnergyPlus에서 제공되고 있는 대한민국 인천지역으로 설정하였다. 시간의 경우 동지 (12월 21일)의 낮은 태양고도각과 짧은 일조시간을 고려하여 연간 08시부터 16시까지를 기준으로 설정하였다.

아트리움의 형태변수에 따른 자연채광 성능 평가시 평가지표는 DA를 이용하였으며, 기준 조도의 경우 아트리움 광정 내 식물 생육을 위한 최소 조도를 기준으로 1000lx로 설정하였으며, 식 (3)과 같이 DA₁₀₀₀으로 정의하였다.

$$DA_{1000}(\%) = \frac{\text{연간1000lx를 초과하는 총 시간의 합}}{\text{연간전체 평가시간}} \times 100 \quad \text{----- (3)}$$

또한 아트리움 채실자에게 시각적·열적 불쾌감이 발생할 수 있는 부분을 비교 평가하기 위하여 UDI 평가 범위의 최대한계치인 2000lx를 기준으로 DA값을 평가하였으며, 식 (4)와 같이 DA₂₀₀₀으로 정의하였다.

$$DA_{2000}(\%) = \frac{\text{연간2000lx를 초과하는 총 시간의 합}}{\text{연간전체 평가시간}} \times 100 \quad \text{----- (4)}$$

위 식 (3)과 (4)를 통해 아트리움의 실내 식물의 생육과 채실자의 시각적·열적 불쾌감을 동시에 고려하고자 1000lx에서 2000lx사이의 범위를 기준으로 평가한 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀을 통해 나타내었다.

그림 3은 아트리움 형태변수에 따른 측정점을 나타낸 것으로서, 아트리움의 바닥면을 기준으로 W 및 L별 등간격으로 6개 Point씩 설정하여 PAR별 총 36개의 측정점을 설정하였다.

표 3. 시뮬레이션 조건

| Category | Conditions |
|-------------|--|
| Reflectance | Floor: 30%, Wall: 60% |
| Glazing | 6mm single pane of glass (transmittance: 88%) |
| Location | Inchon, Korea (Latitude: 37.5°N, Longitude: 136.6°E) |
| Time | 08:00 to 16:00 (8 hours) |

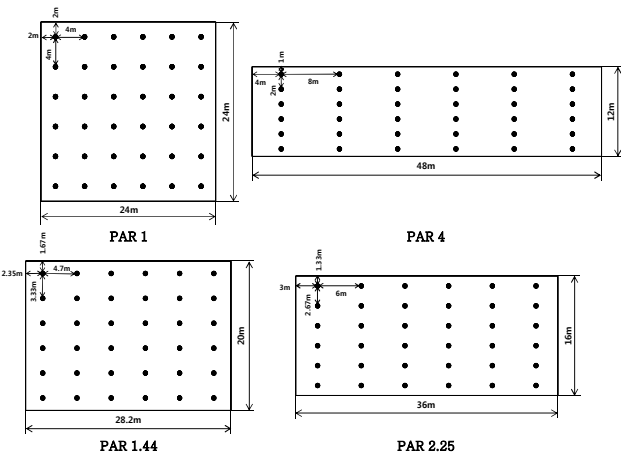


그림 3. PAR 변화에 따른 측정지점

4. 연구결과

4.1 아트리움 형태별 DA₁₀₀₀ 분포 패턴 분석

표 4는 아트리움의 36가지 형태변수에 따른 DA₁₀₀₀을

2% 간격의 등고선으로 나타낸 것으로 낮은 DA₁₀₀₀이 분포하는 영역은 어두운 색으로 나타내었으며 상대적으로 높은 DA₁₀₀₀이 분포하는 영역은 밝은 색으로 나타내었다.

방위각이 0°인 경우, Shallow 아트리움 (WI 0.33)에서는 아트리움 광정 북쪽 방향으로 40%가 넘는 DA₁₀₀₀이 분포하는 것으로 나타났으며, 광정 중심에서 남쪽으로 가까울수록 DA₁₀₀₀이 감소하는 패턴이 나타났다. 반면 Medium 아트리움 (WI 1)의 경우 아트리움 광정 중심을 기준으로 DA₁₀₀₀이 감소하는 분포가 나타났으며, 최대 30% 전후로 나타났다. Deep 아트리움 (WI 2)의 경우 10% 초반 또는 그 이하의 DA₁₀₀₀이 분포함을 알 수 있다. 이는 WI가 증가함에 따라 아트리움 광정을 둘러싸고 있는 건물 벽체로 인해 아트리움 광정내로 유입되는 자연광의 양이 줄어들기 때문인 것으로 분석되었다.

PAR의 경우 WI가 낮으면서 PAR가 증가할수록 DA₁₀₀₀이 높게 나타나는 영역이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 PAR가 증가할수록 아트리움이 동서방향의 선형 형태가 되어 연중 태양의 경로에 장시간 영향을 받아 높은 조도를 유지하는 면적이 늘어나기 때문인 것으로 분석되었다.

방위각이 45°인 경우, 0°인 경우와 비교해 높은 DA₁₀₀₀이 나타나는 영역이 감소하고, 낮은 DA₁₀₀₀이 나타나는 영역이 증가하는 것으로 나타났다. WI에 의한 영향의 경우 0°인 경우에서와 같이 WI가 증가할수록 DA₁₀₀₀이 전체적으로 감소하는 일반적인 패턴이 나타났다. 하지만 동일한 WI일 경우 PAR가 증가할수록 높은 DA₁₀₀₀이 나타나는 영역이 감소하며, 그 주위로 DA₁₀₀₀이 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 방위 변화로 인해 오전과 오후 시간대에 광정을 둘러싸고 있는 건물 벽체에 의한 자연광의 차단 정도가 방위각 0°인 경우에 비해 증가하기 때문인 것으로 분석되었다.

방위각이 90°인 경우, PAR가 동일한 조건 하에서는 WI가 증가할수록 전반적인 DA₁₀₀₀은 줄어드나 유사한 DA₁₀₀₀의 분포 패턴이 나타났다. PAR에 의한 영향의 경우 PAR가 증가할수록 아트리움 광정 중심 부근에서 높은 DA₁₀₀₀이 분포되는 것으로 나타났으며, 방위각이 0°, 45°인 경우에 비해 DA₁₀₀₀이 광정 중심부에서 멀어질수록 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. 이는 아트리움 방위각이 90°인 경우 PAR가 증가할수록 동서방향으로 폭이 좁고 남북방향으로 폭이 넓은 형태가 되어 정오 부근에서는 자연광이 많이 유입되나 오전과 오후 시간대에서는 아트리움 광정 내로 자연광의 유입이 아트리움 방위각 0°, 45°인 경우에 비해 상대적으로 줄어들기 때문인 것으로 분석되었다.

4.2 DA 기준별 자연채광 성능 분석

그림 4는 아트리움의 36가지 형태변수별 DA₁₀₀₀, DA₂₀₀₀, DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀의 평균값을 나타낸 것이다.

분석결과 평균 DA₁₀₀₀의 경우 WI가 증가할수록 감소하는 일반적인 패턴이 나타났다. PAR에 의한 영향은 WI가 동일한 경우 방위각이 0°에서 90°로 증가할수록 PAR가

표 4. 아트리움 형태변수에 따른 DA1000 분포

| Orientation | WI | PAR | | | |
|-------------|------|-----|------|------|---|
| | | 1 | 1.44 | 2.25 | 4 |
| 0° | 0.33 | | | | |
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| 45° | 0.33 | | | | |
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| 90° | 0.33 | | | | |
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |

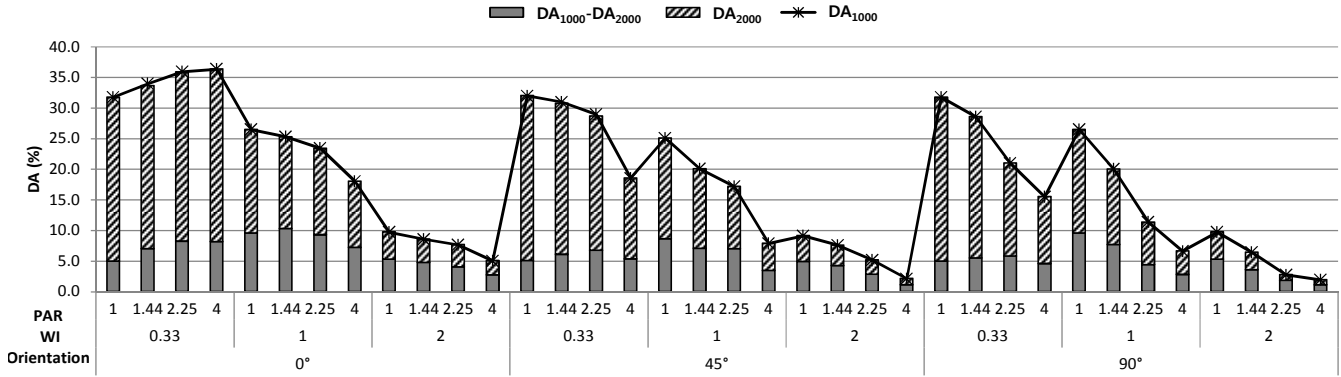


그림 4. 아트리움의 형태 변화에 따른 DA₁₀₀₀ 분포

증가함에 따라 평균 DA₁₀₀₀이 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 방위각이 0°, WI가 0.33인 경우 PAR가 증가함에 따라 평균 DA₁₀₀₀이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 표 4에 나타난 바와 같이 방위각이 0°, WI가 0.33인 경우 PAR가 증가할수록 DA₁₀₀₀이 높게 나타나는 영역이 증가하기 때문인 것으로 분석되었다.

평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀의 경우 모든 아트리움 형태에서 10%를 넘지 않는 것으로 나타났다. 하지만 방위각이 동일한 경우 Medium 아트리움 (WI 1)에서 다른 WI인 경우에 비해 상대적으로 평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀이 높게 나타났다. 이는 Shallow 아트리움 (WI 0.33)인 경우 낮은 WI로 인해 과도한 자연광이 유입되어 평균 DA₂₀₀₀이 상대적으로 높게 나타나기 때문이며, Deep 아트리움의 경우 높은 WI로 인해 전반적으로 자연광의 유입이 줄어들기 때문인 것으로 분석되었다. 방위 및 PAR의 경우 평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀은 변화하나 특정 패턴은 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

평균 DA₂₀₀₀ 분석결과, 전반적으로 평균 DA₁₀₀₀ 분석결과와 유사하게 WI가 증가할수록 감소하는 일반적인 패턴이 나타났으며, 방위각 0°, WI 0.33인 경우를 제외하고는 WI가 동일한 경우 방위각이 0°에서 90°로 증가할수록 PAR가 증가함에 따라 평균 DA₂₀₀₀이 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구는 천창이 없는 4면형 아트리움을 대상으로 WI, PAR 및 방위의 다양한 아트리움 형태변수에 따른 자연채광 성능을 비교 분석함으로써, 아트리움의 광경 내 실내 조경 식물의 생육을 위한 자연채광 성능의 적절성을 평가하였다.

아트리움의 형태변수에 따른 자연채광 성능 분석결과 WI의 경우 WI가 증가함에 따라 자연채광 성능이 감소하는 일반적인 패턴이 나타났으나, PAR 및 방위 또한 아트리움의 자연채광 성능에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

아트리움 형태별 DA₁₀₀₀의 분포 패턴 분석결과, 방위각 0°인 Shallow 아트리움 (WI 0.33)인 경우 PAR의 변화에

상관없이 다른 형태에 비해 DA₁₀₀₀의 분포 패턴이 광경 중심에서 북측으로 갈수록 넓고 높게 나타나므로 생육을 위한 최소 조도가 1000lx인 식물들을 광경 북측에 위치시키는 것이 바람직 할 것이며, 방위각 90°인 Shallow 아트리움 (WI 0.33)인 경우에는 아트리움 광경의 중심부에 가깝게 조경 식물들을 위치시키는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그러나 WI가 증가함에 따라 전반적인 DA₁₀₀₀ 분포 패턴이 낮게 나타나므로 각 형태별로 DA₁₀₀₀의 분포 패턴이 높게 나타나는 위치에 조경 식물을 위치시키거나, 생육을 위한 최소조도가 더 낮은 식물들을 식재하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

DA 기준별 자연채광 성능 분석결과, Shallow 아트리움 (WI 0.33)의 경우 PAR 및 방위별 차이가 발생하지만 전반적으로 평균 DA₁₀₀₀이 다른 WI에 비해 높게 나타남을 알 수 있다. 하지만 평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀이 낮고 평균 DA₂₀₀₀ 또한 높게 나타나므로 식물의 생육에 필요한 최소 조도를 유지하기 위해서는 다른 형태에 비해 실내 식물 생육에 바람직하더라도 과도한 자연광의 유입으로 재실자에게 시각적·열적 불쾌감을 야기할 가능성이 높다. 따라서 과도한 직사일광을 차단하기 위해 튕날형태와 같은 방향 지향성 천창 설계 및 과도한 직사일광을 확산시킬 수 있는 glazing을 고려하는 것이 바람직 할 것이다.

반면 Medium 아트리움 (WI 1)의 경우 Shallow 아트리움(WI 0.33)에 비해 상대적으로 평균 DA₁₀₀₀은 낮게 나타나는 반면, DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀이 유사하게 나타나므로 시각적·열적 불쾌감이 야기될 가능성은 Shallow 아트리움에 비해 낮다. 따라서 과도한 직사일광을 확산시킬 수 있는 glazing을 고려하여 아트리움 광경내로 보다 고르게 자연광이 유입되도록 하는 것이 바람직 할 것이다. 하지만 PAR와 방위각 모두 증가할수록 상대적으로 평균 DA₁₀₀₀ 또는 평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀이 매우 낮게 나타나므로 이러한 형태의 경우 설비형 자연채광 시스템을 도입하여 보다 적극적으로 자연광을 유입시켜야 할 것으로 판단된다.

Deep 아트리움 (WI 2)의 경우 PAR 및 방위에 상관없이 전반적으로 평균 DA₁₀₀₀, 평균 DA₁₀₀₀-DA₂₀₀₀ 모두 낮게 나타남을 알 수 있다. 따라서 식재 생육에 필요한 최소 조도를 유지하기 위한 조명의 사용이 증가하여 에너지 소비가 커질 수 있으므로 설비형 자연채광 시스템 적용

을 고려하여 아트리움 광정내로 자연광을 보다 적극적으로 유입시키는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

감사의 글

“이 논문은 교육과학기술부 우수연구센터 육성사업인 친환경건축연구센터의 지원으로 수행되었음” (R11-2005-056-02003-0)

참고문헌

1. 윤평섭, 한국의 건축경관원예조경 식물소재 선정에 관한 연구, 한국실내조경협회지(실내조경), Vol. 3, No. 1, 2001.
2. 이종석, 신 실내조경학, 조경, 2005.
3. 이지영, 아트리움 공간의 친환경적 활용 사례연구, 대한건축학회논문집 계획계, 제26권 제9호, 2010.
4. 한국조경학회, 조경공사 표준시방서, 2008.
5. Nabil. A, Mardaljevic. J, Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors, Energy and Buildings, 2006.
6. Reinhart. C. F, Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design, 2010.
7. Reinhart. C. F, Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds, Energy and Buildings, Volume 33, Issue 7, September 2001.
8. Briggs. G. B, Calvin. C. L, Indoor plants. John Wiley and Sons, Inc., N.Y. 1987.
9. Illuminating Engineering Society of North America, IES Lighting Handbook, 8thedition,IESofNorthAmerica,1993.
10. Conover. C. A, McConnel. D. B, Utilization of foliage plants, In: Foliage plants production, 1981.
11. Aizlewood. M.. E, The Daylighting of Atria: A Critical Review, ASHRAE Transactions: Symposia, pp.841-857, 1995.
12. Saxon. R, Atrium Buildings: Development and Design, Architectural Press, 1983.
13. Ulrich, R. S. and Parsons. R, Influences of Passive Experiences with Plans on Individual Well-being and Health, Portland, Oregon: Timber press, 1992.
14. Daysim. <http://www.daysim.com>

투고(접수)일자: 2011년 8월 30일

수정일자: 2011년 10월 6일

게재 확정일자: 2011년 10월 10일