

오피스건물의 자연채광 평가지표 비교 연구 - 고밀도 도심 오피스의 사례를 중심으로 -

Comparative Study of Daylighting Evaluation Metrics in Office Buildings — Focused on High-Density Urban Office Cases —

○염 승 원*
Yeom, Seung-Won

박 지 영**
Park, Jiyoung

Abstract

This study compares three daylighting metrics—Daylight Factor (DF), Spatial Daylight Autonomy (sDA), and Annual Sunlight Exposure (ASE)—in two office buildings located in a high-density urban context of Seoul. Simulation results indicate that sDA and ASE are highly sensitive to building orientation and surrounding obstructions, whereas DF shows only minor variations. While DF remains useful for assessing baseline daylight sufficiency, sDA and ASE more effectively capture shading effects as well as seasonal and temporal changes. In dense urban office environments, the early application of sDA can inform façade and massing design decisions. Overall, the findings highlight the complementary use of static and dynamic metrics; however, the study is limited by its two-case scope and the absence of energy linkages.

키워드 : 자연채광 평가지표, 주광률(DF), 공간 주광 자율도(sDA), 연간 일광 노출(ASE), 오피스 건물, 실내 채광

Keywords : Daylighting evaluation metrics, Daylight Factor (DF), Spatial Daylight Autonomy (sDA), Annual Sunlight Exposure (ASE), Office buildings, Indoor daylighting

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적¹⁾

자연채광은 오피스 건물에서 에너지 절감, 시각적 쾌적성 향상, 근로자의 건강 증진에 중요한 역할을 한다²⁾. 이에 따라 여러 나라에서 친환경 건축물 인증제를 도입하여 최소한의 자연채광 기준을 마련하고 있다. 대표적인 인증제로는 G-SEED(한국), LEED(미국), BREEAM(영국), CASBEE(일본)가 있으며, 이들은 개정을 거치며 지표와 평가 방식을 발전시켜 왔다.

그러나 G-SEED는 현재 공동주택과 학교시설에 한정해 자연채광을 평가하며, 오피스 건물 기준은 없었다. 최근 제안된 G-SEED 2025(안)에서는 전체 건축물로 대상을 확대했으나, 여전히 DF 중심의 제한적 기준을 유지한다. 자연채광 평가의 기본 단위는 Illuminance(조도)이며, 이를 바탕으로 DF, sDA, ASE 등 다양한 지표가 발전해 왔다. 본 연구는 오피스 건물을 대상으로 DF, sDA, ASE를 비교·분석하여 지표 간 성능 차이와 적용 가능성을 제시하는 것을 목적으로 한다.

* 인하대학교 대학원 건축학과 석사과정

** 인하대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding Author : Department of Architecture, Inha University, jypark@inha.ac.kr)

²⁾ Lee, J.W., et al. (2022)

1.2 선행연구 고찰

선행연구 조사는 Google Scholar, Scopus, AURIC을 활용하였다. 검색어는 Office Building, Daylight, Indoor Daylighting, Simulation, DF, sDA, ASE 등을 조합하였고, 2020~2025년 논문 중 6편을 선별하였다(Table 1). 이들은 오피스 건물의 자연채광 성능과 에너지 효율 분석, 혹은 지표 비교 연구에 해당한다.

Table 1. Summary of previous research

Author	Paper Title
Burmaka, V., et al. (2020)	Effective Use of Daylight in Office Rooms
Udhwani, L., et al. (2021)	Evaluation of Daylighting Performance in an Office Building : A Case Study
Wu, J. (2021)	Simulation Analysis of Optimization Design Strategy of Natural Lighting in Office Buildings
Rastegari, M., et al. (2023)	Analysis of Daylight Metrics Based on the Daylight Autonomy (DLA) and Lux Illuminance in a Real Office Building Atrium in Tehran
Li, S., et al. (2023)	Simple Mathematical Models to Link Climate-Based Daylight Metrics with Daylight Factor Metrics and Daylighting Design Implications
Ko, Y. E., & Oh, J. (2024)	The Relationship Between Daylighting Performance and Energy Consumption Based on Window Types in Office Buildings

기존 연구는 주로 지표 간 상관관계나 설계변수(창 형태, 반사율, 아트리움 등)의 영향을 시뮬레이션으로 검증하고, 기존 개선이나 설계 가이드 제시에 활용하였다. 본 연구는 DF, sDA, ASE의 방위 변화에 따른 평가 성능을 정량 비교하고, 도심 맥락에서의 차이를 분석하는 데 차별성이 있다.

1.3 연구 범위 및 방법

연구 대상지는 서울 강남구 역삼동의 업무시설 밀집 지역이며, 공공데이터포털³⁾의 통계를 활용하였다. 특히 본 연구는 공유오피스를 대상으로 하였다. 공유오피스는 다양한 입차인이 유연하게 공간을 사용하는 특성상 채광 조건이 업무환경의 쾌적성과 직결되므로, 방위 및 입지 조건에 따른 자연채광 성능 차이를 검증하는 데 적합하다.

연구는 다음과 같은 단계로 진행하였다. 첫째, 주요 인증제의 자연채광 평가지표 특성과 현황을 분석하였다. 둘째, 현장조사와 시뮬레이션을 통해 성능을 산출하였다. 셋째, 도출된 자료를 종합하여 지표 간 성능을 비교·분석하였다.

2. 오피스건물 채광 평가지표와 인증제 현황

2.1 채광 평가지표 특성

주요 인증제들은 다양한 자연채광 평가지표를 채택하고 있으며, 지표별 특성과 평가 방식은 다음과 같다.

- Illuminance (조도): 단위면적당 입사 광속으로, 모든 채광 지표의 기초가 된다⁴⁾.
- DF(Daylight Factor, 주광률): 1895년 도입. 흐린 하늘 조건(CIE Overcast Sky)에서 실내 조도를 외부 조도로 나눈 값으로, 기본 채광 수준을 평가한다⁵⁾.
- sDA(Spatial Daylight Autonomy): 2012년 IES 도입. 점유시간(08:00~18:00) 동안 300 lx 이상 확보 면적 비율을 기상 데이터로 평가한다⁶⁾.
- ASE(Annual Sunlight Exposure): 2012년 IES 도입. 연간 일정 시간 이상 1000 lx 초과 직사광에 노출되는 비율을 평가하며, 눈부심·과열 위험을 반영한다⁷⁾.

2.2 인증제별 평가지표 현황

주요 인증제는 서로 다른 지표를 채택한다. 한국과 일본은 DF를 유지하고 있으며, 미국은 LEED v4(2013, 2019 시행)에서 sDA와 ASE를 도입하였다. 영국 BREEAM은 2013 국제판에서 Average Daylight Illuminance(ADI)를 도입해 CBDM⁸⁾ 평가를 시작했으며, 이는 LEED보다 앞선다. 이후 v7(2025)에서 공식적으로 sDA로 전환하였다(Table 2).

Table 2. Evaluation criteria by certification system (applicable to office buildings)

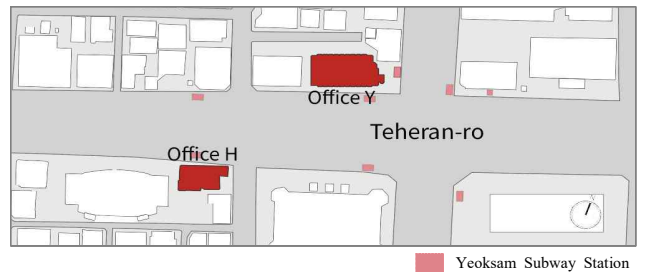
Certification system	Latest version	country	Evaluation Metric Initial→Latest
G-SEED	v2025 (draft)	Korea	Not applied (office) → DF (2025 draft)
LEED	v5 NC (2025)	USA	DF, Illuminance → sDA, ASE (introduced v4, 2013 / enforced 2019)
WELL	v2 NC (Q2 2025 addenda)	USA	sDA, ASE, Illuminance (introduced v1, 2014)
BREEAM	v7 NC (2025)	UK	DF → ADI (2013) → sDA, Illuminance (sDA introduced v7, 2025)
CASBEE	NC (2014)	Japan	DF, Illuminance (unchanged)

3. 분석

3.1 분석대상

서울 강남구 테헤란로에 위치한 공유오피스 중 남향과 북향 건물을 각각 1개씩 선정하여 자연채광 성능을 비교하였다(Figure 1).

Figure 1. Case Study Site Plan



3.2 분석대상 개요

Figure 2. Typical floor plans of Office Y and Office H

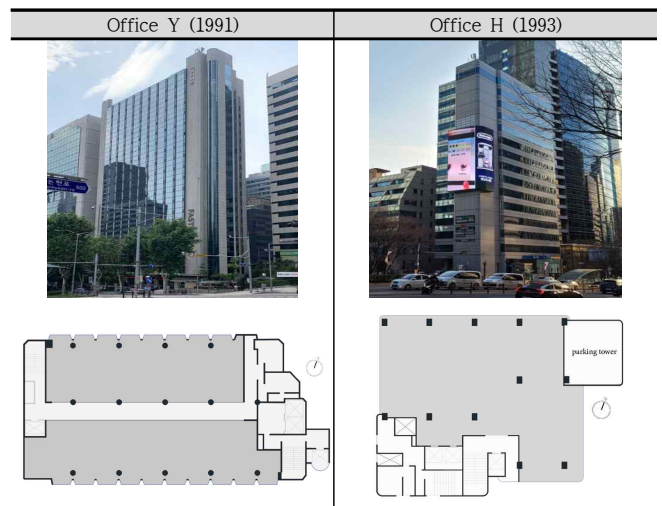


Table 3. Overview of analyzed office buildings

	Office Y (1991)	Office H (1993)
Floors	1F-19F, B6	1F-15F, B4
Usage	Office & Community Facility	
Site Area	2,071.9 m ²	887.3 m ²
Building Area	817.4 m ²	528.3 m ²
Total Floor Area	24,982.7 m ²	9,615.3 m ²
BCR/ FAR ⁹⁾	39.45% / 741.07%	59.54% / 812.03%

3) 공공데이터포털 <https://www.data.go.kr/index.do>

4) CIE S 017/E:2020 — ILV: International Lighting Vocabulary

5) Commission Internationale de l'Éclairage. (1994). Guide to recommended practice of daylighting

6) Illuminating Engineering Society. (2012). IES LM-83-12

7) Illuminating Engineering Society. (2012). IES LM-83-12

8) Climate-Based Daylight Modelling

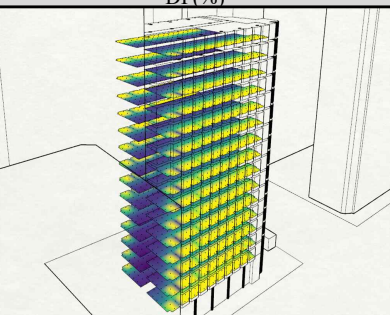
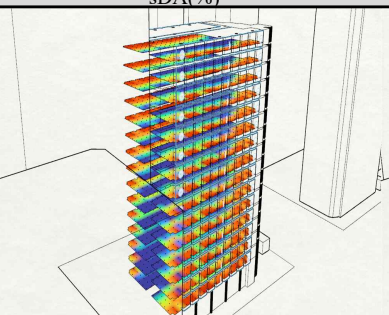
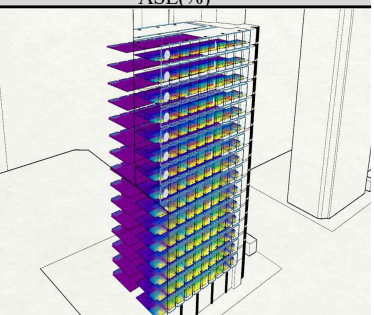
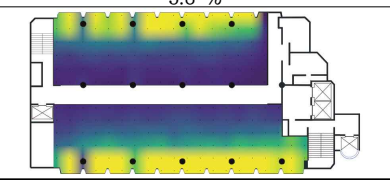
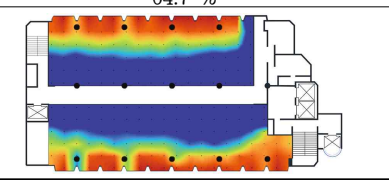
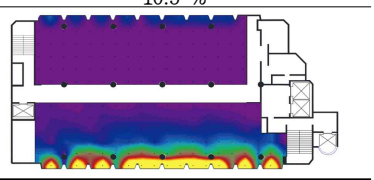
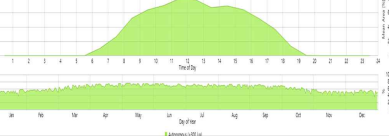
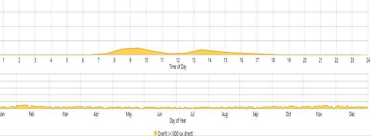
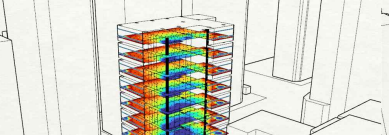
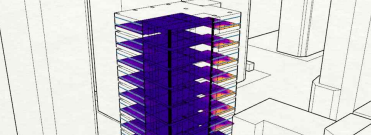
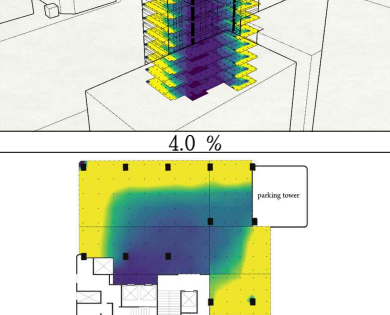
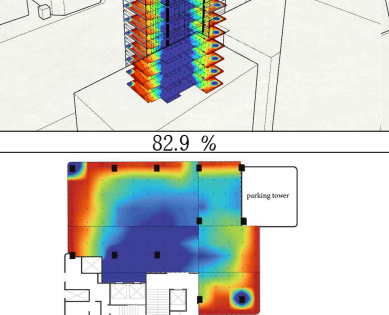
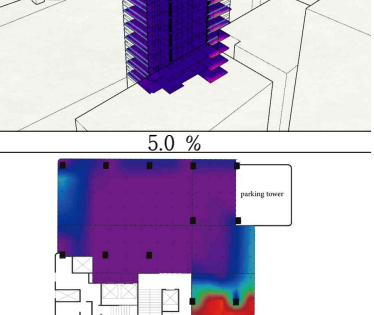
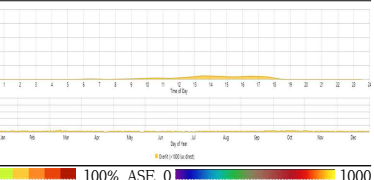
3.2 시뮬레이션 설정

본 연구의 시뮬레이션은 Rhino 8의 plug-in인 Solemma사의 Climate Studio v2.2의 Daylight Availability(주광가용성) 모듈을 활용하였다. 유리의 열관류율은 준공년도 당시 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」¹⁰⁾을 기준으로 설정하였다. 표준값이 제시되지 않은 건축 자재는 선행연구¹¹⁾를 참고하여 표면 반사율을 적용하였다(Table 4).

Table 4. Building material specifications

Items	Specification (반사율 / 열관류율)
Site and Road	Concrete pavement (24.8%)
Nearby Buildings	Exterior concrete wall (71.1%)
Ceiling	White painted ceiling (82.2%)
Floor	Grey carpet (7.11%)
Room Wall	White painted walls (81.2%)
Glass	Clear - Double (열관류율 3.37 W/m ² ·K)

Table 5. Simulation results for DF, sDA, and ASE

Classification	DF(%)	sDA(%)	ASE(%)
Office Y			
Results	3.8 %	64.7 %	10.5 %
Typical Floor Simulation			
Time-Based sDA	-		
Monthly sDA	-		
Office H			
Results	4.0 %	82.9 %	5.0 %
Typical Floor Simulation			
Time-Based sDA	-		
Monthly sDA	-		

DF 0% 5% sDA 55% 100% ASE 0 1000

⁹⁾ BCR(Building Coverage Ratio) / FAR(Floor Area Ratio)

¹⁰⁾ 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 건설부령 제506호, 1992.

^{6.} 1. 제정·시행 별표4 거실 외기에 접하는 창 열 관류율

¹¹⁾ Duc Minh Le et al.(2022)

3.3 시뮬레이션 결과 분석

Office Y는 DF 3.8%, sDA 64.7%, ASE 10.5%, Office H는 DF 4.0%, sDA 82.9%, ASE 5.0%로 나타났다(Table 5). 두 건물은 동일한 재료 반사율과 실내 마감 조건을 가졌음에도 DF는 근소한 차이만 보였다. 그러나 sDA와 ASE에서는 뚜렷한 차이가 나타났다. 남향 Office Y는 전면 초고층 건물의 차폐·반사 영향으로 sDA가 낮고 ASE가 높았으며, 북향 Office H는 높은 sDA와 낮은 ASE로 안정적인 채광 성능을 보였다. 이는 sDA와 ASE가 DF보다 도심 맥락과 차폐 조건에 훨씬 민감하게 반응함을 보여준다.

3.4 소결

sDA와 ASE는 건물의 방향과 인접 건물의 차폐에 민감하게 반응하여, 공간별 채광 확보 수준과 직사광에 따른 눈부심·과열 위험을 드러냈다. 남향 Office Y는 낮은 sDA와 높은 ASE로 직사광 관리가 필요했고, 북향 Office H는 높은 sDA와 낮은 ASE로 안정적인 채광을 보였다.

반면 DF는 실내 전반의 빛 환경(암부·균제도 등)을 확인하는 데는 유용했지만, 도심 차폐나 시간적 변화를 반영하는 데에는 한계가 있었다. 따라서 설계 초기에는 DF로 최소 기준을 확인하고, 이후 sDA와 ASE를 통해 연간 성능과 직사광 영향을 보완적으로 평가하는 것이 효과적이다.

4. 결론

본 연구는 밀집 도시의 두 오피스 건물을 대상으로 DF, sDA, ASE를 비교하였다. 분석 결과, DF는 기본적인 채광 확보 여부를 간단히 확인하는 데 유효했으나, 도심지 맥락·방위·시간적 변화를 반영하는 데에는 한계가 있었다. 반대로 sDA는 연간 채광 성능을, ASE는 직사광 과다와 눈부심 위험을 평가하는 데 유용하여, 고밀도 도심 업무시설의 설계 초기 단계에서는 두 지표의 병행 활용이 효과적임을 확인하였다.

다만 본 연구는 두 건물 사례에 한정되었으며, 테헤란로 대로변과 같은 채광 여건이 상대적으로 좋은 건물에 국한된 점이 한계다. 향후에는 사례 수와 유형을 확장하고, 에너지 성능 및 글레어(DGP) 평가를 포함한 분석을 통해 도심 오피스에 적합한 sDA·ASE 활용 가이드와 평가 기준을 구체화할 필요가 있다. 나아가 이러한 연구는 국내 G-SEED 개정 과정에서 오피스 건물의 자연채광 평가 지표 보완에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Burmaka, V., Tarasenko, M., Kozak, K., Omeiza, L. A., and Sabat, N. (2020). "Effective use of daylight in office rooms." *Journal of Daylighting*,

Vol. 7, pp.154-166.

2. Ko, Y. E., and Oh, J. (2024). "The relationship between daylighting performance and energy consumption based on window types in office buildings." *KIEAE Journal*, Vol. 24, No. 4, pp.81-88.
3. Lee, J. W., Boubekri, M., and Park, J. Y. (2022). "Daylight, human health, and design for sustainable green buildings: A systematic review." *Journal of Green Building*, Vol. 17, No. 4, pp.151-178.
4. Li, S., Li, D. H. W., Chen, W., Lou, S., and Tsang, E. K. W. (2023). "Simple mathematical models to link climate-based daylight metrics with daylight factor metrics." *Heliyon*, Vol. 9, e15786.
5. Rastegari, M., Pournaseri, S., and Sanaieian, H. (2023). "Analysis of daylight metrics based on the daylight autonomy (DLA) and lux illuminance in a real office building atrium in Tehran." *Energy*, Vol. 263, 125707.
6. Udhwani, L., and Soni, A. (2021). "Evaluation of daylighting performance in an office building: A case study." *Materials Today: Proceedings*, Vol. 46, pp.5626-5631.
7. Wu, J. (2021). "Simulation analysis of optimization design strategy of natural lighting in office buildings." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 647, 012191.
8. Le, D. M., Park, D. Y., Baek, J., Karunyasopon, P., and Chang, S. (2022). "Multi-criteria decision making for adaptive façade optimal design in varied climates: Energy, daylight, occupants' comfort, and outdoor view analysis." *Building and Environment*, Vol. 223, 109479.
9. Commission Internationale de l'Éclairage. (1994). *Guide to recommended practice of daylight measurement (CIE 108-1994)*. CIE.
10. Illuminating Engineering Society. (2012). *IES LM-83-12: Approved method: IES spatial daylight autonomy (sDA) and annual sunlight exposure (ASE)*. Illuminating Engineering Society.
11. Commission Internationale de l'Éclairage. (2020). *CIE S 017/E:2020 - ILV: International lighting vocabulary (2nd ed.)*. CIE.