

ECOTECH 시뮬레이션을 활용한 학교건축의 창호계획에 관한 연구

-기상데이터 기반 동적 자연채광 시뮬레이션을 기반으로-

A Study on the Window Planning of School Building Using ECOTECH Simulation

-By Dynamic Daylight Simulation Using Weather Data-

최우람*
Choi, Woo Ram

한석종**
Han, Seok Jong

윤영일***
Yun, Young Il

Abstract

Light environment in the school building is one of the most important elements of the plan in order to improve student's ability to learn and the healthy growth. Thus, the window plan of the school building is a great addition to improve environmental-friendly performance through the daylight control.

Daylight is highly beneficial for improving the indoor environmental quality and reducing building energy consumption, daylighting applications are scarcely considered, especially during the school building design process, because of lack of previous studies on the light environment of student and complex simulation process. Therefore, daylighting process were performed using ECOTECH, which has various advantage such as easy user interface and simple simulation processes. ECOTECH simulation were performed using weather data. As a result, ECOTECH simulation are performed for daylight autonomy and useful daylight illuminance. Using this data, Window planing is to propose and effective method in the early stages of design.

키워드 : 학교건축, 주광률, 기상데이터, Ecotect 2011, DA, 유용조도

Keywords : School Building, Daylight Factor, Ecotect 2011, Daylight Autonomy, Useful Daylight Illuminance

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

학생들에게 학교시설은 하루의 대부분을 생활하는 공간으로써, 어린이 및 청소년기에 학교의 교내 환경에 의해서 물리적, 정신적으로 큰 영향을 받게 된다. 학교시설은 학생들이 교육을 받는 학습공간과 기타 시간을 보내는 생활공간의 기능을 동시에 수행하는 등 다양한 기능들이 복합된 공간으로 학생들의 건강한 성장과 학습 능력 향상을 위한 교육시설의 환경성능 개선에 관한 관심이 높아지고 있다. 이에 2005년부터 학교시설을 대상으로 친환경건축물 인증제도가 시행되면서 시설 내 재실자에게 쾌적감을 주기 위한 온열환경에 대하여 에너지 소비 측면, 질적인 측면에서 공기환경이나 빛 환경 등 환경친화적인 측면에서 여러 건축 디자인 요소들을 고려하여

쾌적한 환경을 조성하기 위한 연구와 노력이 지속되고 있다. 이러한 측면에서 쾌적한 채광 환경의 제공은 어린이들의 정신적, 신체적 건강은 물론 교육의 질적 향상을 위해서도 매우 중요한 요소로 작용하며, 건축물의 에너지 절약에도 큰 영향을 미친다.

재실자의 시 환경 쾌적도를 향상시키기 위해서는 건축 초기 설계단계에서 자연채광 계획이 반드시 필요할 뿐만 아니라 자연채광의 확보는 건축물 에너지 절약 측면에서 조명부하 및 난방부하를 저감시켜 건축물의 생애주기비용에 대한 경제성 또한 확보 할 수 있다.¹⁾ 이와 같이 자연채광은 건축적, 경제적, 환경적으로 중요한 요인으로 초기설계단계에서 설계자가 채광에 대한 예측과 성능 평가를 통하여 반드시 고려해야 할 필요가 있다.

하지만 자연채광을 위한 창호계획이 미흡하여 조도불균형과 현휘 문제가 심각해져 학습 능률저하와 에너지 효율적인 측면에서 부정적인 결과를 초래하고 있다. 하지만 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 학교 건축에서 자연채광으로 친환경

* Main author, Dept. of Architectural Engineering, Seonam University, S. Korea (wooram@seonam.ac.kr)

** Gwangju Technology High School (stonebells@hanmail.net)

*** Corresponding author, Biohousing Technology Co., Ltd, S. Korea (smlxyun@nate.com)

1) 김득현, 학교건축 창호계획의 친환경성 제고방안 연구, 충북대 석론, 2013년 2월, p.1 재정리

적인 성능을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 창호계획 시 빛환경 개선에 활용할 수 있는 대안으로 제시될 수 있도록 자연채광 ECOTECT 시뮬레이션을 통하여 실내 자연채광을 조절하기 위한 창호계획의 방법을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2. 연구방법 및 범위

본 연구는 교육시설 교실의 창호계획에 필요한 자연채광 시뮬레이션을 위하여 표준 교실을 설정하고 입면 면적당 창호 크기 비율인 창면적비에 따른 평균 주광률과 세 가지 기준조도에서의 DA, UDI를 통하여 친환경 성능을 향상시킬 수 있는 창호계획의 대안을 모색하고자 하였다.

이를 위하여 ECOTECT 시뮬레이션 프로그램을 활용하였으며, 표준교실의 설정은 일반적으로 기존 학교건축에서 일반교실은 빛 환경측면에서 자연채광을 최대한 유입하기 위해 대부분 남향으로 배치하기 때문에 남향으로 설정하고, 시뮬레이션은 연간 기상 데이터(동적 시뮬레이션)를 기반으로 주광률의 연중 범위를 평가하는 DA(Daylight Autonomy)와 기준조도 중심 평가인 UDI(Useful Daylight Illuminance)를 통하여 일반교실의 연간 유용조도를 분석하였다.

2. 학교건축의 채광계획

2.1. 창호계획

창호계획은 입면을 구성하는 지붕층, 벽면, 개구부 중 벽면부분에서 개폐되는 공간인 창문을 통하여 내부와 외부의 공간을 연계하는 계획이다. 이러한 창문은 외부로부터 빛을 받아들여 내부에서 사물을 인지할 수 있는 중요한 역할을 담당한다. 이러한 창문의 형태는 천공형, 수평형, 수직형, 피막형, 폐쇄형, 혼합형으로 구분된다.²⁾

창호계획은 주로 입면구성요소, 차양형태, 창의 형태 등으로 구성되며, 입면구성요소는 입면의 재질, 색채, 형태 등의 시각적인 성격들을 주로하고, 차양형태는 건물의 피에 따른 일사부하 저감을 위한 장치로 그 형태에 따라 내부 공간의 환경을 조절하는 기능을 하고, 창의 형태는 채광, 환기 등의 내부 환경의 질을 높이기 위한 창의 위치와 창의 면적비 등으로 계획될 수 있다.

2.2. 학교건축에서 자연채광

자연채광은 자연광이 건축물의 개구부를 통하여 건축물의 내부로 유입되는 방식을 의미한다. 건축물로 유입되는 주광은 조명계획에서 좋은 광원이 되며 건물외피의 개구부를 디자인할 때 이를 적극적으로 이용하면 외관뿐만 아니라 실내분위기 연출, 쾌적한 시 환경 확보, 스트레스 해소 등의 많은 효과를 기대할 수 있다.³⁾

학교건축에서의 자연광 효과는 많은 연구를 통하여 단순히 필요조도를 확보하고 조명에너지를 절약하는 역할

외에도 재실자인 학생 및 교사에게 신체적인 면과 심리적인 면에서 긍정적인 상관관계를 갖는다고 평가되고 있다.

그러나 자연광은 태양의 고도와 구름의 양에 따라 매우 변화적인 특성을 가지고 있는 단점으로 인하여 인공광을 이용한 부수적인 조명이 필요하고, 두 광원 간의 특징을 이용하여 채광계획을 수립하는 것이 필요하다. 이를 위한 효과적인 자연채광을 위하여 창의 위치와 형태, 크기, 실내의 반사율, 실외장애물의 유무 등을 고려한 계획을 수립해야 한다.

2.3. 학교건축 창호계획의 문제점

현재의 학교건축은 최대한 자연채광을 유입하기 위하여 남향으로 배치되며, 창 면적비를 극대화시켜 많은 자연광을 유입시키는 계획을 실시하고 있다. 하지만 이러한 자연채광으로 인한 장점에도 불구하고 현재의 학교건축의 창호계획은 자연채광의 최소한 기준만을 고려하여 입면을 구성하며, 전면에 과도한 창호를 구성하고 있다. 또한 교육시설의 친환경 건축물 인증제도의 시행에도 불구하고 설계 초기 단계에서 자연채광을 평가하여 적용할 만한 시뮬레이션이나 툴의 부재로 인하여 적절한 창호계획이 이루어지지 못하고 있는 실정이다.⁴⁾

2.4. 친환경 창호계획의 필요성

창호계획으로 인한 친환경 성능의 향상은 자연채광 및 자연환기 등으로 인한 에너지 절약과 그 결과 발생하는 재실자들의 쾌적한 생활을 보장할 수 있다. 하지만 기존의 학교건축에서 창호계획은 최소기준을 충족하는 창면적으로 평가되었으며, 해결 대안으로 제시되는 차양이나 향, 유리투과율 등으로 이를 보정하여 왔다.

하지만 이를 설계초기에 예측할 수 있는 적절한 모형이 부재한 실정에 친환경적인 입면요소로서 적절한 창면적 등을 설정할 수 있는 예측방법이 요구되고 있다.

3. 자연채광 시뮬레이션

3.1. 교육시설의 기준 및 시뮬레이션 모델선정

1) 빛 환경의 기준

쾌적한 시공간 조성을 위한 빛 환경기준은 공간의 사용 목적에 따라 서로 다르게 요구되며, 학교건축의 경우 「학교 보건법 시행규칙」에서 채광(자연조명), 조도(인공조명)기준을 정하고 있다.

채광은 천공광⁵⁾에 의한 옥외 수평조도와 실내조도와

- 2) 박운영, 학교시설 일반교실의 현황 감소를 위한 적절한 차양설계에 관한 연구, 광운대 석론, 2009년, p.6-7 재정리.
- 3) 이정철, 시뮬레이션과 실태조사를 통한 초등학교 채광성능 개선방안에 관한 연구, 강원대 석론, 2010년 8월, p.5 재정리.
- 4) 김득현, 학교건축 창호계획의 친환경성 제고방안 연구, 충북대 석론, 2013년 2월, p.3 재정리.

비가 평균 5%이상, 최소 2%이상이며, 최대조도와 최소조도와의 비율이 10:1을 넘지 않도록 하며, 교실 바깥의 반사물로 부터 눈부심이 발생하지 않도록 하여야 한다. 조도는 책상면을 기준으로 300lux 이상, 최대조도와 최소조도와의 비율이 3:1을 넘지 않도록 하며, 인공조명에 의한 눈부심이 발생하지 않도록 해야 한다.⁶⁾

2) 자연채광의 평가기준

자연채광의 대표적인 평가방법은 정적(Static)시뮬레이션과 동적(Dynamic)시뮬레이션으로 나뉘는데, 정적시뮬레이션은 일정 시간 즉, 한 가지 조건에서의 일시적인 시뮬레이션이며 주광률이 대표적인 평가 기준이다. 하지만 주광률은 해당 지역의 기상데이터에 의한 영향을 고려하지 않기 때문에 다양한 천공시간 및 일사에 대한 영향이 배제되어 있어 한계점을 보이고 있다. 동적시뮬레이션은 시간적 변화를 고려한 시뮬레이션으로 연중 기상 데이터를 기반으로 하여 연간 조도 분포를 평가한다. 따라서 본 연구는 주광률(DF; Daylight Factor)과 동적 시뮬레이션의 결과인 DA(Daylight Autonomy), UDI(Useful Daylight Illuminance)를 비교하여 평가해보고자 한다.⁷⁾

DF는 답천공에서 작업면 높이의 일정 포인트에서의 외부 조도와 실내조도의 비율로 실내 작업면 조도(Ei)의 백분율로 평가한다. DA는 일과 시간을 기준으로 작업면에서 연간 자연채광에 의한 실내 작업면 조도가 기준조도를 초과하는 총 시간의 합을 전체 거주시간에 대한 비율(%)로 평가한다. UDI는 일과시간을 기준으로 작업면에서 연간 자연채광에 의한 실내 작업면 조도가 유용조도 범위에 해당하는 총 시간의 합을 전체 거주시간에 대한 비율(%)로 평가한다.⁸⁾

3) 시뮬레이션 모델선정

본 연구의 기본 시뮬레이션 모델은 선행연구를 통하여 친환경건축물 인증 이전의 학교시설 표준설계도에 제시된 기준인 67.5㎡(9m×7.5m) 모듈에 복도측 채광을 적용하기 위하여 복도폭 3m를 설정하였다. 반사율은 벽, 천장, 바닥을 각각 50%, 70%, 30%로 고려하였으며 시뮬레이션 모델은 Ecotect에서 사용가능한 gbXML⁹⁾ 파일로 변환하여 시뮬레이션 분석을 실시하였다.

기상데이터는 DOE EnergyPlus(U.S. Department of Energy) 기상데이터를 이용하였다. 에너지 시뮬레이션을 위한 기상데이터 웹사이트에서 국내의 인천, 강릉, 광주, 울산 4도시에 대한 기상데이터를 제공하는데, 본 연구는 광주 기상데이터를 이용하여 수행하였다.

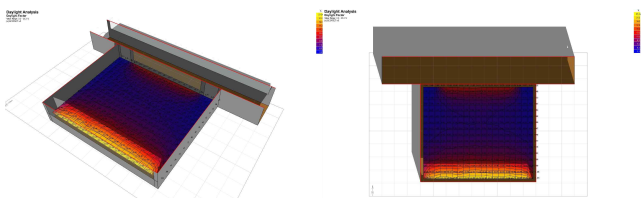


Fig. 1. Simulation Unit

Table 1. Simulation Models & Elevation

WWR	Simulation Model	Elevation
15%		
20%		
25%		

3.2. 시뮬레이션 분석

결과 분석은 시뮬레이션 후 창면적비(WWR) 15%, 20%, 25%의 경우를 사례로 살펴보았으며, 평균 주광률과 세 가지 기준조도에서의 DA와 UDI의 결과를 얻을 수 있다.

시뮬레이션 모델의 중심부의 창가에서부터 실내 안쪽까지 각 지점에서 결과를 얻어낸 것이다. 창에서 실 안쪽까지 7.5m 거리에서 시뮬레이션 지점 1은 창에서 가장 가까운 점을 의미하며 15번째 지점은 가장 안쪽에 위치하게 된다. 기존 연구에서 2~5%의 주광률 값을 제시하고 있는 평균 주광률은 WWR 15, 20, 25%에서의 시뮬레이션 결과 (Table 2.)과 같이 제시되고 있으며, 각각의 주광률은 6.3, 7.4, 8.5로 측정되었다. 각각의 주광률은 2~5%를 벗어나는 평균 주광률을 나타내고 있어 적정주광률보다 높게 나타나고 있다는 것을 알 수 있다. 유용조도의 경우 WWR 15%의 경우가 71.97%로 가장 높은 유용조도 분포를 보이고 있다.

Table 2. Simulation results of WWR 15, 20, 25% (Average Value)

WWR %	DF %	DA (100) %	DA (250) %	DA (500) %	DA (2000)%	UDI %
15	6.3	97.5	94.4	86.8	25.6	72.0
20	7.4	98.0	95.4	89.9	33.6	64.4
25	8.5	98.3	95.9	91.7	41.8	56.5

Table 3., Fig. 2.는 WWR-15%의 각 지점에서의 주광률을 나타내며, 실내 안쪽으로 갈수록 태양광의 유입이 감소하다가 복도와 접하는 창으로 인하여 주광률이 다소 상승하는 것을 볼 수 있다. 창가에서 18.0%의 주광률을 보이고 중간지점의 가장 낮은 곳이 3.7%, 그리고 가장 안쪽에서는 중간지점과는 다르게 10.9%의 주광률을 보이고

- 5) 산란 또는 흡수되어 지표면에 도달하는 천공광과 지표면에 반사되어 다시 구름에서 반사된 답천광을 합하여 천공광이라 한다.
- 6) 보건복지부, 학교보건법 시행규칙 환기·채광·조명·습도의 조절기준, 개정 2005.11.14.
- 7) 윤영일 외2인, 요양시설의 유용조도 분석에 관한 연구, 한국의료복지시설학회지, 제17권 1호 2011년 2월, p.35 재정리
- 8) 송해영, 실내유용조도를 적용한 공동주택의 일조환경 평가 방법, 한양대 석론, 2011년 2월, p15~16 요약
- 9) Green Building Studio XML

있다. 기존 연구에 따르면 적정 주광률은 2~5% 사이로 제시되고 있으므로 창가에서 안쪽으로 2.5m 부분에서 시작하여 6.0m 부분까지의 3.5m 구간이 적절 주광률분포를 보이고 있다. 이는 창 측 실외에서 들어오는 일조량도 중요하지만 복도 측창에서 들어오는 반사 일조량도 주광률 상승에 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

Table 3. The value of each point in the center of the Southern aspect from WWR-15%

%	Simulation Point														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DF	18.0	14.7	9.5	6.9	5.4	4.3	4.0	3.7	3.7	3.7	4.2	4.9	6.4	9.6	10.9
DA 100	100.0	100.0	99.5	98.2	97.5	97.0	96.7	96.6	96.6	96.6	97.0	97.3	98.0	99.5	100.0
DA 250	98.6	97.7	96.7	95.9	95.2	94.4	94.2	93.7	93.8	93.8	94.4	94.8	95.7	96.7	97.1
DA 500	96.7	96.1	94.8	93.6	90.2	86.8	85.7	84.4	84.7	84.6	86.7	88.5	92.9	94.9	95.3
DA 2000	87.7	84.7	66.5	42.4	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	37.2	67.6	75.0
UDI	12.3	15.3	33.0	55.8	72.6	97.0	96.7	96.6	96.6	96.6	97.0	83.1	60.8	31.9	25.0

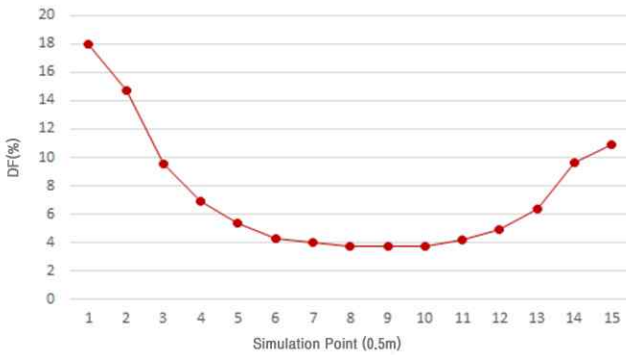


Fig. 2. DF of each point from WWR-15%

Table 4., Fig. 3. WWR-20%는 대한 전체적인 그래프로서 패턴은 WWR-15%대와 비슷한 형태를 보이고 있으나, 주광률은 15% 보다 상대적으로 높게 나타나고 있다. 창가에서 18.4%의 주광률을 보이고 중간지점의 가장 낮은 곳이 4.4%, 그리고 가장 안쪽에서는 중간지점과는 다르게 11.2%의 주광률을 보이고 있다.

Table 4. The value of each point in the center of the Southern aspect from WWR-20%

%	Simulation Point														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DF	18.4	17.3	12.5	9.0	7.2	5.6	5.1	4.6	4.4	4.5	4.9	5.4	6.9	9.8	11.2
DA 100	100.0	100.0	100.0	99.3	98.5	97.5	97.3	97.2	97.1	97.1	97.3	97.4	98.3	99.6	100.0
DA 250	98.7	98.3	97.4	96.6	96.0	95.3	95.1	94.6	94.5	94.5	94.9	95.2	95.9	96.8	97.2
DA 500	96.7	96.9	95.8	94.6	93.8	90.5	89.4	87.8	87.4	87.6	88.6	90.1	93.7	94.9	95.3
DA 2000	88.1	87.1	79.5	62.2	45.6	26.8	18.8	8.8	5.1	6.0	14.7	24.0	42.9	69.1	75.9
UDI	11.9	12.9	20.5	37.1	52.9	70.8	78.6	88.4	92.0	91.2	82.6	73.4	55.4	30.4	24.1

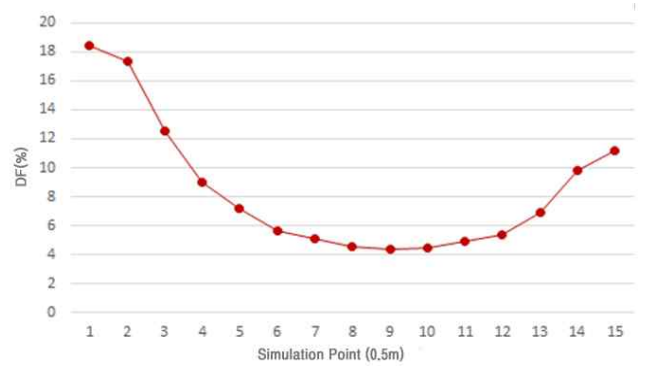


Fig. 3. DF of each point from WWR-20%

Table 5., Fig. 4. WWR-25%에서의 전체적인 그래프 패턴은 WWR-15%, 20% 대와 비슷한 형태를 보이고 있으나, 주광률은 보다 높게 나타나고 있다. 창가에서 18.8%의 주광률을 보이고 중간지점의 가장 낮은 곳이 5.2%, 그리고 가장 안쪽에서는 중간지점과는 다르게 11.6%의 주광률을 보이고 있으며, 특이할 만한 사항은 창가 1m 지점에서 주광률이 20%이상의 주광률을 보이고 있다.

Table 5. The value of each point in the center of the Southern aspect from WWR-25%

%	Simulation Point														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DF	18.8	19.8	14.6	10.8	8.6	7.1	6.1	5.8	5.4	5.2	5.4	6.0	7.3	10.4	11.6
DA 100	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	98.4	97.8	97.7	97.5	97.4	97.5	97.8	98.6	99.6	100.0
DA 250	98.7	99.2	97.7	97.1	96.5	96.0	95.5	95.4	95.2	95.1	95.2	95.4	96.0	96.9	97.3
DA 500	96.7	96.8	96.1	95.3	94.5	93.7	92.2	91.1	90.2	89.5	90.2	91.5	93.9	95.1	95.4
DA 2000	88.3	88.9	84.6	74.9	58.1	45.4	32.5	29.1	24.8	19.9	24.8	30.8	47.1	72.6	77.0
UDI	11.7	11.1	15.4	25.1	41.1	53.0	65.3	68.6	72.6	77.5	72.7	67.0	51.6	27.0	23.0

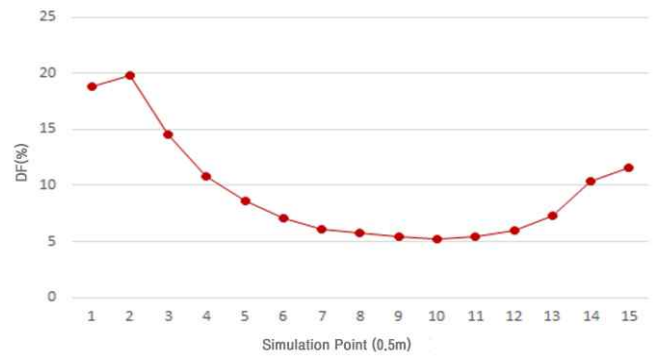


Fig. 4. DF of each point from WWR-25%

Fig. 5.에서 보는 바와 같이 적정 주광률은 기존연구에서 2~5%사이로 제시되고 있는 가운데 WWR-15% 만이 2.5m 부분에서 시작하여 6.0m 부분에서의 적정 주광률이 나타나고 있으며, WWR-20%에서는 3.5m 부분에서 5.5m 부분까지 적정 주광률을 나타내고 있다. WWR-25%의 경

우는 전체 지점에 적정 주광률보다 높게 평가되어 창호의 크기와 비례하여 적정 주광률이 나오지 않는다는 것을 알 수 있으며, 교실의 바닥 면적대비 창호의 크기 WWR-20% 이상의 입면창호는 적절한 주광률을 확보하기 어렵다는 것을 알 수 있다.

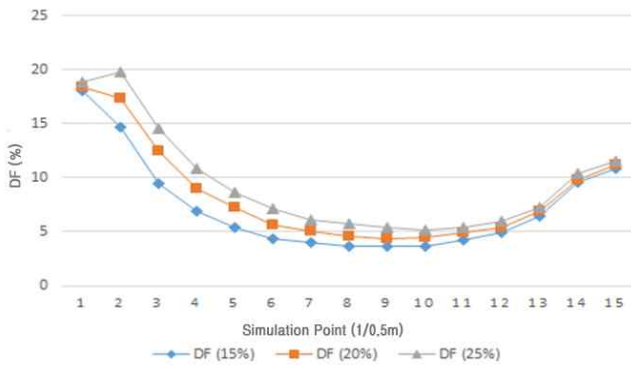


Fig. 5. DF of each point from WWR-15, 20, 25%

Fig. 6.는 WWR-15%의 DA와 UDI에 대한 것이며 앞 결과와 동일한 지점에서 결과를 보여주고 있다. 우선 DA(기준조도 100lux)의 경우에는 모든 지점에서 평균 96%의 시간에서 최소 100lux 이상이 유지됨을 알 수 있다. DA(기준조도 500lux)인 경우는 실내 쪽으로 감소하는 모양을 보이고 있지만 평균조도 80% 이하로 떨어지지 않는 경향을 보이고 있으며 주광률 5%이상인 지점(5지점) 모두 80% 이상의 시간대에서 500lux이상을 보이고 있다.

DA(기준조도 2000lux)에서는 전혀 다른 경향을 보이고 있다. 6지점 까지는 24% 이상을 11지점부터 14% 이상의 시간대에서 2,000lux 이상 보이고 있으며, 이는 역시 주광률 5%대와 유사한 부분을 보이고 있다. 이것은 창가 바로 앞쪽인 첫 번째 지점에서 약 87% 이상의 시간대에서 2,000lux가 나타나 재실자의 시각적 불편함과 추가 에너지 증가의 원인이 될 수 있다. 이후 6번째 부분부터 11번째 부분까지 2,000lux이상의 시간대에서 0%로 나타난다.

UDI는 주광률 및 DA와는 상반된 경향을 보이고 있다. 유용한 조도의 범위인 100~2,000lux는 전면 창가 쪽과 복도 창가 쪽으로 갈수록 낮은 비율을 보이며, 6번째 지점부터 11번째 지점까지 97% 이상임을 알 수 있다. 즉 앞에서 주광률 5% 이상이며 DA(기준조도 2,000lux)에서 상대적으로 높은 수치를 보인 창 주변과 복도 주변에서 낮은 UDI 수치를 볼 수 있다. 즉, 창가로부터 1번째부터 5번째 지점은 각각의 유용조도의 시간대가 12.3%, 15.3%, 33.0%, 55.8%, 72.6%를 12~15번째 지점은 각각의 유용조도가 나타나 특히, 2,000lux 이상인 시간대가 많음을 의미하며, 이는 재실자의 불쾌감과 에너지 증가로 이어질 수 있다. 반면 UDI는 실 안쪽으로 갈수록 점차 증가하여 실 중간 깊이 이상으로는 상대적으로 높은 유용조도의 수치를 보이고 있으며, 복도창에 가까워질수록 다시 유용조도 수치가 낮아짐을 알 수 있다. 따라서 UDI는 기존 주광률과 DA와는 달리 유용조도의 수치를 통하여 적정 자연채광 디자인 평가 분석이 가능하다.

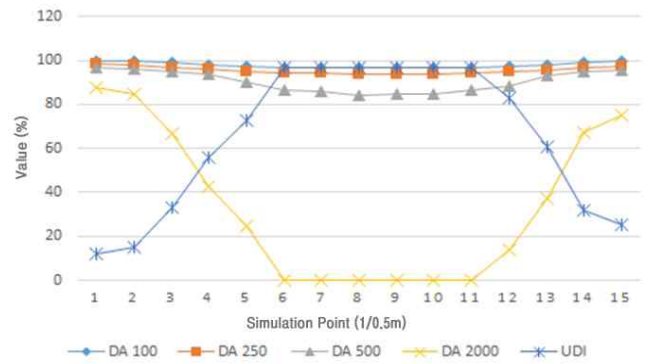


Fig. 6. DA and UDI in the case of WWR-15%

창 크기에 따른 UDI의 변화를 살펴 본 결과 창면적비를 15%, 20%, 25%로 변화 시키면서 UDI의 변화를 분석하였다.

Table 6. UDI Value

%	Simulation Point														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
UDI-15 %	12.3	15.3	33	55.8	72.6	97	96.7	96.6	96.6	96.6	97	83.1	60.8	31.9	25
UDI-20 %	11.9	12.9	20.5	37.1	52.9	70.8	78.6	88.4	92	91.2	82.6	73.4	55.4	30.4	24.1
UDI-25 %	11.7	11.1	15.4	25.1	41.1	53	65.3	68.6	72.6	77.5	72.7	67	51.6	27	23

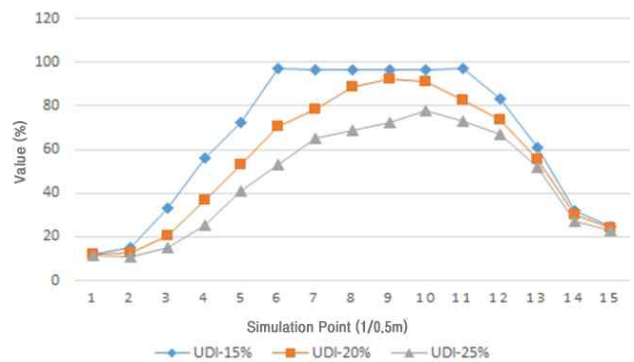


Fig. 7. UDI Value

전체적인 비율에서 창 안쪽 지점 1 부분에서는 측정치가 11%대로 유용조도가 현저하게 낮게 평가된다. 이는 창면적비와는 상관없이 창가 쪽은 과도한 태양광의 유입으로 시각적 불쾌감과 에너지 상승으로 WWR과 상관없이 유용조도율이 매우 낮아지게 된다. 전체적인 유용조도율은 창가 쪽에서 낮은 유용조도에서 5지점까지 증가율을 보이다가 5지점(2.5m)에서 11지점(5.5m)부분에서 최대치를 보이며, 창 안쪽으로 갈수록 낮아지는 현상을 보이고 있다. 이는 창가 쪽 즉 남측부분의 창호 때문에 유용조도가 낮아지게 되며, 반대쪽은 북측의 복도창의 영향으로 유용조도가 낮아지게 되는 것으로 평가된다. 각 WWR에서는 2.5~6m 부분이 가장 유용조도가 높게 평가되며, 가장 높은 유용조도는 WWR-15%의 창호에서 97% 이상의 유용조도가 나타나고 있다. WWR-20, 25% 부분에서는

80%와 60% 정도의 유용조도를 보임으로써 교실에서의 유용조도는 WWR- 15, 20, 25%를 나타내고 있다. 이는 교실의 유용조도는 무조건 창호의 크기가 크면 좋은 환경을 나타내는 것이 아니라 건축물의 다양한 조건에 따른 실험을 통해 적절한 창호 크기와 비율을 측정하여 설계에 적용하는 중요하다.

4. 결론

학교건축에서 자연채광은 재실자의 학습 능력 향상과 건강한 성장을 위한 실내 환경의 질 개선과 친환경적인 건축계획으로 인한 에너지 절감을 동시에 실현하는 중요한 역할을 담당하지만 이를 초기 설계단계에 반영하기에는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구는 설계 초기 단계에 Ecotect 2011을 활용한 시뮬레이션 기법을 적용하여 단위 교실에 유용한 자연채광 조도 분포를 시뮬레이션으로 측정하여, 적절한 창호계획을 구현할 수 있는 실험적 방법을 제시하였다.

이를 위하여 학교시설 중 가장 주가 되는 공간인 일반 교실의 기본 유니트(9.0m×7.5m)를 설정하여 시뮬레이션을 통해 자연채광 평가 방법 중 대표적인 주광률(DF)과 이를 보완하는 연중 전체 조도분포를 측정하는 Daylight Autonomy(DA)와 Useful Daylight Illuminance(UDI)를 예측하여 연구를 진행하였다. 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 개별 시뮬레이션 모델 분석 결과 DF와 DA는 창가에서 실내로 갈수록 태양광 유입의 감소로 수치가 감소하다가 복도측 창을 통한 채광으로 인하여 점차 상승하는 경향을 보이고 있다. 적정 주광률은 2~5% 사이로 제시되고 있으므로 교실의 바닥 면적대비 창의 크기 WWR-20% 이상의 입면창호는 적절한 주광률을 확보하기 어렵다는 것을 알 수 있다.

둘째, 그와 반면 UDI의 총시간(%)은 상반된 경향을 보이고 있다. 실 안쪽으로 갈수록 유용조도가 증가하다 중간에서 높은 수치를 보이다가 복도쪽으로 갈수록 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이는 UDI는 주광률과 DA와 달리 이러한 수치를 통해 적정 자연채광 디자인 평가 분석이 가능하다고 판단된다.

셋째, WWR(창 면적비)에 따른 UDI의 변화를 분석한 결과 남측 전면의 창에서 UDI가 현저하게 낮게 나타나는 것으로 나타나 과도한 태양광의 유입으로 시각적 불쾌감과 에너지 상승을 초래하게 된다. 따라서 교실의 유용조도는 무조건 창호의 크기가 크면 좋은 환경을 나타내는 것이 아니라 설계 초기 단계 실험 등을 통하여 적정한 입면 대비 면적비를 설정하여야 할 것이다.

본 연구를 통하여 기상데이터 기반의 시뮬레이션으로 주광률, DA, UDI를 예측하여 연중 실내 조도 분석을 실시하여 설계의 기초 자료로 활용할 수 있다면, 재실자들에게 보다 나은 실내 환경을 제공할 수 있으며, 고효율 에너지 절약을 실천 할 수 있을 것이다. 하지만 본 연구는 창호계획의 창면적비에 따른 채광계획이라는 한계가 있으며 향후 창호의 형태나 구성에 따른 보정의 시뮬레

이션을 통하여 보다 실질적인 빛 환경 조절에 관한 연구가 진행 되어야 할 것이다.

Acknowledgement

This research is supported by a grant from High-Tech Urban Deveolpment Program funded by the Ministry of land, Infrastructure and Transport of Korean government. (11 첨단도시 C04)

References

- [1] 김득현, 학교건축 창호계획의 친환경성 제고방안 연구, 충북대 석론, 2013년 2월 / (Kim, Deug Hyun, Improvement of window plan of school building with a view of environmental-friendly aspects, ChoongBuk University, 2013.)
- [2] 박윤영, 학교시설 일반교실의 현휘 감소를 위한 적절한 차양설계에 관한 연구, 광운대 석론, 2009년 2월 / (Park, Yoon Young, A study on the proper shade design for reducing glare in general classrooms for schools, KwangWoon University, 2009.)
- [3] 이정철, 시뮬레이션과 실태조사를 통한 초등학교 채광성능 개선방안에 관한 연구, 강원대 석론, 2010년 8월 / (Lee, Jeong Cheol, Architectural Implementation for the Daylight-Performance in the Elementary School, KangWon University, 2010.)
- [4] 윤영일의, 요양시설의 유용조도 분석에 관한 연구, 한국의료복지시설학회지, 제17권1호 2011년2월 / (Yoon YI, Cho JY, Lee HW, Architectural Implementation for the Daylight-Performance in the Elementary School, Korea Institute of Healthcare Architecture, 2011; 17(2).)
- [5] 송혜영, 실내유용조도를 적용한 공동주택의 일조환경 평가 방법, 한양대 석론, 2011년 2월 / (Song, Hye Young, Evaluating solar access of apartment buildings with the consideration of useful daylight illuminance(UDI), HanYang University, 2011.)
- [6] 고통환, 기상데이터 기반 동적 자연채광 시뮬레이션을 이용한 유용조도 분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 26권 6호, 2010년 / (Ko, Dong Hwan, Analysis of useful Daylight Illuminance(UDI) by Dynamic Daylight Simulation Using Weather Data, The Architectural Institute of Korea, 2010; 26(6))
- [7] 이종영, 학교교실의 빛환경 개선을 위한 애니돌릭 천장일체형 시스템 설계, 한양대 석론, 2010년2월 / (Lee, Jong Young, Designing a anidolic ceiling system to improve visual environment in school classrooms, HanYang University, 2010.)
- [8] <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/>

Received October 8, 2013;

Final revision received December 19, 2013;

Accepted December 23, 2013