

소규모 사무실의 블라인드 조건에 따른 주광조도 감소비율 예측

Prediction of Reduction Rates of Daylight Illuminance for Blind Conditions in a Small Office

Renyan Gu*

Abstract

This simulation based study analyzed the horizontal daylight distribution on the floor and ceiling of a small office space based on window orientations and interior window blind positions. South and north facing windows were each tested without window blinds and with window blinds at 45° and 180° (horizontal). The study showed that the illuminance value was highest 1m from the window. On the floor and ceiling, the difference in illuminance value was the greatest and least in December and June, respectively. The indoor illuminance value was highest when there was no window blind and under south-facing conditions. The greatest illuminance difference occurred between window blinds positioned at 45° and 180°. Under north-facing conditions, windows without blinds or with blinds at 45° had the least impact on indoor illuminance with illuminance being more evenly distributed.

Keywords : Daylight Illuminance, Illuminance Distribution Energy Saving, Blind Conditions

1. 서론

일반 사무실 공간에서, 조명으로 인한 전기 소비는 건물 전체 에너지의 30%를 차지하는 것으로 알려져 있으므로(육정원·송규동, 1998), 업무공간에서 소비되는 조명에너지는 적절히 감소되어야 하는 필요성이 있다. 실내에 주광이 활용되어 조명환경이 유지되는 경우 전기조명에너지는 감소될 수 있는 것으로 알려져 있다(Li et al., 2006; Moon et al., 2020; Tiffany, 2021). 주광이 적절히 조절되어 반영되는 조명제어 시스템은 건물의 전기에너지 사용량의 절감에 효과적으로 기여한다. 그러나, 주광 조건은 천공 및 시간의 변화에 따라 일정하지 않기 때문에 실내로 들어오는 주광의 양은 변화하게 된다(Nasrollahi and Shokri, 2016).

조명에너지의 절약을 위하여, 주광으로 인하여 발생하는 조도는 실내에 활용되어야 하며 업무환경에 따라 실내 조도는 제어되어야 한다. 조명 에너지를 절감하기 위해서 전기조명의 밝기 및 사용 시간은 감소되어야 한다. 조명설계시 조명 전력 밀도의 최소화 및 주광이 활용되는 조명제어 시스템이 적용되는 경우, 효과적인 에너지 절약이 유지된다(윤연주, 2013; Tiffany, 2021). 전기조명이 사용되는 경우 발생하는 열량과 주광이 유입되어 활용되는 경우 실내에서 발생하는 에너지 부하는 변화되는 것으로 알려져 있다(Kurian et al., 2008; Doulos et al., 2008; Loutzenhiser et al., 2007).

다양하게 변화되는 주광이 실내로 유입되는 경우, 차양조건에 따라 실내조도는 변화된다. 변화되는 조

*연세대학교 실내건축학과 석사과정(grys0105@gmail.com)

도가 조명제어 시스템과 연계되어 사용되는 경우, 주광조도는 예측되어 효과적으로 제어 시스템에 반영되어야 한다. 따라서, 본 연구에서, 소규모 사무실을 대상으로 차양장치 조건에 따라 변화되는 주광의 변화비율이 분석되었다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용된 시뮬레이션 소프트웨어는 조명 설계에 널리 사용되는 Relux 이다. 본 프로그램이 적용되는 경우, 전기조명 또는 자연 조명을 신속하게 시뮬레이션이 진행되며 계산된 결과가 텍스트로 생성된다. 또한, 답천공 조건 및 청천공 조건이 효과적으로 반영되어 예측결과가 제공되는 것으로 평가된다(Tiffany, 2021).

본 연구에 가정된 공간은 Fig. 1과 2에 명시되어 있다. 소규모 개인사무실 공간의 설정을 위하여 1인용 개인 업무공간으로 활용되고 있는 폭 4m, 깊이 7m, 층고 3m의 공간이 설정되었다. 창문의 크기는 폭 4m,

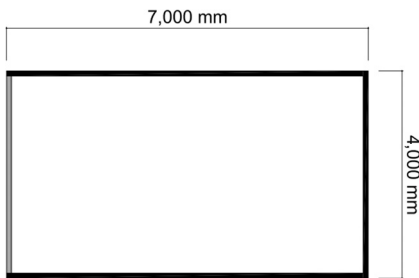


Fig. 1. Floor Plan

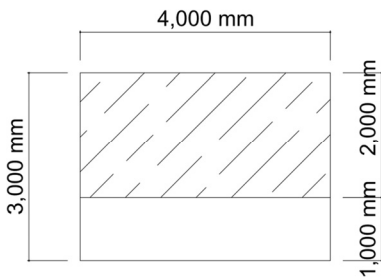


Fig. 2. Window View

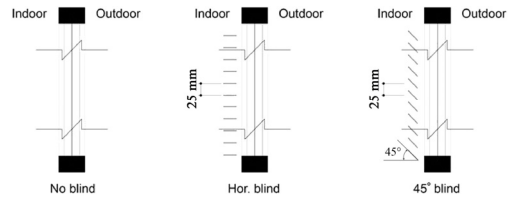


Fig. 3. Blind Angle

Table 1. Simulation Condition

Location	Paris, France
Orientation	South, North
Date	March/21, June/21, December/21
Sky	Clear sky
Time	9:00, 11:00, 13:00 15:00
Blind	No Blind, 45 Degree, Horizontal

높이 2m로 설정되었다. 시뮬레이션 조건의 설정은 Table 1에 요약되어 있다. 각각 남쪽과 북쪽조건에 대한 시뮬레이션이 진행되었다. 조도 예측지점은 바닥과 천장에 위치된다. 창문 내부에 블라인드가 설치되고 블라인드의 설정 모드는 Fig. 3에 명시된 바와같이 즉 블라인드 없음, 45° 및 수평조건으로 구성된다.

북반구의 고위도지점에 위치한 조건에서 발생하는 주광의 조도변화 예측을 위하여, 사무실 공간은 프랑스 파리에 위치되는 것으로 가정되었다. 청천공 조건에서 연중 대표일이 설정되어 시뮬레이션이 진행되었다. 천장, 벽 및 바닥의 반사율은 각각 70%, 50%, 20%로 가정되었으며, 유리의 빛에 대한 투과율은 80%로 적용되었다.

3. 시뮬레이션 결과

3.1 바닥 및 천장조도의 변화

Fig. 4~6는 창문이 남향일 때 창문에서 5m 떨어진 실내 바닥의 자연광 분포를 보여준다. Fig. 4에는 블라인드가 없고, Fig. 5에는 블라인드가 수평 상태로 설정되어 있으며, Fig. 6에는 블라인드가 45°로 표시되

어 있다. 시점으로 볼 때, 계절에 관계없이 13:00에 조도값이 일반적으로 가장 높다는 것을 분명히 알 수 있다. 12월에는 직사광선의 존재로 인해 값이 너무 높아서 고려하기 어렵다. 9시에 측정된 값이 가장 낮다. 6

월, 9월, 12월의 전반적인 조도 변화 곡선은 비슷하다.

Fig. 7~9는 창문이 북쪽을 향하고 있을 때의 조도 분포를 보여준다. Fig. 7은 블라인드가 없는 경우의 수치 변화를 보여준다. Fig. 8은 수평 상태로 설정된

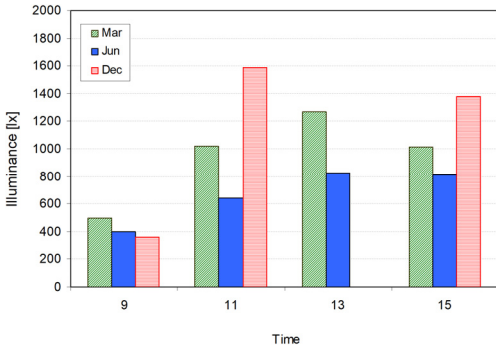


Fig. 4. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, No Blind, Floor 5m)

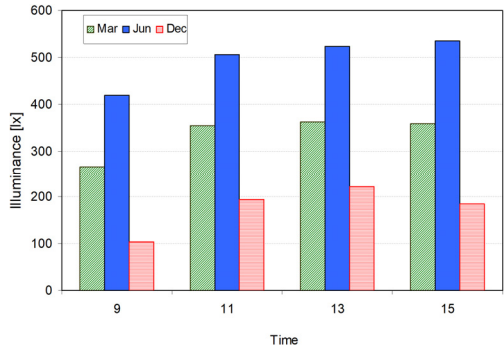


Fig. 7. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, No Blind, Floor 5m)

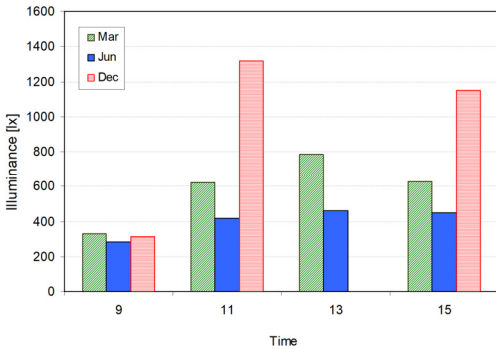


Fig. 5. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, Horizontal Blind, Floor 5m)

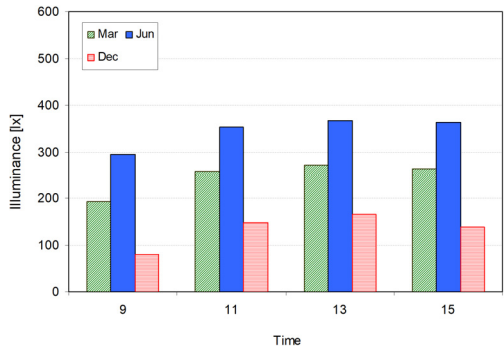


Fig. 8. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, Horizontal Blind, Floor 5m)

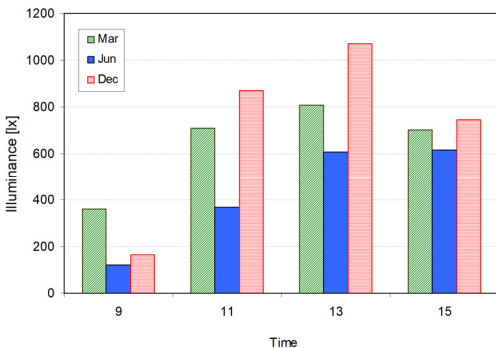


Fig. 6. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, 45° Blind, Floor 5m)

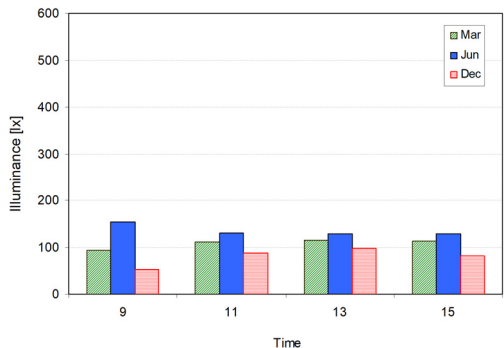


Fig. 9. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, 45° Blind, Floor 5m)

었으며 Fig. 9의 블라인드는 45°이다. 9시부터 15시 까지 조도의 변화 추세가 매우 완만하다. 총 조도 값은 6월이 가장 높고, 3월이 그 뒤를 이어 12월이 된다. 3월과 12월에 가장 높은 조도 값은 13:00이다.

블라인드가 없는 6월에는 15:00에 최고값이 나타나고, 블라인드가 수평일 때는 13:00, 블라인드가 45°일 때는 9:00에 최고값이 나타난다. 남북 방향에 관계없이 조도가 높게 나타나는 순서는 블라인드 없는

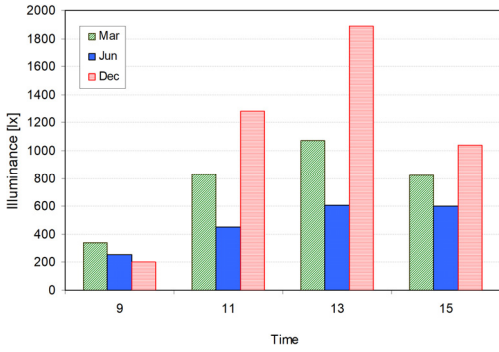


Fig. 10. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, No Blind, Ceiling 5m)

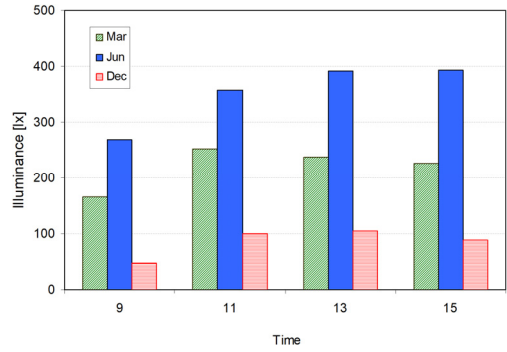


Fig. 13. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, No Blind, Ceiling 5m)

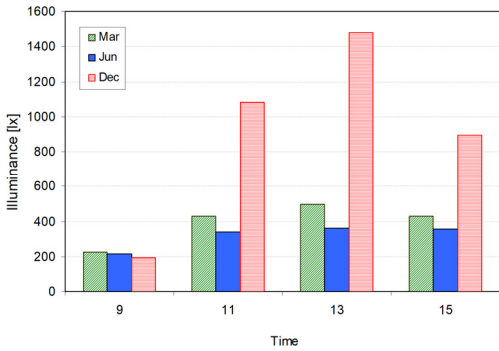


Fig. 11. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, Horizontal Blind, Ceiling 5m)

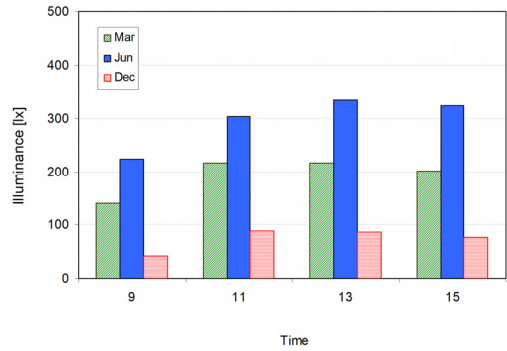


Fig. 14. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, Horizontal Blind, Ceiling 5m)

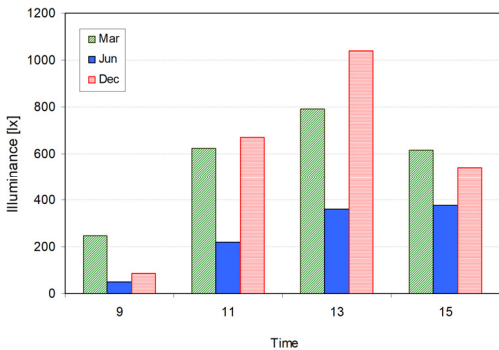


Fig. 12. Variation of Indoor Illuminance (South-facing, 45° Blind, Ceiling 5m)

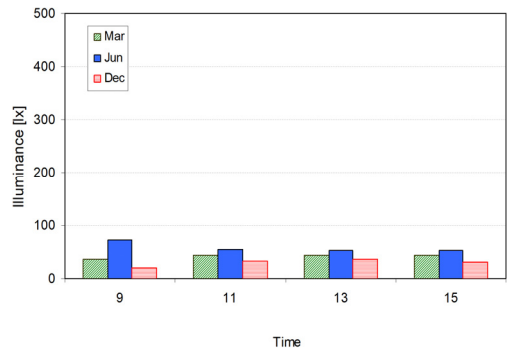


Fig. 15. Variation of Indoor Illuminance (North-facing, 45° Blind, Ceiling 5m)

조건, 수평, 45° 블라인드 조건이다.

남쪽과 북쪽조건에서 창으로부터 5m 거리에 있는 기점의 조도 분포는 Fig. 10에서 Fig. 15까지와 같다. 창문이 남향인 사진(Fig. 10~12)에서 12월에 조도가 가장 강하고, 이어서 3월, 그리고 마침내 6월에 조도가 가장 강하다. 시간으로 따지면 12월에 조도가 가장 많이 출렁거렸다.

창문이 북쪽을 향할 때(Fig. 13~15 참조), 조도는 6월에 가장 강하며, 이어서 3월, 그다음이 12월이다. 그러나 전반적으로 창문이 남향일 때와 비교하면 조도가 더 작게 변동한다. 바닥에서 측정한 조도의 결과와 마찬가지로 조도는 블라인드가 없을 때 가장 크고, 그다음에 수평 상태가 되며, 마지막으로 블라인드가 45°일 때 가장 작다.

3.2 바닥면 조도와 포토센서 조도사이의 관계

책상면의 주광조도와 포토센서에서 감지되는 조도변화의 상관성이 분석되었다. 두 변수 사이의 선형회귀분석이 실시되어 예측식이 제시되었다. Fig. 16~21은 창문으로부터 1m에서 6m 떨어진 세 가지 유형의 블라인드 종합 조건에서 천장 광센서와 바닥 사이에 분배된 조도의 비율을 나타낸다. R²가 1일 때 비율은 동일하고 조도 분포가 가장 균형적이다. 창을 남향으로 설정하면(Fig. 16~18), R² 값이 1m에서 0.7086으로, 6m에서는 0.9694로 꾸준히 증가하는 것을 명확히 관찰할 수 있다.

Fig. 19에서 21과 같이 창문이 북쪽을 향할 때 광센서와 바닥 사이의 조도 비율은 크게 증가하지 않는다. 최대 비율은 1m, 즉 0.9863이다. 다만 1m에서 6m까지의 R² 값은 모두 0.9 안팎으로 북향 조건에서는 조도 분포가 보다 균형적으로 분포되어 있음을 알 수 있다.

선형회귀분석의 정확도는 분산분석 방법이 적용되어 검증되었다. 적용된 회귀식에서 독립변수는

책상면의주광조도 변화이며, 종속변수는 포토센서에서 감지되는 주광조도의 변화이다. 검증결과는 Table 2에 요약되어 있다. 회구식의 예측 결과는 신뢰도 수준 0.01에서 효과적인 것으로 판명되어 두 번

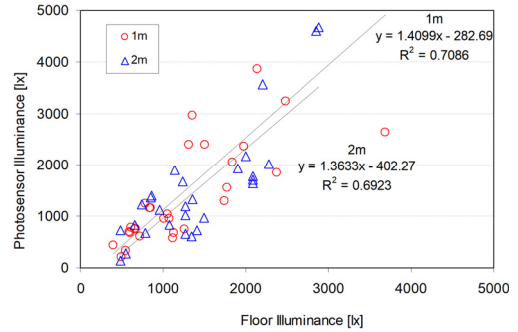


Fig. 16. Relationship between Floor Linear and Photosensor Illuminance (South-facing, 1m & 2m)

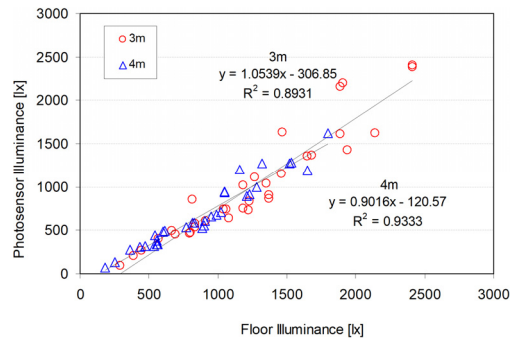


Fig. 17. Relationship between Floor Linear and Photosensor Illuminance (South-facing, 3m & 4m)

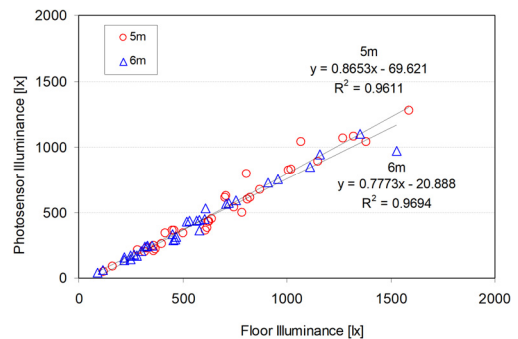


Fig. 18. Relationship between Floor Linear and Photosensor Illuminance (South-facing, 5m & 6m)

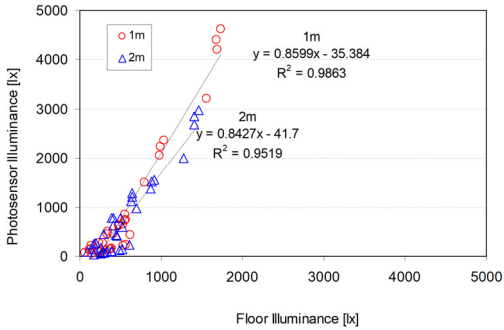


Fig. 19. Relationship between Floor Linear and Photo-sensor Illuminance (North-facing, 1m & 2m)

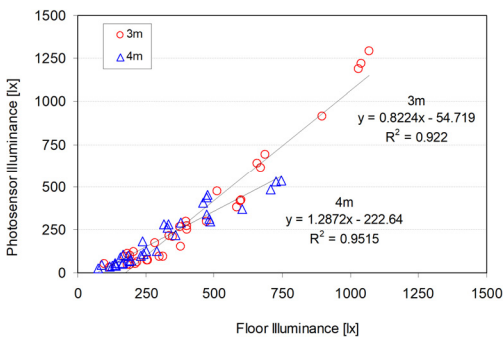


Fig. 20. Relationship between Floor Linear and Photo-sensor Illuminance (North-facing, 3m & 4m)

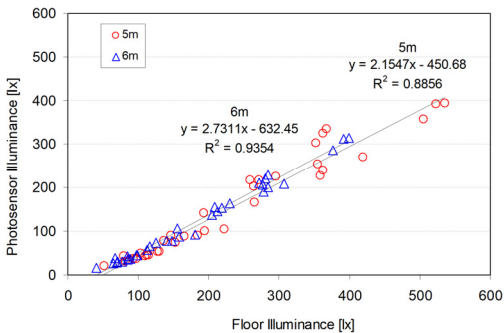


Fig. 21. Relationship between Floor Linear and Photo-sensor Illuminance (North-facing, 5m & 6m)

수사이의 상관성예측에 정확도가 높은 것으로 분석되었다. 북쪽 및 남쪽을 향한 조건 모두에서 신뢰도 수준은 0.00으로 분석되어, Fig. 16~21에 제시된 내용은 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2. ANOVA Test Result

Distance [m]	North	South
1	F(1.34)=492.21, Sig.=0.00	F(1.31)=75.39, Sig.=0.00
2	F(1.34)=263.29, Sig.=0.00	F(1.26)=58.49, Sig.=0.00
3	F(1.34)=666.81, Sig.=0.00	F(1.33)=267.45, Sig.=0.00
4	F(1.34)=401.98, Sig.=0.00	F(1.30)=419.83, Sig.=0.00
5	F(1.34)=673.16, Sig.=0.00	F(1.32)=789.64, Sig.=0.00
6	F(1.34)=2450.81, Sig.=0.00	F(1.32)=1014.14, Sig.=0.00

이러한 결과는 책상면의 조도변화에 따른 포토센서의 조도변화에 대한 상관성이 높은 결과를 의미하므로, 조명제어시 책상면의 조도는 천장에 위치한 포토센서의 조도변화에 따라 제어되어도 효과적인 것을 암시한다.

3.3 블라인드 조건에 대한 조도 변화

블라인드 조건 간의 관계를 구체적으로 연구하고, 블라인드 조건의 차이를 탐색하기 위해 간단한 분할 계산식을 사용했다. Table 3~5는 창문이 남향일 때 서로 다른 블라인드 조건의 비율 표를 보여준다. Table 6~8은 창문이 북쪽을 향할 때 서로 다른 블라인드 조건의 비율 표를 보여준다. 사용된 계산식은 다음과 같다.

Table 3, 6 - (수평 블라인드 조건에서 조도 / 블라인드 없는 조건에서 조도) *100

Table 4, 7 - (45° 블라인드 조건에서 조도 / 블라인드 없는 조건에서 조도) *100

Table 5, 8 - (45° 블라인드 조건에서 조도 / 수평 블라인드 조건에서 조도) *100

블라인드 조건 사이의 조도 비율 값이 클수록 두 조건 간의 음영 효과 차이가 커진다. 계산 결과는 표에 나와 있다. “-”는 바닥이 직접 방사선에 노출되어 있고 값이 너무 커서 계산에 참여하지 않음을 의미한다.

Table 3~5에서 평균값은 55.12%, 54.11%, 120.50%이다. Table 6~8에서 평균값은 57.97%, 28.88%, 57.01%이다. 남향 창 의 경우 Table 5와 같이 수평 블라인드와 45° 블라인드의 차이가 가장 크며, 창으로부터의 거리가 증가함에 따라 값이 감소한다. 북

Table 3. Ratio of Daylight Illuminance for Horizontal Blinds /No Blinds Condition (South-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling						
		Distance from window [m]						Distance from window [m]						
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
Mar/	9	23.71	33.00	44.65	56.48	65.60	71.02	21.14	38.07	35.77	58.68	66.57	69.14	
	11	22.91	-	43.15	53.99	61.18	64.54	20.49	36.89	30.75	45.86	51.32	54.83	
	21	13	24.59	-	-	55.00	61.73	63.56	20.88	37.42	29.50	41.67	46.26	49.73
	15	23.12	-	43.98	53.75	61.88	65.87	43.56	36.83	31.09	46.46	52.13	55.52	
Jun/	9	29.41	42.11	54.96	63.99	70.68	73.67	14.83	38.62	31.70	81.40	83.27	75.73	
	11	20.86	33.82	46.87	57.04	65.20	70.44	11.90	34.45	27.48	67.88	75.33	71.86	
	21	13	-	29.97	42.09	49.92	55.64	57.44	10.29	29.76	21.45	53.49	59.25	54.75
	15	-	29.72	42.06	49.75	55.80	57.95	10.21	29.72	21.57	53.90	59.77	55.07	
Dec/	9	67.20	73.08	79.93	85.02	87.78	87.95	64.02	81.00	85.64	94.63	95.61	95.07	
	11	53.03	59.21	68.22	-	83.02	85.93	43.88	65.35	70.99	82.01	84.38	86.18	
	21	13	40.26	50.11	62.43	-	-	-	32.54	58.03	63.35	76.97	78.31	80.66
	15	54.89	60.77	69.59	77.58	83.33	86.31	46.59	67.23	72.73	83.61	85.77	88.16	

Table 4. Ratio of Daylight Illuminance for 45° Blinds /No Blinds Condition (South-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling						
		Distance from window [m]						Distance from window [m]						
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
Mar/	9	70.16	74.50	71.81	71.63	72.40	75.28	40.00	44.27	54.95	71.13	72.43	74.07	
	11	64.67	-	69.71	68.63	69.61	73.55	32.69	41.99	57.08	73.98	74.88	75.92	
	21	13	55.31	-	-	64.44	63.62	67.07	26.09	38.53	57.30	74.07	74.11	73.08
	15	64.50	-	68.46	69.08	69.50	73.06	70.08	41.95	57.14	73.70	74.73	75.80	
Jun/	9	36.59	42.28	35.62	32.26	30.58	30.67	7.13	7.09	10.99	19.77	19.84	19.90	
	11	45.02	57.73	56.67	56.62	57.99	61.56	42.18	28.57	32.52	48.86	48.44	50.00	
	21	13	-	72.57	71.73	72.11	73.70	78.89	51.78	34.90	39.14	57.31	58.92	64.03
	15	-	73.33	72.49	74.13	76.17	81.80	53.54	36.88	42.04	61.69	63.11	67.97	
Dec/	9	51.59	50.93	46.75	45.85	45.83	46.99	34.39	33.74	36.60	40.60	42.44	43.66	
	11	63.64	61.84	57.01	-	54.84	55.93	31.10	36.19	45.00	51.22	52.42	53.55	
	21	13	74.17	70.53	62.43	-	-	-	23.50	31.40	46.65	56.00	55.03	53.92
	15	61.41	60.77	55.67	54.67	54.06	54.50	32.39	36.95	44.76	50.76	51.92	52.99	

쪽을 향한 창 의 경우, 45° 블라인드와 무블라인드 사이의 차이가 가장 작으며, Table 6에서 볼 수 있듯이, 둘 사이의 음영 차이는 작다. 창과의 거리가 늘어날 수록 지상의 조도 비는 감소하지만 천장의 조도 비는 정반대가 된다.

4. 결론

소규모 사무실 공간에서 다양한 조건으로 일광 변 화를 분석하기 위해 본 연구에서는 시뮬레이션을 실시하였다. 연구결과의 요약은 다음과 같다.

Table 5. Ratio of Daylight Illuminance for 45° Blinds /Horizontal Blinds Condition (South-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling					
		Distance from window [m]						Distance from window [m]					
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Mar/	9	295.92	225.76	160.85	126.83	110.37	106.00	189.23	116.27	153.65	121.22	108.81	107.14
	11	282.33	-	161.54	127.12	113.78	113.95	159.48	113.82	185.64	161.33	145.90	138.46
	13	224.90	-	-	117.17	103.06	105.53	125.00	102.98	194.21	177.78	160.20	146.96
	15	279.02	-	155.66	128.52	112.32	110.92	160.87	113.91	183.78	158.64	143.36	136.54
Jun/	9	124.43	100.42	64.81	50.42	43.26	41.63	48.06	18.36	34.69	24.29	23.83	26.28
	11	215.82	170.70	120.90	99.26	88.94	87.38	354.51	82.93	118.30	71.97	64.31	69.58
	13	-	242.18	170.40	144.46	132.46	137.35	503.33	117.27	182.42	107.14	99.45	116.94
	15	325.72	246.75	172.33	149.00	136.50	141.16	524.46	124.09	194.85	114.46	105.59	123.43
Dec/	9	76.77	69.69	58.50	53.93	52.22	53.42	53.72	41.65	42.74	42.90	44.39	45.93
	11	120.00	104.44	83.56	-	66.06	65.09	70.87	55.38	63.39	62.46	62.13	62.13
	13	184.21	140.76	100.00	-	-	-	72.22	54.11	73.63	72.76	70.27	66.85
	15	111.88	100.00	80.00	70.47	64.87	63.15	69.53	54.96	61.54	60.70	60.54	60.11

Table 6. Ratio of Daylight Illuminance for Horizontal Blinds /No Blinds Condition (North-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling					
		Distance from window [m]						Distance from window [m]					
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Mar/	9	30.00	42.63	55.56	65.83	72.83	75.61	18.52	47.37	36.73	82.95	85.45	77.94
	11	33.98	45.30	57.06	66.67	72.96	75.45	22.20	56.35	41.82	84.18	85.77	74.88
	13	34.50	46.73	59.17	68.80	74.86	77.11	22.91	51.12	48.12	90.29	91.18	77.39
	15	32.69	45.48	58.22	67.35	73.54	76.26	19.41	40.84	39.22	88.14	88.99	76.72
Jun/	9	26.35	39.38	52.56	62.62	70.41	74.92	13.79	38.61	32.20	78.44	83.27	77.99
	11	31.54	44.54	56.60	64.74	69.90	72.34	15.30	41.64	31.68	83.51	84.64	73.68
	13	33.51	46.03	57.79	65.38	70.17	72.63	16.66	44.91	34.26	84.91	85.68	73.08
	15	31.84	44.18	55.89	63.24	67.85	70.43	15.67	40.74	32.09	81.61	82.23	70.38
Dec/	9	23.42	36.30	50.31	64.82	76.44	80.24	24.15	50.54	49.50	81.36	87.50	90.48
	11	27.27	39.25	52.44	65.87	75.77	79.11	24.55	60.10	51.20	84.68	89.00	85.06
	13	25.45	37.98	51.49	64.48	74.32	77.78	24.59	45.84	48.58	77.95	82.86	83.70
	15	25.26	38.20	51.63	64.32	74.46	78.38	20.16	35.60	42.99	81.65	86.52	84.62

Table 7. Ratio of Daylight Illuminance for 45° Blinds /No Blinds Condition (North-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling						
		Distance from window [m]						Distance from window [m]						
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
Mar/	9	41.38	48.64	42.50	38.33	35.09	34.63	8.99	9.06	13.59	22.12	22.42	22.06	
	11	38.13	44.61	38.39	34.18	30.99	30.69	7.32	7.15	11.16	16.12	17.00	16.91	
	21	13	38.21	44.47	38.45	34.50	31.77	31.34	6.82	6.51	11.75	17.80	18.49	18.59
	15	37.31	42.98	37.26	33.88	31.20	30.94	6.61	6.52	10.56	18.64	19.38	19.05	
Jun/	9	40.19	47.66	42.09	38.70	36.52	36.81	13.20	11.89	16.32	27.22	27.14	27.27	
	11	33.49	36.88	30.49	27.50	25.74	26.06	5.37	5.13	8.07	14.64	15.08	15.79	
	21	13	31.85	34.96	28.94	25.96	24.47	24.81	4.84	4.56	7.46	12.83	13.55	14.10
	15	30.75	33.77	28.13	25.27	23.93	24.31	4.63	4.38	7.05	12.76	13.45	14.01	
Dec/	9	52.46	66.03	60.31	54.74	50.00	48.81	20.75	21.74	30.69	40.68	41.67	40.48	
	11	49.17	61.40	55.30	50.00	44.85	43.67	14.66	15.20	23.44	31.45	32.00	32.18	
	21	13	46.93	58.40	52.74	47.93	43.69	42.78	11.35	11.71	21.86	33.86	34.29	33.70
	15	48.00	60.00	54.30	49.38	44.57	43.92	13.23	14.29	21.96	34.86	34.83	33.33	

Table 8. Ratio of Daylight Illuminance for 45° Blinds /Horizontal Blinds Condition (North-facing, Unit; [%])

Date	Time	Floor						Ceiling						
		Distance from window [m]						Distance from window [m]						
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
Mar/	9	137.92	114.09	76.49	58.23	48.19	45.81	48.55	19.13	36.99	26.67	26.24	28.30	
	11	112.24	98.48	67.29	51.27	42.47	40.67	32.97	12.69	26.69	19.15	19.82	22.58	
	21	13	110.76	95.17	64.99	50.15	42.44	40.64	29.75	12.74	24.41	19.71	20.28	24.03
	15	114.12	94.50	64.00	50.30	42.42	40.57	34.06	15.96	26.94	21.15	21.78	24.83	
Jun/	9	152.55	121.03	80.08	61.80	51.86	49.13	95.72	30.80	50.68	34.71	32.59	34.97	
	11	106.19	82.80	53.86	42.48	36.83	36.03	35.09	12.32	25.46	17.53	17.82	21.43	
	21	13	95.03	75.96	50.08	39.71	34.88	34.15	29.06	10.16	21.77	15.11	15.82	19.30
	15	96.57	76.43	50.33	39.96	35.26	34.52	29.56	10.74	21.98	15.63	16.36	19.91	
Dec/	9	224.06	181.91	119.88	84.46	65.41	60.83	85.94	43.01	62.00	50.00	47.62	44.74	
	11	180.30	156.42	105.46	75.90	59.18	55.20	59.73	25.30	45.79	37.14	35.96	37.84	
	21	13	184.40	153.77	102.42	74.33	58.79	55.00	46.15	25.56	45.00	43.43	41.38	40.26
	15	190.00	157.06	105.17	76.77	59.85	56.03	65.63	40.13	51.09	42.70	40.26	39.39	

(1) 바닥을 조도 측정의 대상으로 사용할 경우, 첫째, 방향의 관점으로 조도가 남향 조건에서 더 크게 변화하며, 13:00에 가장 높은 조도가 나타난다. 조도는 12월에 가장 강하며, 북향 조건에서는 3월, 6월, 12월의 조도 변화가 비교적 완만하고, 6

월의 조도 값이 가장 높다. 블라인드 상태에서는 블라인드가 없을 때 실내 일조량이 가장 크고, 가로 블라인드가 뒤를 이으며, 마지막으로 45° 블라인드는 굴절 각도가 작아지기 때문에 실내로 들어오는 햇빛이 많이 차단된다.

- (2) 천장이 조도 측정의 대상인 경우, 시간의 경과에 따른 조도의 분포 및 변화 추세는 남쪽 또는 북쪽 방향에 관계없이 바닥을 조도 측정의 대상으로 사용한 경우와 동일한 경향이 있다. 블라인드 조건에서도 천장의 조도 분포가 블라인드 없이 가장 높고, 가로 블라인드, 마지막으로 45° 블라인드가 뒤를 잇는다. 그러나 전반적으로 반사율의 영향을 받아 조도 값이 바닥의 조도 값보다 낮다.
- (3) 광센서 및 바닥이 조도분포 분석에 사용되는 경우, 창으로부터 멀리 떨어져 있을수록 R^2 값이 높고 조도분포의 균형이 더 잘 잡혀 있다. 북쪽 방향 조건에서는 1m에서 6m까지의 R^2 값이 0.9 안팎으로, 창문에 따른 뚜렷한 값 상승이 없어 실내조명 분포가 북쪽 방향에서 더 균일하다는 것을 알 수 있다.
- (4) 남향조건에서 45° 블라인드와 가로 블라인드의 수치 차이가 가장 큰 것으로 나타나는 것을 볼 때, 음영 차이가 가장 크고, 가로 블라인드가 실내 조도 값에 가장 큰 영향을 미칠 수 있다는 점을 알 수 있다. 북쪽 방향에서 블라인드 없음과 45° 블라인드 값의 차이가 가장 작아 음영 차이가 작음을 알 수 있다. 이 두 조건에서 실내 조도 값은 유사하며 조도 분포가 보다 균형 있게 분포한다.

본 연구에서 분석된 내용은 주광의 변화에 국한된다. 변화되는 주광이 조명제어와 연계되어 사용되는 경우 효과적인 조명에너지 절약이 이루어 질 것으로 예측된다. 본 연구는 제한된 조건에 대한 분석의 결과에 국한되어 있으므로, 다양한 실제조건에서 발생하는 결과의 예측에 적용하기에 제한점이 있다. 따라서, 향후 다양한 조건이 반영되는 예측 및 현장 측정결과와 비교되어 분석되면 효과적인 결과가 제시될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 육정원·송규동(1998), “사무소 건물에서 조광 센서에 의한 조명기구 제어에 관한 연구”, 「대한건축학회 학술발표대회 논문집」, 18(2): 871~876.
2. 윤연주(2013), “사무실 자동 조명 및 셰이딩 제어 시스템 에너지 절감 효과 분석”, 「한국생활환경학회지」, 20(5): 689~698.
3. Doulos, L., A. Tsangrassoulis and F. Topalis (2008), “Quantifying energy savings in daylight responsive systems: the role of dimming electronic”, *Energy and Buildings*, 40(1): 36~50.
4. Kurian, C. P., R. S. Aithal, J. Bhat and V. I. George (2008), “Robust control and optimization of energy consumption in daylight-artificial light integrated schemes”, *Lighting Research Technology*, 40(1): 7~24.
5. Li, D., T. Lam and S. Wong (2006), “Lighting and energy performance for an office using high frequency dimming control”, *Energy Conversion and Management*, 47: 1133~1145.
6. Loutzenhiser, P. G., G. M. Maxwell and H. Manz (2007), “An empirical validation of the daylighting algorithms and associated interactions in building simulation programs using various shading devices and windows”, *Energy*, 32(10): 1855~70.
7. Moon, J., Y. Baik and S. Kim (2020), “Operation guidelines for daylight dimming control systems in an office with lightshelf configurations”, *Building and Environment*, 180(106968): 1~14.
8. Nazanin Nasrollahi and Elham Shokri (2016), “Daylight illuminance in urban environments for visual comfort and energy performance”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66: 861~874.
9. Tiffany, S. (2021), “Analysis of control performance of daylight dimming system in a private office”, Yonsei University Master Thesis.

요약

본 연구는 다른 창가 방향에 따라 소규모 개인 사무실의 바닥과 천장의 수평 일광 분포를 분석하였다. 시뮬레이션에는 블라인드를 추가하여 다양한 일광 조도를 분석하고 비교할 수 있는 세 가지 음영 조건을 설정했다. 일광 조도 시뮬레이션을 위한 소프트웨어는 Relux였다. 실험 결과 창가에서 1m 떨어진 곳에서 조도 값이 가장 높았고 거리가 가까울수록 조도 값이 높았다. 바닥과 천장에서는 조도 차이가 12월과 6월에 각각 가장 크고 작았다. 실내 조도 값은 블라인드가 없을 때 가장 높았고, 남향 조건에서는 조도의 45°와 수평 블라인드의 차이가 가장 컸다. 북쪽 조건에서는 45°와 무 블라인드가 실내 조도에 가장 적은 영향을 미치며, 조도가 더 고르게 분배되었다.

주제어 : 주광 조도, 조도 분포, 에너지 절감, 블라인드 조건
