

## 제 5 장 서울 지역의 외부 조도 및 천공 휘도 데이터베이스 구축

### 5.1 데이터베이스의 개요

제 4 장에서 작성된 서울 지역의 표준기상년을 기본 데이터로 하고 본 연구에서 개발된 컴퓨터 프로그램을 이용하여 서울 지역의 외부 조도 및 천공 휘도 분포 데이터베이스를 구축하기 위한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 수행 대상 시간은 일출부터 일몰까지 1 시간 단위로 매 시각별로 계산되었고 이를 표와 그림으로 나타내었다.

시뮬레이션에 의해 출력된 결과는 다음과 같이 표시되었다.

#### (1) 외부 조도

직사일광조도와 확산천공광조도로 구분하였고 이를 더한 총 외부 주광조도값으로 나타내었다.

#### (2) 천공 휘도 분포

휘도는 태양 위치별로 계산되었고 고도는  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ , 방위각은  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$  사이에  $10^{\circ}$  간격으로 계산되어 출력되었다.

1년 12개월 365일의 모든 시뮬레이션 결과를 수록할 수가 없기 때문에 본 연구에서는 그 중에서 매 월의 외부 조도 및 천공 휘도 분포를 알 수 있도록 각 달을 대표할 수 있는 21일을 선택해서 그 시뮬레이션 결과를 수록하였다. 외부 조도는 시각별로 결과값을 수록하였고 천공 휘도 분포는 각 일의 12:00(정오)시는 고도별 □ 방위각별 휘도 분포를 15:00시는 고도별 □ 방위각별 휘도값을 수록하였다. 하지(6월 21일), 추분(9월 21일), 동지(12월 21일)의 결과는 본문에 수록하였고 나머지 아홉 달의 결과는 부록에 수록하였다.

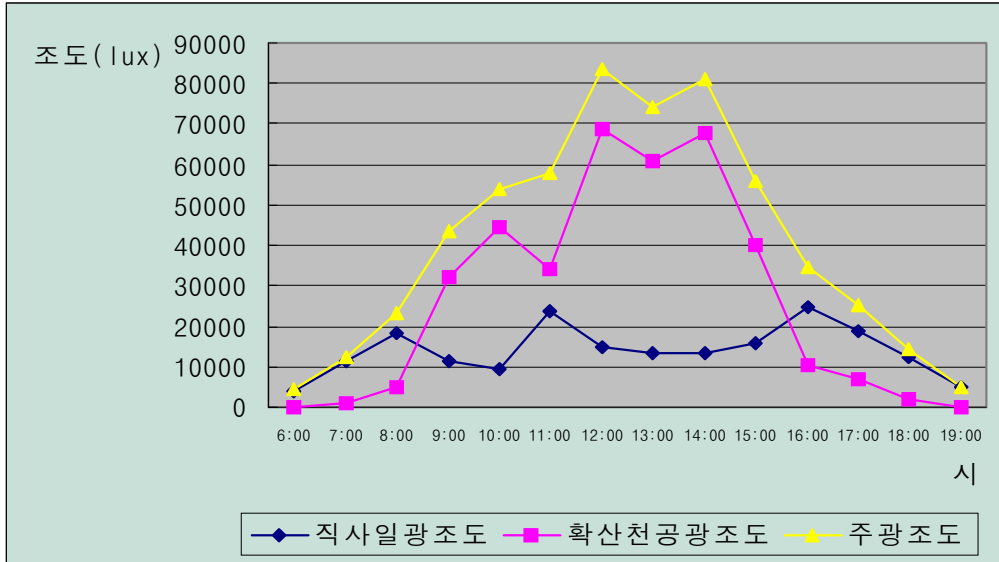
## 5.2 서울 지역의 외부 조도 및 천공 휘도 분포

### 5.2.1 하지(6월 21일)의 외부 조도 및 천공 휘도 분포

[표 5.2.1]은 6월 21일(하지)의 직사일광조도와 확산천공광조도, 이를 더한 외부주광조도값, 시간대 운량을 나타내고 [그림 5.2.1]은 이 세 가지 조도의 분포를 보여주는 것이다. 태양의 고도가 낮은 이른 아침 시각인 06:00시부터 08:00시 사이와 늦은 오후 시간이 되어가는 16:00부터 19:00시 사이에는 직사일광조도가 확산천공광조도보다 높은 수치를 나타내고 있는데 특히 일출시와 일몰시 근처 시각인 06:00시와 19:00시에는 직사일광조도가 확산천공광조도보다 약 43배와 42배 가량 높았는데, 06:00시의 운량은 10/8, 19:00시의 운량은 10/5이기 때문에 운량의 차이에 의해 확산천공광조도가 차지하는 비율이 높다고 사료되었다.

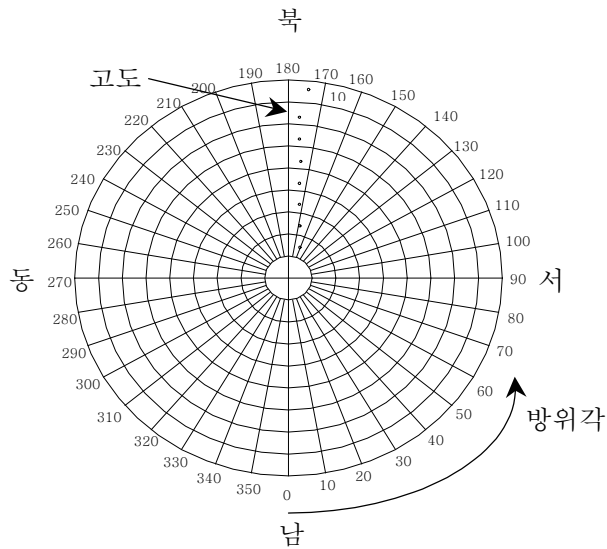
[표 5.2.1] 서울 지역의 6월 21일(하지)의 시각별 외부 조도

	운량 (1/10)	직사일광조도 (lux)	확산천공광조도 (lux)	주광조도 (lux)
06:00	8	4174.50	96.78	<b>4271.28</b>
07:00		11558.28	967.36	<b>12525.64</b>
08:00		18148.70	4874.60	<b>23023.30</b>
09:00	8	11405.85	32198.08	<b>43603.93</b>
10:00		9622.02	44489.64	<b>54111.66</b>
11:00		23645.29	34200.57	<b>57845.86</b>
12:00	7	14661.54	68712.40	<b>83373.94</b>
13:00		13316.93	60763.92	<b>74080.85</b>
14:00		13226.93	67952.56	<b>81179.49</b>
15:00	7	15848.73	40166.36	<b>56015.09</b>
16:00		24508.42	10189.99	<b>34698.41</b>
17:00		18598.30	6836.46	<b>25434.76</b>
18:00	5	12174.83	2184.74	<b>14359.57</b>
19:00		4841.45	113.22	<b>4954.67</b>



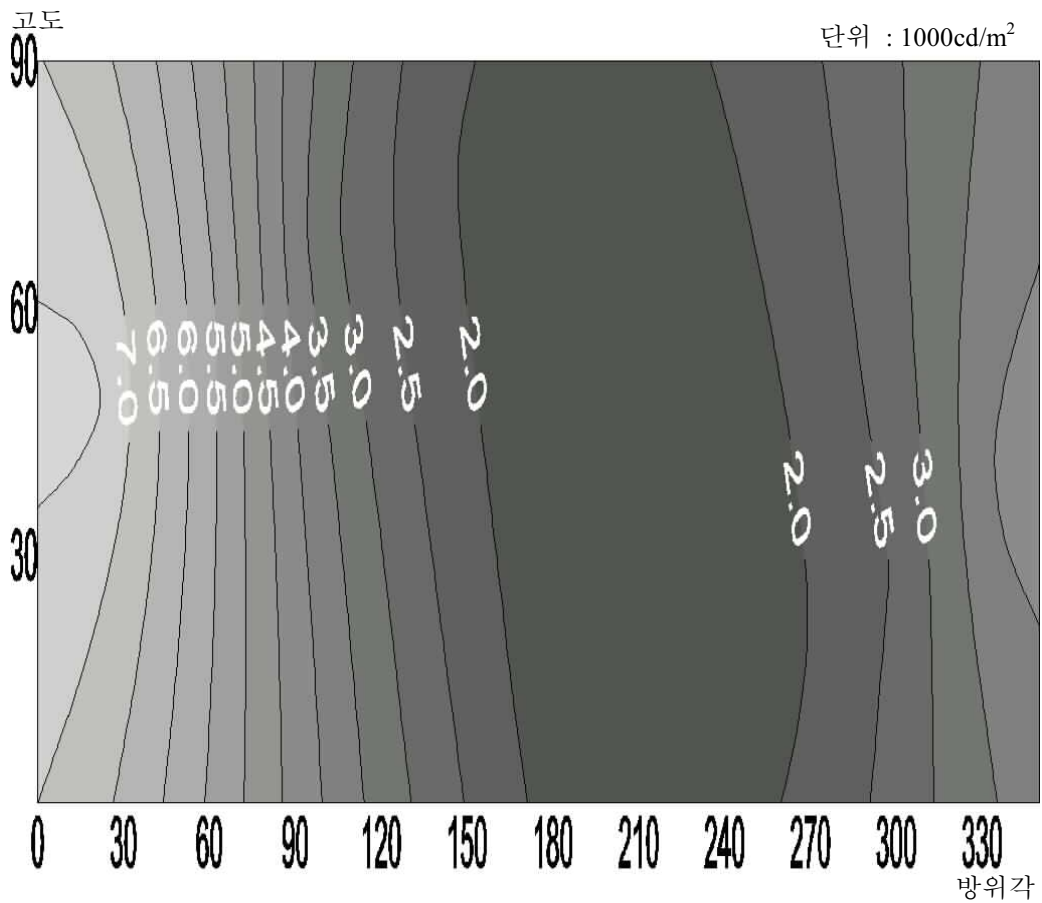
[그림 5.2.1] 서울 지역의 6월 21일(하지)의 시각별 외부 조도의 성분별 분포

천공 휘도 분포는 [그림 5.2.2]에 나와있는 실제 천공 상태의 태양의 위치와 같은 개념으로 계산되었으며 천공 휘도 분포도는 이를 x 축과 y 축의 2차원적인 그림으로 가시화해서 나타낸 것이다.



[그림 5.2.2] 실제 천공 상태에서의 태양의 위치

[그림 5.2.3]은 6월 21일(하지) 12:00 시의 휘도 분포도를 나타내고 [표 5.2.2]는 15:00 시의 휘도값을 나타내고 있다. [그림 5.2.3]에서와 같이 12:00 시에 부분 담천공 상태이기 때문에 분포를 이루는 선들의 기울기가 완만한 것을 알 수가 있으며  $1002\text{cd/m}^2 \sim 8000\text{cd/m}^2$  사이에 각도별로 고른 분포를 보이고 있음을 알 수 있었다.



(천공 상태 : 부분 담천공)

[그림 5.2.3] 서울 지역의 6월 21일(하지) 12:00(정오)시의 천공 휘도 분포

[표 5.2.2] 서울 지역의 6월 21일(하지) 15:00 시의 천공 휘도값

(단위 : 1000cd/m<sup>2</sup>)

고도 방위각	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0°	1.129	0.768	0.503	0.393	0.346	0.333	0.336	0.342	0.338	0.317
10°	1.100	0.734	0.471	0.359	0.309	0.291	0.293	0.305	0.317	0.317
20°	1.081	0.712	0.448	0.335	0.282	0.261	0.262	0.276	0.299	0.317
30°	1.072	0.697	0.433	0.318	0.263	0.240	0.238	0.254	0.283	0.317
40°	1.070	0.689	0.422	0.306	0.250	0.224	0.221	0.236	0.269	0.317
50°	1.072	0.685	0.416	0.298	0.240	0.213	0.208	0.223	0.258	0.317
60°	1.078	0.684	0.412	0.293	0.233	0.205	0.199	0.213	0.250	0.317
70°	1.084	0.685	0.411	0.289	0.229	0.200	0.192	0.205	0.243	0.317
80°	1.091	0.687	0.410	0.287	0.226	0.196	0.188	0.200	0.238	0.317
90°	1.096	0.689	0.410	0.286	0.224	0.194	0.185	0.196	0.235	0.317
100°	1.098	0.690	0.410	0.286	0.224	0.193	0.184	0.195	0.233	0.317
110°	1.098	0.689	0.410	0.286	0.224	0.193	0.184	0.195	0.234	0.317
120°	1.095	0.688	0.410	0.287	0.225	0.194	0.186	0.197	0.236	0.317
130°	1.089	0.687	0.410	0.288	0.227	0.197	0.189	0.201	0.239	0.317
140°	1.082	0.685	0.411	0.290	0.230	0.201	0.194	0.207	0.245	0.317
150°	1.076	0.684	0.413	0.294	0.235	0.207	0.201	0.215	0.252	0.317
160°	1.071	0.686	0.418	0.300	0.242	0.216	0.212	0.226	0.261	0.317
170°	1.070	0.691	0.425	0.309	0.253	0.228	0.225	0.241	0.273	0.317
180°	1.074	0.701	0.436	0.322	0.268	0.245	0.244	0.260	0.287	0.317
190°	1.086	0.717	0.454	0.341	0.289	0.269	0.269	0.284	0.303	0.317
200°	1.107	0.743	0.479	0.367	0.318	0.301	0.304	0.315	0.323	0.317
210°	1.140	0.779	0.514	0.405	0.360	0.347	0.350	0.354	0.344	0.317
220°	1.185	0.829	0.562	0.457	0.418	0.411	0.414	0.404	0.368	0.317
230°	1.244	0.893	0.625	0.527	0.500	0.502	0.501	0.465	0.394	0.317
240°	1.314	0.971	0.706	0.621	0.612	0.630	0.620	0.539	0.420	0.317
250°	1.390	1.059	0.801	0.738	0.763	0.811	0.782	0.624	0.444	0.317
260°	1.464	1.148	0.901	0.870	0.950	1.063	1.002	0.715	0.466	0.317
270°	1.522	1.220	0.988	0.992	1.148	1.392	1.285	0.794	0.481	0.317
280°	1.552	1.259	1.035	1.064	1.278	1.709	1.567	0.840	0.488	0.317
290°	1.547	1.252	1.027	1.051	1.254	1.638	1.502	0.832	0.487	0.317
300°	1.508	1.203	0.966	0.961	1.095	1.293	1.200	0.774	0.477	0.317
310°	1.444	1.124	0.874	0.832	0.895	0.984	0.934	0.689	0.460	0.317
320°	1.368	1.034	0.773	0.703	0.716	0.754	0.731	0.600	0.438	0.317
330°	1.293	0.948	0.682	0.592	0.577	0.589	0.582	0.517	0.413	0.317
340°	1.226	0.873	0.606	0.505	0.474	0.473	0.473	0.447	0.387	0.317
350°	1.171	0.813	0.547	0.440	0.399	0.391	0.394	0.389	0.362	0.317

(천공 상태 : 부분 담천공)

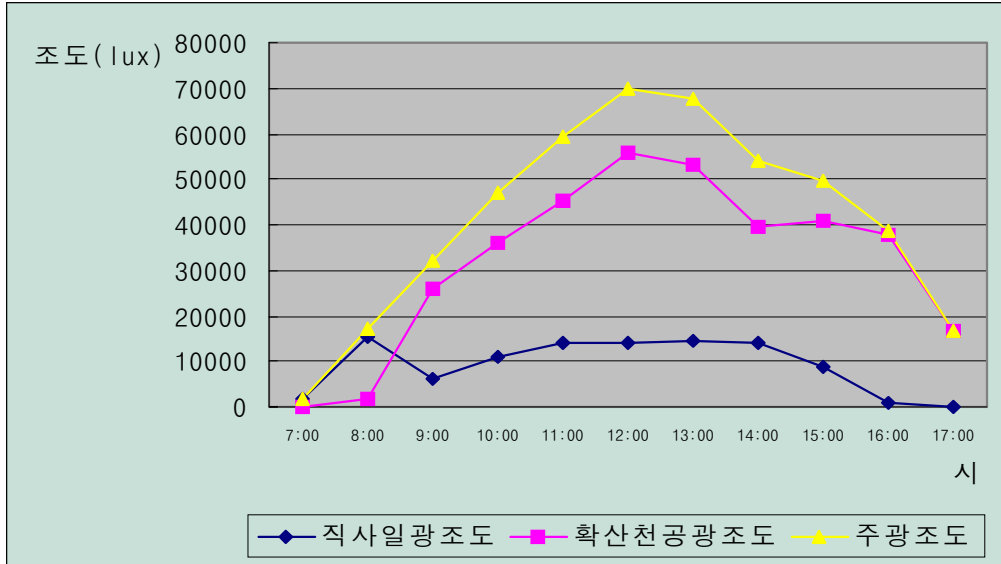
### 5.2.2 추분(9월 21일)의 외부 조도 및 천공 휘도 분포

[표 5.2.3]은 9월 21일(추분)의 직사일광조도와 확산천공광조도, 이를 더한 외부주광조도값을 나타내고 [그림 5.2.4]는 이 세 가지 조도의 분포를 보여주는 것이다. 일출 직후와 일몰 직전인 07:00 시와 17:00 시에는 확산조도가 0으로 계산되었다. 일사량이 존재한다면 확산조도가 실제로는 0을 초과하는 값을 나타낼 것이기 때문에 이 계산치는 컴퓨터 모델의 오차로 기인된 것으로 보인다. 하지만 컴퓨터 모델의 오차율이 5%대이며 추분날 그 시간대에는 태양 고도로 보아 확산천공광조도가 거의 없고 이에 따라 주광조도에 영향을 주지 않으며 직사일광조도만이 외부주광조도를 차지하고 있다고 사료되었다. 운량의 분포로 보아 표준기상년으로 선정된 추분날의 천공 상태는 운량의 범위가 0/10~2/10로 내내 청천공 상태를 유지하고 있다는 것을 알 수 있었다.

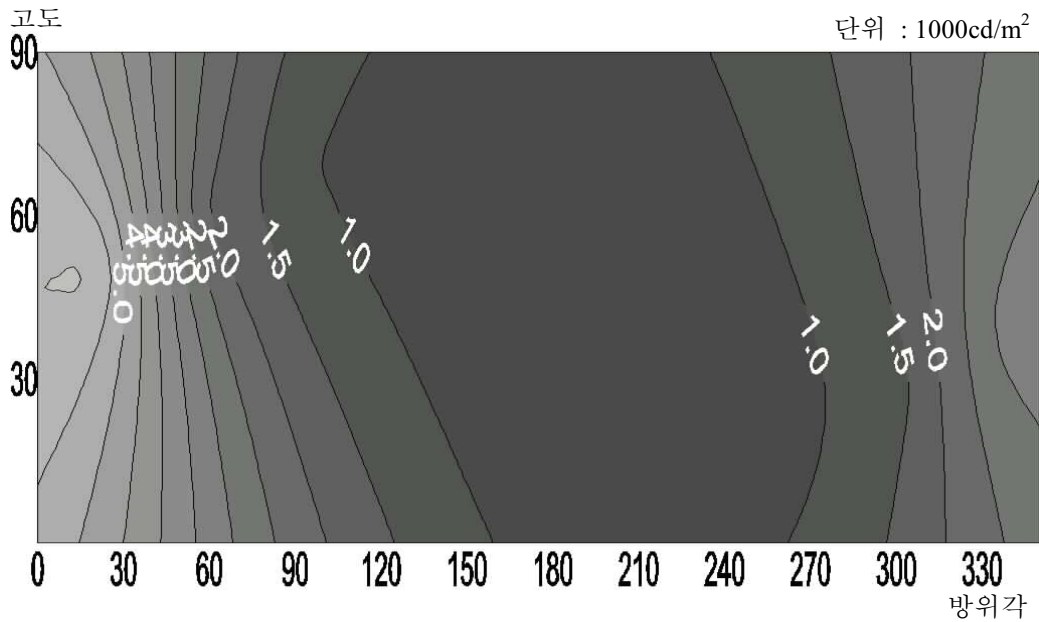
[표 5.2.3] 서울 지역의 9월 21일(추분)의 시각별 외부 조도

	운량 (1/10)	직사일광조도 (lux)	확산천공광조도 (lux)	주광조도 (lux)
07:00		1856.46	0	<b>1856.46</b>
08:00		15474.90	1808.81	<b>17283.71</b>
09:00	0	6286.86	25780.08	<b>32066.94</b>
10:00		10843.47	36026.52	<b>46869.99</b>
11:00		13960.15	45182.17	<b>59142.32</b>
12:00	2	14087.07	55786.26	<b>69873.33</b>
13:00		14381.30	53204.12	<b>67585.42</b>
14:00		14193.60	39656.59	<b>53850.19</b>
15:00	1	8651.10	40912.25	<b>49563.35</b>
16:00		884.83	37861.29	<b>38746.11</b>
17:00		0	16897.22	<b>16897.22</b>

[그림 5.2.5]는 9월 21일(추분) 12:00 시의 휘도 분포도를 나타내고 [표 5.2.4]는 15:00 시의 휘도값을 나타내고 있다. 12:00 시에는 청천공이기 때문에 분포선의 기울기가 급격히 커지며 휘도값의 상승폭도 커짐을 볼 수 있다.



[그림 5.2.4] 서울 지역의 9월 21일(추분)의 시각별 외부 조도의 성분별 분포



[그림 5.2.5] 서울 지역의 9월 21일(추분) 12:00(정오)시의 천공 휘도 분포

[표 5.2.4] 서울 지역의 9월 21일(추분) 15:00 시의 천공 휘도값

(단위 : 1000cd/m<sup>2</sup>)

고도 방위각	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0°	1.537	1.582	1.458	1.406	1.380	1.329	1.226	1.083	0.934	0.805
10°	1.379	1.369	1.218	1.144	1.115	1.093	1.052	0.983	0.896	0.805
20°	1.270	1.226	1.061	0.975	0.940	0.929	0.919	0.897	0.858	0.805
30°	1.201	1.133	0.959	0.865	0.824	0.815	0.820	0.826	0.822	0.805
40°	1.164	1.078	0.895	0.793	0.747	0.736	0.746	0.767	0.790	0.805
50°	1.150	1.050	0.858	0.749	0.696	0.681	0.691	0.721	0.762	0.805
60°	1.155	1.041	0.839	0.722	0.663	0.643	0.651	0.684	0.737	0.805
70°	1.173	1.046	0.833	0.708	0.642	0.617	0.622	0.655	0.716	0.805
80°	1.199	1.061	0.836	0.703	0.630	0.599	0.601	0.633	0.699	0.805
90°	1.227	1.079	0.844	0.702	0.624	0.588	0.586	0.617	0.686	0.805
100°	1.254	1.098	0.853	0.705	0.621	0.581	0.576	0.605	0.676	0.805
110°	1.275	1.113	0.861	0.708	0.621	0.578	0.570	0.598	0.669	0.805
120°	1.287	1.122	0.866	0.710	0.621	0.576	0.567	0.594	0.666	0.805
130°	1.290	1.124	0.867	0.710	0.621	0.575	0.566	0.593	0.665	0.805
140°	1.281	1.118	0.864	0.709	0.621	0.577	0.568	0.595	0.667	0.805
150°	1.264	1.105	0.857	0.706	0.623	0.579	0.573	0.601	0.673	0.805
160°	1.239	1.087	0.848	0.703	0.623	0.585	0.581	0.611	0.681	0.805
170°	1.211	1.068	0.839	0.702	0.627	0.594	0.594	0.625	0.693	0.805
180°	1.183	1.052	0.834	0.705	0.636	0.608	0.612	0.645	0.709	0.805
190°	1.162	1.042	0.835	0.715	0.653	0.630	0.637	0.670	0.728	0.805
200°	1.151	1.044	0.848	0.735	0.680	0.662	0.672	0.704	0.751	0.805
210°	1.155	1.063	0.876	0.771	0.723	0.710	0.720	0.746	0.777	0.805
220°	1.182	1.105	0.928	0.830	0.787	0.777	0.785	0.799	0.808	0.805
230°	1.236	1.180	1.011	0.921	0.884	0.875	0.873	0.865	0.842	0.805
240°	1.326	1.300	1.142	1.062	1.031	1.015	0.990	0.944	0.879	0.805
250°	1.462	1.480	1.342	1.279	1.252	1.216	1.145	1.039	0.918	0.805
260°	1.653	1.744	1.646	1.615	1.591	1.507	1.346	1.145	0.956	0.805
270°	1.904	2.113	2.098	2.138	2.116	1.923	1.596	1.260	0.992	0.805
280°	2.204	2.593	2.746	2.950	2.936	2.500	1.884	1.371	1.023	0.805
290°	2.508	3.129	3.572	4.167	4.223	3.234	2.171	1.465	1.047	0.805
300°	2.728	3.554	4.344	5.703	6.208	3.945	2.378	1.524	1.061	0.805
310°	2.772	3.644	4.525	6.197	7.248	4.120	2.420	1.535	1.063	0.805
320°	2.619	3.340	3.939	4.820	4.981	3.567	2.276	1.496	1.054	0.805
330°	2.339	2.824	3.086	3.420	3.421	2.801	2.012	1.415	1.034	0.805
340°	2.029	2.308	2.352	2.446	2.425	2.150	1.717	1.309	1.006	0.805
350°	1.754	1.889	1.820	1.812	1.789	1.669	1.448	1.194	0.972	0.805

(천공 상태 : 청천공)



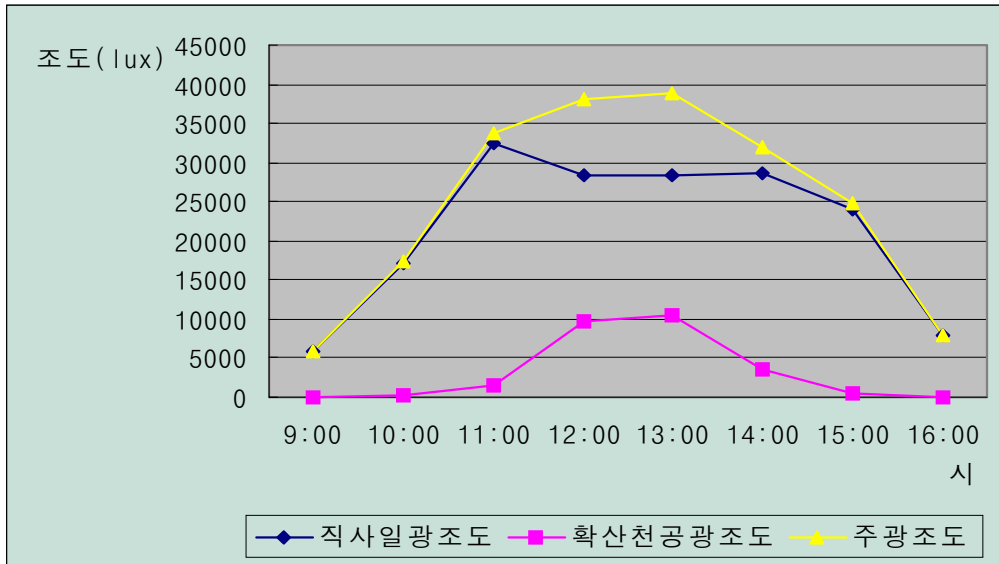
### 5.2.3 동지(12월 21일)의 외부 조도 및 천공 휘도 분포

[표 5.2.5]는 12월 21일(동지)의 직사일광조도와 확산천공광조도, 이를 더한 외부주광조도값을 나타내고 [그림 5.2.6]은 이 세 가지 조도의 분포를 보여주는 것이다. 추분의 경우와 유사하게 이른 아침 시간과 늦은 오후 시간인 06:00 과 16:00 에는 확산천공광조도가 외부주광조도에 그다지 영향을 미치지 않을 정도의 값을 보이고 있음을 알 수 있었다. 선정된 동지날의 운량은 주광 시간동안은 구름이 거의 없는 청천공 상태를 보이고 있었다.

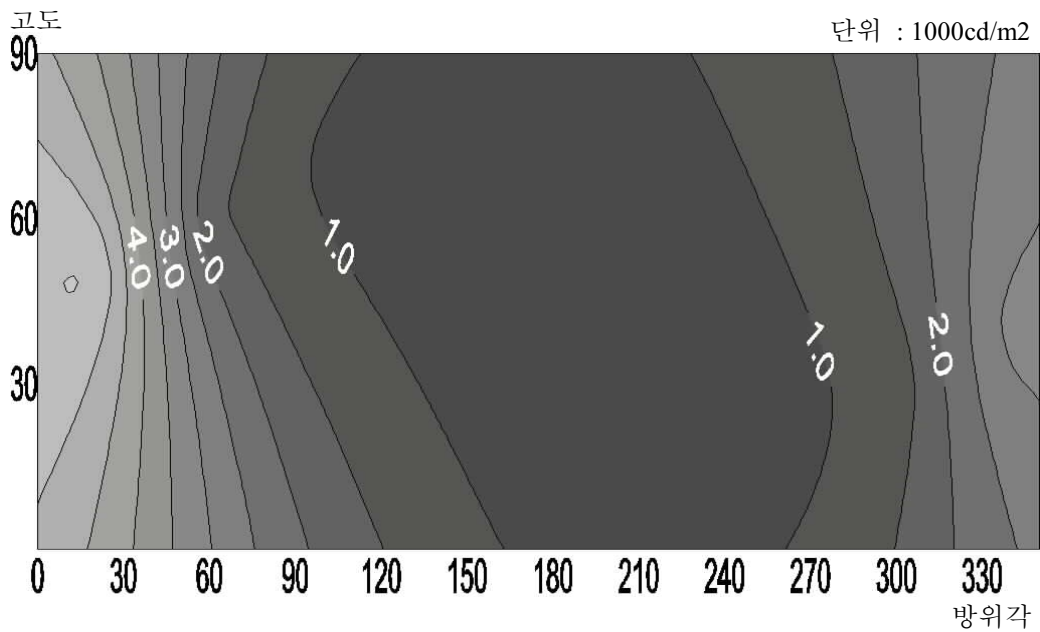
[표 5.2.5] 서울 지역의 12월 21일(동지)의 시각별 외부 조도

	운량 (1/10)	직사일광조도 (lux)	확산천공조도 (lux)	주광조도 (lux)
09:00	0	5786.26	6.32	5792.59
10:00		17165.46	128.12	17293.58
11:00		32410.86	1431.92	33842.78
12:00	0	28381.72	9711.23	38092.95
13:00		28321.66	10597.59	38919.25
14:00		28540.00	3507.51	32047.52
15:00	0	24151.49	557.71	24709.20
16:00		7842.07	16.08	7858.15

[그림 5.2.7]은 12월 21일(동지) 12:00 시의 휘도 분포도를 나타내고 [표 5.2.6]은 15:00 시의 휘도값을 나타내고 있다.



[그림 5.2.6] 서울 지역의 12 월 21 일(동지)의 시각별 외부 조도의 성분별 분포



[그림 5.2.7] 서울 지역의 12 월 21 일(동지) 12:00(정오)시의 천공 휘도 분포

[표 5.2.6] 서울 지역의 12 월 21 일(동지) 15:00 시의 천공 휘도값

(단위 : 1000cd/m<sup>2</sup>)

고도 방위각	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0°	2.079	2.306	2.528	2.597	2.533	2.384	2.201	2.016	1.848	1.704
10°	1.833	2.004	2.188	2.273	2.269	2.197	2.084	1.953	1.823	1.704
20°	1.633	1.767	1.925	2.015	2.044	2.024	1.967	1.887	1.796	1.704
30°	1.475	1.583	1.722	1.811	1.860	1.874	1.859	1.821	1.767	1.704
40°	1.354	1.444	1.567	1.652	1.711	1.746	1.761	1.757	1.737	1.704
50°	1.265	1.341	1.451	1.531	1.593	1.641	1.676	1.699	1.708	1.704
60°	1.202	1.268	1.367	1.442	1.503	1.557	1.605	1.647	1.680	1.704
70°	1.162	1.219	1.309	1.377	1.436	1.491	1.546	1.601	1.655	1.704
80°	1.139	1.190	1.272	1.333	1.387	1.441	1.499	1.563	1.632	1.704
90°	1.129	1.175	1.250	1.305	1.354	1.404	1.463	1.531	1.612	1.704
100°	1.129	1.170	1.240	1.289	1.332	1.378	1.435	1.506	1.595	1.704
110°	1.133	1.172	1.238	1.281	1.319	1.361	1.415	1.487	1.582	1.704
120°	1.139	1.176	1.238	1.278	1.311	1.349	1.401	1.473	1.572	1.704
130°	1.144	1.180	1.241	1.278	1.307	1.343	1.393	1.465	1.566	1.704
140°	1.146	1.182	1.242	1.278	1.306	1.340	1.389	1.461	1.563	1.704
150°	1.146	1.181	1.242	1.278	1.306	1.340	1.389	1.461	1.563	1.704
160°	1.143	1.179	1.240	1.278	1.308	1.344	1.394	1.466	1.567	1.704
170°	1.137	1.175	1.238	1.279	1.313	1.351	1.404	1.476	1.575	1.704
180°	1.132	1.171	1.238	1.283	1.321	1.364	1.419	1.491	1.585	1.704
190°	1.128	1.171	1.242	1.292	1.336	1.384	1.441	1.512	1.599	1.704
200°	1.131	1.177	1.254	1.311	1.361	1.412	1.471	1.539	1.617	1.704
210°	1.143	1.195	1.279	1.342	1.397	1.452	1.510	1.572	1.637	1.704
220°	1.170	1.229	1.321	1.391	1.450	1.506	1.559	1.612	1.661	1.704
230°	1.215	1.283	1.385	1.461	1.523	1.576	1.621	1.659	1.687	1.704
240°	1.284	1.363	1.476	1.558	1.619	1.665	1.696	1.713	1.715	1.704
250°	1.381	1.474	1.601	1.688	1.744	1.775	1.784	1.772	1.744	1.704
260°	1.510	1.624	1.767	1.856	1.901	1.909	1.884	1.837	1.774	1.704
270°	1.678	1.819	1.983	2.073	2.096	2.065	1.995	1.903	1.803	1.704
280°	1.889	2.071	2.264	2.346	2.330	2.242	2.113	1.969	1.830	1.704
290°	2.146	2.392	2.625	2.688	2.603	2.431	2.228	2.030	1.853	1.704
300°	2.443	2.791	3.090	3.104	2.901	2.616	2.332	2.081	1.872	1.704
310°	2.742	3.262	3.691	3.578	3.182	2.768	2.410	2.117	1.885	1.704
320°	2.941	3.677	4.470	3.970	3.356	2.851	2.450	2.135	1.891	1.704
330°	2.909	3.601	4.260	3.900	3.329	2.839	2.444	2.133	1.890	1.704
340°	2.672	3.143	3.529	3.460	3.119	2.736	2.394	2.110	1.882	1.704
350°	2.368	2.686	2.965	2.995	2.827	2.572	2.308	2.070	1.868	1.704

(천공 상태 : 청천공)