

# 주관적 반응을 통한 태양반사광 환경피해 분석

## An Reflected Sunlight Damage Analysis through Resident's Subjective Response

정 유 근\*†      최 정 빈\*  
Chung, Yugun\*†,    Choi, Jeongbin\*

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the resident's subjective responses by a reflected sunlight. For the study, the 5 curtain wall buildings were selected and questionnaire surveys were conducted. The frequency analysis, ANOVA analysis and correlation analysis were performed using 200 valid questionnaires by SPSS program. As results, respondents who had a prior knowledge of a reflected sunlight were analyzed 60%. However respondents who experienced a reflected sunlight were analyzed 70%. Therefore it is necessary to spread the reflected sunlight information more widely. The 66% of respondents experienced glare due to a reflected sunlight and more than 19% of the respondents answered a severe glare. In addition, it is analyzed that the 87% respondents answered the regulation necessity. Only about 13% of respondents answered that they did not need legal regulation.

키워드 : 태양반사광, 인접 거주민, 주관적 반응, 설문조사, 태양반사광  
Keywords : Reflected Sunlight, Surrounding Residents, Subjective response, Questionnaire Surveys

### 1. 서    론

#### 1.1 연구의 목적

통유리 등 고반사율의 외장재가 적용되는 커튼월 구조 건축물의 증가와 이로 인한 태양반사광에 의해 발생하는 환경침해는 2004년 인근 I 아파트로 인한 봉은사의 문제 제기[1] 이후 지속적으로 증가하여 왔다. 다행히 봉은사의 경우 개발사인 H 건설과 법적소송 결과와 관계없이 반사광 차단시설의 설치로 문제가 해결되었으나 다른 분쟁사례들에서는 아직도 소송이 진행되는 등 사회적 해결에 어려움을 겪고 있다[2][4].

태양반사광 환경피해에 관련된 국내의 연구는 주로 환경피해 정도(피해시간 및 영역)를 예측하기 위한 연구, 현장측정 및 시뮬레이션 결과를 비교분석하여 평가용 프로그램의 유효성을 검증하는 연구 그리고 태양반사광 발생을 억제하기 위한 건물외관 디자인 가이드를 제공하는 연구 등으로 다양하게 구성되어 있다.

그러나 이들 연구들은 태양반사광을 단순한 환경침해 원인으로 해석하고 반사광 발생을 방지 또는 억제할 수 있

는 해결방안에 한정되어 연구결과를 제안하고 있다. 그러나 최근 태양반사광을 인접한 주변 고층건물로 인한 일조부족을 보완할 수 있는 빛으로 해석할 수 있고 피해근거가 부족하다고 판단한 법원의 결정[5]에 비추어 앞선 연구결과는 한계를 지니고 있다고 사료된다. 즉, 태양반사광 문제에 대한 사회적 합의방안을 도출하기 위해서는 단순히 태양반사광의 물리적 영향에 더하여 이로 인해 영향을 받는 인접한 거주민들의 주관적 반응에 관한 연구가 보완되어야 할 것으로 판단된다.

연구는 태양반사광의 발생이 예측되는 수도권 소재 건축물을 대상으로 주변에 거주하는 거주민을 대상으로 환경피해에 대한 주관적 반응을 분석하였다. 이를 통하여 태양반사광에 대한 사회적 합의를 도출하기 위한 기초자료를 제공하고 앞으로 연구방향을 제시하는데 연구목적이 있다. 연구결과는 수행중인 태양반사광 평가 및 제어 기술 개발연구의 기초자료로 활용될 예정이다.

#### 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서 태양반사광 환경피해에 대한 주관적 분석을 실시하기 위하여 최근에 완공된 수도권 소재 커튼월 건축물을 조사하여 태양반사광 발생이 예측되는 5개 건축물을 선정하였다. 선정된 건축물 주변 보행자를 대상으로 설문조사 및 1:1 대면조사를 실시하였다. 설문조사는 설문문항의 유효성을 검증한 예비조사 이후 각 건축물 별로 40건의 유효설문을 수집된 설문에서 선정하여 분석에 활용하였다. 설문결과는 SPSS 통계프로그램을 활용하여 빈도, 일원분산 그리고 상관관계 분석을 실시하였다.

\*† 한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, ygchung@ut.ac.kr)

\* 한국교통대학교 대학원 석사과정  
이 연구는 2018년도 한국교통대학교 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임.

이 연구는 2018년도 한국연구재단 연구비 지원을 받아 수행된 결과의 일부임(과제번호 NRF-2017R1D1A1A02018495).

## 2. 문헌고찰

### 2.1 태양반사광 사회적 분쟁

태양반사광에 따른 환경침해에 대한 사회적 분쟁은 2004년 봉은사에 의해 제기된 법적소송을 시작으로 서초동 교회, 해운대 I 아파트 등 다양한 통유리 건축물에서 발생하고 있다. 이들 사례 중 봉은사와 서초동 교회의 경우 피해자와의 합의를 통하여 문제를 해결하였으나 법적 분쟁 사례가 2012년 857건에서 2014년 1571건으로 약 2배 증가하였음에도 불구하고 문제해결을 위한 어떠한 노력도 진행되고 있지 않은 실정이다[6].

즉, 2009년 소송이 시작된 부산 I 아파트의 경우 2010년 1심에서 소송이 기각되었으나 2013년 2심에서 원고일부 승소하여 위자료 지급을 판결하였고 현재 대법원 심의가 진행 중에 있다[3]. 또한 분단 N사옥의 경우에는 2013년 1심에서 정신 및 재산상 손해배상을 선고하였으나 2016년 항소심에서 피해정도가 생활에 불편을 초래하지 않은 것으로 판결하였다. 현재 이 사례 역시 대법원 심의가 진행 중에 있다[5]. 이외에 부산 L 백화점, 광고 A 빌딩, 대구 LIG 빌딩, 제주 L 호텔과 S 화재빌딩 등 많은 태양광반사 눈부심 사례가 제기되고 있다[7].

### 2.2 태양반사광 관련연구

태양반사광 환경침해에 관한 연구는 크게 시뮬레이션과 현장측정을 통하여 수행되어 왔다. Kim etc(1996)은 현휘지수(Glare Index)의 개념을 공동주택에 적용하여 주거공간의 태양반사광에 의한 눈부심 피해를 분석하였다. Lee etc(2008)은 외장재로 고반사율 건축자재를 적용한 건축물의 반사광 영역을 분석하고 경면반사로 인한 눈부심 영향을 최소화할 수 있는 건물형태를 제안하고 있다. Yun etc(2011)은 Radiance 프로그램을 활용하여 공동주택 주거공간의 빛환경 평가연구를 통해 블라인드가 설치된 창 조건에 따른 현휘지수를 평가하였다. Jung(2012)은 경면반사에 의한 반사영역 예측 평가모형을 제안하고 커튼월 건축물을 대상으로 방향별 반사면적 비율을 평가하고 있다. Kim(2013)은 커튼월 경면반사로 인한 불능현휘를 평가하기 위한 평가기법을 제안하며 Ecotec과 Radiance 프로그램을 활용하였고 시간과 방향에 따른 경면반사 영역을 평가하였다. Park etc(2017)은 커튼월 인접 건축물의 위치에 따른 실내 자연채광 성능을 평가하고 있다.

국외연구로 Marc etc(2006)은 LA에 소재하는 Disney Concert Hall을 대상으로 불능현휘( $12,000\text{cd}/\text{m}^2$  초과) 유발입면을 분석하고 반사 패널을 사포로 처리한 패널(sanded panels)로 대체할 것을 제안하였다. Shih etc(2001)은 도심지 건축물을 대상으로 영역에 따른 계절별 반사영역을 평가하고 반사광을 최소화하기 위한 설계방안을 제안하고 있다. Jae etc (2017)는 눈부심을 발생시키는 건축물 표면휘도 평가를 통하여  $22,500\text{cd}/\text{m}^2$ 를 주변의 밝기와 관계없이 불쾌현휘를 유발할 수 있는 절대휘도로 제안하였다. Krimpelis etc(2015)는 태양반사광의 경면 및 확산반사에 따른 반사율 평가방법을 제안하고 모형실험을 통해 유효성을 평가하였다. Brzezicki(2012)은 유리외장 건축물의 태양반사광 영향을 평가할 수 있는 평가용 프로그램을 개발하고 건축물 형상, 향 그리고 시간에 따른 반사영역을 평가하였다.

## 3. 설문조사 개요

### 3.1 설문조사의 특성

태양반사광에 대한 반사광 유발 주변 보행자의 주관적 반응을 분석하기 위한 설문지는 응답자에 대한 기본정보 및 태양반사광에 대한 사전지식 여부, 눈부심 경험 및 불쾌정도 등 모두 11문항으로 구성되어 있다. 설문조사는 수도권에 소재하는 5개 커튼월 건축물을 대상으로 2018년 2월 26일부터 3월 17일 사이에 맑은 날에 한정하여 진행하였고 천공휘도를 측정하였다.

설문조사는 해당 건축물과 100m 이내로 이격된 남측방향에서 실시하여 모두 257건의 설문지를 수집하여 이 중 유효설문지 200건을 선정하여 분석에 활용하였다. 그러므로 각 건물별로 40부의 설문결과를 분석에 사용되었다. 주관적 반응 분석을 위해서는 빈도분석, 상관분석 그리고 일원분산분석을 SPSS 프로그램을 활용하여 실시하였다. 설문구성 및 분석대상 건축물은 다음과 같다.

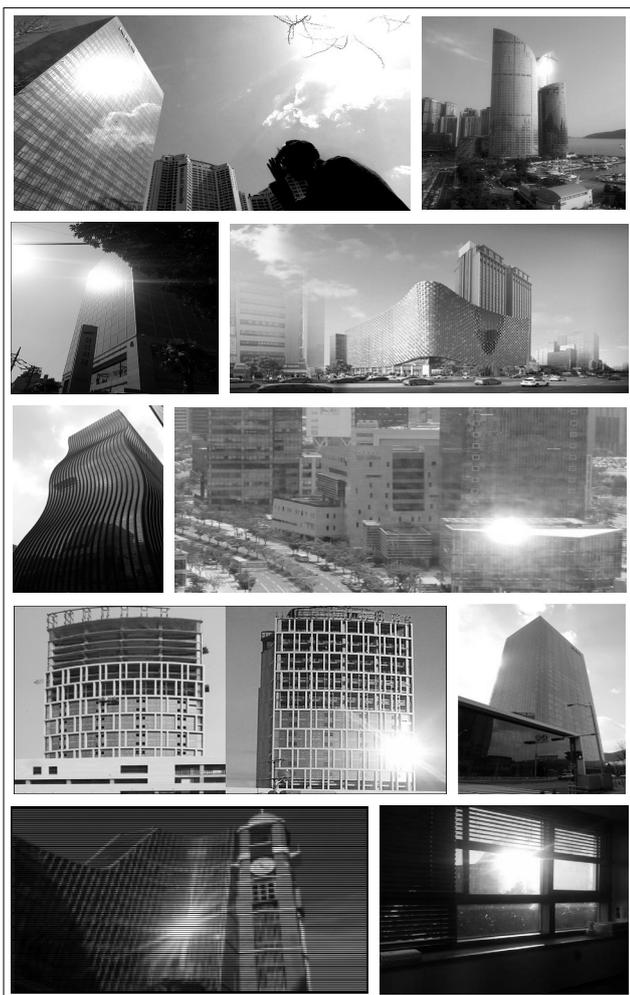
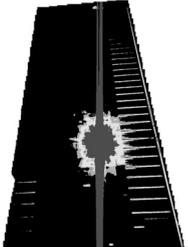
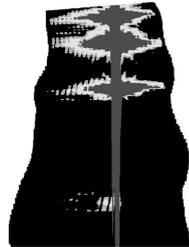
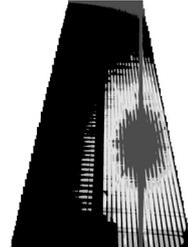
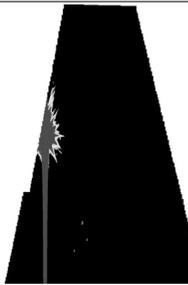
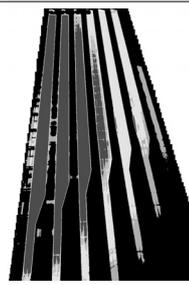


Figure 1. Reflected Sunlight Cases by Glass Building Exteriors

Table 1. The Questionary Composition

	Contents
General Information	Sex, Ages, Occupations, Residential Periods
Prior knowledge	Prior Knowledge and Surrounding Buildings caused by Reflected Sunlight
Prior Experience	Previous Glare Experience and Recognition of Reflected Sunlight
Glare Experience	Glare Levels; imperceptible, just perceptible, noticeable, just uncomfortable, uncomfortable, just intolerable, intolerable
Regulation Necessity	Regulation Necessity by Residential Periods

Table 2. Subjected Building for Study

Building 1	Building 2	Building 3
		
		
Structure : Reinforced Concrete Facade Materials : Aluminium & , Double-glass		
Building 4	Building 5	
		
		
Structure : Reinforced Concrete Facade Materials : Aluminium & , Double-glass		

3.2 응답자의 특성

설문에 참여한 응답자의 성별은 남성 132명(60.7%) 그리고 여성 68명(39.9%)로 분석되었다. 응답자의 나이는 20대 65명(32.7%), 30대 88명(44.0%), 40대 32명(16.0%) 그리고 50대 이상의 응답자가 15명(6.7%)로 분석되었다. 설문 조사를 실시한 위치에 따른 응답자는 태양반사광이 발생하는 건축물과 50m 이내의 근거리 지역에서 83명(41.4%), 75m 이내의 중거리 지역에서 59명(29.6%) 그리고 100m를 초과하는 원거리 지역에서 78명(28.9%)인 것으로 분석되었다. 응답자의 직업은 회사원이 106명(53.0%)로 가장 많았으며 거주기간은 6개월 이상 장기 거주하는 응답자가 148명(74.0%)로 단순방문자 52명(26.0%) 보다 약 3배 많은 것으로 분석되었다.

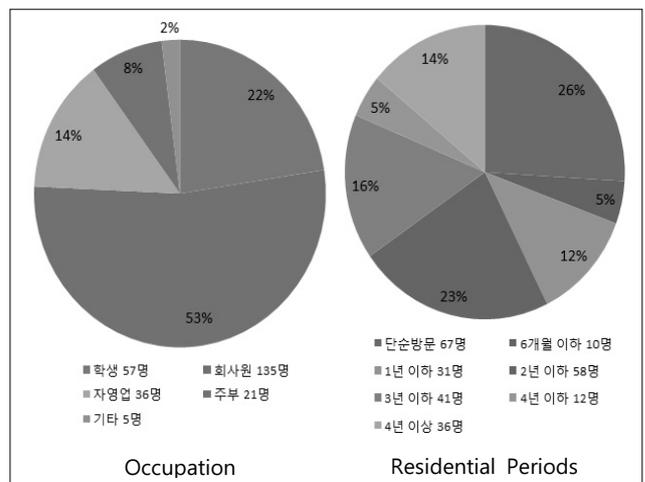


Figure 2. General Information

3.3 태양반사광에 대한 사전지식

뉴스 또는 인터넷 등 다양한 매체를 통해 태양반사광 문제에 대한 지식이 있는가에 대한 질문에 대하여 응답자의 60.0%(120명)로 분석되었다. 그러나 태양반사광에 대한 경험 그리고 주변 반사광 유발하는 건축물에 대한 인지여부는 모두 72.4%(149명)로 태양반사광에 대한 정보는 없으나 이를 경험한 응답자가 있는 것으로 분석되었다.

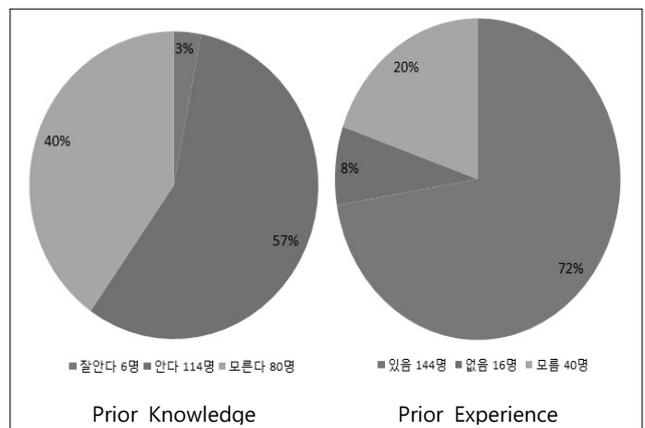


Figure 3. Prior Knowledge & Experience

### 3.3 태양반사광 피해분석

태양반사광 개념과 눈부심 발생 건축물에 대해 설명한 후 태양반사광 인지 및 눈부심에 관한 5점 척도 설문조사를 실시하였다(그림 4). 태양반사광 건축물 인지 및 눈부심 경험은 ‘보통’ 수준인 것으로 분석되나 태양반사광을 자주 인지하는 응답자가 34.2%(68명)이나 눈부심을 자주 경험하는 응답자는 16.4% (33명)로 감소하는 것으로 분석되었다. 그러나 태양반사광을 가끔 인지하는 응답자는 2.6%(5명)이나 눈부심을 가끔 경험하는 응답자는 25.37%(52명)으로 역으로 증가하는 것으로 분석되었다.

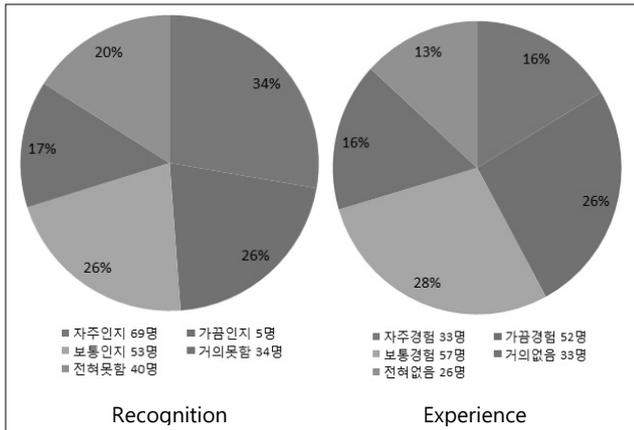


Figure 4. Reflected Sunlight Recognition & Experience

태양반사광으로 인한 눈부심 정도는 눈부심을 지각하지 못하는 응답자가 19.7%(39명)으로 그리고 단순 불편함을 호소하는 응답자가 66.5%(133명)인 것으로 분석되었다. 이들 응답자 중 심각한 정도의 불편스러움을 호소하는 응답자는 19.1%(38명)으로 분석되었다. 전체 응답자의 평균값은 3.9로 ‘단지 불편한’ 정도의 눈부심을 호소하는 것으로 분석되었다. 태양반사광 문제해결을 위한 법적규제의 필요성에 관한 질문에 대하여는 50.7%(101명)의 응답자가 필요하다고 대답하였으며 필요 없다는 응답자는 13.1%(26명)로 약 1/4에 불과한 것으로 분석되었다.

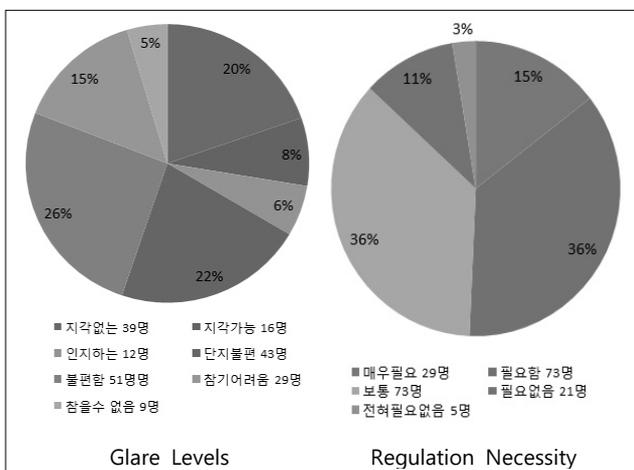


Figure 5. Glare Levels & Regulation Necessity

### 3.4 거주기간에 따른 반응분석

거주기간에 따라 태양반사광에 대한 응답자의 반응에 대한 일원분산분석을 실시한 결과는 아래와 같다. 분석결과 거주기간에 따라 태양반사광에 따른 눈부심의 불편감 정도에 차이가 있는 것으로 분석되었다(유의수준 0.000). 거주기간에 따라 단순방문자는 ‘눈부심 지각 가능 수준(just perceptible 평균 2.1)’ 이지만 1년 이하 거주자는 ‘눈부심 인지 수준(perceptible 평균 3.7) 그리고 1년 이상 거주자는 ‘눈부심으로 불편한 수준(uncomfortable 평균 4.6)’ 으로 증가하는 것으로 분석되었다. 법적규제 필요성에 대하여도 거주기간에 따라 차이가 있는 것으로 분석되며(유의수준 0.016) 단순방문자는 ‘보통(평균 2.9)’ 수준, 1년 이하 거주자는 ‘단순필요(평균 3.1)’ 수준 그리고 1년 이상 거주자는 ‘필요(평균 3.7)’ 수준으로 필요성이 증가하는 것으로 분석되었다.

Table 2. One-way ANOVA by Residential Periods

		Square Sum	df	Square Mean	F	Significance
Glare Levels	Between Group	183.8	7	26.26	11.6	0.000
	In Group	319.6	142	2.252		
	Sum	503.4	149			
Regulation	Between Group	17.616	7	2.517	5.76	0.016
	In Group	139.7	142	0.962		
	Sum	156.9	149			

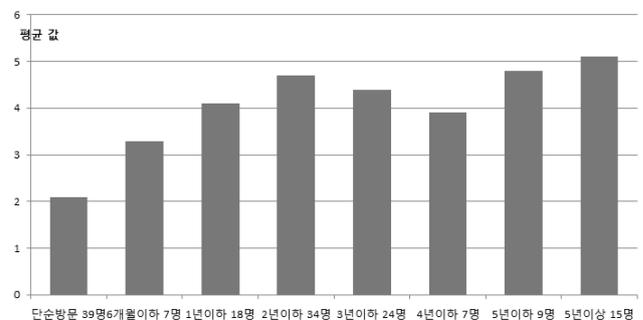


Figure 6. Glare Levels by Residential Periods

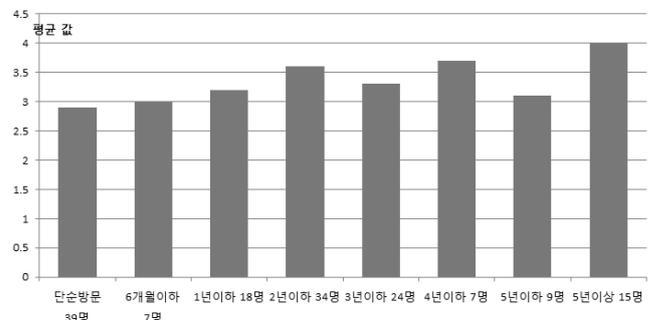


Figure 7. Regulation Necessity by Residential Periods

### 3.5 사전지식에 따른 반응분석

태양반사광에 대한 사전지식 여부에 따른 응답자의 반

응에 대하여 일원분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 먼저 사전지식에 따라 태양반사광에 따른 눈부심의 불쾌감 정도와 법적규제의 필요성에 모두 차이가 있는 것으로 분석되었다(유의수준 0.000). 사전지식이 있는 응답자는 ‘눈부심이 불편한 수준(uncomfortable 평균 5.3)’으로 매우 높으며 사전지식이 없는 응답자는 ‘눈부심 지각 가능 수준(just perceptible 평균 2.4)’로 크게 감소하는 것으로 분석되었다. 법적규제 필요성에 대하여는 사전지식이 있는 응답자가 ‘필요(평균 4.1)’ 수준으로 분석되었고 사전지식이 없는 응답자는 ‘보통(평균 3.0)’ 수준인 것으로 상대적으로 낮게 분석되었다.

Table 3. One-way ANOVA by Prior Knowledge

		Square Sum	df	Square Mean	F	Significance
Glare Levels	Between Group	207.0	2	103.5	50.1	0.000
	In Group	307.5	149	2.064		
	Sum	514.6	151			
Regulation	Between Group	20.60	2	10.30	11.1	0.016
	In Group	137.2	149	0.921		
	Sum	157.8	151			

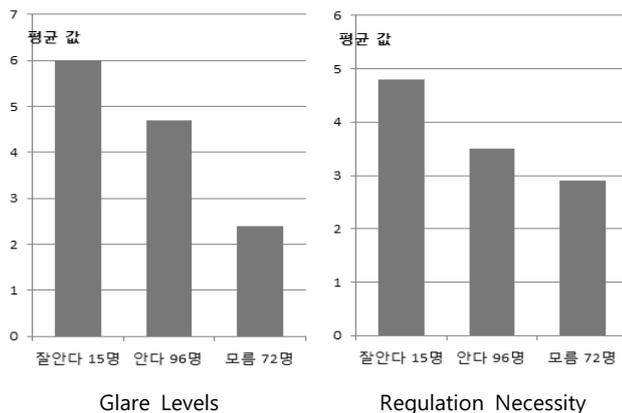


Figure 8. Glare Levels & Regulation Necessity by Prior Knowledge

4. 결론

수도권 소재 5개 커튼월 건축물을 대상으로 태양반사광에 대한 인접 거주민의 주관적 반응을 분석한 결과는 다음과 같다. 먼저 태양반사광에 대한 사전지식을 가지고 있는 응답자는 전체 응답자의 60%로 분석되나 주변 건물에 의한 태양반사광을 경험 또는 인지하는 응답자는 70%를 넘어 태양반사광 문제에 대한 홍보가 필요한 것으로 분석되었다. 또한 눈부심을 유발하는 건축물을 인지하는 응답자와 눈부심 경험사이에는 유사한 응답율을 보이며 건축물 인지는 자주 있으나 눈부심 경험은 가끔 수준인 것으로 분석되었다.

태양반사광에 의한 눈부심을 경험한 응답자의 눈부심 정도는 단순히 불편한 수준 이상이 66% 이상으로 대다수

를 차지하며 심각한 수준의 불쾌글레어를 호소하는 응답자도 19% 이상인 것으로 분석되었다. 또한 법적규제의 필요성에 있어서도 약 87%의 응답자가 필요성을 인식하고 있고 50% 이상의 응답자가 필요하다고 응답하였다. 이 때, 필요성이 없다는 응답은 약 13%에 머무는 것으로 분석되었다. 태양반사광에 대한 사전지식 여부 및 거주기간에 따른 응답자의 주관적 반응은 눈부심 정도 및 법적규제 필요성 모두에서 통계적 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었고 일반적으로 거주기간이 증가할수록 그리고 사전지식이 있는 응답자에서 태양반사광에 대해 부정적으로 평가하는 것으로 분석되었다.

연구는 최근 사회적 문제로 대두되고 있는 태양반사광에 대한 문제점을 제시하고 평가기술 및 법적규제 방안을 개발하기 위한 연구의 일환으로 진행되었다. 연구결과는 태양반사광에 대한 사회적 합의를 도출하기 위한 연구의 기초자료로 활용될 수 있으리라 판단된다. 앞으로 현장측정 또는 시뮬레이션을 통한 건물외피의 표면휘도 예측 및 눈부심 가능성 평가 등 지속적인 후속연구가 필요하리라 사료된다.

REFERENCES

- 1 Kyunghyang News (2013. 10. 13). Sunlight Pollution.
- 2 Newsis News (2012. 06. 08) and Yonhap News (2012. 06. 07). High-rise Building Sunlight Reflection Suit of Haeundae Marin City.
- 3 Busan High Court Adjudication (2013. 06. 25). Case No. 2011나474.
- 4 YTN News (2013. 05. 29) and Chusun Biz News (2016. 07. 04). NHN Sunlight Reflection Glare Suit.
- 5 Suwon District Court Adjudication (2013. 06. 03) and Seoul High Court Adjudication (2016. 06. 17). Case No. 2011가합4847.
- 6 KBS News (2015. 09. 15). Reflected Sunlight Damage-Urgent Measures Needed.
- 7 Jejusori News (2013. 08. 08), Busan News (2015. 12. 28), Digital Economy News (2015. 09. 16) and Kyunggi News (2016. 10. 11) etc.
- 8 Kim, K. S., Jeong, J. W., Kang, B. H. & Lee, J. H. (1996). A Study on Estimation of Discomfort Glare caused by Reflected Sunlight in a Living Space, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 12(12), 125~133.
- 9 Lee, J. Y., Kim, J. H. & Song, K. D. (2008), Estimating District Sunlight Reflection Area of High-reflectance Curtain Wall Buildings, *Korea Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, 2(2), 22-27.
- 10 Yun, G., Cho, D. W. & Lim, K. S. (2011). A Study on Visual Environment Evaluation of Residential Space Using the Radiance Program, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 27(2), 227-233.

11. Jung, G. J. (2012). Characteristics on Area of Specular Reflection with Curtain Wall, *Journal of The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineering of Korea*, 11(2), 589-594.
12. Kim, Y. G. (2013). *An Evaluation Method on the Disability Glare and Effect of Specular Reflection*, MA. Dissertation, Pukyong National University.
13. Park, W. K., Ki, H. J., Jeong C. W. & Song, D. S., A Study of the Daylighting Performance in Obstructed Office Building in Urban Area, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, 34(5), 101-108.
14. Schiler, M. & Valmont, E. (2006), Urban Environment Glare: the Secondary Consequence of High Reflective Materials, *PLEA2006-The 23<sup>rd</sup> Conference*.
15. Shin, N. J. & Huang, Y. S. (2001), An Analysis and Simulation of Curtain Wall Reflection Glare, *Building and Environment*, 36, 619-626.
16. Jae, Y. S., Schiler, M. & Kensek, K. (2017), Reflective and Specularity of Building Envelopes: How Materiality in Architecture Affects Human Visual Comfort, *Architectural Science Review*, 60(4), 256-265.
17. Krimpalis, A. & Karamain, D. (2015), A novel approach to measuring the solar reflectance of conventional and innovative building components, *Building and Energy*, 97, 137-145.
18. Brzezicki, M. (2012), The Influence of Reflected Solar Glare Caused by the Glass Cladding of a Building: Application of Caustic Curve Analysis, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 27, 347-357.