

# 입지 및 설치방식에 따른 태양광 발전량 분석 방법에 관한 연구

(An analysis methodology for the power generation of a solar power plant considering weather, location, and installation conditions)

허 병 노<sup>1)</sup>, 이 재 현<sup>2)\*</sup>  
(Byoung Noh Heo and Jae Hyun Lee)

**요 약** 태양광 발전소의 발전량은 기상 조건, 지리적 조건, 태양광 패널 설치 조건과 높은 상관 관계를 갖는다. 과거 연구들에서는 발전량에 영향을 미치는 요소를 찾아내었고, 그 중 일부는 태양광 패널이 최대 전력량을 생산할 수 있는 최적의 조건을 찾았었다. 하지만, 태양광발전소 설치 시 현실적 제약을 고려하면 최대 발전량 조건을 만족시키기는 매우 어렵다. 발전소 소유자가 태양광발전소 설치를 검토할 때 태양광 발전량을 예측하기 위해서는 발전량에 영향을 미치는 요인들의 민감도를 알아야 한다. 본 논문에서는 태양광발전소의 발전량과 날씨, 위치, 설치 조건 등 관련 요인들과의 관계를 분석하기 위한 다항회귀분석 방법을 제안한다. 분석자료는 대구, 경북에 설치·운영되는 태양광발전소 11개소로부터 수집하였다. 분석 결과 발전량은 패널 종류, 일사량, 음영 유무에 영향을 받으며 패널 설치 각도와 방향이 복합적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

**핵심주제어:** 태양광 발전소, 다항회귀분석, 태양광 발전량 분석 모델

**Abstract** The amount of power generation of a solar plant has a high correlation with weather conditions, geographical conditions, and the installation conditions of solar panels. Previous studies have found the elements which impacts the amount of power generation. Some of them found the optimal conditions for solar panels to generate the maximum amount of power. Considering the realistic constraints when installing a solar power plant, it is very difficult to satisfy the conditions for the maximum power generation. Therefore, it is necessary to know how sensitive the solar power generation amount is to factors affecting the power generation amount, so that plant owners can predict the amount of solar power generation when examining the installation of a solar power plant. In this study, we propose a polynomial regression analysis method to analyze the relationship between solar power plant's power generation and related factors such as weather, location, and installation conditions. Analysis data were collected from 10 solar power plants installed and operated in Daegu and Gyeongbuk. As a result of the analysis, it was found that the amount of power generation was affected by panel type, amount of insolation and shade. In addition, the power generation was affected by interaction of the installation angle and direction of the panel.

**Keywords:** Solar power plants, polynomial regression analysis, solar power analysis model

---

\* Corresponding Author: jaehyun.lee@daegu.ac.kr  
Manuscript received November 16, 2023 / revised  
December 04, 2023 / accepted December 07, 2023

1) 대구대학교 스마트융합시스템공학과, 제1저자  
2) 대구대학교 기계공학부, 교신저자

## 1. 서론

전 세계적으로 에너지 수요가 계속 증가하고 있으며 이에 대응하기 위한 에너지 자원은 많은 부분이 화석 연료가 활용되어 왔다. 한정된 화석 연료의 활용 증가는 에너지 자원 고갈과 대기 중 이산화탄소 배출량 증가로 지구 온난화를 야기하고 있다. 온실가스 배출량의 많은 부분을 차지하는 화력발전은 다량의 오염물질을 배출하여 환경에 악영향을 끼친다(Lee et al. (1997)). 이와 같은 환경적 경제적 이유로 기존의 에너지 자원 대신 태양열, 풍력 등 신재생 에너지의 필요성은 계속해서 증가하고 있다. 특히 태양광 에너지는 무한한 태양 에너지를 사용하는 것이 가능하여 미래의 대체 에너지로 주목받고 있다.

태양광 발전방식은 기후조건과 주변의 지형학적 조건과 높은 연관성을 가지기 때문에 고려해야 할 조건들이 많다(Kim et al. (2023)). 태양광 발전소 설립에 최우선 고려사항인 태양광 발전량은 태양에너지에 의존하는 특성상 기상조건(일사량, 기온, 전운량 등), 지형학적 조건(부지의 방향, 기울기, 주변의 음영 요소 등), 대기 조건(먼지 꽃 가루 등)에 영향을 받는다(Lee and Lee (2016)).

태양광 발전량에 대한 기존 연구들은 태양광 패널의 효율을 높이기 위한 접근방법들에 대한 연구들이 있었다. 이는 태양광 패널에 대하여 이상적인 태양광 발전량을 예측할 수 있지만, 태양광 패널이 설치되는 현장 조건에 따라 태양광 발전량을 예측하기는 어려움이 있었다. Heo et al. (2019)는 전국의 태양광 발전소의 발전량 데이터를 활용하여 다중선형회귀분석을 통해 기후 조건의 영향을 분석하였다. 다중선형회귀분석을 활용하여 태양광 발전소 입지를 선정하는 접근방법이었으나 기후조건 이외의 설치 현장에서 발생하는 설치 조건이나 운영 조건은 고려되지 못하였다. 이는 선형회귀분석의 특성상 요인들의 교호작용과 2차항 이상의 요인 관계가 고려되지 못하는데, 설치 조건이나 운영 조건과 관련된 요인들은 요인들 간 교호작용과 2차항 이상의 요인 관계를 고려해야 한다. 따라서, 태양광 발전소를 구축할 때 설치 및 운영 조건을

함께 고려하여 예상되는 발전량을 예측하는 수학적 모델은 여전히 부족하다.

본 논문에서는 실제 운영 중인 대구 경북지역의 태양광발전소의 발전량을 실측한 데이터를 바탕으로 각 발전소 설치 현장의 다양한 설치 조건, 기후 조건, 운영 조건들과 인과관계를 다항회귀분석을 통해 수학적 모델을 제시하는 방법론을 제안한다. 다양한 조건들 중 어떤 조건들이 실제 발전량에 영향을 미치는지 분석하여 향후 발전소 건설에 활용하고자 한다.

## 2. 기존 연구

태양광발전은 계절, 날씨 및 대기의 상태, 지리적 위치, 태양광패널의 설치조건 및 태양전지의 성능 등 다양한 요인들에 의해 결정된다(Honsberg and Bowden (2019)). 태양광발전소의 종합적 효율에 영향을 미치는 인자들을 크게 분류하면 설치환경(날씨, 지리등)과 시스템의 설계 및 제어(설치 및 운영조건, 발전시스템 구성요소의 품질저하 등) 요소들로 구분할 수 있다.

태양광 발전소의 예상 발전량은 발전소 구축을 고민하는 사업주 입장에서 사업의 경제성 및 타당성 분석을 위한 주요 지표이다. 따라서 태양광 발전소의 발전량을 정확하게 예측하기 위한 다양한 예측 모델 및 모델링 기법들이 연구되었다. 기존 연구들이 제시하는 예측 모델들을 분류하면 예측 기간, 발전량 영향 인자, 모델링 방법의 차이에 따라 분류할 수 있다.

예측 기간은 수 일 내 기간의 발전량 예측, 주 또는 월 단위 예측, 1년 단위 예측으로 각각 단기, 중기, 장기로 구분할 수 있다. 예를 들어, Sheng et al. (2018)는 단기 기간 동안의 특정 발전소의 발전량 예측 모델을 만들었다. 이를 위해 특정 태양광 발전소의 날씨 요인들만을 고려하였고, 기존의 확정적 수치 데이터를 활용하지 않고 통계적 데이터를 활용하는 모델을 제안하였다. Lee and Kim (2016)도 단 기간의 발전량을 예측하기 위해 기상요소들만을 고려한 서포트 벡터 회귀 모형을 제안하였다. Song et al. (2014)은 중기와 단기의 발전량 예측모형을

제안하기 위하여 온도와 발전 패널의 특성, 설치 각도 등의 정보와 실시간 기상정보를 수집하여 발전량과 관계를 인공신경망을 활용하여 분석하였다.

Song et al. (2014)은 한국의 태양광 발전소의 지리적 위치의 차이가 발전량에 어떤 영향을 주는지 분석하기 위하여 여러 국내 태양광 발전소의 지역별 날씨 요인들을 수집하고 월 단위의 발전량 데이터를 분석하였다. 그리고, 발전량과 지리에 따른 날씨 요인들의 관계를 다중회귀분석으로 도출하였다.

Yang and An (2018)은 태양광 발전소 선정에 영향을 주는 지리적 요인, 기후 요인, 설비 조건들과 발전량과의 관계를 분석하였다. 선형회귀 분석 방법을 활용하여 태양광 발전소 선정 주요 요인들을 제안하였다. Kim et al. (2021)도 한국의 태양광 발전소의 지리적 위치와 발전량과의 관계를 분석하였는데, 2011년부터 2019년까지 장기간에 걸친 발전량 데이터와 날씨 요인들과의 관계를 분석하였다. 이를 바탕으로 회귀 분석을 통해 월 단위의 예측모델을 제안하였다. Cha et al. (2014)은 한국 태양광 발전소의 지리적 요인과 기상요소를 함께 고려한 연 단위 발전량 예측 모델을 제안하였다. 이를 위해 3,400개의 태양광 발전소의 30년간 축적된 데이터를 활용하였고, 퍼지 알고리즘을 활용한 모델을 제안하였다. Lin and Pai (2016)은 타이완의 전체 태양광 발전량을 장기적으로 예측하기 위해 계절적 요인을 고려한 발전량 예측 모델을 제안하였다. 이 경우에는 과거의 전체 태양광 발전량 데이터를 바탕으로 연간 예측 모델을 만들기 때문에 개별 발전소의 발전량에 영향을 주는 요인들은 관련되지 않는다.

본 논문에서는 중기 단위 발전량 예측을 위해 월 단위 발전량을 수집하였다. 수집 대상이 되는 발전소의 위치가 특정 지역에 한정되었으나 태양광 발전소의 설치 현상이 다양하여 날씨 데이터와 함께 설치 조건에 해당하는 데이터도 수집하였다. 경사진 언덕이나 건물의 지붕에 설치되는 등 다양한 설치 조건은 태양광 패널의 설치 방향과 각도의 다양성을 갖게 되고, 이 요인들 간의 교호작용 및 다차항이 발전량에 영향을

줄 가능성을 배제할 수 없기 때문에 다항회귀분석 접근방법으로 분석하였다.

### 3. 태양광 발전량 분석 방법 및 수집 데이터 특성

**태양광 발전량 분석 방법:** 태양광 발전량 예측 모델을 다항회귀분석을 하기 위하여 준비된 데이터를 전처리한 후 각 요인들과 태양광 발전량(발전 시간)과의 상관 관계를 분석한다. 산점도를 활용하여 적절한 수학적 모델을 선택한 후 다항회귀분석을 수행한다.

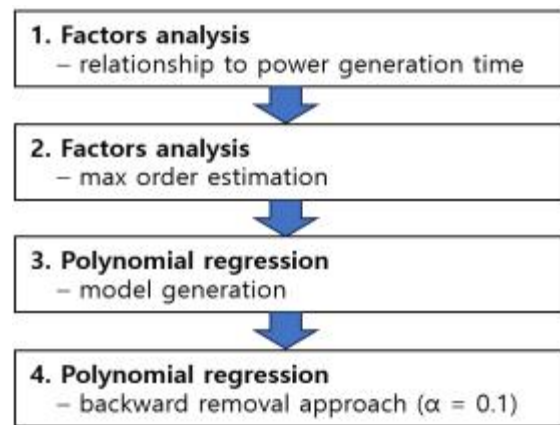


Fig. 1 The proposed analysis approach

**태양광 발전소 수집 데이터 특성:** 대구 및 경북지역에 설치된 태양광 발전소 11 곳의 발전량 데이터를 수집하였다. 태양광 발전소 모두 공통적으로 갖고 있는 2019년 4개월 동안의 발전량 데이터를 분석 대상 데이터로 결정하였다. 태양광 발전소의 지리적 위치는 Fig. 2와 같다.

각 태양광 발전소는 설치 조건이 상이하다. 특히 패널 모듈이 건물 옥상에 설치되거나 언덕에 설치되는 경우 정남에 설치 되지 못하는 경우도 존재하고, 패널의 설치 각도에 상이하다. 설치 장소의 특성 상 일부 패널은 그늘 음영이 발생하는 구역도 존재하고, 패널의 유형이 다른 경우도 있다. 각각의 조건을 수치화된 형태로 모델에 대입하기 위하여 다음과 같이 수치화 하

An analysis methodology for the power generation of a solar power plant considering weather, location, and installation conditions

는 데이터 전처리를 하였다.



Fig. 2 Location of sample solar plants

**일사량[W/m<sup>2</sup>]:** 기상상황의 여러 요인 중 발전 효율에 직접 영향을 주는 요소인 일사량[W/m<sup>2</sup>]의 지역별 차이가 발전효율에 영향을 줄 수 있기 때문에 지역별 일사량에 대하여 국립기상과학원의 통계 데이터를 수집하였다.

**모듈유형:** 태양광 패널 유형 중 뒷면에도 셀을 설치하여 양면에서 발전할 수 있도록 하는 양면형 패널이 설치된 곳이 있다. 제조사에서 제시하는 추가 발전량은 전면의 10% 이상 제시하고 있다. 설치 현장에서는 빛 반사 조건이 여의치 않은 점을 고려하여 단면 모듈 대비 5%의 추가 발전량을 생산할 수 있다고 추정하여 분석하였다.

**모듈방향:** 모듈 방향은 각 발전소 현장의 지형학적인 특징에 의해 토지나 건물의 방향 조건에 맞게 설치된 각각의 방향을 데이터로 추출하였다. 여기서는 정남을 기준으로 동쪽을 마이너스(-) 서쪽을 플러스(+)로 하여 데이터를 수집하였다.

**모듈각도:** 모듈 각도는 발전소 현장의 지반 기울기와 모듈을 지지하고 있는 거치대의 각도를 종합하여 최종적으로 모듈이 수평과 이루는 각을 산정하여 데이터를 수집하였다.

**음영요소:** 주변의 음영 요소는 해가 뜨는 동쪽과 해가 지는 서쪽에 낮은 야산이 있거나, 큰 수목이 위치하고 있어서 일출, 일몰 시에 음영을 조금이라도 주는 요인을 현장별로 약한 부분은 0.1로, 조금 심한 곳을 0.2로, 없는 곳을 0으로 추정하여 데이터를 수집하였다.

**발전시간:** 실험대상 11개 발전소가 모두 동일하게 가동한 6월~9월까지(115일간)의 발전량을 취득하였다. 발전소마다 설치된 패널 수가 다르기 때문에 발전량을 직접적으로 비교하기 어렵다. 이를 동일 조건으로 환산하기 위해 발전량을 발전용량으로 나누어 일일 평균 발전시간으로 환산하여 비교하였다. 실험대상 발전소의 구축 시기가 최대 4년의 차이가 있다. 일반적으로 태양광 패널의 효율이 첫 해에 2.5% 감소하고, 그 후 1년마다 0.5%씩 감소한다고 가정하기에

Table 1 Preprocessed data of the selected solar power plants

Plant No.	Module type	Module direction	Module angle	Shade	Insolation	Generation time
1	1	16.7	14	0	293.2	3676895769
2	1	-27.7	23	0.1	287.5	3913120779
3	1	-7.5	17	0.2	288.2	3712563989
4	1	22.6	14	0.2	291.1	3645870306
5	1	22.6	14	0.2	291.1	3715820248
6	1	-26.7	11	0	294.8	3737698621
7	1	-26.7	13	0	294.8	3925708524
8	1	30	13	0	289.2	4219557375
9	1.05	13	20	0.1	290.3	4370466596
10	1.05	9	20	0	292.3	422
11	1.05	9	20	0	292.3	422

(Simms (2023)), 발전소의 구축 시기에 맞춰서 발전 시간을 보정하였다.

수집한 데이터를 전처리한 결과를 Table 1에서 보여주고 있다.

#### 4. 데이터 분석 결과

**발전시간과 주요 요소간의 관계 분석:** 발전 시간에 대한 독립변수인 모듈유형과 음영요소 각각의 관계를 산점도로 표현하면 Fig. 3과 Fig. 4와 같다. 후면까지 태양광 에너지 생성이 가능한 모듈 유형이 좀 더 많은 발전시간을 생성하고(모듈유형과 발전시간 상관계수 = 0.787), 음영 요소가 있을 경우 발전시간을 덜 생산함을 알 수 있다(음영요소와 발전시간 상관계수 = -0.454).

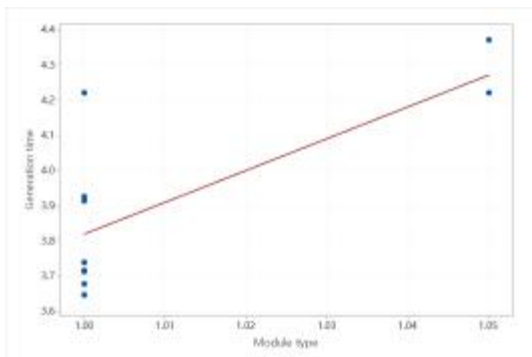


Fig. 3 A scatter plot for generation time v.s. module type

태양광 발전소의 발전시간과 지역별 일사량의 관계를 산점도로 표현하면 Fig. 5와 같다. 지역이 대구와 경북지역으로 제한되어서 일사량의 차이가 크지 않기 때문에 발전시간과 일사량의 상관관계가 높지 않음을 알 수 있다(일사량과 발전시간 상관계수 = -0.123).

발전시간과 태양과 패널의 모듈각도와 모듈방향과의 관계를 산점도로 표현하면 상관관계가 있어 보인다 (모듈각도와 발전시간의 상관계수 = 0.508, 모듈방향과 발전시간의 상관계수 = 0.413). 하지만 1차식으로 표현하기 보다는 3차식으로

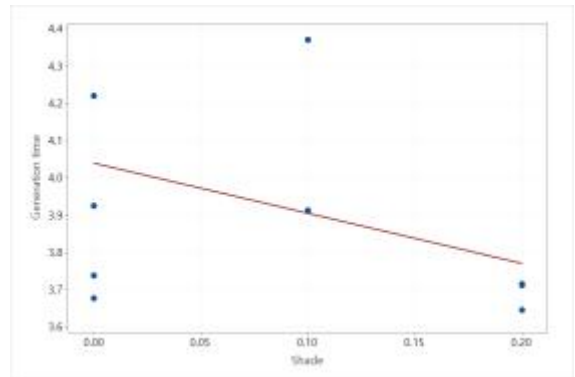


Fig. 4 A scatter plot for generation time v.s. shade

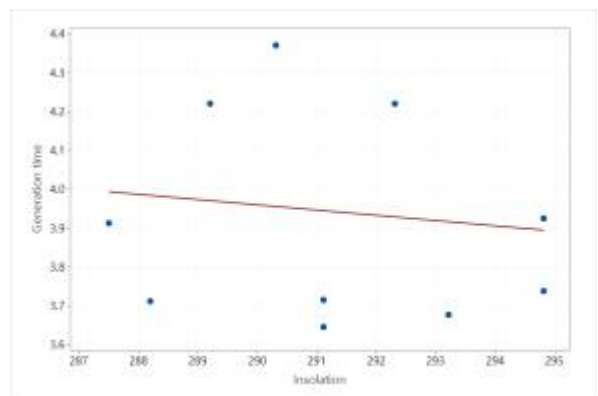


Fig. 5 A scatter plot for generation time v.s. insolation

표현하는 것이 더 효과적이라는 판단을 할 수 있다. 이는 모듈 각도와 방향이 일정한 값 이상이 되거나 이하가 되었을 때 오히려 발전 효율이 떨어지는 경우가 발생하기 때문이다. Fig. 6과 Fig. 7은 모듈방향과 모듈각도를 각각 발전 시간에 3차항으로 맞춰본 산점도를 보여주고 있다.

**다항회귀분석을 위한 모델 구성 및 분석 결과:** 발전시간과 주요 요인들 간의 관계를 바탕으로 다항회귀분석 모델을 정의하였다. 모듈각도와 모듈방향 요인은 최대 3차항까지 고려하였고, 이들 간의 교호작용도 고려하였다. 이후 후진제거법으로 최종 분석 모델을 도출한 결과 Table 2의 분산분석 결과를 얻었다. 도출한 모델의 F-value는 73.3이고, F-value에 대한 유의

An analysis methodology for the power generation of a solar power plant considering weather, location, and installation conditions

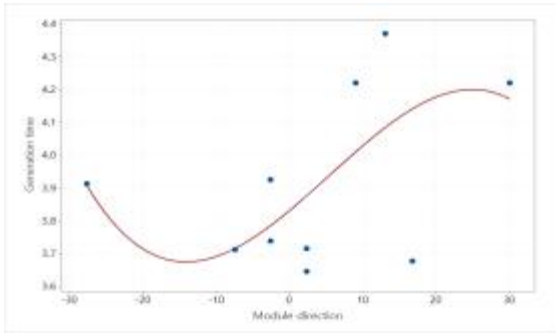


Fig. 6 A scatter plot for generation time v.s. module direction

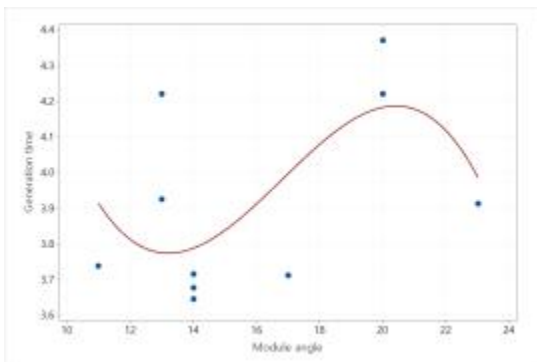


Fig. 7 A scatter plot for generation time v.s. module angle

확률은 0.014이다. 따라서, 분석 모형이 발전시간을 설명하는데 유용하다고 판단할 수 있다.

Table 2 Result of variance analysis

Model	DF	Adj SS	Adj MS	F-value	P-value
Regression	8	0.7173	0.0897	73.3	0.014
Residuals	2	0.0024	0.0012		
Total	10	0.7197			

다항회귀모형에서 후진제거법으로  $\alpha < 0.1$  인 유효한 항만을 남기고 유의미하지 않은 항을 제거한 결과 모듈각도의 3차항과 모듈방향의 3차항은 유의미하지 않아서 모델에서 제거되었고, 나머지 유의미한 요인들에 대하여 다음과 같이 분산분석 결과가 도출되었다. 모듈방향과 모듈각도는 2차항이 발전시간에 의미있는 것으로 판단되었고, 모듈방향과 모듈각도의 교호작용도 발전시간에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단되었다.

Table 3 Result of variance analysis of  $x_i$

Model*	DF	Adj SS	Adj MS	F-value	P-value
Regression	8	0.7173	0.0896	73.3	0.014
$x_1$	1	0.0288	0.0288	23.55	0.04
$x_2$	1	0.0268	0.0268	21.92	0.043
$x_3$	1	0.0339	0.0339	27.74	0.034
$x_4$	1	0.0176	0.0176	14.41	0.063
$x_5$	1	0.0209	0.0209	17.16	0.054
$x_2^*x_2$	1	0.0809	0.0809	66.16	0.015
$x_3^*x_3$	1	0.0334	0.0334	27.34	0.035
$x_2^*x_3$	1	0.0127	0.0127	10.44	0.084
Residuals	2	0.0024	0.0012		
Total	10	0.7197			

\*  $x_1$ : module type,  $x_2$ : module direction,  $x_3$ : module angle,  $x_4$ : shade,  $x_5$ : insolation

**회귀 방정식 도출 결과:** 발전시간에 영향을 주는 의미있는 요인들에 대한 회귀 방정식은 다음식(1)과 같이 도출되었다.

$$y = -58.4 + 24.49x_1 - 0.1146x_2 + 0.615x_3 + 1.861x_4 + 0.1127x_5 + 0.0028x_2^2 - 0.0212x_3^2 + 0.0049x_2x_3 \quad (1)$$

$y$ : 발전시간,  $x_1$ : 모듈유형,  $x_2$ : 모듈방향,  $x_3$ : 모듈각도,  $x_4$ : 음영요소,  $x_5$ : 일사량

각 주요 요인별 데이터의 변화량에 따른 발전시간 민감도를 분석하면 모듈유형은 5%의 변화에 따라 1.2의 발전시간 변화가 가능하게 된다. 음영요소는 10%의 변화에 따라 0.18의 발전시간 변화가 가능하고, 일사량은 최대 6.6의 변화에 따라 0.74의 발전시간 변화가 가능하게 된다. 모듈방향과 모듈각도의 경우 2차항이 존재하고 두 항 간의 교호작용이 있기 때문에 개별 민감도 분석은 어렵다. 따라서 태양광 패널 설치시 설치 제약조건을 만족하는 모듈방향과 모듈각도를 함께 고려해야만 한다. 위 회귀 방정식을 모듈방향과 모듈각도에 대하여 각각 편미분을 하면, 모듈방향에 대해서는 동쪽보다는 서쪽 방향으로 패널을 설치하는 것이 효과적이고 설치 각도는 14.5도 이상이 되어야 함을 알 수 있다.



## 5. 결 론

본 논문에서는 대구경북 지역의 현장 제약 조건에 맞추어 설치된 각기 다른 태양광 발전소 11개소에 대한 일사량, 모듈방향과 모듈각도, 주변 음영요소, 모듈유형 등의 독립변수가 태양광 발전량에 어떠한 영향을 주는지를 다항회귀분석 방법으로 분석하는 방법론을 제안하였다. 도출된 회귀모델을 통하여 분석한 결과 패널유형에 따른 발전량 차이가 유의미 하였다. 태양광 발전소의 설치조건에 따른 모듈각도와 모듈방향의 경우 2차항과 상호 교호작용이 발전량에 영향을 주고 있음을 확인하였다. 일사량, 음영요소도 고려될 수 있으나 상대적으로 발전량에 적은 영향을 주는 것처럼 보이는 것은 수집한 데이터가 특정 지역의 플랜트들로 한정적이었기 때문이다. 이 요인들과 발전량과의 인과관계는 다양한 지역의 플랜트 데이터들을 수집하여 재분석이 필요하다.

다항회귀 분석을 통해 기후 조건 뿐만 아니라 설치조건과 운영조건을 고려한 발전량 추정 모델을 만드는 방법을 제안함으로써 향후 현장 조건에 따라 설치할 태양광 발전소의 발전량을 예측해 볼 수 있게 되었다. 수집한 태양광 발전소의 개수가 11개로 제한되어 있으나, 향후 추가 태양광 발전소의 데이터를 확보한다면 동일한 방법을 활용하여 모델을 개량 할 수 있을 것이다.

## References

- Cha, W. C., Park, J. H., Cho, U. R. and Kim, J. C. (2014). Design of generation efficiency fuzzy prediction model using solar power element data, *The Transaction of The Korean Institute of Electrical Engineers*, 63(10), 1423-1427.
- Heo, J., Park, B., Kim, B. and Han, S. (2019). Multiple Linear Regression Analysis of PV Power Forecasting for Evaluation and Selection of Suitable PV Sites, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 20(6), 126-131.
- Honsberg, C. B. and Bowden, S. G. (2019). *Photovoltaics Education Website*, www.pveducation.org (Accessed on Dec. 4th, 2023)
- Kim, H., Yang, G., Nam, C., Jeong, S. and Jung, S. P. (2023). Solar Photovoltaic Industry in Korea: Current Status and Perspectives, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 45(2), 107-118.
- Kim, Y. S., Joo, H. Y., Kim, J. W., Jeong, S. Y. and Moon, J. H. (2021). Use of a Big Data Analysis in Regression of Solar Power Generation on Meteorological Variables for a Korean Solar Power Plant, *Applied Sciences*, 11(4), 1776.
- Lee, B., Kim, Y. H., Cha, J. M., Roh, K. M., Oh, K. H., Namkung, J. Y. and Song, K. Y. (1997). Generation planning algorithm considering environmental constraints near thermal power plants, *Proceedings of The Korean Institute of Electrical Engineers Conference*, July 21-23, YongPyeong, Korea.
- Lee, K. and Kim, W. J. (2016). Forecasting of 24hours ahead photovoltaic power output using support vector regression, *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 14, 175-183.
- Lee, S. and Lee, W. J. (2016). Development of a System for Predicting Photovoltaic Power Generation and Detecting Defects Using Machine Learning, *KIPS Transactions on Computer and Communication Systems*, 5(10), 353-360.
- Lin, K.-P. and Pai, P.-F. (2016). Solar power output forecasting using evolutionary seasonal decomposition least-square support vector regression, *Journal of Cleaner Production*, 34(B), 456-462.
- Sheng, H., Xiao, J., Cheng, Y., Ni, Q. and Wang, S. (2018). Short-Term Solar Power Forecasting Based on Weighted Gaussian

An analysis methodology for the power generation of a solar power plant considering weather, location, and installation conditions

Process Regression, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(1), 300-308.

Simms, D. (2023). Do Solar Panels Lose Efficiency Over Time?, <https://www.ecowatch.com/solar/solar-panel-efficiency-over-time> (Accessed on Dec. 4th, 2023)

Song, J., Lee, S. and Jeong, Y. (2014). Analysis of prediction model for solar power generation, *Journal of Digital Convergence*, 12(3), 243-248.

Yang, I. S. and An, H. S. (2018). Optimal location analysis in terms of efficiency for solar energy facilities, *The Journal of the Korea Contents Association*, 18(7), 656-664.



**허 병 노 (Byoung Noh Heo)**

- 정회원
- 영남대학교 전기공학과 공학사
- 대구대학교 스마트융합시스템 공학과 공학석사
- (현재) (주)엠에스솔라시스템 이사, 대성전기안전관리(주)

대표이사

- 관심분야: 스마트ICT융합시스템, 스마트그리드



**이 재 현 (Jae Hyun Lee)**

- 정회원
- 한국과학기술원 산업공학과 학사/석사/박사
- (현재) 대구대학교 공과대학 기계공학부 부교수
- 관심분야: 제품설계정보시스템,

가상플랜트, 온톨로지 활용