



## 태양광 발전량 예측 도구별 입력 요소 분석 및 실제 발전량 비교에 관한 연구

### Comparison of Measured and Predicted Photovoltaic Electricity Generation and Input Options of Various Softwares

노상태\*

No, Sang-Tae\*

\* Corresponding author, Dept. of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, South Korea (stno@ut.ac.kr)

#### ABSTRACT

The objectives of this study are to investigate input variables of photovoltaic generation programs and to compare their prediction to actual generation of photovoltaic system in the C city hall and the C city sewage treatment plant. We investigated the actual amount of generation, the forecast amount of generation, the amount of solar radiation data, and calculated the relative errors. We simulated the photovoltaic system of C city hall and the C city sewage treatment plant located in Chungju using existing programs, such as SAM, RETSCREEN, HOMER, PV SYST, Solar Pro. The result of this study are as follows : Through examining the relative errors of monthly predicted and actual generation data, monthly generation data showed big errors in winter season?. Except winter season, actual amount of generation and the predicted amount of generation showed no large errors.

#### KEYWORD

태양광 발전  
일사량  
예측 소프트웨어

Photovoltaic  
Insolation  
Simulation software

#### ACCEPTANCE INFO

Received November 12, 2014

Final revision received December 11, 2014

Accepted December 15, 2014

© 2014 KIEAE Journal

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경

우리나라는 에너지 수입의존도가 95.7%에 이를 정도로 대부분의 에너지수요를 수입에 의존하고 있다.<sup>1)</sup> 전 세계적으로 태양광 에너지 사용량이 점차 증가하고 있으며 현대사회 생활에 필수적인 존재가 되었다.

하지만 에너지 사용량이 점차 증가하는 만큼 매장된 에너지양의 고갈과 화석연료사용과 함께 배출되는 이산화탄소에 의한 지구온난화, 기후변화 등의 문제가 대두되고 있다. 이로 인해 화석연료를 대체하기 위한 대체에너지, 재생에너지 등에 대한 관심이 높아지고 있다. 그중 태양광 발전은 태양빛 에너지를 변환해 전기를 생산하는 방식으로 유지관리가 용이하며, 풍력발전 등 다른 발전 방식과 비교해 보면 비교적 설치가 쉽고 주변 환경에 의한 제약이 적다는 장점을 가지고 있다. 또한 태양광 에너지 사업은 정부의 지원과 더불어 점차 수요도 증가하는 추세이다. 현재 태양광산업은 전체 신재생에너지산업 중 5% 정도 차지하고 있지만 정부에서 실시하는 제4차 신재생에너지 계획을 통해 2035년까지 14.1%로 상승시키는 것을 목표로 하고 있다.<sup>2)</sup> 에너지 관리공단에서는 신·재생에너지 건물 지원을 등을 통해 건물 설비비를 지원하며 신·재생에너지 상용화를 유도하고 있다.

본 연구의 목적은 신·재생 에너지 중 태양광 발전량을 통해 기존 태양

광 발전량 예측 도구의 입·출력요소를 분석하고 각 프로그램의 결과 값과 C시지역의 실제 태양광 발전량과 비교하여 예측 도구의 정확도를 알아보는데 있다.

### 1.2. 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 대한민국 C시지역(북위 37도 N/ 경도 127.9도 E)의 월별, 일별 태양광 발전량 데이터와 태양광 발전량 예측 프로그램으로 많이 사용되는 RETSCREEN, HOMER, PV SYST, SAM(System Advisor Model), SOLAR PRO을 이용해 실제 발전량과 입력요소에 따른 프로그램의 결과 값을 비교하여, 실제 발전량과 예측값 간의 오차를 분석하였다.

## 2. 연구의 내용

### 2.1. 선행연구 고찰

송영학 외 3명의 '모니터링을 통한 신재생에너지 적용 건물의 에너지 성능평가'에서는 2012년 여수 세계박람회 건물 중 신재생에너지가 적용된 한국관을 대상으로 분석하였다. 건물의 에너지 사용량을 예측하기 위해서 DOE-2를 이용해 에너지 사용량을 계산하였으며, 프로그램 결과 값을 통해 실제 관측한 발전량과 비교하였다. 이를 통해 연간 에너지 시뮬레이션에서 건물의 에너지 자립율을 분석했다.<sup>3)</sup>

Table 1 Comparison of input variables of Photovoltaic electricity generation prediction softwares

Category	PC Software					Mobile Application					
	SAM	RET screen	HOMER	PV SYST	SOLAR PRO	PV simulator	PV Solar Calculator	PV*SOL app	Photovoltaics	Photovoltaik Rechner	Onyx Solar
Location	O	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O
Module Type	O	O	O	O	O	O	X	O	X	X	X
Module Size	O	X	O	O	X	O	O	O	X	O	O
Number of Modules	O	X	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Module Capacity	O	O	O	O	O	X	O	X	X	X	X
Inverter Type	O	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X
Number of Inverter	O	X	X	X	O	X	X	X	X	X	X
Inverter Capacity	O	X	X	X	X	O	O	X	X	X	X
Type of Generation	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Inclination	O	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O
Install type	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X
Azimuth	O	O	X	O	O	O	X	O	X	X	O
Area	O	X	O	O	O	O	O	O	X	X	X
Efficiency	X	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X
Price	Free	Free	Charge	Charge	Charge	Free	Free	Free	Free	Free	Free
Official Site	<a href="http://sam.nrel.gov">http://sam.nrel.gov</a>	<a href="http://www.retscreen.net">http://www.retscreen.net</a>	<a href="http://www.homerenergy.com">http://www.homerenergy.com</a>	<a href="http://www.pvsyst.com">http://www.pvsyst.com</a>	<a href="http://www.lapsys.co.jp/english">http://www.lapsys.co.jp/english</a>	<a href="http://www.kdtnet.com">http://www.kdtnet.com</a>	<a href="http://www.srey.net/android/">http://www.srey.net/android/</a>	<a href="http://www.valentin-softwares.com">http://www.valentin-softwares.com</a>	<a href="http://www.reactor.fuseworks.com">http://www.reactor.fuseworks.com</a>	<a href="http://www.PVexperten.eu">http://www.PVexperten.eu</a>	<a href="http://www.onyx-solar.com">http://www.onyx-solar.com</a>

양수형 외 2명의 'HOMER 프로그램'을 이용한 독립형 하이브리드 발전시스템의 최적화'에서는 HOMER 프로그램을 이용하여 마라도의 발전시스템의 태양광 및 풍력 등의 재생에너지를 증가시키는 경우와 연료 전지를 추가하는 경우 발전 시스템의 전체 비용 산정을 통한 경제성 평가를 하였다. 이 시뮬레이션 해석을 통해 항로표지관리소와 도서 관리 지역의 주변 환경을 고려한 독립형 하이브리드 발전 시스템의 설계 방법을 고찰하였다.<sup>4)</sup>

이성훈 외 3명의 '일사량 데이터 분석을 통한 태양광 발전 시스템 개발을 위한 경제성 평가 방법'에서는 실제 남양주와 순천 지역의 일사량 데이터를 이용해 경제성 평가 프로그램인 RETScreen 프로그램을 이용하여 분석하였다. 태양광 발전 시스템 예정 사용지에 프로그램 결과 값을 이용하여 최적지를 선택 할 수 있도록 했다. 또한 이를 통해 투자효율의 극대화를 이룰 수 있는 곳을 분석하였다.<sup>5)</sup>

이병두 외 2명의 'HOMER을 이용한 오피스 건물의 신재생에너지 최적설계 적용성 검토'에서는 HOMER 프로그램에서 제공하는 한국의 기후데이터를 이용해 신재생에너지의 경쟁력을 분석했다.<sup>6)</sup>

아울러 일본 기준인 JIS 8907에서는 태양광 발전 시스템의 연간 시스템 발전량 추정방식에 대해 규정하고 있다. 이 기준에서는 태양광 발전 시스템의 전력량 추정 방법으로 계통 연계형 태양광 발전 시스템과 독립형 태양광 발전 시스템을 설정하고 있으며, 시스템 출력은 1KW 이상, 표준 태양 전지 어레이 개방 전압 750V 이하의 시스템을 기준으로 하였다. 여기서 직결형 물 펌프 시스템 또는 하이브리드 시스템은 제외하고 있다. 태양 전지 어레이는 단결정 및 다결정 실리콘 태양 전지 모듈로 구성된 단일 평면, 한편, 고정식이고 회로 구성은 병렬로 연결한 것으로 하였다. 축전지는 납축전지를 사용하였고, 인버터에서는 가변 전압 주파수 인버터를 제외하였다.<sup>7)</sup>

GR. Lee 외 2명은 "실효율 데이터를 이용한 태양광 소프트웨어 평가" 연구에서 PVsyst, HOMER, RETScreen, SunnyDesign 프로그램을 대상으로 실제 일사량 데이터를 이용하여 각 소프트웨어에 입력

하여 예측된 발전량을 동기간에 실측된 발전량과 비교하였다. 각 프로그램은 -4.33%, -1.44%, -2.31%, -4.93%의 오차를 보였다.<sup>8)</sup>

## 2.2. 태양광 발전량 예측 도구 비교

### (1) 발전량 프로그램 분석

RETScreen은 캐나다 Canmet ENERGY 연구 센터에 의해 개발된 프로그램으로 재생에너지 효율, 비용 등을 분석할 수 있는 경제성 분석 프로그램이다.

HOMER는 미국 HOMER ENERGY에서 개발된 프로그램으로 미국 국립 신·재생 에너지 연구소 (NREL)에서 인증된 프로그램이며 신·재생에너지 작업을 단순화 하는 장점을 가지고 있다.

PV SYST는 스위스에서 개발된 프로그램으로 에너지 및 시뮬레이션에 대한 이익, 손실을 보여줄 수 있다.

SAM(System Advisor Model)은 미국 국립 신·재생에너지 연구소 (NREL)에 의해 개발된 프로그램으로 Excel 또는 TRNSYS와 연동하여 사용할 수 있다.

SOLAR PRO는 모듈설정, 지역영향, 모듈의 동작, 모듈의 그림자를 포함한 태양광 발전 시뮬레이션 프로그램이다. 실제데이터를 바탕으로 그림자 분석, 경제성 분석, 발전량 계산을 수행한다.

### (2) 입력 요소

<표 1>은 각 프로그램간의 입력 요소 값을 정리한 것이다. SAM, RETScreen, HOMER, PV SYST, SOLAR PRO는 PC에 설치 후 사용 가능한 프로그램이고 PV\*SOL app, PV Solar Calculator, 태양광 시뮬레이션, Photovoltaics, Photovoltaik Rechner, Onyx solar는 안드로이드 마켓에서 각각 다운 받을 수 있다. 입력조건은 위치선택, 모듈선택, 모듈 크기, 모듈 수, 모듈 능력, 인버터 선택, 인버터 수, 인버터 능력, 발전유형 선택, 경사, 설치상태 선택, 방위각, 면적, 효율, 유/무료, 공식 웹 사이트 순으로 조사하였다.

(3) 결과 분석

<표 1>을 검토해보면 PC 버전 중에서는 SAM 프로그램이 가장 많은 입력 요소를 선택하여 입력 할 수 있는 것을 나타냈다. 그 다음으로 PV SYST와 SOLAR PRO가 선택할 수 있는 입력 요소가 많았는데, 이 두 프로그램은 인버터 입력이 제한적이었다. HOMER는 인버터 입력 외에도 방위각 입력요소가 제외되어 있었으며, RETScreen이 5개의 프로그램 중에서는 가장 적은 요소를 입력할 수 있었는데, 모듈 사이즈와 개수, 인버터에 대한 입력 항목이 없었다.

모바일 앱 중에서는 태양광 시뮬레이터 프로그램이 가장 많은 입력 요소를 선택하여 입력할 수 있고, 그 다음은 PV\*SOL app로 6개, PV Solar Calculator, Onyx Solar은 각각 4개 순으로 입력 요소를 설정할 수 있었다. Photovoltaik Rechner, Photovoltaics는 입력조건이 1개 이었고 시뮬레이션 프로그램이기 때문에 선택할 수 있는 입력조건이 없었다. 모바일 앱은 모두 무료버전이었으나, PC버전에 비해 자세한 입력요소를 제공하지 못하여 실효성이 떨어지는 것으로 판단된다.

3. 발전량 실측값과 예측값 비교

3.1. 발전량 실측 대상

태양광 발전 시스템의 실제 발전량과 프로그램 예측값을 통해 태양광 시스템의 발전 효율을 비교하고자 <그림 1>의 C시 청사 태양광 발전시설과 <그림 2>의 C시의 하수처리장 태양광 발전시설을 대상으로 했다. 선정 이유로는 대상 지역에서 태양광 발전 데이터를 잘 관리하고 있고, 태양광 발전 용량이 비슷하기 때문에 비교 대상으로 적절하다고 판단되었다.



Fig 1 Photovoltaic system of C city hall



Fig 2 Photovoltaic system of C city sewage treatment plant

3.2. 실측값과 예측값 비교

<표 2>는 C시청과 C시 하수처리장 건물의 태양광 발전장치의 개요를 나타낸 것이다. C시청사의 경우 태양광 시스템 제품의 규격 데이터가 누락된 항목이 있는데, 실제 프로그램 입력 시에는 하수처리장의 규격 값을 입력하였다.

C시 청사와 C시 하수처리장의 2013년 실제 태양광 발전량과 각 프로그램을 통해 예측한 발전량을 그래프로 비교하였다.

본 연구에서 적용한 태양광 프로그램인 HOMER는 그리드 모델링 소프트웨어로 태양광 발전량 데이터 산출 프로그램이 아닌 전력 시스템을 설계하고 경제성과 기술적 요인을 평가하는 프로그램으로 C시청사와 C시 하수처리장의 발전량 비교에서는 HOMER를 사용하지 않았다.

Table 2. Overview of Photovoltaic system in C city

Target building	C city hall	sewage plant
Photovoltaic area	538 m <sup>2</sup>	735.4 m <sup>2</sup>
Capacity(Photovoltaic)	103 kW	115 kW
Capacity(Inverter)	100 kW	250kW
Manufacturer	L. Company	L. Company
Azimuth	South	South
Equipment capacity	No Data	244.4kW
Grid connection	off grid	off grid
Module efficiency	15.6%	16.2%
Crystalline	single crystalline	single crystalline
Module name	PVM-S260	LG260S1C-14
Inverter efficiency	No Data	95.7%
Inverter output V	No Data	3phase, 380V
Inverter type	No Data	PWM Inverter(IGBT)
Inverter name	No Data	PVES-250
Array structure type	Stationary type of inclination	Stationary type of inclination
Module Cell array	No Data	6 by 10
Module size	981×1,643×40mm	986 × 1,632 × 42mm
Max. System V	No Data	1,000V
Rated output	250W	260W
Stand-off	38.01 V	37.3V
Short cut current	8.9A	8.9V
Max. output V	30.4V	30.1V
Max. output current	8.3A	8.6V
Output Warranty	No Data	90%, until 12yr. 80%, until 25yr
Max. input V	No Data	DC 800V
Operating Input V	No Data	DC 450V~760V
Rated output V	No Data	AC 380V
Rated frequency	No Data	50/ 60Hz
Output current distortion	No Data	below Sum 5%, below diff. 3%
MPPT efficiency	No Data	over 99%
Phase-wire	No Data	3phase 4wire
Insulation	No Data	nontransformer
Inverter size	No Data	1,460(W)× 1,950(H) × 860(D)
Weight	19.1kg	19 kg

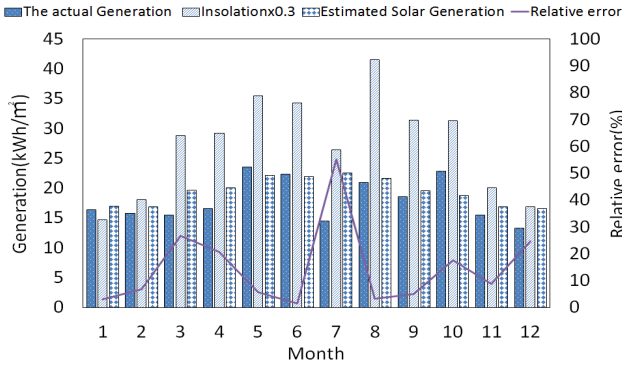


Fig 3 Measured and Predicted generation of 2013 city hall(SAM)

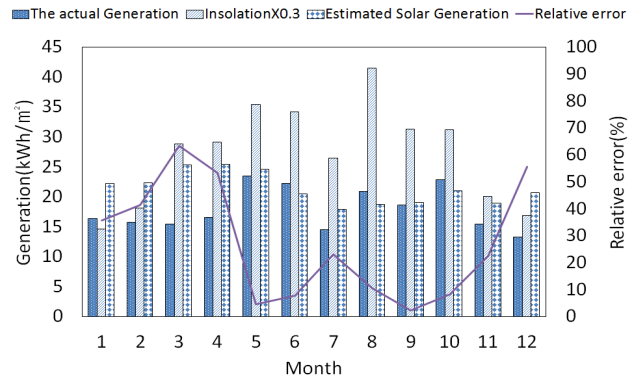


Fig 4 Measured and Predicted generation of 2013 city hall(RETScreen)

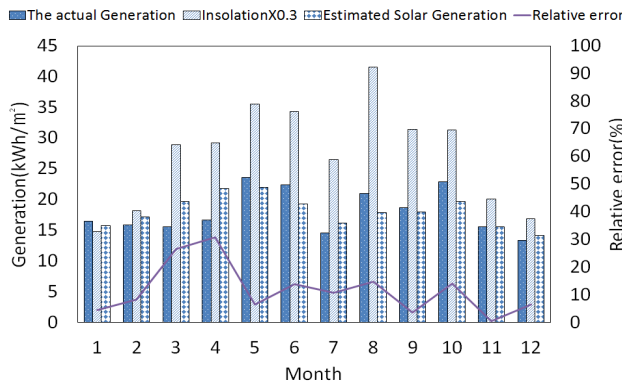


Fig 5 Measured and Predicted generation of 2013 city hall(PVSYST)

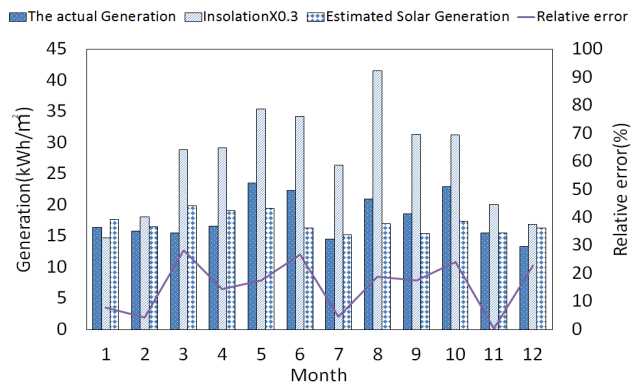


Fig 6 Measured and Predicted generation of 2013 city hall(SOLAR Pro)

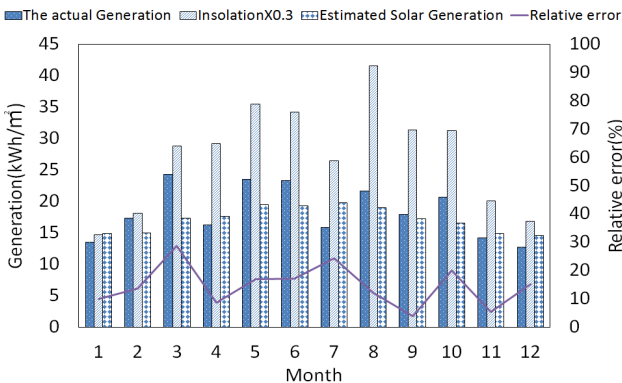


Fig 7 Prediction generation of 2013 sewage treatment plant(SAM)

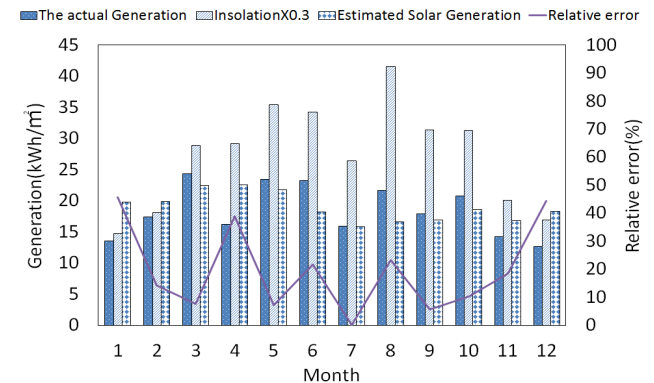


Fig 8 Prediction generation of 2013 sewage treatment plant(RETScreen)

<그림 3>은 SAM 프로그램을 통해 예측된 발전량을 C시 청사 2013년 실제발전량과 월간 일사량 합계  $\times 0.3$ 을 비교한 그래프이다. 일사량에 설치각도와 태양광 최대 발전효율을 고려하여 0.3을 곱한 것으로 개략적인 일사량대비 발전 효율을 추정하기 위함이다. 상대오차는 실제발전량과 프로그램 예측 발전량을 통해 백분율 값으로 표현하였다. SAM 프로그램의 발전량은 다른 프로그램 대비 비교적 실제 발전량과 비슷한 수치를 보였다. 겨울철에 비해 여름철의 발전량 상대오차가 크게 나타났다. 연평균 상대오차는 14.99%였다.

<그림 4>는 RETScreen 프로그램을 통해 예측된 발전량을 실제발전량 비교한 그래프이다. RETScreen 프로그램의 발전량은 실제 발전량보다 대

부분 높은 발전량 값을 예측하고 있는 것으로 나타났다. 연평균 상대오차는 27.4%로 나타났으며 5월 4.5%, 6월 7.9%, 9월에 2.5% 정도로 가을철에 비교적 낮은 상대오차를 보였다. 상대적으로 봄 3, 4월에 상대오차가 높은 것으로 나타났으나 발전량 값의 절대 차는  $10\text{kWh/m}^2$  이하였고, 겨울에는 비교적 높은 상대 오차값을 보였다.

<그림 5>는 PV SYST 프로그램을 통해 예측된 발전량을 C시 청사 2013년 실제발전량과 비교한 그래프이다. PV SYST 프로그램의 예측 발전량은 11월 달의 경우  $15.6\text{kWh/m}^2$ 의 결과 값을 얻을 수 있었다. 프로그램 예측 연평균 발전량은  $18.1\text{kWh/m}^2$ 로 실제발전량 평균인  $18\text{kWh/m}^2$ 과 대체적으로 비슷한 값을 얻을 수 있었고, 연평균 상대오

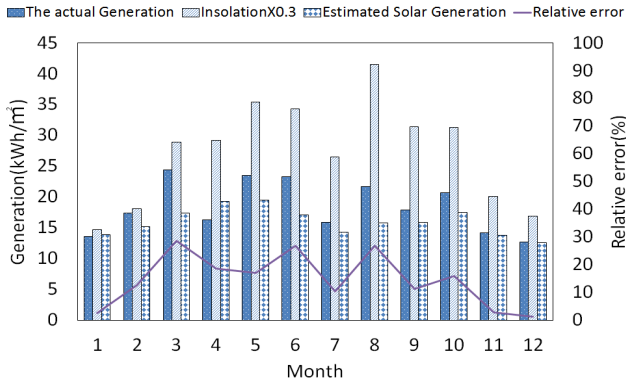


Fig 9 Prediction generation of 2013 sewage treatment plant(PV/SYST)

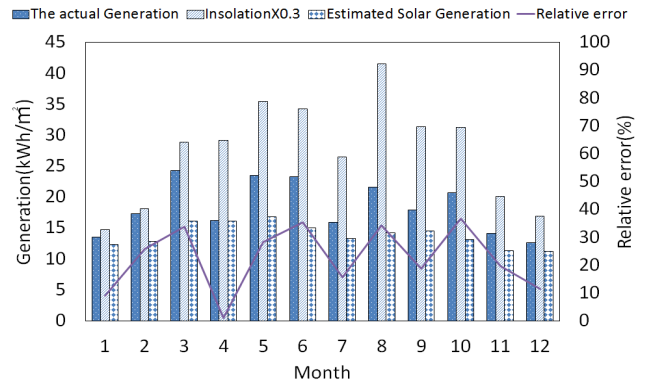


Fig 10 Prediction generation of 2013 sewage treatment plant(SOLAR Pro)

차 역시 11.7%로 다른 프로그램에 비해 평균 상대오차가 적은 것으로 나타났다.

<그림 6>은 SOLAR PRO 프로그램을 통해 예측된 발전량을 C시 청사 2013년 실제발전량과 비교한 그래프이다. SOLAR PRO의 예측 발전량은 겨울철인 1월, 2월, 11월에 실제발전량과 매우 유사한 값을 나타냈다. 11월의 경우 실제 발전량은 15.52kWh/m<sup>2</sup>이었고 프로그램으로 예측된 발전량은 15.57kWh/m<sup>2</sup>로 가장 유사한 발전량이 예측되었다. 그 외의 각 월별로 10kWh/m<sup>2</sup> 이내의 발전량 오차를 나타냈다. 실 발전량 보다 높은 예측값을 보이는 경우도 12월~4월에 나타났다.

<그림 7>은 C시 하수처리장 실제 발전량 데이터와 SAM 예측 발전량 데이터를 비교한 그래프이다. 타 프로그램에 비해 낮은 오차를 보였으며, 평균 상대오차는 17.18%로 나타났다. 월별 상대오차의 패턴이 다른 프로그램에 비해 균일하게 나타나는 것으로 볼 때 실제 발전량과 예측값의 유사성이 높은 것으로 판단된다. 그림 3의 시청사-SAM 결과와 비교해 볼 때 동일한 지역에 위치하므로 예측발전량 값의 월별 패턴은 동일하지만 실제 발전량의 월별 패턴은 다소 상이함을 보였다.

<그림 8>은 C시 하수처리장 실제 발전량 데이터와 RETScreen 발전량 데이터를 비교한 그래프이다. 이 그래프에서는 7월의 프로그램 예측 발전량은 15.8kWh/m<sup>2</sup>로 실제발전량인 15.9kWh/m<sup>2</sup>와 비슷한 수치를 나타냈다. 하지만 1, 12월의 경우 실제발전량과 프로그램 예측 발전량의 상대오차가 크게 나타났다. <그림 4>의 시청사 RETScreen의 경우와 유사하게 겨울철보다 여름철이 정확한 예측 발전량을 나타냈다.

<그림 9>는 C시 하수처리장 실제 발전량 데이터와 PV SYST 예측 발전량 데이터, 일사량X0.3을 비교한 그래프이다. 1월과 2월의 발전량 상대오차는 1% 내외이며 기온이 낮은 달인 1월, 2월을 제외하고는 평균적인 상대오차가 17%로 겨울철에 비교적 정확한 발전량을 예측하는 것을 알 수 있다. <그림 5>의 결과와 유사하게 겨울철에 높은 정확도를 보였다.

<그림 10>은 C시 하수처리장 실제 발전량 데이터와 SOLAR PRO 예측 발전량 데이터를 비교한 그래프이다. 1월, 4월, 12월을 제외하고는 상대오차가 다소 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 겨울철이 여름철보다 발전량 상대오차가 적게 나타났다. 비교 프로그램 중에서 가장 높은 평균 상대오차 22.4%, 평균 발전량은 가장 적은 13.9kWh/m<sup>2</sup>로 나타났다. <그림 6>의 시청사에서 오차 패턴과는 다소 다른 패

Table 3 Comparison of the measured and predicted annual electricity generation

C City Hall				
Actual Annual Generation(kWh)	116,418			
Softwares	SAM	RET SCREEN	PV SYST	SOLAR PRO
Estimated Annual Generation(kWh)	125,994	138,540	116,837	110,850
Difference (kWh)	+9,576	+22,123	+420	-5,568
Relative Error (%)	8.2	19	0.3	4.7
C City Sewage Plant				
Actual Annual Generation(kWh)	162,990			
Softwares	SAM	RET SCREEN	PV SYST	SOLAR PRO
Estimated Annual Generation(kWh)	151,588	167,690	141,381	123,165
Difference (kWh)	-11,406	+4,696	-21,613	-39,829
Relative Error (%)	6.9	2.8	13.2	24.4

턴을 보였고, 아울러 예측발전량은 실발전량보다 모든 월에서 낮은 값을 보였다.

<표 3>에서는 프로그램별 예측연간발전량을 실제 연간발전량과 비교했다. C시 청사의 연간 측정 발전량은 116,418kWh/yr이었다. 비교결과 가장 큰 상대오차를 나타낸 프로그램은 RETScreen이고, 19%의 상대오차를 나타냈다. 반면 가장 작은 상대오차를 보인 프로그램은 PVSYST로 발전량 상대오차는 0.3%이다. C시 하수처리장의 연간 측정 발전량은 162,990kWh/yr 이었다. 비교결과 가장 큰 상대오차를 나타낸 프로그램은 SOLAR PRO 프로그램으로 24.4%의 상대오차를 나타냈고, 가장 작은 상대오차를 나타낸 프로그램은 RETScreen 프로그램으로 측정 발전량과 프로그램의 발전량의 상대오차가 2.8%로 프로그램 중에서 가장 정확하게 예측값을 나타냈다.

동일한 프로그램이라도 태양광 설치 장소에 따라 실발전량 보다 크거나 적은 예측값을 보이고, 또한 각기 다른 오차를 보이는 것을 볼 수 있었는데, SAM 프로그램의 경우 두 개의 케이스 모두에서 7~8%대의 오차를 보였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 C시에 위치한 청사와 하수처리장의 실제 태양광 발전량과 기존 태양광 발전량 예측 프로그램으로 시뮬레이션을 통하여 예측된 발전량 값을 비교하였다.

프로그램의 월별예측 발전량을 살펴보면 겨울에 비해 여름에 예측값과의 상대오차가 다소 크게 나타났다. 여름이 겨울에 비해 대체적으로 상대오차가 크게 나타난 이유는 계절적인 특징상 일사량 자체가 높기 때문에 시뮬레이션 프로그램에서 이용하는 기후데이터의 일사량 자료나 위도와 경도를 통해 계산된 일사량 값이 실제 일사량과 차이가 있기 때문으로 판단된다. 아울러 여름철 높은 기온으로 인한 태양광 모듈의 온도상승, 여름철 장마 등의 기후적 요인이 실제 일사량과 다르기 때문으로 판단된다.

실제발전량과 예측된 발전량을 비교해 본 결과 C시 청사의 경우 PV SYST, SOLAR PRO, SAM, RETscreen 순으로 정확도를 나타냈다. C시 하수처리장의 경우는 RETscreen, SAM, PV SYST, SOLAR PRO의 순으로 정확도를 보였다.

C시 청사와 C시 하수처리장의 예측 결과를 종합해 보면 C시 청사에서 가장 오차가 적었던 프로그램은 PV SYST로 1%의 상대오차를 나타냈다. 가장 오차가 많이 났던 프로그램은 RETscreen으로 19%의 상대오차를 나타냈다. C시 하수처리장에서 가장 오차가 적었던 프로그램은 RETscreen으로 3%의 상대오차를 나타냈다. 가장 오차가 많이 났던 프로그램은 SOLAR PRO로 24%의 상대오차를 나타냈다.

동일한 프로그램이라도 태양광 설치 장소에 따라 각기 다른 오차를 보이는 것을 볼 수 있었는데, SAM 프로그램의 경우 두 개의 케이스 모두에서 7~8%대의 오차를 보였다.

태양광 발전량 예측 프로그램에서 실제 발전량과의 오차는 10% 내외로 판단되며, 실측된 일사량 데이터를 입력하지 않고 프로그램에서 기본 제공하는 입력조건임에도 실제 일사량 데이터를 입력한 기존 연구<sup>[8]</sup>에서의 오차범위인 1.44%~4.93% 범위를 감안할 때 비교적 높은 정확성을 보이는 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시된 예측발전량과 실발전량 비교 데이터는 기존에 부족했던 태양광 예측 도구의 신뢰성 및 분석 기법 향상에 기여할 것으로 판단된다.

태양의 위치는 시간대별로 매우 명확하게 예측이 가능하므로 태양광 발전량 예측은 활용도가 높을 것이다. 향후 다양한 실제 케이스에 대한 연간 실제 발전량과 예측값간 비교를 통해 태양광 발전량 예측 프로그램별 특성을 분석하고 신뢰성을 향상시킬 수 있는 연구가 필요할 것이다.

#### Acknowledgements

“This research was supported by a grant(13RDRP-B066173) from Regional Development Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.”

“This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by

#### References

- [1] KOSIS, 100 indicators of Korean Statistical Information Service
- [2] “The 4th Renewable Energy Master Plan Public Hearing” Korea Energy Management Corporation
- [3] Young-Hak Song, Keon-Ho Lee, Hye-Lin Lee, Ki-Tae Kim, “Building Energy Performance Evaluation installed Renewable Energy System via Field Data Measuring”, Journal of KIAEBS Vol. 7, No. 1 (2013)
- [4] Su-Hyung Yang, Chang-Jin Boo, Ho-Chan Kim, “Optimization of Stand-Alone Hybrid Power Systems Using HOMER Program”, Journal of the Korean Solar Energy Society Vol. 32, No. 2, (2012)
- [5] Sung-Hun Lee, Hyeong-Cheol Choi, Dong Keun Lee, Jin-O Kim, “Economic Evaluation Method for Photovoltaic System Development using Insolation Data Analysis”, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers (2011) 25(10)
- [6] Byoung-Doo Lee, Dea-Heom Park, Hong-Goo Chung, “Optimistic Analysis of Renewable Energy System in Office Building with HOMER”, Journal of the Society of Air-Conditioning and Refrigeration Engineers of Korea(2013)
- [7] JISC8907 Estimation method of generating electric energy by PV power system (<http://www.kssn.net>)
- [8] G.R. Lee, L. Frearson, and P. Rodden, “An assessment of photovoltaic modelling software using real world performance data” 26th European photovoltaic solar energy conference and exhibition, Hamburg, Germany, (2011)