

그림자 분석 시뮬레이션을 활용한 건축물별 일조량 산정 - 경산시를 사례로*

김도령¹ · 김성재¹ · 한수희² · 조명희^{3*}

Calculating the Sunlight Amount for Buildings Using SAS: A Case Study of Gyeongsan City*

Do-Ryeong KIM¹ · Sung-Jae KIM¹ · Soo-Hee HAN² · Myung-Hee JO^{3*}

요 약

급격한 산업의 성장과 그로인한 환경 문제로 인해 전 세계적으로 화석연료사용의 규제와 신·재생에너지의 활용에 대한 관심이 증가하고 있다. 이로 인해 선진국들을 중심으로 이와 관련한 정책 지원 및 관련분야의 연구가 수행되기 시작하였으며, 특히 에너지자원의 활용 면에 있어 지역적 제약이 적고 유지관리가 용이한 태양광에너지의 활용이 증가 하고 있다. 이는 국민들의 태양광에너지의 활용에 대한 수요의 증가로 나타나고 있으며, 관련 산업의 지속적인 성장세로 나타나고 있다. 그러므로 본 연구에서는 공간정보기술을 활용하여 태양광에너지발전의 주요 영향인자인 일조량을 그림자 분석 시뮬레이션을 활용하여 건축물 별로 산정하였다. 연구 대상지는 경상북도에 위치하고 있는 경산시를 대상으로 하였다. 먼저, 경산시에 대한 공간정보를 구축하기위해 기 구축된 수치지형도에서 등고선과 표고점을 추출하고 이를 활용하여 DEM(Digital Elevation Model)을 생성한다. 또한 건축물 별로 구성되어 있는 도로명 주소 데이터를 활용하여 Raster형태로 변환하고, 변환된 건축물 데이터와 DEM의 합성을 통해 DSM(Digital Surface Model)을 구축하였다. 구축된 DSM을 기반으로 태양의 위치에 따른 그림자의 이동 및 변화탐지를 분석할 수 있는 그림자 분석 시뮬레이션을 활용하여 그림자 정보를 정량화 하였다. 마지막으로 시뮬레이션을 통해 획득한 그림자 정보를 바탕으로 일조시간을 산정하고 이를 가조시간과의 계산을 통해 건축물별 일조량을 산정하였다. 이러한 과정을 통해 산정된 일조량은 공공기관, 민간, 산업체 등에 정량화된 일조량 정보를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 태양광에너지를 활용하기위한 의사결정지원의 기반데이터로 활용될 수 있을 것이며, 향후 태양광에너지 활용연구의 기반으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 신재생에너지, 수치지표면모형, 일조량, 그림자 변화, 그림자 분석 시뮬레이션

2014년 2월 4일 접수 Received on February 4, 2014 / 2014년 3월 17일 수정 Revised on March 17, 2014
/ 2014년 3월 21일 심사완료 Accepted on March 21, 2014

* 본 논문은 한국에너지기술연구원의 신재생에너지 자원지도 구축사업의 연구비지원으로 수행되었음.

1 (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, GEO C&I Co., Ltd

2 경일대학교 공간정보공학과 Department of Geoinformatics Engineering, Kyungil University

3 경북대학교 융·복합시스템공학부 School of Convergence & Fusion System Engineering, Kyungpook National University

* Corresponding Author E-mail : mhjo@knu.ac.kr

ABSTRACT

As greenhouse gas emissions have been increasing in the world, global warming is being recognized as a cause of the global problems like climate change. This is closely associated the fossil fuels. Thus renewable energy has been brought to the attention of many people as the upcoming alternative energy source to cope with the fossil drain and increased environmental regulations. Especially, the solar energy among renewable energy has drastically increased. In this study, we calculate on daylight ratio about the solar energy for buildings based on digital surface model. The digital surface model was made using the spatial information data. And it was simulated the shadow analysis using SAS. Therefore, it was suitable places to utilize the solar energy in the Gyeongsan city. Consequently, the daylight ratio was considered important factor to select region of the industry of the solar light power generation.

KEYWORDS : *Renewable Energy, DSM, Amount of Sunshine, Shadow Change, Shadow Analysis Simulation*

서론

1. 연구배경 및 목적

최근 지구 온난화 현상에 따른 자원순환형 사회의 구축이라는 관점에서 환경문제 해결과 신·재생에너지자원 확보가 대두되고 있다. 이로 인해 각 국가에서는 신·재생에너지 법규를 재정하고 관련 산업 및 자원 확보에 대해 많은 투자를 실행하고 있다. 지난 2011년의 경우 전 세계적으로 신·재생에너지에 투자된 금액은 2,630억 달러였으며, 이는 2010년에 대비해 6.5%, 2004년에 대비해 600% 증가한 것으로 나타났다. 또한 지난 2년간 20개의 주요국들은 분기당 평균 320억 달러 이상을 신재생에너지 분야에 투자하였다. 2011년 기준, 미국의 경우 481억 달러, 중국은 455억 달러, 독일은 306억 달러, 유럽연합은 11억 달러를 투자하였으며, 한국의 경우 3억 3,300만 달러를 투자 하였다 (Newcomd, 2012). 이는 세계 경제의 침체 속에서도 신·재생에너지 분야에 대해 과감한 투자를 진행하고 있는 것을 알 수 있으며, 특히 태양광 에너지 시장은 2010년 한 해에만 연평균 성장률이 80% 달할 정도로 녹색산업의 핵

심 역할을 담당하고 있다(Song *et al.*, 2012). 국가 통계 포털을 통해 2003년부터 2011년까지의 에너지 보급률에 대한 증가율을 살펴 본 결과 태양열은 과거에 비해 약 -1.28%, 수력의 경우 약 -5.49% 정도로 보급량의 감소를 보였으며 태양광의 경우 약 28.46%, 바이오매스의 경우 약 19.77%, 폐기물의 경우 약 12.98%, 풍력의 경우 약 22.16%, 지열의 경우 약 23.74% 정도로 보급량의 증가를 보였다. 또한 태양광발전의 생산량은 1996년 전국적으로 2,556MWh 정도였으나 2000년에는 5,284MWh, 2005년에는 14,399MWh, 2011년에는 917,197MWh로 나타났으며 이중 자가용 에너지 생산량은 1996년 2,556MWh, 2000년 5,284MWh, 2005년 13,804MWh, 2011년 181,870MWh인 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 태양광 에너지의 보급 용량과 생산량이 과거에 비해 급격한 증가를 이루고, 전체적인 용량과 생산량에서 자가용 발전 비중이 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났다 (Kim, 2013).

이러한 태양광 에너지 산업의 지속적인 성장을 위해서는 에너지자원의 안정적인 확보와 태양광 에너지의 자원량 평가 및 관련 정보의 정

량적인 제공이 반드시 이루어져야 한다. 이를 위해 국내·외적으로 공간 정보를 활용한 연구 및 정보제공이 활발하게 이루어지고 있다. 해외 선진국의 경우 국가기관 차원에서 국민들의 태양에너지에 대한 관심에 부응하고자 태양에너지 자원에 대한 기본적인 측정 데이터뿐만 아니라 시장성, 파급효과, 정책 추진 프로그램 등의 다양한 정보를 Web 기반 서비스로 제공하고 있다 (Kim *et al.*, 2012; Kim, 2013). 국내의 경우 태양광 에너지의 발전량 평가, 기초 데이터 생성, 정보제공 서비스 등과 같은 연구가 해외 선진국에 비해 미비한 실정이지만, 정부의 정책적 지원에 힘입어 빠른 속도로 증가하고 있다.

이와 같은 연구가 가능하게 하기 위해서는 태양광 활용에 필수 요소인 일조량 정보 및 기반 자료의 확보가 절실하다. 태양광 에너지의 주요 인자인 일조량은 태양의 위치에 따른 지형 및 지물의 그림자 이동 및 생성에 많은 영향을 받는다. 이러한 영향인자를 고려하여 정확한 그림자 정보를 획득하기 위해서는 지형·지물을 3차원적으로 표현한 DSM의 활용이 필수적이며 정확한 지물의 높이 정보가 필요하다 (Kim, 2010).

따라서 본 연구에서는 공간데이터를 활용하여 DSM을 제작하고 이를 기반으로 하여 연구

대상지의 각 건축물에 대한 그림자 변화를 시뮬레이션 하여 그림자 데이터를 정량화하였다. 또한 이를 기반으로 건축물별 일조량 데이터를 산정하였다.

2. 연구범위

연구의 대상 지역은 동경 128° 44′ 0″, 북위 35° 49′ 0″ 에 위치하고 있는 경상북도 경산시로 그림 1과 같다. 경산시의 면적은 약 411.70km²이며 2개 읍, 6개 면, 7개 동으로 구성되어 있다. 경산시는 태백산맥과 소백산맥 사이에 끼여 있는 남부내륙형 기후 지역으로 분지적인 특색을 나타내며 연 강수량이 적은 소우 지역에 속할 뿐만 아니라 하계 기온이 높고 기온의 연교차가 크다. 이러한 기후적 특성으로 인해 경산시에서는 다양한 신재생에너지 자원 중 태양광발전을 위주로 활용하고 있으며 친환경 도시 이미지 구축을 위해 태양광 사업에 많은 예산을 투자하고 있다.

또한 연구에 사용될 건축물 높이 자료의 정확도 평가 및 검증 데이터를 획득하기 위한 현장조사에 유리할 뿐만 아니라 건축물의 밀집도와 건축물의 분포, 건축물의 분류군 및 높이의 다양성 등에 대한 조건을 충족하고 있다.

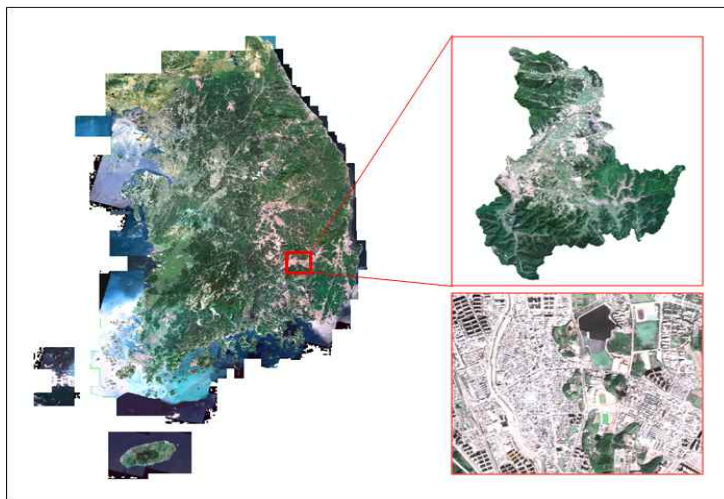


FIGURE 1. Study area

3. 연구수행과정

본 연구에서는 먼저, 그림자의 변화를 분석하기 위해 건축물 데이터를 활용하였다. 이때 활용되는 건축물 데이터는 도로명 주소 데이터를 기반으로 활용되며, 건축물대장과 현장조사자료를 바탕으로 속성정보에 존재하는 건축물의 층수 또는 높이 정보를 보정하였다. 다음으로 기 구축된 수치지형도에서 등고선과 표고점 등의 높이 정보를 추출하여 DEM을 생성하였다. DEM의 경우 생성 시 발생하는 오류에 대해 크리깅 보간법을 통해 보정하였다(KIER, 2013). 이러한 과정을 통해 생성된 데이터를 합성하여 DSM을 제작하기 위해, 앞서 구축된 건축물 데이터를 Raster로 변환하고, 변환된 데이터와 DEM의 합성을 통해 DSM을 구축하게 된다. 제작된 DSM은 태양의 위치에 따른 그림자의 변화 정보를 추출하기 위한 기반 데이터로 활용되며, 이러한 정보 추출을 위해서 그림자 분석 시뮬레이션을 사용한다. 그림자 분석 시뮬레이션은 태양의 위치에 따른 그림자의 변화를 정량적으로 표현하며 하루 동안의 그림자 변화 테

이터를 누적하여 일간 그림자 지수를 추출할 수 있다. 이를 통해 각 건축물별 그림자에 대한 정량적인 데이터를 추출하여, 일간 일조시간을 표출하게 된다. 마지막으로, 표출된 일조시간과 가조시간의 계상 과정을 통해 일조량을 추출한다. 그림 2는 위 과정의 설명을 나타내고 있다.

연구방법

1. 공간데이터를 활용한 DSM구축

연구 대상지의 건축물별 일조량을 산정하기 위해 도로명 주소 데이터와 건축물대장, 현장조사자료, DEM을 활용하여 그림자 분석 시뮬레이션의 입력 자료인 DSM을 제작하였다. 먼저 도로명 주소 데이터에 포함되어 있는 건축물의 주소 정보와 층수 정보를 통해 건축물의 높이 정보를 구축하였으며, 높이 정보를 표준화하는 과정을 거친 후 GIS 데이터베이스로 구축하였다. 또한 도로명 주소 데이터에 존재하는 누락 및 오차에 대해 건축물대장과 보완하기 위해 지번과의 매칭 테이블 자료를 별도의 속성 테

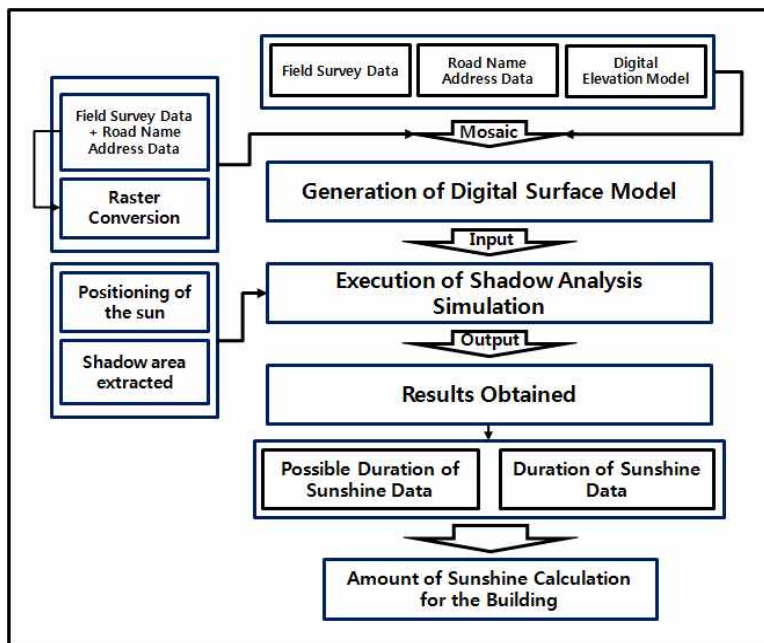


FIGURE 2. Study method

이블로 작성하고 주소 정보를 PNU 코드화 하여 상호 간 속성 연결을 수행하였다. 이러한 과정을 통해 보정된 건축물의 높이 데이터를 보완, 검증하기 위해 현장조사를 실시하였으며 현장조사의 대상지는 위 과정에서 생성된 경산시 건축물 높이 정보에서 건축물 데이터를 임의 추출하였다. 현장조사의 경우 레이저 거리 측정기(Leica DISTOtm classic 5a)를 이용하여 건축물의 높이를 측정하였다. 높이를 측정하는 과정은 측정기의 조준 선과 레이저 광축을 일치시키고 지향성이 우수한 레이저를 발사한 뒤, 이 레이저가 표적으로부터 반사되어 돌아온 시간을 측정하여 거리를 계산하는 방식으로 측정 정확도는 $\pm 1\text{mm}$ 정도이며 측정시간은 0.5에서 4초 사이

로 빠른 측정이 가능하다.

위와 같은 과정을 거쳐 생성된 데이터들을 통해 보정된 건축물 높이 정보는 Raster로 변환하는 과정을 거쳐, DEM과 합성하여 DSM을 생성하게 된다. 이때 DEM은 국토지리정보원에서 제공하는 수치지형도를 활용하여 제작하였다. 수치지형도는 1/5,000일 경우 5m, 1/1,000일 경우 1m 간격의 DEM을 제작하는 것이 가능하지만 세밀한 DEM을 제작을 위해서는 지형 간격의 세분화 작업을 병행하여 도심지형에 대한 정확한 보정 등을 통해야만 정밀한 DEM의 제작이 가능하다(Kim, 2012). 보정된 DEM과 건축물 높이 정보를 혼합하기 위해

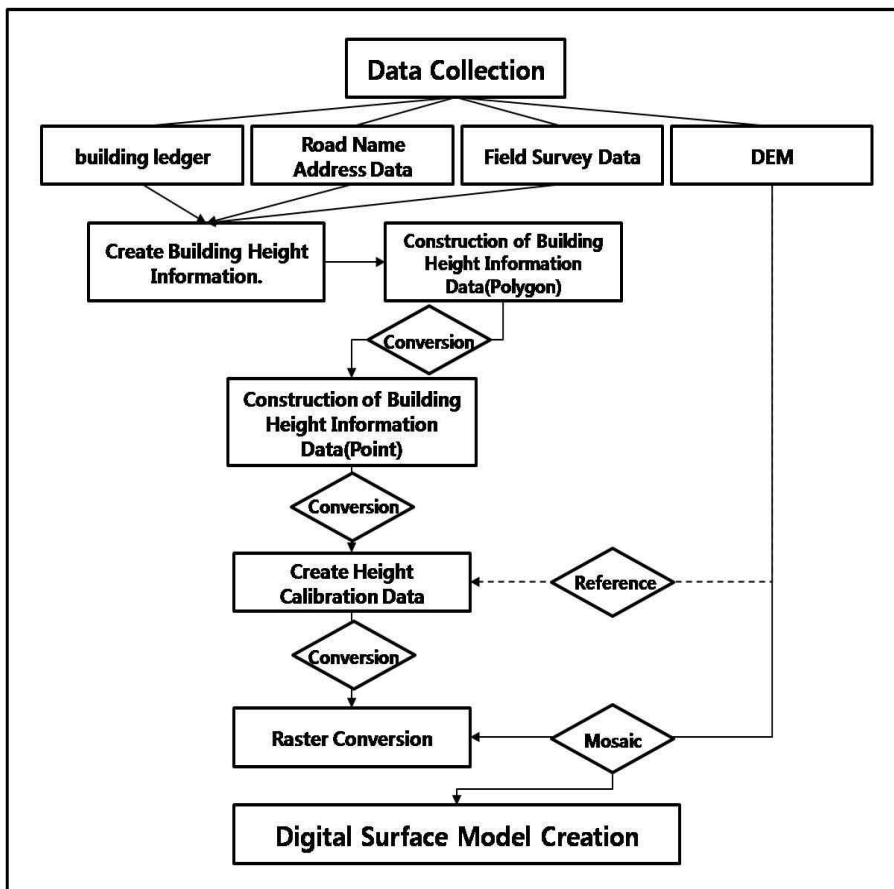


FIGURE 3. DSM creation process

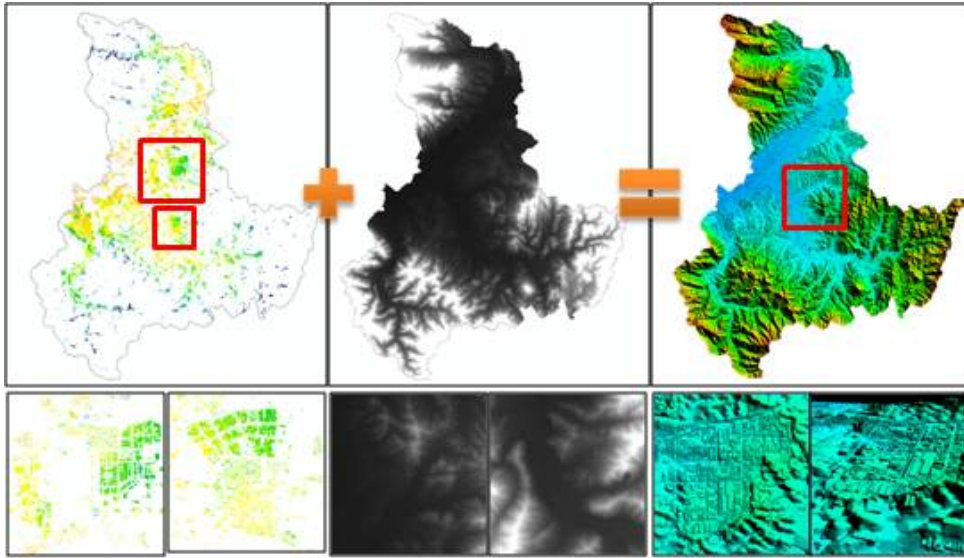


FIGURE 4. DSM of Gyeongsan city

기 구축된 벡터 형태의 건축물 높이 정보를 DEM과 동일한 격자 크기의 Raster 형태로 변환하며, 변환된 Raster 형태의 건축물 높이 정보와 DEM의 합성을 통해 DSM을 생성하게 된다. 그림 3과 4는 DSM의 생성과정과 생성된 DSM을 나타내고 있다.

2. 태양위치 산정 및 그림자 정보 추출

연구 대상지의 건축물별 일조량을 산정하기

위해서는 태양의 위치에 따른 그림자 변화에 대한 정량적인 정보가 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 일조량을 산정하기 위해 태양의 위치에 따른 그림자의 변화를 분석하고 이를 정보화하여 정량적 데이터로 획득할 수 있는 Solar View 기법을 활용하여 그림자 분석 시뮬레이션을 수행하였다.

Solar View 기법은 여러 분석 기법들 중 일조량 산정에 필수 요소인 일조시간의 계산이

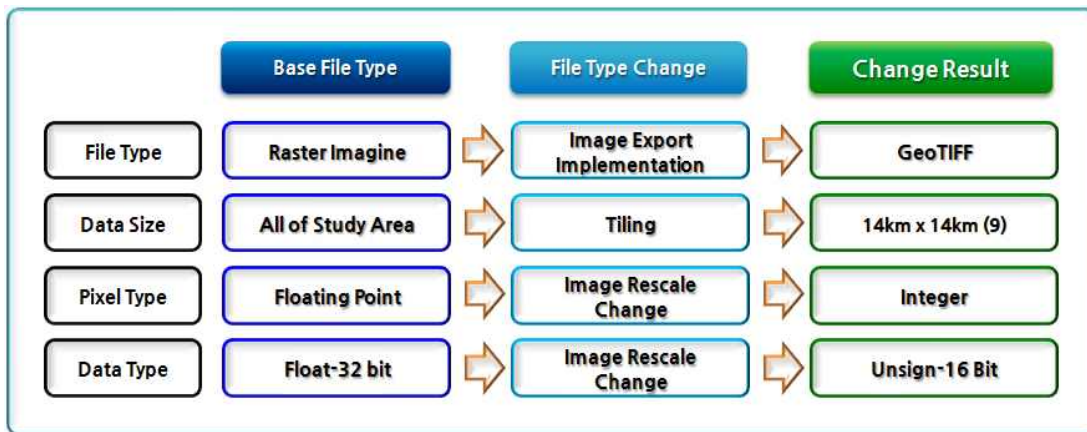


FIGURE 5. The result of type change

용이하고 시간대별 태양의 위치에 따른 그림자 정보의 획득이 가능하여 누적된 일간 그림자 정보의 추출이 가능하다.

이러한 기법을 바탕으로 수행되는 그림자 분

석 시뮬레이션은 분석에 대한 안정성과 처리 속도, 정확한 데이터의 표출 등을 위해 분석 시뮬레이션에 입력 자료가 되는 DSM의 자료 형태를 변환하는 과정을 수행하였으며, 이를 통해

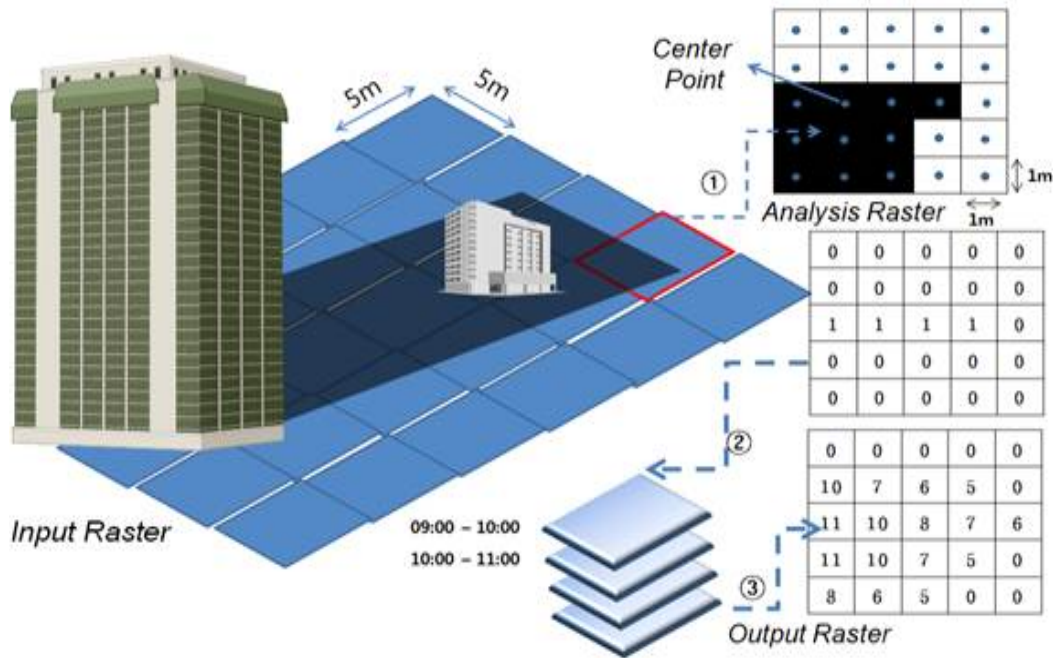


FIGURE 6. The concept of shadow information extraction

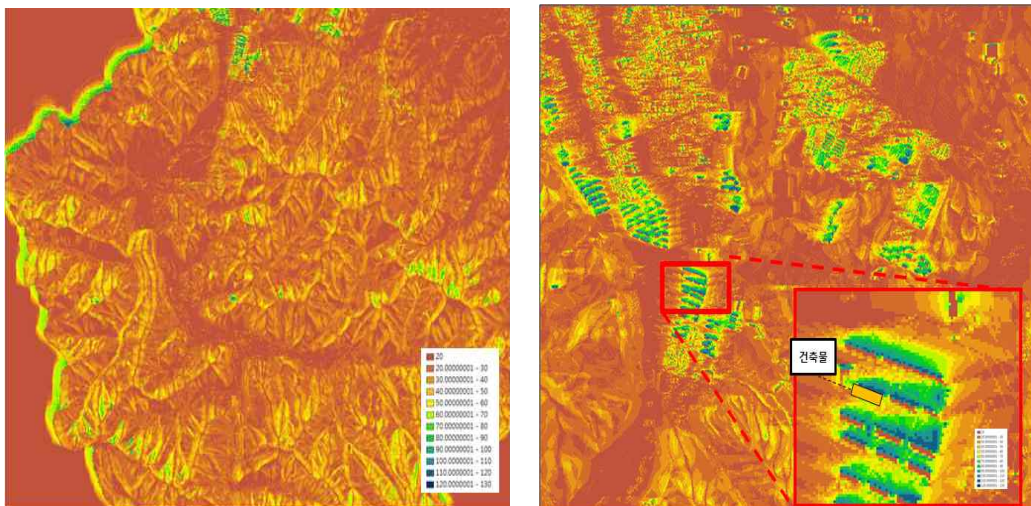


FIGURE 7. The examples of shadow extraction

최적화된 자료 형태를 선정하였다(그림 5).

이러한 과정을 통해 태양광 에너지 자원의 활용을 위해 고려되는 대상인 3차원 지형지물의 그림자 영역 정보를 시간대 별로 추출하여 그림자의 이동을 정량화하였다. 시뮬레이션은 시간대별로 변화 정보를 추출하기 위해 일출에서 일몰까지의 시간을 1시간 단위 별로 분할하여 각 시간대별 태양 위치에 따른 그림자의 변화를 분석한다. 이를 통해 그림자 정보가 Raster의 각 Cell 단위로 누적되어 저장된다. 예를 들어 일출에서 일몰까지의 시간이 7시간 일 때 건축물 인근 1m의 범위에 6시간의 그림자가 위치해 있을 경우 그림자가 위치되어있던 각 Cell 들은 6이라는 누적치를 가지게 된다. 그림 6은 그림자 정보의 추출을 개념적으로 나타내고 있으며 그림 7은 그림자 정보가 표출된 결과물의 예시이다.

추출된 예시에서 나타나듯이 그림자의 누적이 오랜 시간 동안 지속될수록 높은 누적치를 표출하게 된다. 이러한 그림자 누적치를 통해 건축물에 기인한 그림자의 누적시간뿐만 아니라 인근 지형으로 인해 생성되는 그림자 영역의 방향 및 누적 특성을 확인할 수 있다.

3. 그림자 분석 자료의 검증

그림자 분석 데이터는 일조량의 산정뿐만 아니라 이를 통한 일조량 정보의 제공에 있어 중요한 요소이므로 분석 데이터에 대한 높은 정확도가 요구된다. 그러므로 데이터에 대한 정확도의 향상을 위해 그림자 분석에 기반이 되는 건축물 데이터의 대한 정확도 검증을 수행하였다. 정확도 검증은 현장조사를 수행하여 건축물의 높이뿐만 아니라 실제 그림자 생성을 측정하여 데이터 간에 비교를 통해 수행하였다. 검증을 위한 데이터의 선정은 경산시의 건축물 중에서 무작위로 선정하여 현장조사를 수행하게 된다. 현장조사에는 레이저 거리 측정기를 활용하였으며, 그림자의 측정 방법은 시뮬레이션과 동일한 시간에 해당 건물의 그림자에 각 모서리에 레이저 거리 측정기를 설치하고 그림자와 건물 간의 길이를 측정하고 삼각 함수 법을 통해 그림자 생성 각을 계산하여 시뮬레이션 데이터와 비교를 통해 검증하였다. 이때 그림자 생성을 명확히 확인할 수 있도록 태양이 구름에 영향을 받지 않는 청명한 날을 선정하여 조사를 실시하였다. 또한 건축물에 따른 그림자의 생성을 명확히 측정하기 위해 태양의 고도를 고려하여 그림자의 생성이 뚜렷한 07시, 08시, 09시, 10시, 16시를 선정하였으며 현장조사를 통한 데이터의 검증 방법은 그림 8

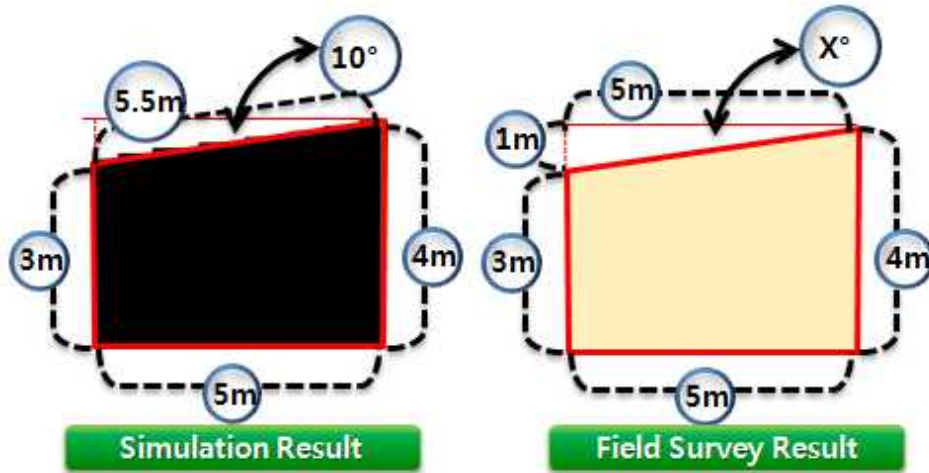


FIGURE 8. Validation method of shadow information

TABLE 1. Result of field survey

No.	Measurement value(m)	Analysis value(m)	Comparison value(m)	Percentage of accuracy
Sample 1	32.787	32	-1.787	0.945
Sample 2	10.354	10	-0.354	0.965
Sample 3	9.105	9	-0.105	0.988
Sample 4	26.328	26	-0.328	0.987
Sample 5	8.953	8	-0.953	0.893
Sample 6	4.687	5	0.313	0.937

과 같다.

시뮬레이션을 통해 획득된 그림자 정보는 그림자의 생성 정보만을 고려하여 현장 측정을 수행하며, 조사된 측정치와 데이터 간의 비교 검증을 수행하여 정확도 검증을 실시한다. 이러한 비교를 통해 현장조사 자료를 통한 그림자 데이터의 정확도 검증은 표 1과 같이 나타났다.

그림자 분석 시뮬레이션의 결과물인 그림자 정보와 실제 측정된 현장조사 자료를 비교해본 결과 약 1m 내외의 오차가 있는 것으로 나타났다. 이는 실제 측정시간과 시뮬레이션의 분석 시간 간의 시간차를 고려하였을 경우 높은 정확도를 가지는 것으로 판단되었다.

결과 및 분석

1. 시뮬레이션 날짜선정 및 그림자 정보 추출

일조량 분포 표출 및 분포 특성의 파악은 태양에너지 시설물과 태양 에너지 발전의 효율을 극대화하기 위한 필수 정보로써, 태양에너지의 보급과 확대를 위한 전략적 요소이다. 일조량은 태양에너지가 특정 물체의 표면이나 지표면에 비치는 양을 의미하는 것으로, 최근 그 활용이 증가하고 있는 태양광 에너지의 주요 인자로서 일조시간과 가조시간을 통해 추출된다.

본 연구에서는 일조량 산정을 위한 연중 대표 일을 선정하고, 선정된 대표 일에 대해 그림자 분석 시뮬레이션을 실행하여 그림자 정보를 추출 하였다. 연중 대표 일은 그림자 시뮬레이션 결과물의 용이성과 태양광의 활성도를 고려하여 태양이 지표면을 비추는 시간이 길고 남

중고도차가 높아 그림자의 생성이 뚜렷한 여름에 해당하고 Julian Date 365일중 정중앙에 해당해 대표성을 띄는 183일로 선정하였으며 이는 2013년의 경우 7월 2일에 해당한다.

선정된 대표 일에 대해 그림자 분석 시뮬레이션의 수행을 위해 한국천문연구원에서 해당 일의 일출·몰 시간을 확인하여 시작 시간과 종료시간을 설정하였다. 이때 시뮬레이션의 특성상 1시간 단위의 분석이 수행되므로 시작시간은 06시 00분 종료시간은 19시 00분으로 설정하였다. 시작 시간의 경우 실제 일출 시간인 05시 13분과 유사한 05시 00분으로 설정되어야 하나 태양의 일출 시각보다 빠른 시각이므로 분석 대상 지역 전체에 태양정보가 입력되지 않게 되어 06시 00분으로 설정하였으며 종료시간 또한 실제 일몰시간인 19시 45분에 근사한 20시 00분을 선정해야 하나 실제 일몰 시각보다 늦은 시각이므로 19시 00분을 선정하였다. 아래 그림 9는 해당일의 태양의 위치 변화에 따른 그림자 정보를 획득한 결과이다.

2. 그림자 분석 자료를 통한 일조량 산정

획득된 그림자 정보를 기반으로 일조량을 산정하기 위해서는 시간대별 그림자 생성에 대한 누적율을 구해야 한다. 이를 위해 각 시간대별 그림자 정보를 중첩하였으며 그 결과는 그림 10과 같다.

누적된 그림자 정보는 태양의 위치에 따른 그림자의 변화에 따라 그림자가 지는 시간을 누적한 데이터로써 지형이나 인근 건축물 등 주변 환경에 대한 영향을 받는다. 그림 10에서 표시

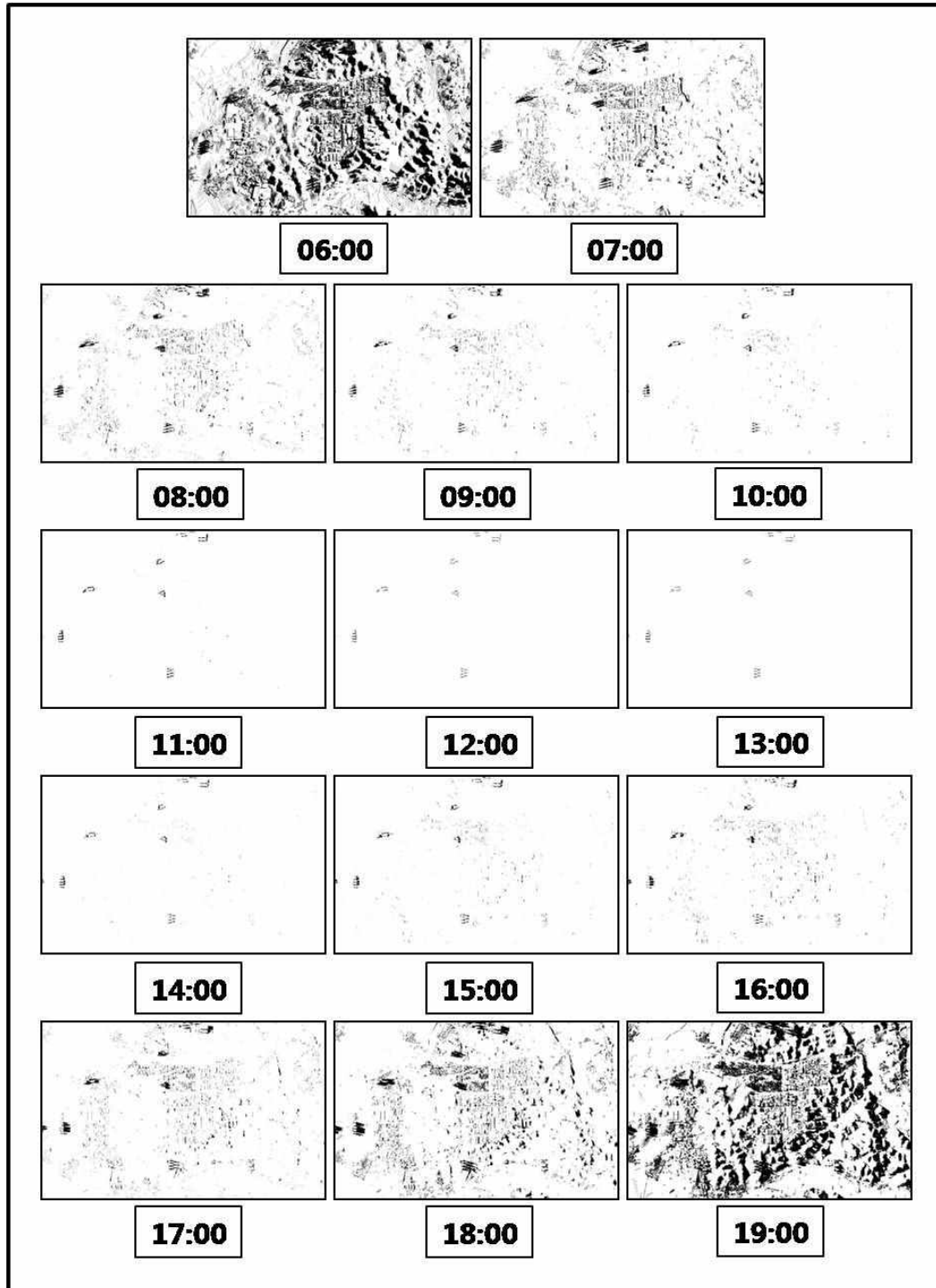


FIGURE 9. Shadow simulation result

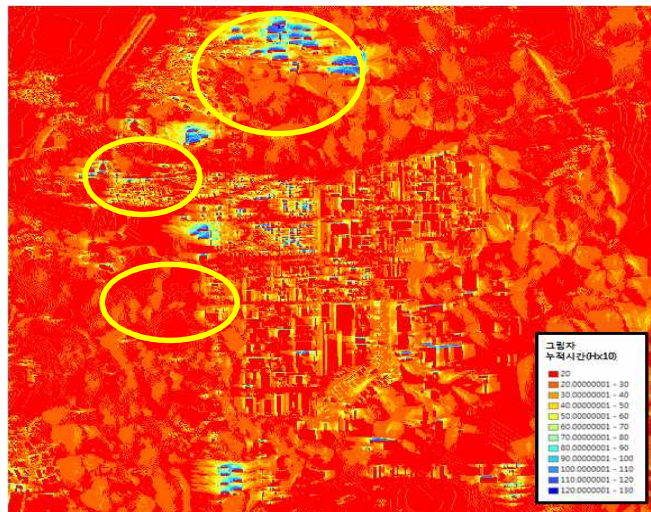


FIGURE 10. Shadow data result

된 지역을 확인해보면 그림자 누적이 두드러지게 나타나며, 이는 그림자에 영향을 미치는 인근 산간지역과 인접한 건축물 간 조밀한 간격 및 높이차로 인해 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있다. 그림자 정보 누적데이터는 기 구축된 건축물 높이 정보에 입력하여 해당지의 일조시간을 산정하게 된다.

그림자 정보 누적데이터의 누적정보의 추출은 이후 일조량 산정을 위한 계산을 위해 Raster 형태의 데이터를 Vector 형태의 건축물 높이 정보에 입력해야한다. 그러므로 건축물 데이터인 Polygon 형태의 도형 자료에 중심점을 생성하여 중심점이 위치하는 Cell의 속성정

보를 추출하여 입력하게 된다. 입력과정의 예는 그림 11과 같다.

위와 같은 과정을 통해 일조시간을 산정하게 되는데, 일조시간은 태양광선이 구름이나 안개로 가려지지 않고 지상을 비추는 것으로 실제 비친 시간을 말하며, 보통 1일이나 한 달 동안에 비친 시간 수로 나타낸다. 일조량 산정을 위해 사용되는 일조시간은 기상인자에 대한 영향이 없다는 가정 하에 각 건축물별로 그림자 누적 자료를 일출·몰 시간에서 제외하여 생성하였다. 일조시간과 더불어 일조량을 산정하기 위해 활용되는 가조시간은 태양의 중심선이 지평선으로 올라와 다시 지평선으로 질 때까지의

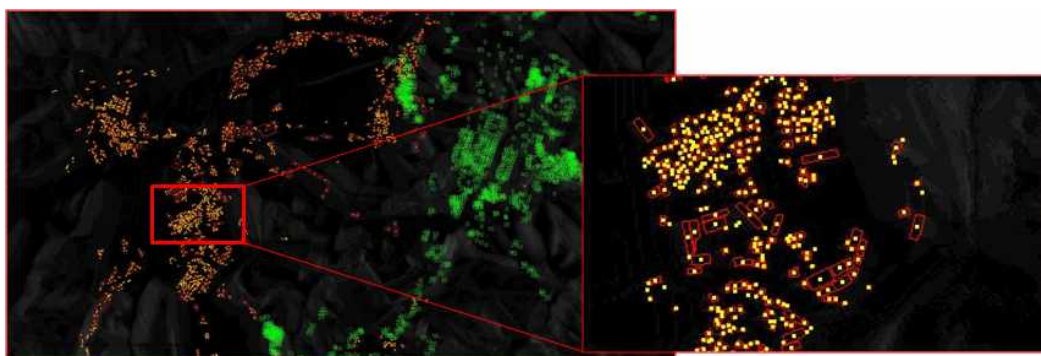


FIGURE 11. Attribute data input process

TABLE 2. Field survey result

No	PNU	Accumulation time	Duration of sunshine	Possible duration of sunshine	Amount of sunshine
1	4729025321102050001023327	8	6	14	43
2	4729025321104140002018784	1	13	14	93
3	4729025322102560000024591	4	10	14	71
4	4729025322107440000000001	2	12	14	86
5	4729025322109060002025371	1	13	14	93
6	4729025322110890000025293	10	4	14	29
7	4729025323100560007021796	3	11	14	79
8	4729025323103170001025609	5	9	14	64
9	4729025324105850000000001	2	12	14	86
10	4729025325101220006020537	9	5	14	36
11	4729025326104280002000001	0	14	14	100
12	4729025327101810000019703	4	10	14	71
13	4729025327101940000019678	4	10	14	71
14	4729025327102950001000001	2	12	14	86
15	4729025328101880025022258	0	14	14	100
16	4729025329100150000022727	8	6	14	43
17	4729025331100250005000001	5	9	14	64
18	4729025331100260023000001	5	9	14	64
19	4729025333102630000017388	1	13	14	93
20	4729025335101240000017035	5	9	14	64
21	4729025336100530002017157	5	9	14	64
22	4729025337100900000017078	1	13	14	93
23	4729025338101520003018164	5	9	14	64
24	4729025339100490008018013	1	13	14	93
25	4729025340104450000000001	6	8	14	57
26	4729025341104260000017863	4	10	14	71
27	4729025342104320000000003	2	12	14	86
28	4729025343102260001025038	3	11	14	79
29	4729025343104310000000001	2	12	14	86
30	4729025345103640003025205	4	10	14	71

시간 길이를 말한다. 가조시간은 위도와 계절에 의하여 결정되고, 산악 등 지형에 의한 시간의 보정은 시행하지 않으며 가조 시수라고도 한다. 가조시간은 한국천문연구원에서 획득하였으며, 획득한 가조시간과 일조시간을 바탕으로 일조량을 산정하였다. 일조량을 산정하기 위해 통상적으로 사용되는 일조량 산정식을 바탕으로 일조량을 산정하였으며 표 2는 경산시 진량읍 일부의 일조량 산정표이다.


결론

본 연구에서는 다양한 신·재생에너지 자원들 중 활용성이 뛰어나고 에너지의 획득이 용이한 태양광 에너지 정보를 효율적으로 제공하기 위하여 일조량을 파악하였다.

먼저, 기 구축된 공간 정보를 활용하여 DSM을 제작하였다. 다음으로, 일조율의 영향인자인 그림자의 이동 및 변화를 획득하기 위해 다양한 태양 위치 산정 기법을 파악하였다. 산정 기법들 중 시간별 태양의 위치 산정이 가능하고

그림자 영역의 산정이 용이한 Solar View 기법을 기반으로 한 그림자 분석 시뮬레이션을 활용하였다. 또한, DSM을 기초 자료로 사용하여 그림자 분석 시뮬레이션을 수행하였다. 그림자 분석 시뮬레이션을 통해 그림자 정보를 획득하고 이를 합성하여 그림자 정보 누적 데이터를 작성하였다. 마지막으로 그림자 정보 누적 데이터를 통해 일조 정보를 획득하고 이를 바탕으로 건축물 별 일조량을 산정 하였다.

산정된 일조량을 바탕으로 일조 특성을 파악해본 결과 경산시의 건물들 중 일조량이 상위 30% 내에 해당하는 건축물의 비율이 93.3%로 나타났다. 또한 읍, 면, 동 별 최대 일조 지역 및 최저 일조 지역을 파악한 결과 일조량이 70% 이상인 건축물의 비율이 가장 높게 나타난 지역은 남천면으로 건축물에 99.7%가 해당되었으며, 가장 낮게 나타난 지역은 하양읍으로 건축물에 82.1%가 해당되었다.

이를 통해 경산시가 국가 차원에서 지속적으로 시행하고 있는 태양광 발전 보급 사업에 적정 지역임을 확인할 수 있었으며 최근 증가하고 있는 태양광 에너지 정보 요구에 대응할 수 있는 기초자료를 작성할 수 있었다. 산정된 일조량을 통해 민간, 산업체 등에 객관적인 일조량 정보를 제공할 수 있을 것이며, 태양광 발전 이용의 의사결정 지원 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 건축물과 지형 자료만을 고려한 일조량의 산정을 수행하였으므로 추가적으로 지표상에 있는 모든 고정 지물을 고려한 정일 일조량 산정에 대한 연구가 수행되어야 할 것이며, 각 건축물 간, 또는 건축물과 기타 지물과의 일조 영향에 대한 요소의 정확한 파악과 정량화된 일조 영향 지수의 산출 및 개선방안 제시 등에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 

sunshine source map using 3D GIS simulation (한국에너지기술연구원. 2013. 3D GIS 시뮬레이션을 이용한 전국 일조량 자원지도 구축 결과보고서).

Kim, D.R. 2013. The analysis of the distribution characteristics and daylight ratio calculation for buildings based on digital surface model. Master Thesis, Univ. of Kyungil, Korea (김도령. 2013. 수치표면모형 기반 건축물별 일조율 산정 및 분포특성 분석. 경일대학교 대학원 석사학위논문).

Kim, H.Y. 2010. A study on the improvement of the accuracy of photovoltaic facility location using the geostatistical analysis. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 13(2):146-156 (김호용. 2010. 공간통계기법을 이용한 태양광 발전시설 입지 정확성 향상 방안. 한국지리정보학회지 13(2):146-156).

Kim, H.Y. and H.J Baik. 2010. Analysis of highway hazardous area by sun glare intensity using GIS simulation. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 13(4): 91-100 (김호용, 백호중. 2010. GIS Simulation을 이용한 태양광에 의한 교통사고 위험지역 분석. 한국지리정보학회지 13(4):91-100).

Kim, K.D., C.Y. Yun, M.H. Jo and S.J. Kim. 2012. Mapping solar photovoltaic energy resource using LiDAR data. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(3): 148-157 (김광득, 윤창열, 조명희, 김성재. 2012. LiDAR Data를 이용한 태양광에너지 자원지도 제작. 한국지리정보학회지 15(3): 148-157).

REFERENCES

KIER(Korea Institute of Energy Research). 2013. The development of nationwide

- Kim, S.J., M.H. Jo, K.D. Kim and C.Y. Yun. 2012. Developing the analysis system for the right to daylight using GIS. Proceeding of 2012 KAGIS Fall Conference, pp.290-291 (김성재, 조명희, 김광득, 윤창열. 2012. GIS를 이용한 일조권분석 시스템개발. 2012 한국지리정보학회 추계학술대회논문집. 290-291쪽).
- Newcomb, D. 2012. Using GRASS GIS to model solar radiation on North Carolina aquatic habitats with canopy data. Transactions in GIS 16(2):161-176.
- Song, J.Y. and Y.S. Choi. 2012. Design of rooftop photovoltaic system using GIS. Proceeding of 2012 KAGIS Fall Conference, pp.240-241 (송진영, 최요순. 2012. GIS를 이용한 옥상 태양광 발전 시스템의 설계. 2012 한국지리정보학회 추계학술대회발표논문집. 240-241쪽). **KAGIS**