

공간통계기법을 이용한 태양광발전시설 입지 정확성 향상 방안

김호용^{1*}

A Study on the Improvement of the Accuracy of Photovoltaic Facility Location Using the Geostatistical Analysis

Ho-Yong KIM^{1*}

요 약

본 연구의 목적은 효율적 태양광발전시설의 입지를 위하여 가장 큰 변수인 일사량 및 일조시간의 계산 및 추정 정확성을 향상시키는 것이다. 신재생에너지와 관련하여 태양에너지에 관한 연구는 활발히 이루어지고 있지만 태양광발전시설의 입지에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 GIS환경에서 태양에너지에 가장 영향을 미치는 요인 중 하나인 지리적 요인을 대상으로 일조시간 및 일조량을 계산하였으며, 이 때 산란 일사량을 이용하여 분석 결과를 보정하였다. 또한 입력 데이터가 제공하는 공간해상력을 벗어나는 부분에 대한 값을 추정하기 위하여 공간통계분석방법인 정규 크리깅을 수행하였으며, 정확한 값을 추정하기 위해 데이터들의 공간적 상호관계와 연속성을 파악할 수 있는 베리오그램을 이용하였다. 이 과정에서 베리오그램 인자 값 및 적용 가능한 베리오그램 모델의 추정치 비교를 통하여, 오차율이 가장 작은 모델을 선정하였다. 이는 정확한 태양광발전시설의 입지에 대한 의사결정에 도움을 줄 것으로 사료된다.

주요어 : 태양광발전시설 입지, 일사량, 일조시간, 베리오그램, 크리깅

ABSTRACT

The objective of this study was to improve the accuracy of calculation and estimation of solar radiation and duration of sunshine, which are the most important variables of photovoltaic power generation in deciding the location of photovoltaic facilities efficiently. With increasing interest in new and renewable energies, research on solar energy is also being conducted actively, but there have not been many studies on the location of photovoltaic facilities. Thus, this study calculated solar duration and solar radiation based on geographical factors, which have the most significant effect on solar energy in GIS environment, and corrected the results of analysis using diffuse radiation. Moreover, we

2010년 5월 3일 접수 Received on May 3, 2010 / 2010년 6월 17일 수정 Revised on June 17, 2010 / 2010년 6월 23일 심사완료 Accepted on June 23, 2010

1 미주리대학교 토목·건축·환경공학과 Department of Civil, Architecture and Environment, Missouri University of Science and Technology

* 연락처 E-mail : kimhoy@mst.edu

performed ordinary kriging, a spatial statistical analysis method, for estimating values for parts deviating from the spatial resolution of input data, and used variogram, which can determine the spatial interrelation and continuity of data, in order to estimate accurate values. In the course, we compared the values of variogram factors and estimates from applicable variogram models, and selected the model with the lowest error rate. This method is considered helpful to accurate decision making on the location of photovoltaic facilities.

KEYWORDS : Location, Solar Radiation, Duration of Sunshine, Variogram, Kriging

서론

우리나라는 세계 10위의 에너지 소비국이며 에너지 대외의존도 97%의 자원빈국으로, 최근 이슈가 되고 있는 환경문제와 관련하여 저탄소 녹색성장의 국가 비전을 제시하였다. 이러한 국가 비전을 실현하고 기후변화에 대처하기 위해서는 이산화탄소를 방출하지 않는 청정에너지의 개발이 시급한 실정이다. 이에 정부는 '에너지비전2030'을 제시하여 석유의존도를 줄이고 신재생에너지 보급률을 현 2% 수준에서 11%까지 올리겠다고 발표하였으며, 이를 위하여 '신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법'을 제정하여 정부보조 사업을 시행하고 있다.

신재생에너지와 관련하여 최근 관심이 증대되고 있는 부문이 태양광 에너지 부문이며, 국내의 연구 역시 신 재생에너지 중 태양에너지에 관한 연구가 전체의 70%이상 차지하고 있다(최원기와 서승직, 2006). 이정택 등(1995)은 우리나라의 계절별 일조시간과 기온에 대한 분석에서 일사량과 일조시간은 양의 상관관계를 보인다고 하였고, 부경은 등(2005)은 한반도 일조시간과 일사관측 자료의 공간 상관성을 분석하여 일사량은 지점이 가까이 위치하면 큰 차이가 나타나지만 일조시간은 그렇지 않다고 하였다. 조덕기 등(2006)은 태양광 발전소 설립에 중요한 일사량과 청명일수에 대한 연구를 수행하여 남향에 지표면에 대한 경사각도가 30° 부근에서 최대의 태양광에너지를 받는다고 하였다.

태양에너지에 관한 연구는 꾸준히 진행되고 있

지만, 대부분 태양열 분야, 태양전지 분야, 태양채광분야가 주류를 이루고 있으며, 태양광발전소의 입지에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이에 신용선 등(2008)은 우리나라에서는 태양에너지의 연구에 대해서는 이루어지고 있으나 태양광발전소의 입지에 관한 연구가 미흡한 실정이며, 실제로 태양광 발전소가 국가정책 및 정부지원을 받으며 최근 급격한 증가세를 보이고 있지만 일부발전소는 이용률이 10%정도로 저조한 실정이라고 하였다. 태양광발전소의 입지에 관한 연구의 필요성과 같은 맥락으로 기상청(2008)에서는 태양광발전소 부지 선정을 위해 태양에너지에 영향을 주는 일사량, 일조시간, 강수량, 강수일수, 강수지속시간, 평균기온, 평균 최고기온, 평균 최저기온, 운량, 상대습도, 안개일수, 황사일수, 연무일수, 박무일수 등 14개 요소의 전국 관측치를 이용하여 태양에너지 최적 활용을 위한 기상자원을 분석하였다. 하지만 22개 관측지점의 기상요소를 분석하였기 때문에 우리나라 전체를 대표하는 확대해석 및 정확한 입지결정에는 한계가 있다.

따라서 태양광발전 이용률을 높이고 태양광산업의 지속적인 발전을 위해서는 보다 정확한 태양광 발전시설의 입지에 관한 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 GIS환경에서 태양에너지에 가장 영향을 미치는 요인 중 하나인 지리적 요인을 대상으로 일조시간 및 일조량을 계산하며, 입력 데이터의 공간해상력을 벗어나는 부분에 대해서는 공간통계분석을 이용하여 가장 정확도가 높은 모델을 적용함으로써 태양광발전시설의 입지에 관한 의사결정에 정확성을 향상하고자 한다.

대상지역 및 연구방법

본 연구에서 분석한 일조시간 및 일조량의 비교를 위하여 기상청에서 관측 값을 제공하는 지점 중 한 지점을 대상지역으로 선정하였다. 기상청은 태양광지도를 작성하기 위해 최근 20년간 전국에 22곳의 일사관측지점에서 관측한 데이터를 사용하였다. 관측 이외의 지역에 대해서는 지점과 지점사이를 등치선으로 표시하여 참고하였으며, 전국 22곳의 관측 지점 및 결과는 표 1과 같다. 기상청의 보고서에 의하면 경남 진주시와 광주시, 대전시, 충남 서산시 등의 도시들이 상대적으로 일사량이 풍부하게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 일사량과 일조시간이 모두 높은 도시인 진주시를 대상지역으로 설정하여 분석을 실시하였다.

TABLE 1. Location and result of analysis point

지점	위도 (북위)	일사량 (MJ/m ²)	일조시간 (시간)
대관령	37.66	4,574(98%)	2,010(100%)
춘천	37.90	4,598(98%)	7,964(98%)
강릉	37.75	4,531(97%)	2,009(98%)
서울	37.57	4,144(89%)	1,865(93%)
인천	37.48	4,735(101%)	2,171(108%)
원주	37.34	4,608(99%)	1,858(93%)
수원	37.27	4,608(94%)	1,858(93%)
서산	36.78	4,813(103%)	2,032(101%)
청주	36.64	4,709(101%)	2,069(103%)
대전	36.37	4,820(103%)	2,073(103%)
추풍령	36.22	4,523(97%)	2,038(102%)
안동	36.57	4,603(98%)	2,069(103%)
포항	36.03	4,737(101%)	2,118(106%)
대구	35.89	4,673(100%)	2,139(106%)
전주	35.82	4,509(96%)	1,962(97%)
광주	35.17	4,864(104%)	200(100%)
부산	35.10	4,669(100%)	2,167(108%)
목포	34.82	5,110(109%)	2,041(102%)
흑산도	34.69	4,980(107%)	1,802(90%)
제주	33.51	4,536(97%)	1,767(88%)
고산	33.29	4,702(101%)	1,890(94%)
진주	35.21	5,047(108%)	2,105(105%)

()안은 전국대비 %

태양광 발전시설의 입지분석을 위하여 본 연구는 크게 두 단계로 나누어 진행하였다. 첫 번째 단계는 가장 중요한 입지요인인 일사량 및 일조시간을 분석하는 단계로, 이를 위해 국토지리정보원에서 제공하는 1:25,000수치지도 및 GIS소프트웨어인 ArcGIS와 프로그래밍 소프트웨어인 Matlab을 이용하였다. 수치지도 데이터를 이용하여 TIN(Triangulated Irregular network)데이터를 생성한 후, TIN으로부터 대상지의 표고 및 경사도분석을 실시하였다. 분석한 결과는 점(point)형식으로 변환한 후 속성 테이블의 결합을 통하여 같은 위치에 존재하는 지형속성 값을 하나의 데이터로 저장하였다. 이 데이터를 이용하여 각 지점의 직접 일사량, 산란 일사량, 그리고 총 일조시간을 분석하였다.

두 번째 단계는 분석된 지점 이외의 지역인 미 관측 지점에 대한 값을 추정하는 단계로, 공간통계방법인 정규 크리깅(Ordinary kriging) 방법을 이용한 내삽법을 수행하였다. 이 때 보다 정확한 값의 도출을 위하여 공간적 상호관계를 파악할 수 있는 베리오그램(variogram)을 통하여 모델링하였다. 수행된 베리오그램 모델링 값은 최종적으로 오차 값이 작은 변수 및 모델 선정을 통하여 가장 정확한 값을 추정하였다.

태양에너지 변수 및 공간통계

1. 태양에너지 변수

태양 일사량(solar radiation)은 지표면에 도달한 태양에너지로, 공기분자, 먼지, 수증기, 오염물질, 구름 습도등에 의해서 영향을 받는다. 즉 일정지역에서 직접 받을 수 있는 직사 일사량(direction radiation)과 다른 환경요인에 영향을 받은 산란 일사량(diffusion radiation)의 합에 의해 결정된다.

일조시간은 태양의 위치 및 태양에너지를 받아들이는 지역의 위치에 따라 달라진다. 여기서 그 지점의 위도를 Φ , 태양의 적위(Solar declination)를

δ , 시각(Hour angle)을 H 라 하면 태양의 천장각 θ 는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\cos\theta = \sin\Phi\cos\delta + \cos\Phi\cos\delta\cos H \quad (1)$$

태양의 적위는 천구상의 천체의 위치를 나타내는 좌표의 하나로서, 태양으로부터의 광선이 지구의 적도면과 이루는 각으로 $+23.5^\circ \sim -23.5^\circ$ 의 값을 가지며 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\delta = 23.45^\circ \sin(360^\circ \times (284 + n)/365) \quad (2)$$

여기서 n 은 일 년 중의 날짜(day of the year)를 숫자로 표현한 것으로 $1 \leq n \leq 365$ 의 값을 가진다. 태양의 고도 h 는 0° 에서 90° 의 값을 가지며, 일출과 일몰시의 $h=0^\circ$ 이다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\sin h = (\sin\delta \times \sin\Phi) + (\cos\delta \times \cos\Phi \times \cos H) \quad (3)$$

태양의 수평적 위치를 나타내는 방위각(solar azimuth)를 α 라 하면 α 는 -180° (east) $\leq \alpha \leq 180^\circ$ (west)의 값을 가지며 다음과 같다.

$$\cos\alpha = (\sinh \times \sin\Phi - \sin\delta) / (\cosh \times \cos\Phi) \quad (4)$$

따라서 위의 식으로부터 대상 지역의 위도 및 지역과 태양사이의 수평각과 수직각을 설정하면 일조시간을 계산할 수 있다.

2. 공간통계 및 베리오그램

분석된 데이터들을 이용하여 측정되지 않은 미지의 값을 추정하기 위해서는 먼저 데이터들의 공간적 상호관계와 연속성을 파악해야한다. 이에 대한 대표적인 척도로 공분산과 베리오그램(variogram)이 있다. 본 연구에서 적용한 베리오그램은 일정한 거리에 있는 자료들의 유사

성을 나타내는 척도로, 일정거리 h 만큼 떨어진 두 데이터들 간의 차이를 제공한 것의 기댓값으로 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$r(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (5)$$

여기서 h 는 지연거리(lag distance)로 두 자료 간에 떨어져 있는 거리를 말하며, n 은 지연거리 h 만큼 떨어진 샘플 자료 쌍의 개수를 나타낸다. 베리오그램의 반에 해당하는 값을 반베리오그램(semivariogram)이라 하고 모델링을 위해 필요한 인자를 그래프로 정의하면 그림 1과 같다¹⁾.

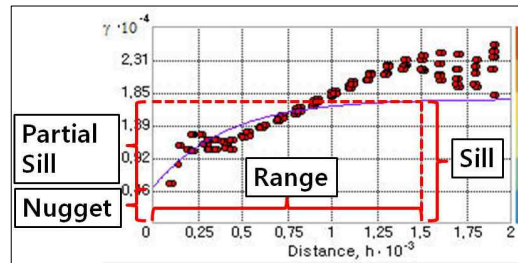


FIGURE 1. Semivariogram and parameter

그림 1은 명확히 위의 식(5)에서 구한 반베리오그램(semivariogram)이지만 흔히들 베리오그램, $r(h)$ 이라고 부르며 본 연구에서도 혼용하여 사용하였다. 베리오그램 함수에서 h 는 이방성(anisotropy)을 가정할 경우 방향과 거리 모두를 포함하는 벡터가 되며, 등방성(isotropy)을 가정할 경우 단일인자가 되어 거리만을 의미한다.

태양에너지 분석 및 정확성 검증

1. 일조시간 및 태양일사량 분석

태양의 일조시간 및 일사량에 가장 영향을 주는 요인은, 그 지역에 대한 태양의 수평적 요인 및 수직적 요인 그리고 지역적 요인이다. 수평적 요인은 대상지와 태양 사이의 수평각을, 수직적

요인은 대상지와 태양사이의 수직각을 의미한다. 지역적 요인은 대상지가 위치한 위도(latitude)이며 대상지인 진주는 북위 35.21도에 위치하고 있다. 대상지역인 진주지역에서 정동(East)과 정서(West)방향을 바라봤을 때 운전자의 시야각(Driver's cone of vision)에 들어오는 태양의 시간을 Matlab프로그램을 이용하여 계산하여 나

타내면 그림 2 및 그림 3과 같다. 그림에서 x축은 날짜를 나타내고 y축은 하루의 시간을 나타낸다. 이는 앞장에서 제시한 식(1)~(4)를 이용하여 분석한 결과로 태양의 일조시간은 위도와 수평적 요인, 수직적 요인간의 함수이다. 결국 3가지 요인만 있으면 특정지역에서의 태양에너지의 입사에 대한 결과를 분석 할 수 있다.

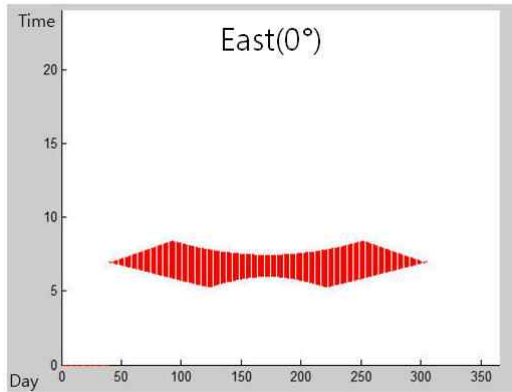


FIGURE 2. Sun intensity time(East)

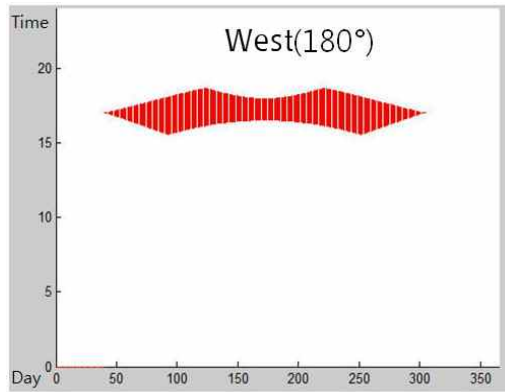


FIGURE 3. Sun intensity time(West)

이러한 방법을 이용하여 본 연구에서는 태양 광발전시설의 입지에 영향을 주는 요인 중 가장 밀접한 관계가 있는 지리적 요인을 적용하여 태양의 일조시간을 분석하였다. 그림 4와 그림 5는 수치지도에서 추출한 표고데이터를 이용하여

구축한 TIN데이터로부터 분석한 대상지역의 방향(Aspect), 경사도(Slope)를 나타낸 주제도이다. 격자의 크기는 20m×20m이며, 각각의 속성은 계산 및 데이터 분석에 용이하도록 정수형(Int)으로 변환하였다.

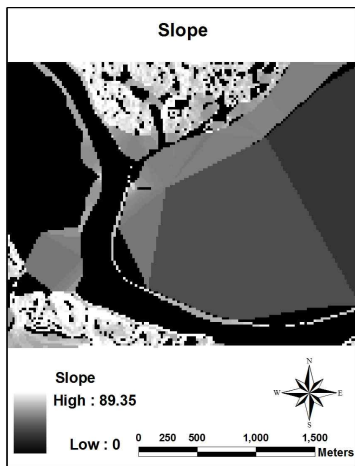


FIGURE 4. Slope analysis

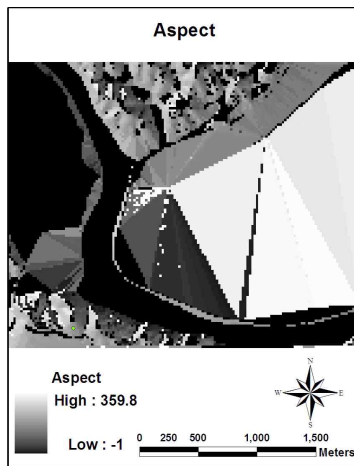


FIGURE 5. Aspect analysis

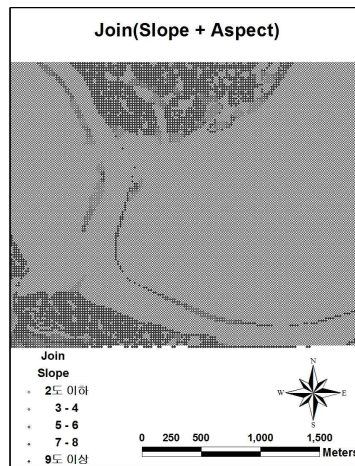


FIGURE 6. Join attribute

경사는 대상지와 태양간의 수직각을, 방향은 대상지와 태양사이의 수평각을 계산하는데 사용되었다. 계산을 위하여 Raster 형식으로 구축된 각 속성을 Vector 형식으로 변환하여 중심점에 셀의 속성 값을 저장하였다. 그림 6은 변환된 주체도의 속성을 결합한 형태의 점 데이터로 표현한 결과이다. 이 결과를 지역적 요인인 위도(latitude)와 결합하여 일조시간 계산에 최종 적용하였다.

태양 에너지의 계산을 위해, hemispherical viewshed algorithm에 기반을 두며 Rich등에 의해 개발되고 Fu와 Rich에 의해 개선된 방법이 적용된 Solar Radiation Analysis Tool을 사용하였다((Rich 1990; Rich et al. 1994; Fu와 Rich, 2000; 2002). 직사 일사량(direct radiation), 산란 일사량(diffuse radiation), 분석된 일조시간(direct duration)은 그림 7, 그림 8, 그림 9와 같다.

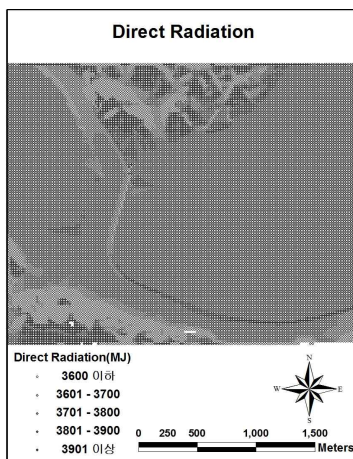


FIGURE 7. Direct radiation

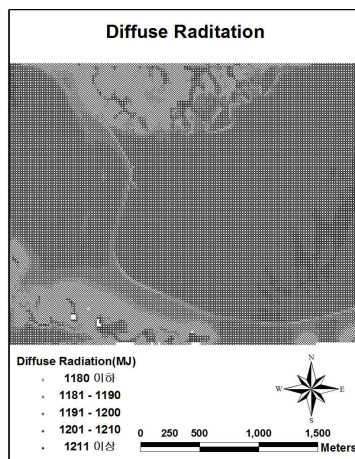


FIGURE 8. Diffuse radiation

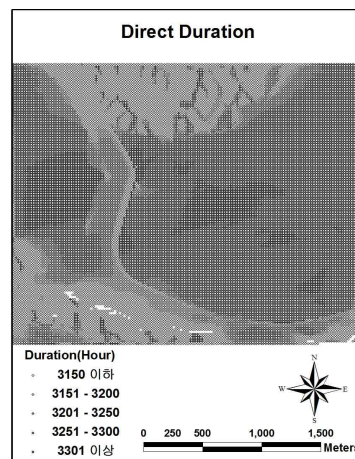


FIGURE 9. Direct duration

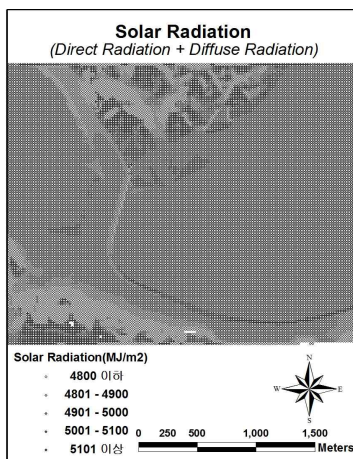


FIGURE 10. Solar radiation

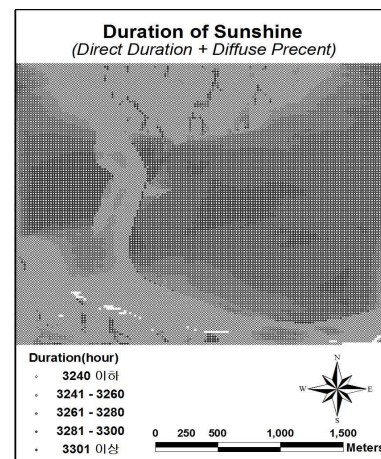


FIGURE 11. Duration of sunshine

그림 10은 총 일사량에 대한 결과로 직사 일사량과 산란 일사량을 합한 에너지양이며, 그림 11은 총 일조시간에 대한 결과로 일조시간에 환경적 요소를 보정하기 위해 산란비율을 적용한 결과이다. 산란비율은 총 일사량 대비 산란 일사량의 비율로 대상지역의 경우 지역에 따라 45%~81%의 값을 나타냈다.

2. 베리오그램 인자결정

계산된 지점 이외의 값을 추정하기 위하여 본 연구에서는 베리오그램의 지표를 이용하여 크리깅 내삽법을 적용하였다. 또한 분석된 베리오그램 인자 값 및 적용 가능한 베리오그램 모델의 추정치 비교를 통하여, 오차율이 가장 낮은 정확한 모델의 선정을 통하여 공간통계분석을 수행하였다.

일반적으로 반베리오그램의 분포는 관리 가능한 lag의 수로 나누어진 샘플 자료 쌍으로 구성되어있으며, 이러한 절차를 binning이라고 부른다. lag의 크기 및 숫자에 따라 베리오그램 모델 및 모델을 구성하는 너깃(nugget), 상관거리(range), 문턱값(sill)과 같은 매개변수가 변한다. 따라서 lag의 크기(lag size)를 조정하는 것은 매우 중요하다. 일반적으로 샘플 데이터가 규칙적인 격자구조(pseudoregular grid)에 위치하고 있으면 격자간의 거리가 최적의 lag의 크기이며, 임의로 선택하였을 경우 이웃한 점들 간의 평균거리를 대표적인 lag의 크기로 사용할 수 있다(Isaacs 와 Srivastava, 1989; Park, 2009). 본 연구에서 사용된 데이터는 20×20의 정규격자로 구성하였으며, 실질적으로 데이

터 간 평균 거리를 분석한 결과 평균거리도 20.8이었다. 따라서 본 연구에서는 lag의 크기를 20으로 결정하였다.

또한 본 연구에서는 보다 정밀한 베리오그램을 계산하기 위해 방향에 따른 영향력(directional influence)을 적용하였다. 이는 일정한 방향에 따라 지연거리가 h만큼 떨어진 데이터들을 이용하여 이방성(anisotropic) 베리오그램을 계산할 수 있다. 분석결과 본 연구에서 사용된 데이터는 방향성을 가지고 있으며, 거리(range) 인자 이외에도 각 모델마다 계산된 방향(direction) 인자를 적용하였다.

계산된 실험적 베리오그램을 바탕으로 이를 가장 잘 대표하는 이론적 베리오그램을 찾아내는 것은, 주관적인 판단에 의한 베리오그램의 선정으로 인한 오류 및 예측의 최종결과에 직접적인 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 본 연구에서 계산된 베리오그램은 지연거리가 증가하면서 자료들의 상관성이 줄어들어 베리오그램의 값이 일정한 값, 즉 문턱 값까지 증가하다가 일정한 지연거리 이상에서는 그 값이 일정하게 나타났다. 문턱 값이 존재하는 경우 적용할 수 있는 모델로는 선형모델(linear), 구형모델(spherical model), 지수모델(exponential model), 가우스 모델(Gauss model), 너깃모델(nugget model)이 있으며, 본 연구에서는 그중 선형모델과 구형모델 그리고 지수모델을 적용하여 추정 값을 비교 검증하였다. 각 모델별로 수행된 베리오그램의 인자 및 변수 값은 표 2와 같다.

TABLE 2. Semivariogram modeling

Semivariogram	Lag Size	Partial Sill	Nugget	Anisotropy		
				Range	Direction	
Solar Radiation	Spherical	20	35,164	40,101	1,684.11	298.4
	Exponential	20	43,291	30,051	1,142.59	298.8
	Gaussian	20	31,698	45,454	1,478.02	297.5
Duration of Sunshine	Spherical	20	40,867	17,014	1,320.16	293.8
	Exponential	20	48,201	8,579.2	1,103.79	292.8
	Gaussian	20	35,766	23,497	1,130.37	294.0

3. 추정값 검증 및 모델설정

계산된 지점 이외의 지역인 미 관측 지점에 대한 추정 값을 적용하기 위하여 모델별 오차를 비교하여 가장 정확한 모델을 선정하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 예측오차(prediction error)로 RMSS(Root Mean Square Standardized), 평균오차(Mean) 그리고 평균 표준오차(Mean Standardized)를 적용하였다. 평균오차는 부호에 상관없이 나타난 모든 오차의 평균치이며, 특히 평균표준오차는 각 표본들의 평균이 전체 평균과 얼마나 떨어져있는가를 알려주는 것으로 모델의 비교에 유용하다. 평균

오차와 평균표준오차는 모두 0에 가까울수록 정확도가 높다. RMSS는 평균표준오차를 RMS로 나눈 값으로 1에 가까워야 정확도가 높다. 만약 1보다 크면 예측모델이 데이터 셋의 변동성을 과소평가한 것이며, 1보다 작으면 예측모델이 데이터 셋의 변동성을 과대평가한 것으로 볼 수 있다. 계산된 모델별 예측오차의 값은 표 3과 같다. 이러한 오차를 적용하였을 때 일사량은 가우스모델이, 일조시간은 지수모델에서 가장 작은 오차 값을 나타냈으며, 적용한 모델별 표준오차의 분포는 그림 12와 같다.

TABLE 3. Prediction error

Semivariogram		Mean	Mean Standardized	Root-Mean-Square Standardized
Solar Radiation	Spherical	0.403	0.001761	0.7763
	Exponential	-0.1165	-0.0009315	0.8282
	Gaussian	0.04577	0.0000757	0.7534
Duration of Sunshine	Spherical	-0.04488	-0.0003837	0.7026
	Exponential	-0.02103	-0.0002435	0.8269
	Gaussian	-0.1424	-0.0009423	0.6408

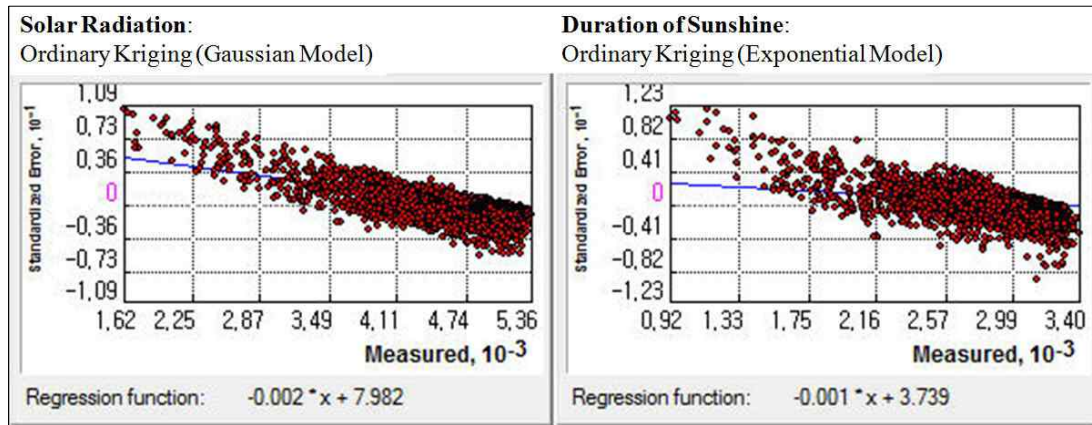


FIGURE 12. Standardized error and regression function

4. 일사량 및 일조시간 추정

태양광발전시설의 입지 정확성 향상을 위해 오차량이 가장 작은 모델을 적용하여 분석한 결

과는 그림 13과 그림 14와 같으며, 추정결과를 지리적 위치에 따라 해석하기 위하여 지형을 중첩하여 나타낸 것이다. 일사량은 남서방향으로

경사진 지역이 가장 높게 나타났고, 북동쪽으로 경사진 지역이 낮게 나타났다. 일조시간은 평지가 높게 나타났고, 산악과 같은 경사지역은 낮게 나타났다. 분석결과를 실측치와 비교해보면 일조시간의 분석결과는 1,621.43~3,318.83시간으로 실측값인 2,105시간을 포함하는 범위를 나타냈으며 일사량은 2,986.49~5,279.8MJ로

실측값인 5,279MJ와 최댓값이 일치하였다. 이는 강우일수와 안개일수 같은 일조시간에 영향을 주는 요인이 누락되었음에도 불구하고 산란 일사량의 보정으로 인해 실측치와 유사하게 나타났다.

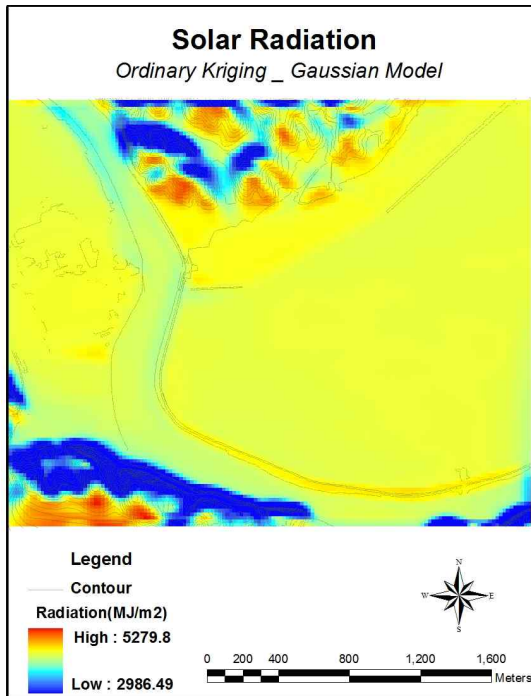


FIGURE 13. Result of solar radiation

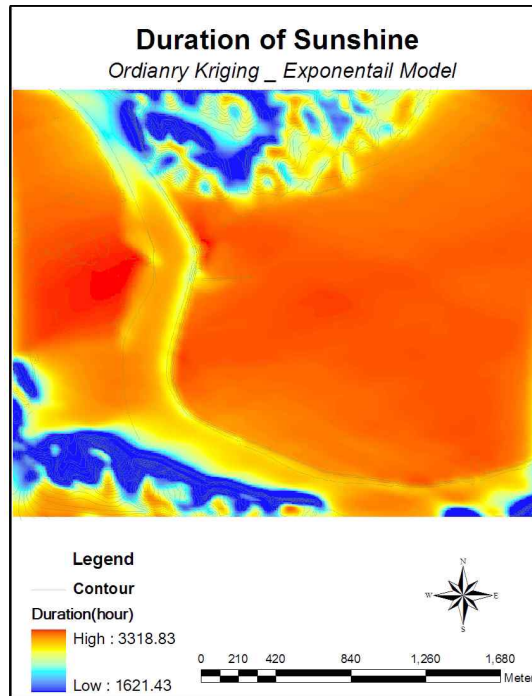


FIGURE 14. Result of direct duration

결론

저탄소 녹색에너지에 대한 관심의 증대와 함께 태양에너지의 활용 및 정확한 태양광발전시설의 입지 선정에 관한 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 GIS 환경에서 태양에너지를 계산하는데 가장 중요한 요소인 지리적 요인을 적용하여 일사량과 일조시간을 분석하였다. 특히 산란 일사량의 적용으로 인하여 일사량 및 일조시간 모두 실측치의 범위 안에 포함된 분석결과를 나타냈다.

하지만 대상지역내에서도 지리적 위치에 따라 일사량 및 일조시간의 차이는 크게 발생하였으며, 본 연구에서는 미확인 지역의 보다 정확한 추정을 위하여 공간통계방법중의 하나인 정규 크리깅 방법을 이용하였다. 이때 공간적 상호관계 및 연속성을 파악하기 위하여 베리오그램을 적용하였으며, 베리오그램에 사용되는 매개변수들의 추정 값을 바탕으로 적용 가능한 다양한 모델을 적용하여 오차율이 작은 모델을 적용하였다. 이는 보다 정확한 입지를 선정하기 위한 중요한 방법 중의 하나로 판단된다.

기상청에서 발표한 요인과 비교하여 지리적 요인 이외의 나머지 누락된 12개 요인을 보정하기 위하여 적용된 산란 일사량은 하늘인자에서 보이는 부분(sky gap)을 바탕으로 가중치를 이용한 분석으로, 위도에 따른 지역의 대표적인 값으로 분석 가능하지만, 지역의 특성에 따른 기후학적 특성을 고려하지 못하므로 특수한 지역을 대표할 수는 없다. 따라서 누락된 요인을 모두 적용하고 요인들 간의 상호관계 및 연속성을 적용시킨다면 더욱 정확한 입지 결과 값을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 이는 막대한 정부예산 및 투자를 필요로 하는 태양광 발전시설의 입지와 관련하여 정확한 입지결정에 대한 의사결정을 지원함으로써 태양광 발전소의 이용률증진 향상에 도움이 될 것이라 사료된다. **KAGIS**

주

1) 분리거리가 증가하여 일정한 거리가 되면 자료 값들은 아무런 관계를 나타내지 않게 되어 반베리오그램이 일정한 값을 나타내는데 이 값을 문턱값(sill)이라고 하며, 자료들이 상관관계를 보이는 최대 분리거리를 상관거리(range)라 한다. 이론적으로 분리거리가 0이면 베리오그램의 정의에 의하여 그 값이 0이지만, 실제 계산된 실험적 베리오그램을 이용하여 이론적 베리오그램을 찾아내는 경우에는 분리거리 0에서도 베리오그램이 0이 아닌 상수 값을 나타낼 수 있는데 이를 너깃(nugget)이라 한다.

참고문헌

기상청. 2008. 태양에너지 최적 활용을 위한 기상자원 분석 보고서.
박노옥, 장동호. 2008. 수치표고모델과 다변량 크리깅을 이용한 기온 및 강수 분포도 작성.

대한지리학회지 43(6):1002-1015.
부경은, 권원태, 조주영, 양진관. 2005. 한반도 일조시간과 일사 관측 자료의 공간 상관성 분석. 기상기술 1:33-41.
신용선, 정래혁, 고재환, 전종택. 2008. 우리나라 대용량 태양광발전 현황 및 이용률 분석. 대한전기학회 전력기불부문회 추계학술대회 논문집.
이정택, 윤성호, 박무언. 1995. 우리나라의 계절별 일조시간과 기온의 상관관계 및 분포에 관한 연구. 한국환경농학회지 14:155-162.
조덕기, 강용혁. 2006. 국내 고집광 태양에너지 이용시스템 설치를 위한 법선면 직달일사량과 청명일 정밀조사. 한국태양에너지학회 논문집. 53-62쪽.
최원기, 서승직. 2006. 태양에너지 분야의 연구 동향 개관. 한국태양에너지학회논문집. 135-146쪽.
최종근. 2002. 공간정보모델링: 크리깅과 최적화 기법. 구미서관, 서울. 289쪽.
황진욱, 김호용, 이성호. 2006. 해양오염도 분석을 위한 연안 정점 데이터의 활요방안에 관한 연구. 한국지리정보학회지 9(4):71-80.
Fu, P. and P.M. Rich. 2000. The Solar Analyst users manual. Helios Environmental Modeling Institute (HEMI), USA.
Fu, P. and P.M. Rich. 2002. A geometric solar radiation model with applications in agriculture and forestry. Computers and Electronics in Agriculture 37:25-35.
Issacx, E.H. and M. Sivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics, New York: Oxford University Press. pp.146.
Park, S. 2009. Estimating Air Temperature over Mountainous Terrain by Combining

- Hypertemporal Satellite LST Data and Multivariate Geostatistical Methods, *Journal of the Korean Geographical Society* 44(2):105–121.
- Rich, P.M. 1990. Characterising plant canopies with hemispherical photographs. *Remote Sens. Rev.* 5, pp.13–29.
- Rich, P.M., R. Dubayah, W.A. Hetrick and S.C. Saving. 1994. Using Viewshed models to calculate intercepted solar radiation: applications in ecology. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers*, pp.524–529. **KAGIS**