

# 건물 성능디자인을 위한 미기후 기반 기상데이터의 기존 기상데이터와 비교를 통한 활용 가능성 연구

## A study on Applicability through Comparison of Weather Data based on Micro-climate with existing Weather Data for Building Performative Design

김 언 용\*      전 한 중\*\*  
Kim, Eon-Yong      Jun, Han-Jong

### Abstract

The weather data has important role for performative building design. If the data location is close to building site, the result of performative design can be accurate. The data which have used nowadays in Korea are from U.S. Department of Energy (DOE) and Korea Solar Energy Society (KSES) but they cover only several locations in Korea which are 4 in DOE and 11 in KSES and there are opinions which it could be served building design efficiently even if the data are not enough. However the weather data for micro-climate are exist which are Green Building Studio Virtual Weather Station (GBS VWS) and Meteororm weather data. Each weather data has different generation methods which are TMY2, TRY, MM5, and extrapolation. In this research, the weather date for climate are compared with DOE and KSES to check correlation. The result shows the value of correlation in Dry Bulb Temp. and Dew Point Temp. is around 0.9 so they have high correlation in both but in Wind Speed case the correlation(around 0.2) is not exist. In overall result, the data has correlation with DOE and KSES as the value of correlation 0.648 of GBS VW and 0.656 of Meteororm. Even if the correlation value is not high enough, the patterns of difference in each weather element are similar in scatter plot.

키워드 : 기상 데이터, 미기후, 성능 디자인, 건물 에너지 시뮬레이션

Keywords : Weather data, Micro-climate, Performative design, Building energy simulation

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 목적

건축설계에서 건물의 에너지소모량, 온실가스배출, 쾌적한 거주환경등과 연계된 건물의 성능에 대한 고려는 에너지 비용의 급등, 지구환경에 대한 고려 등으로 인한 친환경, 지속가능한 건축물에 대한 필요성에 대한 인식확대로 급격히 증가하고 있다. 또한 공공건물의 설계 발주 등에서 이러한 건물의 성능에 대한 요소가 중요한 지표로 작용 하고 있다.

건물 설계과정에서 성능 디자인(Performative design)을 위한 컴퓨터 도구들은 지속적으로 발표 및 향상되고 있으며, 이에 대한 관심도 높아지고 있다. 이러한 시뮬레이션 도구사용을 통해 도출된 결과가 신뢰를 확보하기

위해서는 건물의 성능에 영향을 주는 물리적 환경 요소인 기후 및 기상에 대한 정확한 기상데이터(Weather data)가 요구되지만, 기상데이터에 관한 연구결과를 건축설계자가 활용하기는 한계점이 있으며, 사용할 수 있는 기상데이터의 수도 한정되어 있을 뿐만 아니라 컴퓨터 도구별로 포맷이 상이함에 따라 사용에 어려움을 가지게 된다.

현재까지 국내에서 사용 가능한 기상데이터는 출처가 불명확한 서울과 대전의 데이터, 미국에너지부(Department of Energy : 이하 DOE)에서 Energy plus용으로 제공하는 인천, 강릉, 광주, 울산 4개 도시의 데이터<sup>1)</sup>, 공기조화냉동공학회에서 작성한 국내 13개 도시의 데이터<sup>2)</sup> 그리고 한국태양에너지학회(이하 학회)에서 작성한 국내 11개 주요도시의 기상데이터<sup>3)</sup>가 있다. 이러한 기상데이터들은 전국의 특정 지점들의 기후만을 대표하는 기상 데이터로

\* 한양대학교 건축환경공학과 박사수료  
(eonyong@hanyang.ac.kr)

\*\* 교신저자, 한양대학교 건축학부 교수  
(hanjong@hanyang.ac.kr)

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2011-0018029)

1) [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata\\_about.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm)

2) 1996년 강릉, 광주, 대구, 대전, 목포, 부산, 서울, 인천, 전주, 제주, 진주, 청주, 포항의 데이터

3) 2009년 발표당시 서울, 부산, 대구, 광주, 대전, 인천, 울산의 7개 도시에서 현재는 강릉, 춘천, 여수, 제주 4개 도시가 추가되어 총 11개의 기상 데이터가 제공되고 있다.

서 발생할 수 있는 다양한 기후변화 및 기후차이를 반영하지 못하는 한계를 지니고 있으며, 각각의 기상데이터의 기후요소들이 차이가 있어 일반 건축 설계자가 그 내용을 파악하기가 어렵다.

건물이 세워지는 위치에서 가장 근접한 거리에서 측정된 기상데이터는 건물의 친환경 성능 디자인을 정확하게 수행할 수 는 있으나, 실제적으로는 이러한 데이터의 입수가 어렵고 현재의 기상데이터로도 충분히 유효한 정보를 설계자에게 제공할 수 있다는 견해<sup>4)</sup>가 있지만, 이는 기상데이터의 작성에 필요한 관측 기상정보의 한계로 인해, 필요한 기상데이터를 모두 만들어 낼 수 없다는 현실적 한계에 대한 인정이라고 볼 수 있다. 국내 상황은 관측 기상정보 중 필요 기상요소의 누락 등의 문제로 인해 기상데이터의 구축에 어려움이 있으며<sup>5)</sup>, 또한 미기후 기반 기상데이터의 구축은 더욱 어려운 상황이다.

현재 국내에서 사용가능한 미기후를 위한 기상데이터로는 해외에서 개발된 데이터 및 방법이 있다. 현재 이용가능한 데이터 및 방법은 미국 Autodesk사의 GreenBuilding Studio<sup>6)</sup>(이하 GBS)의 Virtual Weather Station(이하 VWS)이라는 기상데이터 및 스위스의 Meteotest사의 Meteonorm<sup>7)</sup>을 이용하여 작성되는 기상데이터가 있다. 이 방법들은 기존의 기상데이터 구축방법인 TMY(Typical Meteorological Year)와 TRY(Test Reference Year)의 방법을 사용 하지 않고 새로운 방법을 사용하여 미기후 기반의 기상데이터를 제공한다. GBS VWS는 기상예측에 사용되는 MM(Mesoscale Model)<sup>5</sup> 수치기상모델을 이용하며, Meteonorm은 외삽법(extrapolation)을 이용하여 관측기상데이터를 기반으로 위치보간 방법을 사용하여 원하는 지역의 기상데이터를 작성하는 방법을 사용하고 있다.

상기의 시스템은 국내 모든 지역의 기상데이터를 제공함으로 건축설계자가 대상지역의 기상데이터가 없어 타 지역의 기상데이터를 사용하여야 하는 문제를 해결 할 수 있다. 하지만 이 기상데이터에 대한 검토는 아직까지 이루어지지 않고 있다. 이런 이유로 본 연구에서는 상기의 기상데이터와 기존의 기상데이터의 비교분석을 통한 결과를 제시하여, 건축 설계자에게 기상데이터선택을 위한 자료를 제공함을 목적으로 한다.

## 1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 건물성능디자인을 위한 환경 및 에너지 시뮬레이션을 위해 국내에서 사용할 수 있는 국내의 모든 지역의 기상데이터를 제공하는 미기후기반 GBS VWS, Meteonorm 기상데이터를 검토하기위해 기존에 사용되고 있는 기상데이터인 DOE 와 학회의 기상데이터를 비

교한다. 하지만 현재 국내에 제공되는 DOE 기상데이터가 인천, 강릉, 울산, 광주 4개 지역뿐만 아니라 4개 지역의 기상데이터만을 비교 검토 한다.

비교대상 기상데이터들은 시간 단위 데이터를 제공하며, 각 기상요소의 데이터의 총 수는 8760개이다. 또한 DOE 기상데이터는 제공형식이 고유의 포맷인 EPW인 관계로 Autodesk 의 Weather Tool을 이용하여 변환 하였다.

각각의 기상데이터의 기상요소가 차이가 있는 관계로 비교대상 기상요소는 GBS VWS의 기상요소를 기준으로 한다. 이를 기준으로 하면, 학회 기상데이터만 산란일사량이 누락된다. 또한 학회의 기상요소 중 일사량관련 측정단위 및 풍향의 측정단위가 다른 기상데이터와 상이하므로 변환을 통하여 통일 하였다.

통계처리를 통하여 기존의 기상데이터와의 비교를 수행 하였으며, 각각의 기상데이터는 인과관계를 가지고 있는 것이 아니라 상관관계를 가지고 있다는 전제하에 비교대상 기상데이터가 서로 독립적인지 아니면 상관관계를 가지고 있는지를 분석하기 위하여 상관관계 분석방법을 사용 했으며, 상관관계 분석 방법 중 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 이용하여 기상데이터간의 선형적 상관관계를 파악한다. 분석은 각각의 기상데이터를 지역별, 기상요소별로 분류하여 상관관계분석을 이용하여 기상데이터간의 비교를 수행한다.

## 2. 기상 데이터

### 2.1 관측 기상데이터

기상데이터의 작성을 위해서 중요한 요소는 관측 기상데이터이다. 본 연구에 사용된 기상데이터의 경우 학회의 기상데이터와 같이 국내에서 작성된 기상데이터의 경우는 기상청 관측소의 기상데이터를 사용하고 있으며, 해외에서 제작된 기상데이터들은 WMO(World Meteorological Organization)에 등록된 국내 기상 관측소의 측정 데이터를 사용하고 있다. 현재 기상청의 기상관측소의 위치는 103개, WMO에 등록된 기상관측소의 위치는 114개 이다<sup>8)</sup>.

WMO 관측소는 국내에 있는 민간 및 군용 공항의 관측소 및 주한 미군이 운용하는 공항의 관측소를 포함하고 있다. 시간별 관측 기상자료는 DOE의 Real-Time Weather Data<sup>9)</sup> 서비스를 이용하여 확인 할 수 있으나 여기서 제공하는 데이터는 누락된 부분이 많이 존재한다.

### 2.2 건물성능 시뮬레이션을 위한 기상데이터

건물성능 시뮬레이션을 위한 기상데이터는 관측된 기상데이터를 통계적 처리를 이용하여 표준 기상데이터로

4) 송승영, 기후특성 분석 프로그램과 기후설계 프로세스, 설비저널, 대한설비공학회, 32(8), 2003  
 5) 유호천, 대한민국 주요도시의 표준 기상데이터 작성, 한국태양에너지학회지, 8(1), 2009  
 6) Green Building Studio는 Autodesk사의 건물에너지성능분석을 위한 Web기반 서비스이다. <https://gbs.autodesk.com>  
 7) <http://meteonorm.com/> 본 연구에서는 5.1 버전을 사용

8) 기상청 기상관측소 관련 데이터는 국가 수자원관리종합정보시스템의 실시간 기상자료 서비스(<http://www.wamis.go.kr>)의 자료를 이용 하였고, WMO 기상 관측소 관련데이터는 Weather Graphics사의 Weather Station Identifier database 자료를 사용하였다. (<http://www.weathergraphics.com/identifiers/>)  
 9) [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata\\_download.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_download.cfm)

산출한 결과이며, 이를 위한 산출방법으로는 TMY, TRY 등이 사용되고 있다. 본 연구에서 비교대상으로 사용되는 기상데이터는, TMY, TRY, MM5<sup>10)</sup>, RUC(Rapid Update Cycle)를 이용하여 산출된 데이터이며, 각각의 방법은 계산을 위해 사용하는 필요관측기상데이터 기간의 차이가 발생함에 따라 서로 다른 특성을 가지고 있다. 학회의 기상데이터의 경우 TRY를 사용한 이유가 국내 기상청의 관측 기상데이터가 TMY를 위한 30년 데이터를 제공하지 못한 이유로 유추 할 수 있다. <표 1>은 산출 방법별 필요 관측기상데이터의 기간의 차이를 보여 주고 있다.

표 1. 기상데이터 산출방법별 필요 관측데이터 기간

산출방법	필요관측데이터의 기간	기상데이터
TMY	30년	DOE, Meteonorm
TRY	13~20년 또는 10년	학회
MM5, RUC	1년 <sup>11)</sup>	GBS VWS

TRY 와 TMY는 관측된 데이터를 통계기법을 통하여 특정지역의 기후상태를 대표하는 기상데이터를 제공한다. TRY는 건구온도, 습구온도, 노점온도, 풍향, 풍속, 기압, 상대습도, 운량 및 구름의 종류의 9개의 기상요소로 이루어지고, TMY는 이에 수평면 전일사와 법선면 직달일사를 추가하고 있다<sup>12)</sup>.

특히 TMY는 TMY, TMY2, TMY3의 세 가지 버전이 있으며, 각각의 차이는 사용되는 관측데이터의 기간으로 구분 한다. TMY는 1948~1980년간, TMY2는 1961~1990년간, TMY3는 1976~2005년간의 데이터를 사용하고 있다.<sup>13)</sup> TMY2 데이터는 DOE의 홈페이지에서 Energy Plus용 기상데이터 포맷인 epw형태로 제공받을 수 있으며, 전 세계 2100개 지점<sup>14)</sup>의 기상데이터를 제공하고 있다. 한국은 인천, 강릉, 광주, 울산의 4개 지점의 데이터를 제공하고 있다.

Energy Plus의 경우 기상데이터가 제공하지 않는 지점의 기상데이터에 대한 처리방법으로 Meteonorm의 사용을 제시하고 있다. Meteonorm은 가까운 곳의 TMY2 데이터를 이용하여 외삽법(Extrapolation)을 이용하여 생성한다. 만약 근처에 참조를 할 기상데이터가 없다면 가장 가까운 곳의 TMY2 데이터를 이용하여 보간법을 통해 시간 데이터를 생성해낸다<sup>15)</sup>.

GBS VWS의 경우 다른 기상데이터와는 산출방법상 차이가 있다. 즉, GBS VWS가 사용하는 산출방법은

RUC<sup>16)</sup>와 MM5 두 가지 중기후(mesoscale climate)시물레이션용 기상수치모델을 사용한다. RUC모델은 관측된 데이터의 오류나 누락을 보정하지 않는 관계로, GBS VWS에서는 MM5 모델을 오류나 누락데이터를 보정 또는 보간 하는 용도로 사용하고 있다<sup>17)</sup>. MM5는 국내에서도 사용되어지고 있는 기상예측용 수치모델이다<sup>18)</sup>.

Autodesk사의 발표에 의하며 현재 북미, 유럽, 아시아-태평양, 러시아 지역의 160만 지점의 기상데이터를 Green Building Studio를 통하여 제공하고 있으며, 이중 어느 지점을 선택해도 14km 거리 안에는 기상데이터가 존재한다.<sup>19)</sup>

GBS VWS 기상데이터는 20km 그리드 간격으로 제공되며, 이를 기반으로 개략적인 계산을 해보면 국내에는 약 400여개의 지점의 데이터가 존재하며 국내의 어떠한 지점을 선택해도 선택지점을 기준으로 8개의 기상데이터가 존재한다는 것을 알 수 있다. 이중 적절한 데이터를 선정 하는 방법은 선택지점과 거리 및 고도가 가장 근접한 것을 선택 하면 된다.

### 2.3 GBS VWS 기상데이터의 추출

수치기상모델을 이용한 기상데이터인 GBS VWS기상데이터의 추출은 그 단계가 다른 기상데이터에 비해 복잡하다. GBS가 Energy plus 같은 단독실행형 소프트웨어가 아닌 Web 기반 서비스인 관계로 관련 기상데이터가 별도로 제공되지 않으며, 또한 한번이상 대상 건물의 에너지 성능분석을 수행해야만 기상데이터에 접근이 가능하다. 또한 성능분석을 실행하기 위해서는 Autodesk사의 제품을 사용해서 모델링을 한 건물 모델이 있어야 한다.

본 연구에서는 단순화를 위해서 Autodesk사에서 현재까지 무상으로 제공하고 있는 Vasari<sup>20)</sup>라는 소프트웨어를 사용 하였다. Vasari에서 건물의 매스를 작성한 후 에너지 분석을 실행하면 자동으로 GBS에 프로젝트로 저장되며, 분석결과가 저장되며, 이 방법은 비교적 간단하게 기상데이터를 입수 할 수 있도록 한다.<sup>21)</sup>

## 3. 기상데이터 상관관계 분석

### 3.1 비교대상 기상데이터

비교대상 기상데이터는 실제관측데이터를 통계처리

10) 정확한 의미는 Fifth-Generation Penn State / NCAR Mesoscale Model 즉 중기후 모델  
 11) Stuart Malkin, Weather Data for Building Energy Analysis, Autodesk Green Building Studio White Paper, Autodesk, 2008  
 12) 유호천, 김경률, 노경환, 이지은, 표준기상데이터 형식 분석 및 프로그램 적용현황, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회 논문집, 2007. 11  
 13) [http://en.wikipedia.org/wiki/Typical\\_meteorological\\_year](http://en.wikipedia.org/wiki/Typical_meteorological_year)  
 14) [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm)  
 15) Lawrence Berkeley National Laboratory, Tips & Tricks for Using EnergyPlus, U.S. Department of Energy, 2010. 12

16) 미국 NCEP(National Centers for Environmental Prediction)에서 사용하는 기상예측을 위한 시간단위 관측자료 동화 및 수치모델  
 17) Stuart Malkin, Weather Data for Building Energy Analysis, Autodesk Green Building Studio White Paper, Autodesk, 2008  
 18) 조민수, 권오경, 기상수치시물레이션을 위한 그리드포털 시스템 개발, 한국기상학회 가을 학술대회 논문집, 2007.10  
 19) Autodesk, Autodesk Green Building Studio Questions and Answers, Autodesk, 2009  
 20) Vasari는 Autodesk사에서 초기개념설계 단계에 필요한 매스 모델 작성 및 에너지 분석, 누적일사량, 풍동 시물레이션 등을 지원하기 위한 프로그램이다. 현재 Autodesk Labs 홈페이지에서 입수 가능하다.  
 21) GBS에서 기상데이터를 추출하는 자세한 방법은 Autodesk Sustainable Design Curriculum 2010 Student Workbook을 참조

(TMY2 와 TRY)를 통해서 작성된 기상데이터와 위치 보간법과 수치기상모델(MM5)을 이용하여 작성된 미기후 기반 기상데이터 두 가지 종류로 구분할 수 있다.

학회 기상데이터의 지리적 특성중 위경도 정보가 약간의 오차가 있는 관계로 각 지역의 기상청 기상관측소의 정보로 대치했다<sup>22)</sup>. 각 지역 기상데이터의 지리적 특성은 <표 2>와 같다.

<표 2>의 거리는 DOE의 위치를 기준으로 각각의 기상데이터의 위치와 DOE와의 직선거리를 표시 한 것이다. DOE와 학회 기상데이터는 위치가 고정 되어 있지만, GBS VWS와 Meteonorm은 위치의 선택이 가능하므로 학회 기상데이터를 기준으로 가장 근접한 위치로 선정 하였다. Meteonorm의 경우는 자유롭게 위치를 선정 할 수 있으므로 학회와 일치하나, GBS VWS의 경우는 8개의 위치 중 선택 하게 되어 있으므로 가장 근접한 곳으로 선정 한 관계로 약간의 오차를 보이고 있다.

표 2. 비교대상 기상데이터의 지리적 특성

지역	데이터	위도	경도	고도 (m)	거리 (Km)
인천	DOE	37.48	126.55	70.00	0
	학회	37.48	126.62	68.95	6.59
	Meteonorm	37.48	126.62	68.95	6.59
	GBS VWS	37.48	126.56	24.00	5.7
강릉	DOE	37.75	128.90	27.00	0
	학회	37.75	128.89	26.10	0.8
	Meteonorm	37.75	128.89	26.10	0.8
	GBS VWS	37.75	128.90	177.00	0.8
울산	DOE	35.55	129.32	33.00	0
	학회	35.56	129.32	34.60	1.19
	Meteonorm	35.56	129.32	34.60	1.19
	GBS VWS	35.55	129.32	95	1.19
광주	DOE	35.13	126.92	72.00	0
	학회	35.17	126.89	74.50	5.41
	Meteonorm	35.17	126.89	74.50	5.41
	GBS VWS	35.13	126.92	109.00	5.41

기상데이터의 기상요소는 기상데이터별로 차이를 보이는 관계로 GBS VWS 기상데이터의 기상요소<sup>23)</sup>를 기준으로 정했다. 이는 현재 건축계에서 많이 사용되어지고 있는 친환경 분석용 프로그램인 Ecotect의 기상데이터의 기상요소와 동일한 이점이 있다. 이중 학회의 기상데이터에는 수평면산란일사량이 존재하지 않아 비교 시 제외하였다. 사용된 기상요소는 <표3> 과 같다. 기상요소의 한글 명칭은 특히 일사량 부분에서 여러 종류의 명칭이 사용되는 관계로 학회의 명칭을 기준으로 하였다. 영문의 경우는 명칭의 종류의 차이가 없다. <표3>의 영문 명칭은 일사량관련은 축약형이 사용 되었다. 단위의 경우 학회의 기상데이터가 일사량 관련에서 사용한 단위가  $Mj/m^2$  인관계로 이를  $Wh/m^2$  변환 하여 통일 했으며, 또한 풍향에서도 다른 기상데이터와 다른 풍배도 방식을

22) 한국태양에너지학회의 설명에 의하면, 이 표준 기상데이터는 기상청의 관측 자료를 사용하였다고 함. 하지만 기상데이터 내부의 정보에 의하면 위경도 정보는 기상청 관측소의 위경도 정보와 차이가 있음.

23) Autodesk, Autodesk Sustainable Design Curriculum 2010 Student Workbook, Autodesk, 2010

사용 했으므로 이를 Degree로 변환 하여 통일 하였다<sup>24)</sup>.

표 3. 기상데이터 기상요소

명칭	영문	단위
전천일사량(수평면)	GlobHorizRad	$Wh/m^2$
직달일사량	DirNormRad	$Wh/m^2$
산란일사량(수평면)	DiffHorizRad	$Wh/m^2$
운량	Total Sky Cover	1~10
건구온도	Dry Bulb Temp	섭씨
노점온도	Dewpoint Temp	섭씨
상대습도	Relative Humidity	백분율
기압	Pressure	mb
풍향	Wind Direction	Degree
풍속	Wind Speed	m/s

각각의 기상데이터를 비교하기위해 차이가 가장 적게 나타나는 인천의 8월3일 데이터를 1시부터 24시까지의 시간별 데이터를 비교 했다.

비교결과를 보면, 일사량관련 데이터인 전천일사량과 직달일사량의 경우 각 데이터간 상이한 패턴을 보이고 있으며, DOE의 경우 아침과 저녁이 정오보다 일사량이 높은 것으로 나오고 있다. 또한 직달일사량의 경우 학회와 Meteonorm의 경우 GBS VWS와 DOE와는 10배 이상의 상당한 차이를 보이고 있으며, 특히 오후 1시 경우 태양이 없는 야간 시간대와 흡사한 경우를 보이고 있다. 이는 두 데이터의 오류가 있는 것으로 유추 할 수 있다. 산란일사량의 경우는 GBS VWS가 전천일사량과 직달일사량과는 반대로 다른 데이터 보다 상당히 적은 것을 보이고 있다.

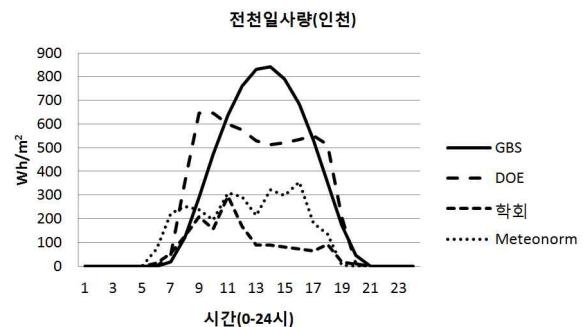


그림 1. 인천의 8월3일 전천일사량 비교

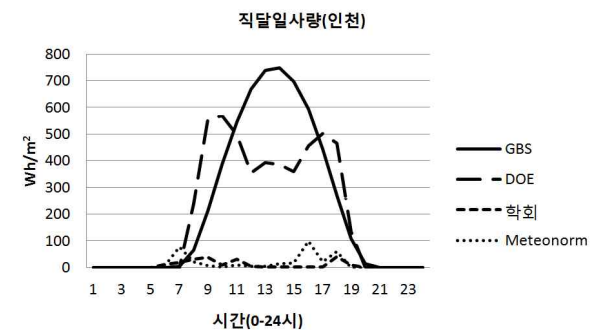


그림 2. 인천의 8월3일 직달일사량 비교

24) 풍향 단위의 변환을 위하여 windfinder.com의 풍향관련 내용을 참조 하였다. <http://ko.windfinder.com/wind/windspeed.htm>

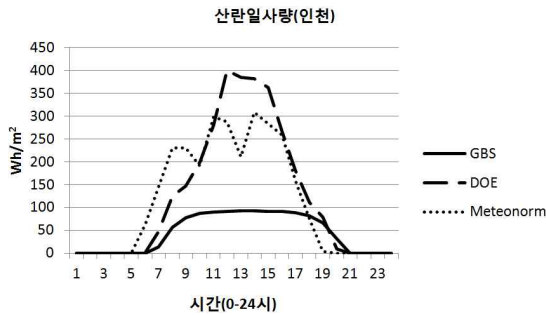


그림 3. 인천의 8월3일 산란일사량 비교

온도관련 기상요소인 건구온도와 노점 온도는 비교대상 모두 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 변화의 패턴도 비슷하게 보이고 있다. 건구온도의 경우 차이가 많이 나는 경우 섭씨 6도 정도의 차이를 보이며 Meteonorm 데이터가 다른 세 개의 데이터와 많은 차이를 보이고 있다. 노점온도의 경우는 Meteonorm이외의 데이터는 섭씨3도 정도의 차이를 보이고 있으나, Meteonorm의 경우 다른 데이터와 최대 약 섭씨10도 정도의 차이를 보이고 있다.

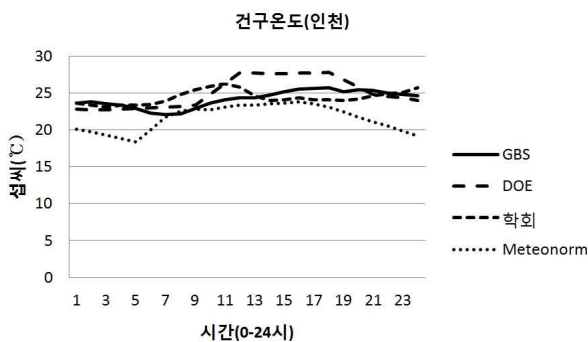


그림 4. 인천의 8월3일 건구온도 비교

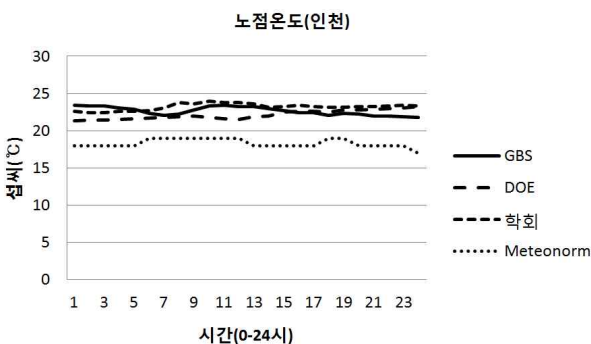


그림 5. 인천의 8월3일 노점온도 비교

상대 습도의 경우 온도 관련 기상요소에 비해 각 기상데이터간에 차이가 있는 패턴을 보이고 있으나, 상대적으로 다른 기상요소에 비해 그 차이는 적은 것으로 보인다. 오전 3시경에 가장 적은 차이인 10% 정도의 차이를 보이며, 정오경에 가장 큰 차이인 25% 정도의 차이를 보이고 있다.

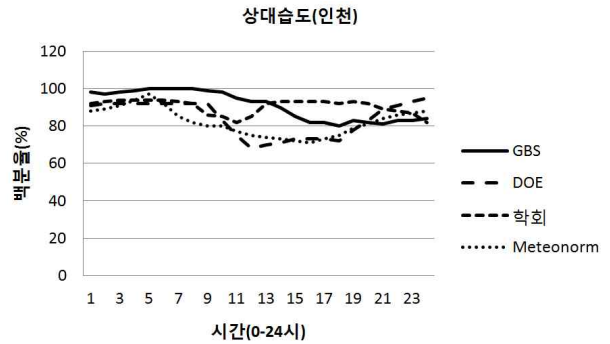


그림 6. 인천의 8월3일 상대습도 비교

풍속은 DOE의 경우 다른 데이터와 상당한 차이를 보이고 있다. 또한 기간 내에서 풍속의 변화도 최저 2m/sec에서 최고 16m/sec으로 8배의 차이가 있으나, 다른 데이터의 경우는 평균적으로 2m/sec의 차이만을 보이고 있다.

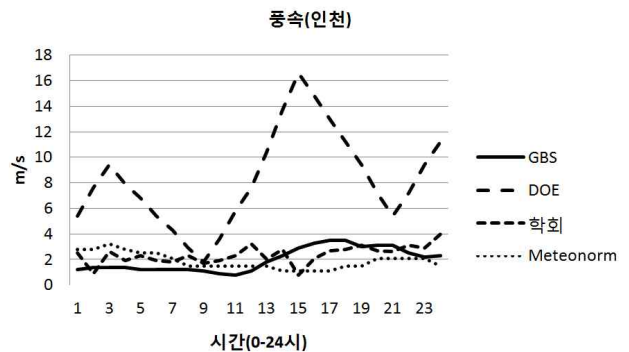


그림 7. 인천의 8월3일 풍속 비교

### 3.2 상관관계 분석

상관관계분석을 위하여 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)분석 방법을 사용 하였으며, 지역별로 각 기상데이터의 기상요소간의 상관계수를 도출하여, 각각의 데이터가 어느 정도의 선형적 상관관계를 가지고 있는지 분석하였다. 결과 해석의 기준은 다음과 같다<sup>25)</sup>. 상관계수를 r이라고 하고:

- r이 -0.1과 +0.1 사이이면, 거의 무시될 수 있는 상관관계
- r이 +0.1과 +0.3 사이이면, 약한 양적 상관관계,
- r이 +0.3과 +0.7 사이이면, 뚜렷한 양적 상관관계,
- r이 +0.7과 +1.0 사이이면, 강한 양적 상관관계

분석결과 중 풍향과 운량의 경우에서 유의하지 않은 경우가 나왔으며, 그 이외의 경우에는 모두 유의확률 0인 유의한 결과가 나왔다. 유의하지 않은 결과는 다음과 같다.

25) <http://ko.wikipedia.org/wiki/상관분석>



표 5. 인천과 울산의 GBS VWS와 Meteonorm 기상데이터 비교 산점도

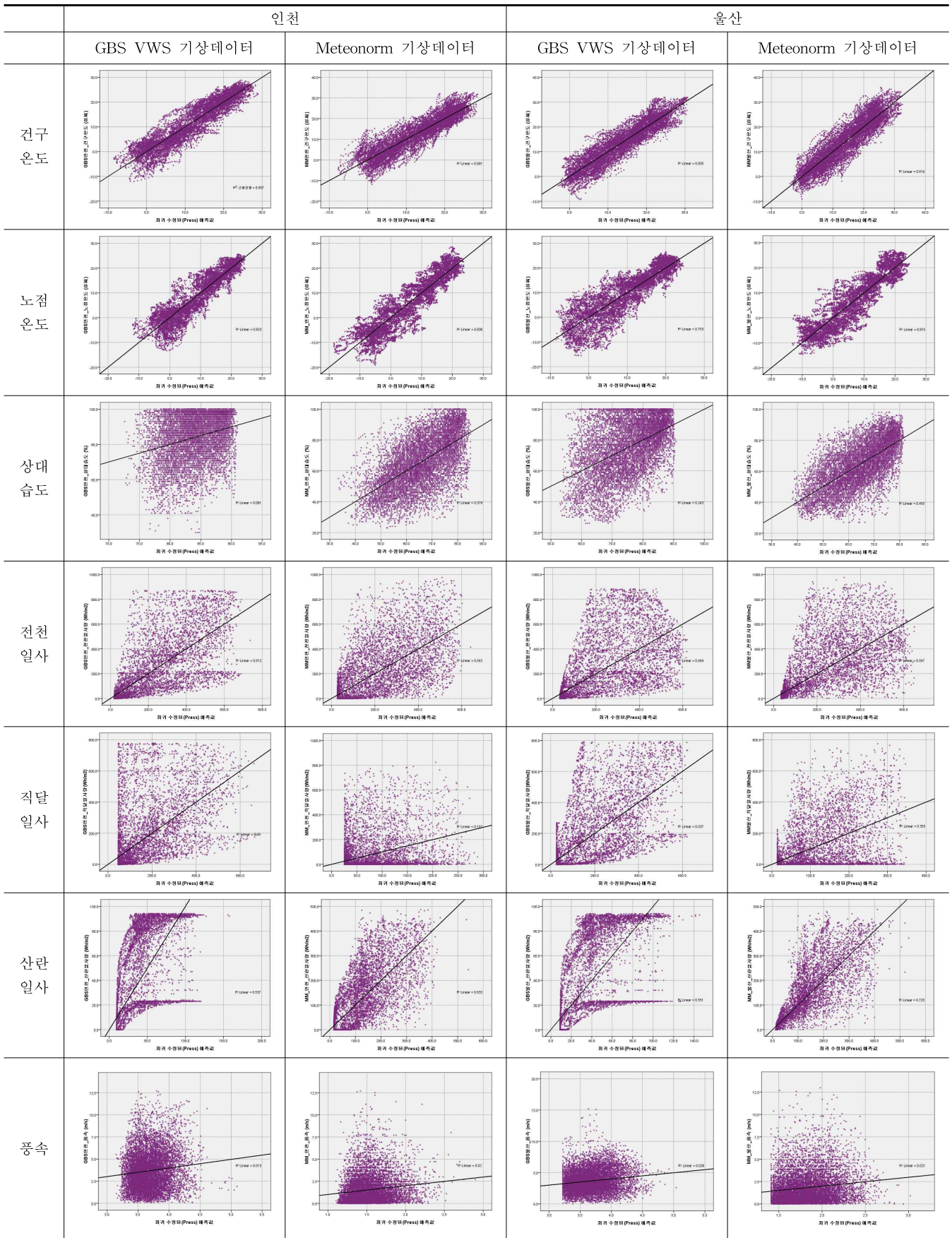


표 4. 유의하지 않은 상관관계 결과

기상요소	지역	기상데이터		유의확률
풍향	인천	Meteonorm	DOE	0.735
	울산	GBS VWS	DOE	0.216
	울산	Meteonorm	학회	0.244
	광주	Meteonorm	DOE	0.110
	광주	Meteonorm	학회	0.060
운량	광주	Meteonorm	DOE	0.127

<표 5>는 인천과 울산에서의 GBS VWS 와 Meteonorm의 기상요소의 DOE와 학회 기상요소 데이터 간의 산점도를 보여주고 있다. 이 산점도를 통해 각각의 기상요소들의 선형상관관계를 확인할 수 있으며, 전반적으로 양적 선형 상관관계를 보임을 알 수 있다. 특히 건구온도와 노점온도의 경우 상관계수가 다른 기상요소에 비해 높게 나타나며, 강한 양적 상관관계를 보임을 확인할 수 있다. 이에 비해 다른 기상요소들은 상관계수가 낮게 나타나며, 온도계열에 비하여 약한 상관관계를 보이고 있다. 특히하게 산란일사량의 경우는 GBS VWS 와 비교했을 때 상당히 상이한 모양의 상관관계를 인천과 울산 두지역 모두에서 보이고 있다.

비교대상 4개 지역에서의 각 기상데이터의 기상요소간의 상관관계 비교 결과는 그림8에서 그림14까지가 보여주고 있다. 온도관련 기상요소는 지역 간에도 편차의 범위가 0.01정도로 낮게 나타나지만 다른 기상요소들은 많은 편으로 나타나고 있다.

건구온도의 경우 상관계수가 0.8과 0.9사이이므로 강한 양적상관관계를 보이고 있다. 광주, 울산의 경우 편차가 보이지 않으나 인천에서는 DOE와 비교 시 편차를 보이고 있으며, 강릉에서는 학회와 비교 시 편차를 보이고 있다. 전체적으로 GBS VWS가 Meteonorm에 비해서 상관계수가 약간 높게 나타나고 있다.

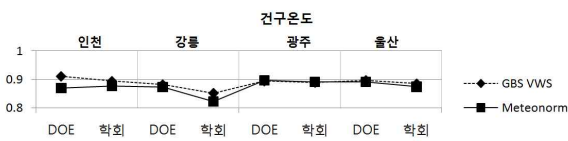


그림 8. 건구온도 상관계수 비교

노점온도의 경우도 상관계수가 0.8과 0.9사이 이므로 강한 양적상관관계를 보이고 있다. 인천을 제외하고는 약간씩의 차이가 있음을 보여주고 있다. 노점온도에서는 Meteonorm의 상관계수가 약간 높게 나타나고 있다.



그림 9. 노점온도 상관계수 비교

상대습도에서 지역별 상관계수의 차이가 다른 기상요

소에 비해 높게 나타나며, 그 범위는 0.2에서 0.6 사이이다. 특히 GBS VWS의 편차가 심하게 나타나는데 인천에서는 약한 양적 상관관계를 보이고, 강릉에서는 DOE와 비교 했을 때 약한 양적 상관관계, 학회와 비교 했을 때는 뚜렷한 양적 상관관계를 보이고 있다. 광주, 울산의 경우 뚜렷한 양적 상관관계를 보인다. Meteonorm의 경우는 차이는 있지만 전체적으로 뚜렷한 양적 상관관계를 보인다.

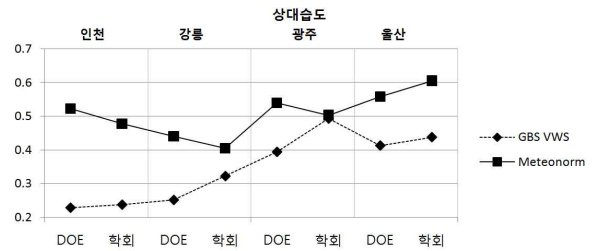


그림 10. 상대습도 상관계수 비교

전천일사량에는 상관계수가 0.5와 0.8 사이이며, 전체적으로 뚜렷한 양적 상관관계를 보이고 있으나, 울산이 다른 지역에 비해 상관계수가 현격히 낮음을 알 수 있다.

직달일사량의 경우 상관계수가 0.3과 0.8 사이 이며, 특히 울산에서 GBS VWS와 학회를 비교 했을 때, 강한 양적 상관관계가 있음을 보여주고 다른 경우에는 뚜렷한 양적 상관관계를 보여준다. 전체적으로는 지역 간의 편차는 미미한 것으로 보이며, GBS VWS가 Meteonorm에 비해 상관계수가 높게 나타나고 있다.

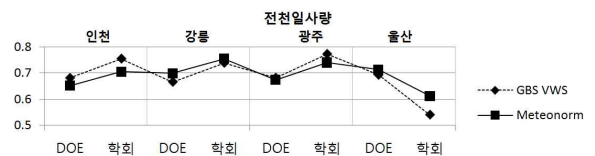


그림 11. 전천일사량 상관계수 비교

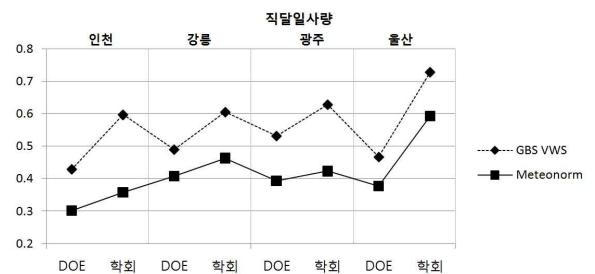


그림 12. 직달일사량 상관계수 비교

산란일사량의 경우는 학회데이터에는 없는 항목임으로 학회데이터는 비교에서 제외 됐으며, 상관계수는 0.7과 0.9사이이며, 모든 경우에서 강한 양적상관관계를 보여주고 있다. 이 경우에는 Meteonorm의 상관계수가 전체적으로 높게 나타난다.

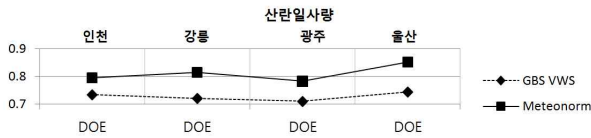


그림 13. 산란일사량 상관계수 비교

풍속은 상관계수가 0과 0.2 사이이며, GBS VWS의 경우 인천에서 모두 거의 무시될 수 있는 상관관계를 보이지만, 기타지역에서는 0.1 이상이므로 약한 양적 상관관계를 보인다. Meteonorm의 경우는 인천, 강릉, 광주에서 DOE와 비교 시 거의 무시될 수 있는 상관관계를 보이고, 기타의 경우에는 약한 양적 상관관계를 보이고 있다.

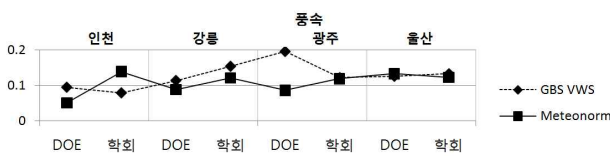


그림 14. 풍속 상관계수 비교

전체적으로 상대습도, 직달일사량의 경우 지역 간의 편차가 보이나 기타 기상요소들에서는 지역 간의 편차가 미미하다. 또한 상대습도와 풍속의 경우에서만 무시될 수 있는 상관관계가 보이고 기타의 경우에는 강도의 차이가 있지만 상관관계가 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

건물성능디자인을 위한 기상데이터의 산출방법은 다양하므로 이로 인한 기상데이터간의 오차는 충분히 존재할 수 있다. 본 연구의 결과에서도 각각의 기상데이터가 선형적으로 일치하는 상관관계를 보이지는 않고 있다. 하지만 전반적으로 상관관계가 존재한다는 결과를 보여 주고 있다. 특히 건구온도 및 노점온도에서는 강한 양적 상관관계를 보여주고 있다. 하지만 풍속의 경우에는 무시될 정도의 상관관계를 보여 주고 있다.

GBS VWS 와 Meteonorm을 비교 할 때는 상대습도와 직달일사량의 경우를 제외하고는 거의 일치 한다고 보인다. GBS VWS와 Meteonorm의 신뢰성에 관한 보고서에 의하면 신뢰할 수 있다는 결과를 보여 주고 있으나, 이때 비교한 기상요소가 건구온도만이라는 문제가 있다<sup>26)</sup>. 미국에너지성의 Energy Plus 지침서를 확인해보면 제공되는 기상데이터가 없으면 Meteonorm을 이용하라고 제안하고 있지만<sup>27)</sup> 신뢰성에 관한 부분은 확인할 수 없었다. 하지만 이 보고서들의 결과를 신뢰한다고 전제 한다면, 기존의 기상데이터의 신뢰성을 의심 할 수 있는 여지

가 있다. 학회의 경우 신뢰성 검토에 사용된 기상요소는 건구온도와 풍속에 대해서만 수행한 것으로 나타나 있다<sup>28)</sup>. 이 부분에 대한 추가 연구도 필요 할 것이다.

향후 연구에서는 상기의 기상데이터를 이용하여 실제 건물성능의 차이를 비교 및 분석할 필요가 있으며, 좀 더 정확한 분석을 위해서는 기존 건물을 대상으로 실제 건물성능과 시뮬레이션 상에서의 건물성능의 차이를 비교 해야 한다.

#### 참고문헌

1. 송승영, 기후특성 분석 프로그램과 기후설계 프로세스, 설비저널, 대한설비공학회, 32(8), 2003.08
2. 유호천, 김경률, 노경환, 이지은, 표준기상데이터 형식 분석 및 프로그램 적용현황, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회 논문집, 2007. 11
3. 유호천, 대한민국 주요도시의 표준 기상데이터 작성, 한국태양에너지학회지, 8(1), 2009
4. 조민수, 권오경, 기상수치시뮬레이션을 위한 그리드포털 시스템 개발, 한국기상학회 가을 학술대회 논문집, 2007.10
5. Autodesk, Autodesk Green Building Studio Questions and Answers, Autodesk, 2009
6. Autodesk, Autodesk Sustainable Design Curriculum 2010 Student Workbook, Autodesk, 2010
7. Lawrence Berkeley National Laboratory, Tips & Tricks for Using EnergyPlus, U.S. Department of Energy, 2010. 12
8. Stuart Malkin, Weather Data for Building Energy Analysis, Autodesk Green Building Studio White Paper, Autodesk, 2008

투고(접수)일자: 2011년 10월 21일

수정일자: (1차) 2011년 12월 1일

(2차) 2011년 12월 15일

게재확정일자: 2011년 12월 16일

26) Stuart Malkin, Weather Data for Building Energy Analysis, Autodesk Green Building Studio White Paper, Autodesk, 2008

27) Lawrence Berkeley National Laboratory, Tips & Tricks for Using EnergyPlus, U.S. Department of Energy, 2010. 12

28) 유호천, 대한민국 주요도시의 표준 기상데이터 작성, 한국태양에너지학회지, 8(1), 2009