

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 25, No. 3, 2005

국내 태양에너지 측정데이터의 신뢰성 평가 및 보정에 관한 연구

조덕기*, 강용혁*

*한국에너지기술연구원(dokkijo@kier.re.kr / yhkang@kier.re.kr)

A Study on the Reliability Evaluation and Rehabilitation of Solar Insolation Data by Field Measurement in Korea

Jo, Dok-Ki*, Kang, Young-Heack*

*Korea Institute of Energy Research(dokkijo@kier.re.kr / yhkang@kier.re.kr)

Abstract

The Korea Institute of Energy Research(KIER) has begun collecting horizontal global insolation data since May, 1982 at different locations. Because of a poor reliability of existing data, KIER's new data will be extensively used by the solar system users as well as by research institutes.

But the quality of solar insolation data is not always good. This reports on an attempt to identify systematic error in such data using clear-day analysis for data rehabilitation. Clear-day analysis is successful in uncovering solar insolation data of questionable quality.

It is not proven that rehabilitation process can improve the quality of data for daily or monthly means, but it is suggested that the method can be used to improve the quality of data for monthly means of several years for use in many applications of solar energy planning.

Earlier studies finding a maximum ETR of about 0.80 are confirmed.

Keywords : 청명일 분석(Clear-day Analysis), 수평면 전일사량 (Horizontal Global Insolation)

기 호 설 명

- $I_{\lambda s}$: 지표면에 도달하는 수평면전일사량
- $I_{\lambda 0}$: 대기권밖 수평면상에서의 일사량 강도
- λ : 광학적 두께
- s : 거리
- ρ : 공기밀도
- κ : 흡수계수
- I_{sm} : 관측지에서의 실 수평면일사량 관측치
- I_{so} : 관측지에서의 대기권밖 일사량 계산치
- M_c : 도출된 표준 ETR값
- M : 부정확한 지역의 ETR값

1. 서 론

우리나라에서 태양에너지자원 실측연구사업은 날로 중요성을 더해가고 있는 태양에너지 이용기술이 국내에서도 하루 빨리 정착, 실용화 할 수 있도록 국내 태양에너지자원을 보다 과학적인 방법으로 정확하게 분석, 평가하기 위한 측정기술 및 분석기법의 개발에 주안점을 두고 추진하였다.

측정된 태양에너지자원, 즉 일사자료의 정확도는 측정기기상의 오차나 관리자의 관측과정에 의하여 좌우된다. 즉, 보다 정확도가 높은 데이터를 얻기 위해서는 측정기기 선정은 물론 유지관리에도 상당한 주의가 뒤따라야 하며, 또한 측정조건이 아무리 좋은 상태에서 얻은 데이터라 할지라도 신뢰도 유지를 위한 분석이 뒤따라야 비로소 활용 가능한 자료가 된다.

그러므로 일사자료에 대한 정확도 평가는 실측사업과 더불어 반드시 수행되어야 하며, 불확실한 자료들은 일정기준 기법 하에서 수정되어야 할 것이다.

2. 청명일사분석법에 의한 데이터 비교평가 및 보정방법

청명일사분석법¹⁾은 측정장비의 노후 및 감도 저하를 사전에 예방 조치하는데 매우 필요한 방법일 뿐만 아니라 이미 수집된 자료들의 수정에도 상당히 유익하다. 분석기법의 기본이론을 요약해서 소개하면 다음과 같다.

대기를 통해 지표면에 도달하는 수평면일사량과 대기권밖 일사량(extraterrestrial radiation)과의 관계는 Beer법칙에 의해 다음 식과 같이 제시된다.

$$I_{\lambda s} = I_{\lambda 0} e^{-\tau_{\lambda}} \quad (1)$$

여기서, $I_{\lambda 0}$ 는 대기권밖 수평면상에서의 파장 λ 인 성분의 일사량 강도이다.

또한 λ 는 광학적 두께 (optical thickness)로 다음과 같이 주어진다.

$$\tau_{\lambda} = \int_0^s \kappa_{\lambda} \rho ds \quad (2)$$

여기서, s 는 거리, ρ 는 공기밀도, κ 는 흡수계수이며, κ 와 τ 는 λ 의 함수이다.

어느 측정지역에서나 $I_{\lambda s}$ 변화의 주된 원인은 대기중에 존재하는 흡수, 반사, 산란 및 경로의 거리 (path length), s 등에 의한 흡광(extinction) 계수 κ 값의 변화에 기인한다. 즉, $I_{\lambda s}$ 는 하늘이 매우 청명하여 κ 값이 낮고 하루 중 정오경 혹은 여름철에 s 값이 가장 작을 경우에 최대가 된다.

청명일 일사분석과정에서의 가정은,

$$I_s = I_{s0} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\tau} d\lambda \quad (3)$$

와 같은 상수 값을 줄 수 있도록 해당 관측지에 대하여 데이터 상으로 충분히 청명한 상태의 자료

1) Randy Schechter & Jon T. Scott, Clear Hour Analysis and Solar Radiation Data Rehabilitation

를 얻을 수 있다는 것이다.

여기서, λ_1 , λ_2 값은 0.2와 0.4인 상대치를 사용한다. 한편, 일사율²⁾(extraterrestrial ratio : ETR)은 다음과 같이 정의된다.

$$ETR = \frac{I_{so}}{I_{sm}} \quad (4)$$

I_{sm} 은 관측지에서의 실 수평면일사량 관측치이며, I_{so} 는 관측지에서의 대기권밖 일사량 계산치이다.

위 식을 이용한 청명일사분석법에 의한 데이터 보정방법은 청명일을 기준으로 한 1일 ETR값을 일사조건이 상호 비슷한 측정지역들간 서로 비교하여 의심나는 측정지의 데이터를 비슷한 지역에 위치한 보다 질적수준이 높은 관측지에 대하여 표준화하는 방법이다. 즉, 해당지역의 ETR값이 비교되는 타지역들에 비해 계속해서 높거나 낮게 나타날 경우, 또는 갑자기 변화하는 측정기기의 고장이나 주변환경의 변화 등에 의해 데이터의 정확도에 문제가 있음을 의미한다. 또한 청명일사분석법은 청명일을 기준으로 한 1일 ETR값을 측정지역들간의 데이터를 서로 비교해 봄으로서 이들 지역의 매연, 부유분진 및 배기가스 등에 의한 대기 오염 상태를 역시 예측할 수 있다.

여기서, 청명한 상태의 정의는 운량(sky cover)이 0 또는 0.1 이하인 경우로서 기상청이 발표한 지역별 기상자료에 의한다. 청명일 일사분석 계산 방법은 청명일의 일조시간과 가조시간을 비교하는 한편, 운량에 따라 구름이 하늘을 완전히 덮은 상태를 운량 1로 보고 평균 1일 운량이 0~0.1 사이인 날의 일사량만을 계산한다. 표준화작업에 필요한 보정계수는 다음 식에 의해 산출할 수 있다.

$$K = \frac{Mc}{M} \quad (5)$$

Mc 는 도출된 표준 ETR값이며, M 은 부정확한 지역의 ETR값이다.

이와 같은 보정방법은 질적관리 수준이 높은 표준지역에 의한 보정은 각 지방에 따라 해당지역과 비슷한 위도, 고도, 기후대 등을 면밀히 검토하여 설정, 평가되어야 한다. 그러나 이 보정방법이 현 시점에서는 어떻게 하면 심한 변동폭을 갖는 데이터에 대해서도 보정을 해줄 수 있는지에 대한 명확한 해답을 갖고 있지 않지만 데이터의 질적향상에는 크게 기여하리라는 것은 쉽게 짐작할 수 있다. 그러나 이 방법을 적용함에 있어 1일 혹은 단기간내의 데이터를 사용할 때는 매우 주의를 요하며, 가급적이면 수년간에 걸친 데이터의 1일 월평균치, 즉 장기간의 데이터를 이용하는 것이 보다 정확성을 유지하는 길일 것이다. 다시 말해서 청명일사분석법은 보정절차가 일평균 혹은 월평균 데이터의 질을 직접적으로 개선할 수 있는 방법상의 문제가 해결되어 있지는 않지만 태양에너지 이용을 위한 여러 적용분야에서 이용하게 수년간의 평균 데이터를 질적으로 개선시켜주는 방법으로서 그 활용가치가 매우 크다.

3. 지역별 실측데이터의 분석

전국적인 실측데이터³⁾의 정확도 평가를 위하여 표 1과 같이 현재 가동중인 연구측정네트워크 16개 지역을 대상으로 자료의 전산화가 완료된 '80.1~2004.12까지의 일사량 및 일사 관련자료를 기초로 하여 청명일사분석법에 의해 측정데이터의 질적수준을 평가하였다. 그러나 '84.1 이후에 기존 측정지 외에 일사측정지를 추가로 설정함에 따라 대전은 '84.1, 원주는 '86.1, 영주는 '91.2부터 2004.12까지의 자료를 적용하였다.

2) Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991, pp. 3-145.

3) 기상청, "기상년·월보", 1982 ~ 2004.

우리나라 일사자료의 질적수준을 종합적으로 평가해보면 그림 1에서 보는바와 같이 '82년도 이후의 연평균 ETR값이 0.53 ~ 0.75 범위인데 반해 '82년도 이전의 연평균 ETR값은 0.43 ~ 0.59 정도로 상대적으로 낮게 나타나 '82년도 이전자료의 질적수준이 측기의 노후와 교정오차, 그리고 전문인력 등의 부족으로 정확도가 상당히 불확실한 것으로 나타났다.

표 1. 전국 태양에너지자원 측정지 명세

지역명	지역번호	위도	경도	고도
춘천	101	37° 54'	127° 44'	74.0m
강릉	105	37 45	128 54	26.0
서울	108	37 34	126 58	85.5
원주	114	37 20	127 57	149.8
서산	129	36 46	126 28	19.7
청주	131	36 38	127 26	59.0
대전	133	36 22	127 22	67.2
포항	138	36 02	129 24	2.5
대구	143	35 53	128 37	57.8
전주	146	35 49	127 09	51.2
광주	156	35 10	126 53	70.3
부산	159	35 06	129 02	69.2
목포	165	34 49	126 22	36.5
제주	184	33 31	126 32	22.0
진주	192	35 12	128 06	21.5
영주	272	36 52	128 31	209.5

또한 '82년도 이후에 우리나라 전년도에 걸친 월평균 ETR값은 약 63% 수준에 이르고 있다.

이는 청명한 날에 태양으로부터 입사되는 전체 일사에너지 중에서 평균적으로 37%정도가 대기권 밖으로 재 반사되거나 대기 중에 흡수되고 있음을 의미하고 있다. 물론 이와 같은 사실은 측정이 정확하게 이루어졌을 때 입증될 수 있는 것이지만 그림의 분석결과에서 알 수 있듯이 1982년부터 당 연구원이 추진해온 측정작업은 비교적 정확한 것으로 평가되고 있기 때문에 이 값은 충분한 의미가 있다고 생각한다.

반면에 '82년도 이전의 연평균 ETR값은 0.51 수준이었으나 '82년도 이후부터는 연평균 ETR값이 0.63으로 증가되었을 뿐만 아니라 그림 1의 그래프 상에서도 나타난바와 같이 곡선이 형태도 '81년도에 비해 '82년도 이후부터는 비교적 양호한 평탄한 상태를 유지하고 있다. 그러나 '88년도 말을 분기점으로 보이기 시작한 ETR값의 상대적인 저하현상은 측정네트워크의 질적유지 상태가 나빠지고 있거나 혹은 측정지역들의 대기상태가 좋지 않음을 나타내는 것이다. 그러나 후자의 경우 그 주요 원인이 대기 중에 특정성분이 증가함에 따라 나타나는 현상이기 때문에 경험적인 측면에서 볼 때 우리나라의 대기상태가 일부 대도시를 포함한 대부분의 지역에서 대기상태가 급격히 나빠져 ETR값을 저하시킨 원인은 아닐 것이며, 이 같은 현상의 보다 직접적인 원인은 측정장비의 노후에 기인한 것으로 생각된다. 이에 따라 당 연구원은 그동안 전국 측정네트워크에 사용되었던 측정장비의 기대수명 기간인 10년이 경과함에 따라 '91년 5월에 전국 측정네트워크에 설치된 노후한 측정장비를 모두 교체하였으며, 그 이후부터는 그림에서도 나타난바와 같이 ETR값이 점차적으로 높게 나타나는 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 측정기기의 노후와 오차보정 등이 데이터의 질적관리 유지에 얼마나 중요한 것인가를 단적으로 보여주고 있는 것이다.

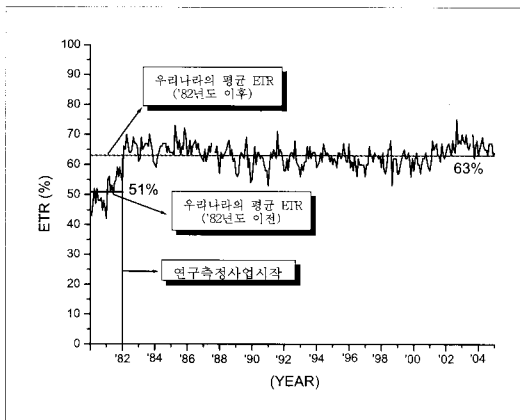


그림 1. 우리나라 전지역에 대한 연도별 월평균 ETR값

한편 표 2에서 나타난바와 같이 전국적으로 ETR값이 큰 지역은 해안지역인 강릉, 서산, 목포, 진주지방으로 나타났으며, 적은 지역은 서울, 부산, 대구, 대전과 같은 대도시 지역으로 나타났다. 이와 같이 대도시 지역이 적게 나타나는 원인은 대도시화에 따른 대기오염물의 농도증가와 직접적인 관계를 갖고 있는 것으로서 대도시내에는 소도시 내지 해안지방보다도 매연, 부유분진 및 배기가스 등 대기오염물이 많아 이것들이 태양복사선의 투과를 방지하기 때문으로 분석된다. 즉, 대도시내에는 많은 가스와 분진상태의 대기오염물에 의하여 태양복사에너지가 흡수됨으로서 대기가 가열되어 적외선에 의해 냉각될 수 없을 정도가 될 수 있으며, 그 결과로 가시광선과 자외선 복사가 상당히 감소하고 있기 때문이다.

표 2. 우리나라 주요지역의 월평균 ETR값('82-2004)
(단위: %)

지역	월 별												평균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
춘천	61	62	64	61	62	64	64	66	65	60	63	59	63
강릉	64	64	65	66	66	67	67	68	65	64	65	62	65
서울	57	59	60	60	61	61	61	62	59	58	57	52	59
원주	62	63	63	63	62	61	64	66	65	62	61	59	63
서산	65	65	65	66	66	67	65	67	65	65	64	62	65
청주	56	63	62	63	65	65	65	63	64	63	61	59	62
대전	63	66	66	66	64	63	64	66	63	62	64	61	64
포항	63	63	64	65	65	66	64	63	64	63	63	61	64
대구	60	60	60	62	63	63	65	63	61	59	59	56	61
전주	58	62	60	61	62	61	60	61	60	60	58	56	60
광주	63	65	64	66	66	65	65	67	64	64	63	61	64
부산	61	61	63	63	65	64	63	64	63	62	62	59	63
목포	62	65	68	69	70	69	68	68	67	67	65	60	67
제주	57	59	62	65	67	65	65	66	65	77	63	60	64
진주	68	67	67	68	65	63	63	64	64	66	67	66	64
영주	62	63	62	61	62	62	61	61	63	58	62	60	61
평균	61	63	63	64	64	64	64	65	64	63	62	60	63

또한 그림 2는 위도나 기후대 등이 유사한 지역끼리 4개씩 관측지를 구분하여 연도별로 월평

균 ETR값을 서로 비교한 것으로 이 그림을 이용하여 우리나라 주요 16개 지역의 연도별 월평균 ETR값의 자료를 분석하여 보면, '82년도 자료 중에서 춘천지방의 경우는 다른 지역보다도 상당히 질적 수준에서 뒤떨어져 있었다고 할 수 있으며, 특히 '89 ~ '91년도 사이의 자료 중에서 장비노후로 인하여 서울, 청주, 부산, 대전지방 등에서 역시 일부 기간동안 질적 수준에서 문제가 있었음을 알 수 있다. 따라서 이들 지역을 측정기기의 고장이나 교정오차 등으로 인하여 자료의 보정이 반드시 요구되는 지역들로서 타지역과 면밀하게 검토되어 위도나 기후대 등이 유사한 지방의 표준자료와 비교하여 보정되어야 할 것이다.

이들 분석대상지역 중에서 보정대상 지역에 대한 검토결과는 다음과 같다.

춘천지역의 경우는 '82년도 초의 ETR값이 위도나 기후대 등이 유사한 지방에 비해 현저히 낮게 나타나고 있다. 이와 같은 원인은 '82년 2월이 전까지는 차온식 애플리형 일사계를 사용하여 왔으나 이의 노후도가 매우 심각했던 것으로 분석되었다. 즉, '82년도 3월부터 새로운 장비로 교체한 이후에는 ETR값이 급격히 상승하였음을 알 수 있다. 또한 '90년 9월부터 '91년 1월 사이에도 ETR값이 유사지역에 비해 낮게 나타나는 현상을 보였다. 이 역시 장비노후로 인한 감도저하에 기인한 것으로 '91년 3월부터 신 장비로 교체 후에는 다시 높아지는 경향을 보였다. 이는 측정장비의 노후도가 일사측정에 중요한 요인임을 증명해주는 좋은 예이다.

청주지역은 겨울철 일부기간에서 ETR값이 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 이는 관측소가 공간 내에 위치하고 있어 위치선정이 측정조건에 미흡하였고, 이로 인하여 겨울철의 대기상태가 고르지 못해 정확한 자료측정에 상당한 어려움이 있었기 때문으로 분석되었다.

또한 원주지역의 경우는 '93년도 9월부터 '95년도 3월 사이에 위도나 기후요소 등이 유사한

지방인 강릉이나 춘천, 원주지방에 비해 ETR값이 상당히 높게 나타나는 현상을 보였다. 이와 같은 원인을 분석한 결과, 이 기간동안 기존에 설치된 일사계를 철수하고 감도특성치가 전혀 다른 일사계를 데이터수집장치의 프로그램 상에 변경된 일사계의 감도특성치를 고려하지 않고 전에 설치된 일사계의 감도특성치를 계속 사용함으로써 이 같은 측정데이터의 오류를 발생시켰다. 따라서 일사량의 정확한 측정자료를 기대하기 위해서는 우선적으로 일사계에서 출력되는 신호를 해당 일사계마다 갖고 있는 고유의 감도특성치를 감안하여 데이터수집장치에서 받아들일 수 있도록 프로그램되어야 한다.

부산지역은 '90년 1월부터 '91년 3월사이 ETR 값이 월평균 37%로 이 기간동안은 전국 최저 평균값에도 못 미치는 급격한 변화폭을 보였다. 이 같은 원인은 일사계의 설치장소가 주위의 장애물로부터 충분히 떨어진 장소에 설치되지 못하였기 때문인 것으로 분석되었다. 그러나 '91년 4월에 일사계 설치장소를 수평방향에 장애물이 없는 곳을 선정 한 후부터는 다시 높게 나타나는 경향을 보여 측정장소의 선정 역시 매우 중요한 요인임을 알 수 있다.

마지막으로 대구지역은 전년에 걸쳐 전반적으로 평탄한 곡선을 나타내었으나 일부기간에서 측정시스템의 고장으로 ETR값이 유사지역에 비해 상당히 낮게 나타나는 현상을 보였다. 이와 같이 측정시스템의 안정도는 일사량 측정의 정확도에 상당한 영향을 주는 것으로 나타났으며, 이에 따라 앞으로도 계속적으로 네트워크 시스템 고장시 즉각적인 수리대처와 이에 따른 교정상태의 점검 등이 항상 세밀한 주의를 갖고 관리되어야 할 것이다.

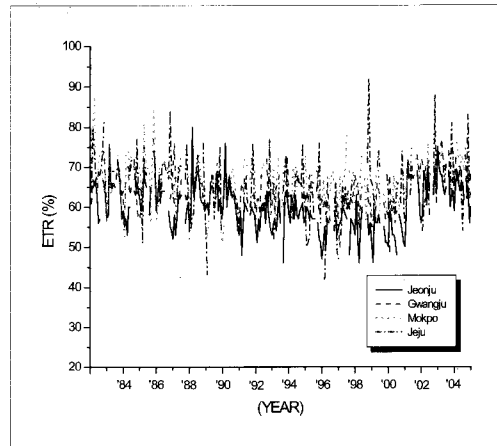
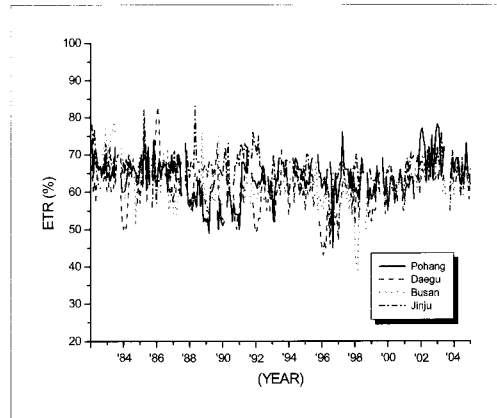
4. 부정확한 측정자료의 보정

'80.1 ~ 2004.12기간 중에 발생한 몇몇 지역

의 측정오차를 보정하기 위해서 실시한 재평가 결과를 소개하여 보면, 보정을 요하는 대상지역으로 나타난 관측지는 크게 춘천을 비롯한 5개지역으로 나타났으며, 측정자료에 이상이 있었던 지역과 기간은 표 3과 같다.

표 3. 자료보정 대상지역 및 기간

지역명	보정을 요하는 기간
춘천	'90.09 ~ '90.10
	'90.12
청주	'89.11 ~ '89.12
원주	'93.09 ~ '95.03
부산	'90.01 ~ '91.03
	'90.03
대구	'95.11 ~ '96.03



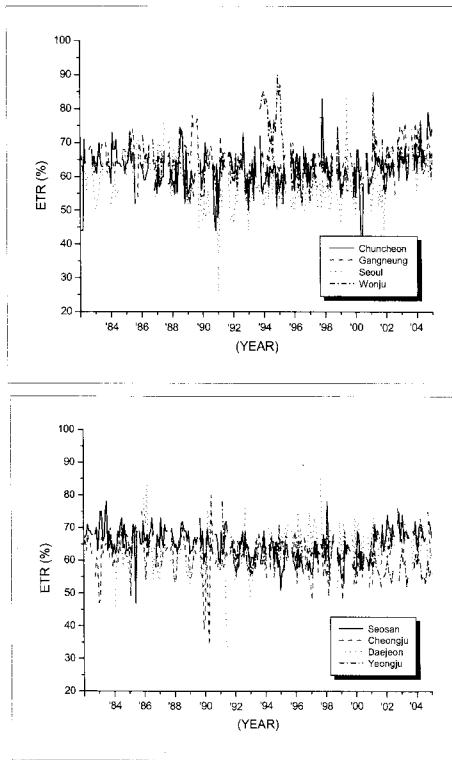


그림 2. 우리나라 주요지역에 대한 연도별 월평균 ETR값

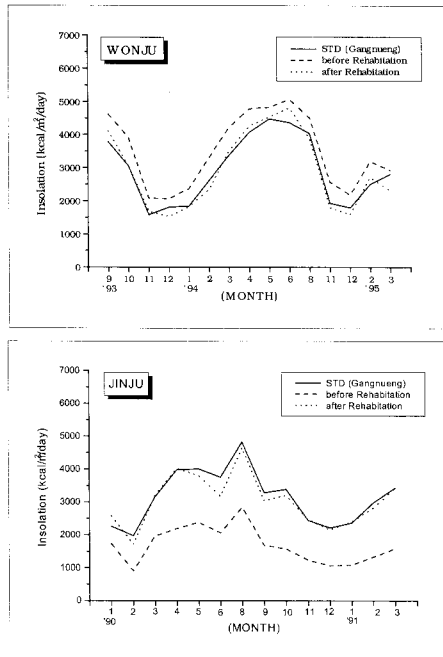


그림 3. 자료보정 전과 자료보정 후와의 비교

표 4. 자료보정을 요하는 지역의 보정결과

(단위 : kcal/m²/day)

지역		원주							
구분		'93.09	'93.10	'93.11	'93.12	'94.01	'94.02	'94.03	'94.04
보정계수 (K)		0.89	0.78	0.81	0.74	0.77	0.71	0.83	0.89
미보정치		4,625	3,918	2,084	2,064	2,370	3,903	4,218	4,782
보정치		4,116	3,056	1,688	1,527	1,825	2,345	3,501	4,256
강릉 (표준지역)		3,784	3,060	1,579	1,811	1,842	2,611	3,383	4,063

지역		원주							
구분		'94.05	'94.06	'94.07	'94.08	'94.09	'94.10	'94.11	'94.12
보정계수 (K)		0.94	0.95	0.98	0.86	-	0.77	0.70	0.73
미보정치		4,831	5,066	-	4,505	-	-	2,561	2,182
보정치		4,541	4,813	-	3,874	-	-	1,793	1,593
강릉 (표준지역)		4,479	4,387	4,460	4,035	3,531	2,487	1,930	1,796

지역		원주				
구분		'95.01	'95.02	'95.03		
보정계수 (K)		0.74	0.85	0.79		
미보정치		-	3,187	2,924		
보정치		-	2,709	2,310		
강릉 (표준지역)		2,257	2,501	2,802		

지역		춘천				
구분		'82.01	'82.02	'90.09	'90.10	'90.12
보정계수 (K)		1.50	1.39	1.33	1.36	1.15
미보정치		1,475	2,030	2,302	2,049	1,178
보정치		2,213	2,822	3,061	2,787	1,355
강릉 (표준지역)		2,118	2,468	2,561	2,721	1,675

지역		부산							
구분		'90.01	'90.02	'90.03	'90.04	'90.05	'90.06	'90.07	'90.08
보정계수 (K)		1.50	1.89	1.63	1.83	1.61	1.54	-	1.63
미보정치		1,722	903	1,971	2,199	2,384	2,065	2,375	2,853
보정치		2,583	1,707	3,213	4,024	3,806	3,180	-	4,650
진주 (표준지역)		2,258	1,972	3,165	3,989	4,007	3,759	4,101	4,829

지역		부산						
구분		'90.09	'90.10	'90.11	'90.12	'91.01	'91.02	'91.03
보정계수 (K)		1.81	2.03	2.00	2.03	2.21	2.12	2.16
미보정치		1,684	1,582	1,241	1,063	1,090	1,330	1,587
보정치		3,048	3,211	2,482	2,158	2,409	2,820	3,428
진주 (표준지역)		3,293	3,389	2,451	2,216	2,373	2,982	3,439

지역		청주				
구분		'89.11	'89.12	'90.03		
보정계수 (K)		1.51	1.48	1.91		
미보정치		1,380	1,186	1,551		
보정치		2,084	1,755	2,962		
서산 (표준지역)		1,906	1,661	3,011		

지역		대구				
구분		'95.11	'95.12	'96.01	'96.02	'96.03
보정계수 (K)		1.04	1.04	1.16	1.17	1.11
미보정치		2,047	1,541	1,632	2,066	2,046
보정치		2,129	1,603	1,893	2,417	2,026
진주 (표준지역)		2,666	2,152	2,140	2,910	3,029

그림 2에서도 나타난바와 같이 표 3에서 언급된 보정대상 지역의 ETR값은 같은 기간동안 표준지역으로 설정된 ETR값과는 서로 현저히 차이를 나타낼 뿐만 아니라 보정을 요하는 기간의 전후기간과도 서로 다르게 변동이 심한 상태임을 알 수 있다. 그러므로 이들 지역에 대한 측정자료의 보정은 불가피한 것으로 일부 보정을 요하는 지역에 대한 보정결과를 표 4와 그림 3에 제시하였다.

5. 결 론

지금까지 추진해온 청명일 일사분석법에 의한 전국 일사량자원 평가사업을 종합해 볼 때 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 전국적으로 ETR값이 큰 지역은 해안지역인 강릉, 서산, 목포지방으로 나타났으며, 적은 지역은 서울과 같은 대도시 지역과 공단지역이 위치한 전주지역 등으로 나타났다.
- 2) 우리나라의 전국 연평균 ('82.1~2004.12) ETR값은 0.63 내외로서 미국의 0.70~0.75에 비해 낮게 나타나고 있다.
- 3) 전국적으로 1988년도 말을 분기점으로 보이기 시작한 저하현상은 대기 중에 특정성분이 증가함에 따라 나타난 현상보다는 측정장비의 노후에 기인하였다.
- 4) '82년도 자료 중에서 춘천지방의 경우는 다른 지역보다도 상당히 질적수준에서 뒤떨어

졌으며, 특히 '89~'96년도 사이에 자료중에서도 장비의 노후와 측정오류로 인하여 청주, 원주, 부산, 대구지역 등에서 역시 일부 기간동안 데이터 질적 수준에서 문제가 있었다.

그러나 측정분석 기간이 충분하지 못하였기 때문에 현재까지의 결과만을 가지고 우리나라의 전반적인 일사량자원의 정확도를 평가한다는 것은 아직 어려운 실정이며, 당분간은 일사량 측정사업과 더불어 계속적으로 일사량 변동형태에 따른 ETR분석과 동시에 '82년도 이전에 측정된 자료에 대한 비교분석 사업도 필요한 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비지원으로 수행되었음 (과제번호 : 2004-N-PS04-P-03-0-000).

참 고 문 헌

1. Randy Schechter & Jon T. Scott, Clear Hour Analysis and Solar Radiation Data Rehabilitation
2. Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991, pp. 3-145.
3. 기상청, "기상년·월보", 1982 ~ 2004.