

태양복사 측정에 의한 주요 도시의 Global Dimming 현상분석

조 덕기¹⁾, 강 용혁²⁾

Analysis of Global Dimming Appearances Using the Solar Radiation Measurement in Korean Major Cities

Dok-Ki Jo, Young-Heack Kang

Key words : Clearness Index (대기청명도), 수평면 전일사량(Horizontal Global Radiation)

Abstract : Since the atmospheric clearness index is main factor for evaluating global-dimming of atmosphere environment, it is necessary to estimate its characteristics all over the major cities in Korea. We have begun collecting clearness index data since 1982 at 16 different cities and considerable effort has been made for constructing a standard value from measured data at each city. The new clearness data for global-dimming analysis will be extensively used by evaluating atmospheric environment as well as by solar PV application system designer or users.

From the results, we can conclude that

- 1) Yearly mean 61.9 % of the atmospheric clearness index was evaluated for clear day all over
- 2) A significant difference of atmospheric clearness index is observed between 1982-1989 and 1990-1997, 1998-2005 through 16 different cities in Korea.

1. 서론

본 연구는 이와 같은 대기오염 상태가 도시지역에서 태양에너지를 얼마나 차단하는지를 알아보고자, 전국 주요 16개 도시지역에서 1982년부터 2005년 사이에 구름의 영향을 거의 받지 않는 청명한 날에 한국에너지기술연구원에서 측정된 평균 태양광에너지, 즉 일사량 자료를 정리하여 분석하고, 그 결과를 통하여 도시지역별 혹은 도시지역간의 대기의 청명도, 즉 청명한 날에 측정된 수평면 전일사량에 대한 대기권밖 일사량 비율을 산출 분석하여 해당도시의 Global Dimming 현상분석에 그 목적을 두었다.

2. 측정도시의 선정과 장치구성

전국 주요 도시의 도시간 청명도 분포특성을 알기 위해서는 반드시 각 측정지점은 서로 이상적인 거리간격을 유지하여야 한다. 본 연구는 이

와 같은 점을 고려하여 측정지 상호간의 거리를 가능한 균등하게 유지하기 위하여 전국을 위도와 경도로 등분하여 측정지 분포를 고르게 하였으며, 이에 따른 각 측정도시는 서울을 비롯한 15개 소로 춘천, 강릉, 서울, 서산, 청주, 대전, 포항, 대구, 전주, 광주, 부산, 목포, 제주, 진주, 영주로 하였다.

청명도 측정을 위한 일사량 측정장치로는 미국 Eppley사가 제작한 PSP (Precision Spectral Pyranometer) 수평면일사계와 미국 Vaisala사에서 제작한 DCP(Data Collection Platform) 데이터수집장치를 사용하였으며, 운량과 일조시간은 기상청에서 목측과 조르단 일조계에 의해 측정하였다.

1) 책임 저자의 소속

E-mail : dokkijo@kier.re.kr

Tel : (042)860-3561 Fax : (042)860-3739

2) 저자2의 소속

E-mail : yhkang@kier.re.kr

Tel : (042)860-3500 Fax : (042)860-3739

3. 분석결과

우리나라 주요 16개소 도시지역에서 1982~2005년 사이에 측정된 대기의 청명도, 즉 청명한 날의 대기권밖 일사량에 대한 수평면 전일사량의 비를 '82~'89년(A)과 '90~'97년(B), 그리고 '98~2005년(C) 사이에 측정된 평균자료로 나누어 경년변화를 분석하여 보면, Table 1과 Fig. 1에서 나타난바와 같이 전 기간에 걸쳐 매년 대부분의 도시지역에서 공히 대기의 청명도가 감소하고 있음을 확인할 수 있다. 표에서 보는바와 같이 '82~'89년(A)에 비해 '90~'97년(B)은 -2.6%, 그리고 '98~'2005년(C)은 -4.8% 정도의 상당한 감소를 보였으며, '98~'2005년(C) 기간 역시 '90~'97년(B) 기간에 비하여 -2.2% 정도 감소를 보였다. 이와 같은 원인은 도시 내의 가스 및 대기오염물에 의하여 태양에너지가 흡수됨으로서 태양광에너지와 대기오염물 등이 상호 작용하여 도시지역에 나타난 국지적인 현상으로 보인다.

한편 전국 주요 도시의 지역별로 대기의 평균 청명도의 경년변화를 살펴보면, Fig 2에서 보는 바와 같이 82년~'97년(A, B) 기간 동안에는 서울, 대구, 부산과 같은 대도시지역과 해안지역인 제주, 그리고 전 기간(A, B, C)에 걸쳐 대도시지역인 광주, 공단지역인 청주, 전주, 그리고 해안지역인 서산, 강릉, 목포, 그리고 해안지역과 인접한 진주지역에서 타 도시지역에 비해 대기청명도의 경년변화가 상대적으로 큰 것으로 나타나, 이들 지역이 대기오염에 의한 태양에너지의 투과방지가 타 도시에 비해 빠르게 심화되고 있음을 알 수 있다. 반면에 대도시 지역인 대전과 대규모 공업단지지역인 포항, 그리고 중북부 내륙지역인 춘천은 전 기간(A, B, C)에 걸쳐 타 도시에 비해 거의 전 기간을 통하여 경년변화를 보이고 않고 있으며, 이 중에서도 대전은 매 기간마다 다소 증가율을 보였다.

Fig 3은 지난 '82.1~2005.12 기간 동안 구름이 전혀 없는 매우 청명한 날에 예측된 자료의 평균치를 가지고 SURFER 프로그램으로 도해한 전국적인 대기청명도 분포현황도로, 이 기간 동안 연평균치로 계산하였을 때 전국이 대략 61.9% 정도 대기의 청명도를 나타내고 있다.

이 중에서도 수도권지역, 그리고 대구와 같은 대도시지역과 전주와 같은 밀집된 공단지역에서는 전국에서 가장 낮은 대기청명도 분포를 나타내고 있다. 반면에 남해중서부지방, 그리고 동해북부지방에 위치한 도시지역은 64% 이상으로 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 목포는 전국에서 가장 높은 대기의 청명도를 기록하였다.

또한 중북부 산간지방에 위치한 도시지역에서는 대략 61% 내외로 비교적 대도시지역이나 공단

Table 1 우리나라 주요 도시지역의 계절별 대기의 청명도 연평균치

(단위 : %)

연도 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연평균
'82-'89 (A)	65.5	66.4	64.1	61.9	64.5
'90-'97 (B)	62.6	63.2	61.6	60.0	61.9
'98-'05 (C)	60.6	61.2	59.0	58.1	59.7
B-A	-2.9	-3.2	-2.5	-1.9	-2.6
C-A	-4.9	-5.2	-5.1	-3.8	-4.8
C-B	-2.0	-2.0	-2.6	-1.9	-2.2

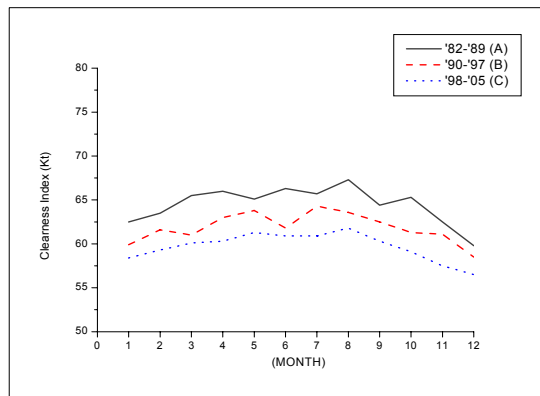


Fig 1 우리나라 주요 도시지역의 월별 대기의 청명도 경년변화

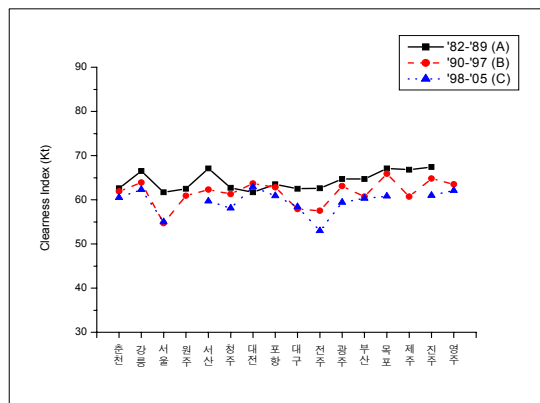


Fig 2 우리나라 주요 도시지역별에 따른 대기의 청명도 경년변화

지역이 위치한 도시에 비해 대기가 청명한 것으로 나타났다.

한편 같은 기간 난방기간(10~3월) 동안에 산출된 대기청명도의 전국적인 분포특징을 살펴보면, Fig 4에서 보는바와 같이 Fig 3과 거의 유사한 분포를 나타내어 이 난방기간 동안의 대기상태가 전년에 걸쳐 영향을 미치고 있음을 짐작할 수 있다.

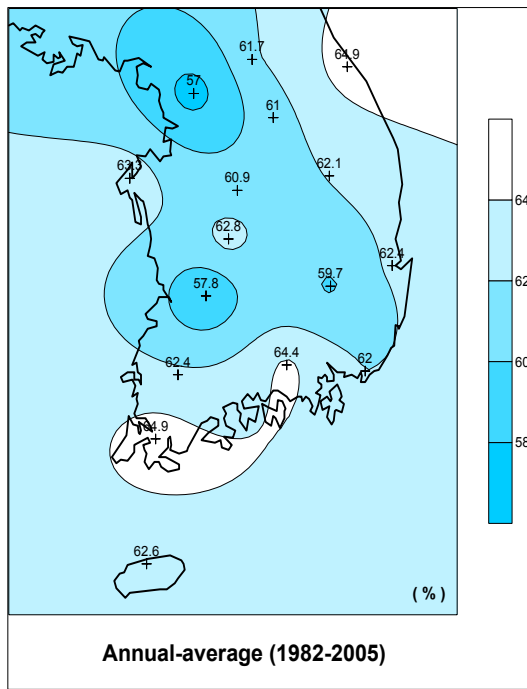


Fig 3 전국 연평균 1일 대기청명도 분포도

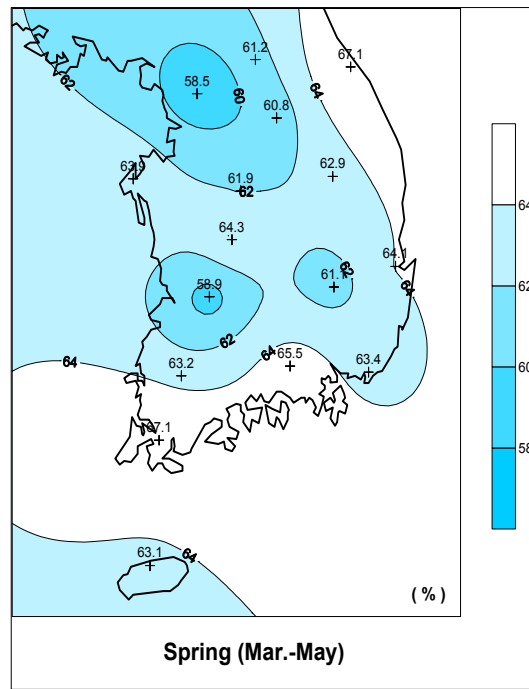


Fig 5 전국 봄철 일평균 대기청명도 분포도

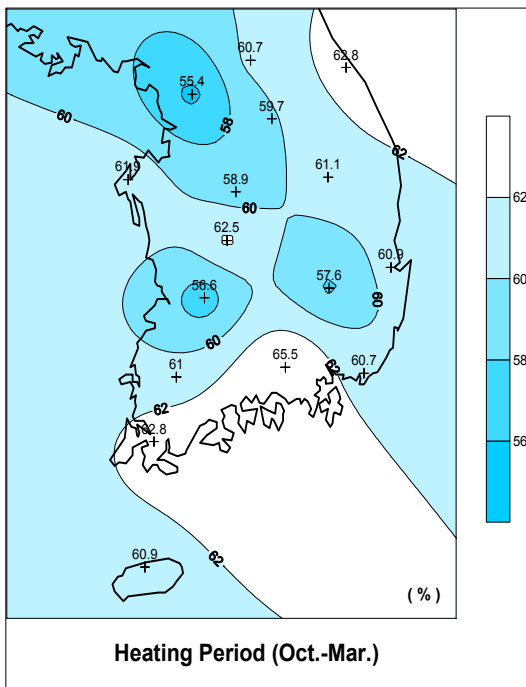


Fig 4 전국 연평균 1일 난방기간 대기청명도 분포도

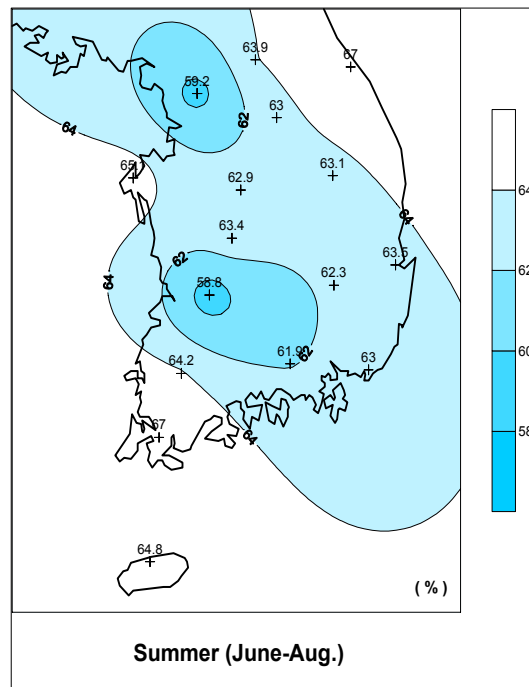


Fig 6 전국 여름철 일평균 대기청명도 분포도

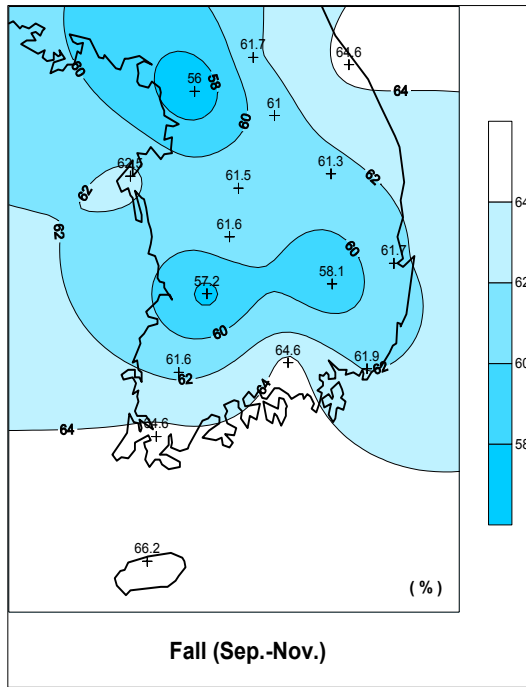


Fig 7 전국 가을철 일평균 대기청명도 분포도

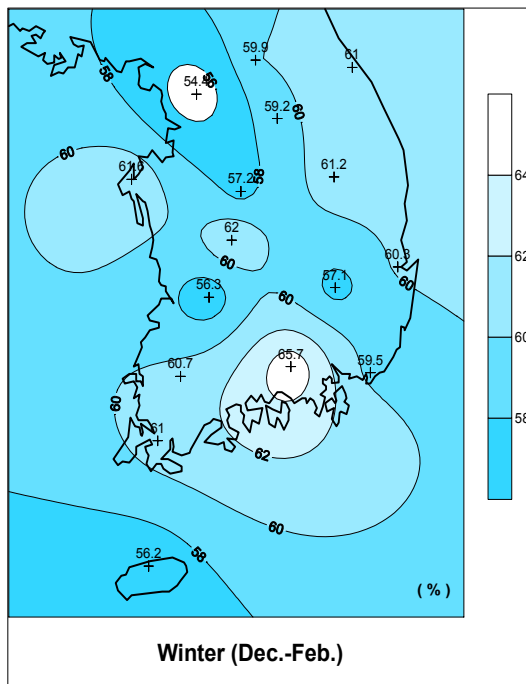


Fig 8 전국 겨울철 일평균 대기청명도 분포도

Fig 5~Fig 8은 같은 기간 동안 계절별 대기청명도의 분포특성을 나타낸 것이다. 즉, 우리나라 대기의 청명도는 겨울을 제외한 모든 계절에서 유사한 지역적 특성을 나타내 주고 있다.

4. 결 론

본 연구는 대기오염 상태가 도시지역에서 태양 에너지를 얼마나 차단하는지를 알아보고 위해서 도시지역 내에서 태양에너지 측정을 통하여 대기 청명도를 측정, 분석하고, 그 결과를 통해 도시 지역별 혹은 도시지역간의 대기의 청명도를 분석하여 해당도시의 Global Dimming 현상을 분석하였다.

1) 우리나라 주요 16개소 도시지역에서 1982 ~ 2005년 사이에 측정된 대기의 청명도는 '82 ~ '89년(A)에 비해 '90 ~ '97년(B)은 -2.6%, 그리고 '98 ~ 2005년(C)은 -4.8% 정도의 상당한 감소를 보였으며, '98 ~ 2005년(C) 기간 역시 '90 ~ '97년(B) 기간에 비하여 -2.2% 정도 감소를 보였다.

2) 지난 '82. 1~ 2005. 12 기간동안 구름이 전혀 없는 매우 청명한 날에 연평균치로 계산하였을 때 전국이 대략 61.9% 정도 대기의 청명도를 나타내었다.

3) 이 중에서도 수도권지역, 그리고 대구와 같은 대도시지역과 전주와 같은 밀집된 공단지역에서는 전국에서 가장 낮은 대기청명도 분포를 나타내었다. 반면에 남해중서부지방, 그리고 동해북부지방에 위치한 도시지역은 64% 이상으로 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 목포는 전국에서 가장 높은 대기의 청명도를 기록하였다. 또한 중북부 산간지방에 위치한 도시지역에서는 대략 61% 내외로 비교적 대도시지역이나 도시지역 내에 공단지역이 위치한 도시에 비해 대기가 청명한 것으로 나타났다.

4) '82. 1~ 2005. 12 기간 동안 난방기간(10 ~ 3월)에 산출된 대기청명도의 전국적인 분포특징은 같은 기간 전국 연평균 대기의 청명도 분포와 거의 유사한 분포를 나타내어 이 난방기간 동안의 대기상태가 전 기간에 걸쳐 영향을 미치는 것으로 나타났다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비지원으로 수행되었음 (과제번호 : 2007-N-NC04-P-02).

참고문헌

1. Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991, pp. 3-145.
2. 기상청, "기상년·월보", 1982 ~ 2005.
3. 환경부, "환경백서", 2005.