

도심부와 교외지역의 장·단파 복사와 상관도 분석 (II)

- 관측 자료의 상관도 분석기법에 관한 연구 -

Long and Short Wave Radiation and Correlation Analysis Between Downtown and Suburban Area (II)

- Study on Correlation Analysis Method of Radiation Data -

최동호* · 이부용** · 오호엽***

Choi Dong-Ho*, Lee Bu-Yong** and Oh Ho-Yeop***

(Submit date : 2013. 7. 9., Judgment date : 2013. 7. 11., Publication decide date : 2013. 8. 26.)

Abstract : The propose of this study is to understand the phenomenon of radiation and comparison of analysis of two methods. One is analysis method of same-time data and the another is analysis method of rank data. We confirmed that two methods of correlation analysis had the effectiveness and suitability. The followings are main results from this study. 1) The seasonal correlation coefficient of long and short-wave radiation is higher in winter than in summer because of high humidity in the summer season can makes easily cloud in the sky locally. 2) According to analysis method, there is big difference in correlation coefficient from 0.494(Analysis method of same-time data) to 0.967(Analysis method of rank data) with short-wave radiation by the location during summer. These results have significant value in solar radiation research and analysis. It has explored a new way for solar radiation research of analysis method as well.

Key Words : 도시열환경(Urban heat environment), 장파복사(Long-wave radiation), 단파복사(Short-wave radiation), 관측(Observation), 도시복사환경(Urban radiation environment)

1. 서 론

여러 지역의 환경특성을 파악하기 위한 기존의 일반적인 연구에서는 복수지역에 대한

관측데이터를 비교하는 방법으로써 상관성 분석기법을 사용하고 있다. 다양한 기상요소의 도시효과 평가를 위한 관측연구는 특정 도시 내 혹은 비교대상지역에 복수의 관측지

*최동호(교신저자) : 대구가톨릭대학교 건축학부
E-mail : dhchoi2@cu.ac.kr, Tel : 053-850-2733
**이부용 : 대구가톨릭대학교 환경과학과
***오호엽 : 대구가톨릭대학교 건축학과

*Choi Dong-Ho (corresponding author) : Department of Architecture, Catholic University of Daegu.
E-mail : dhchoi2@cu.ac.kr, Tel : 053-850-2733
**Lee Bu-Yong : Department of Environmental Science, Catholic University of Daegu.
***Oh Ho-Yeop : Department of Architecture, Graduate School, Catholic University of Daegu.

점을 지정한 후 수집된 다양한 관측데이터(온도, 복사 등)에 대한 분석 연구가 주류를 이루었으며 이들 대부분은 시간적인 동시비교의 관점에서 관측데이터를 분석하고 해석하였다¹⁾.

그러나 이와 같이 복수 지점들을 대상으로 한 동시관측 연구의 경우 모든 관측지점들의 대기상태가 동질하다는 전제가 성립되어야만 그 분석결과에 대한 신뢰성이 높아질 것이다. 예를 들어 상부대기에서 지면으로 향하는 하향의 단파복사관측을 통해 지역별 열 특성을 파악하고자 할 경우 비교대상 관측지점들의 단파복사 값은 동일 태양복사 수조조건이 아닌 일부 지역의 국지적인 강우 현상이나 구름 등의 영향이 큰 경우에는 그 관측 값을 제거하여야만 그 지점 고유의 환경요소가 반영되어 관측지점간의 환경특성을 객관적으로 비교 분석할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 공간적으로 떨어진 서로 다른 두 지역 간 복사환경 관측에서 기존의 동시관측 분석기법(Analysis method of same-time data) 적용 시의 상관도 분석을 통해 그 유효성을 확인하고자 하였다. 그리고 본 연구에서 제안한 새로운 분석방법은 선행연구²⁾에서 관측이 이루어진 동절기와 하절기 기간 동안의 장·단파복사 값을 대상으로 하였으며, 이들 자료를 각 시각별 복사 값을 내림차순으로 정렬하여 관측지점별로 동 순위의 복사 값들을 상호 비교하는 방법을 검토하였다. 아울러 관측지점들의 대기상태가 상이한 조건하에서도 해석될 수 있게 기존과는 차별화된 새로운 유형의 순위별 분석기법(Analysis method of rank data)을 제시하였으며 그 결과 본 분석기법의 효과 및 유효성을 확인하였다. 그리고 이러한 기법은 기존의 해석에서는 볼 수 없었던 두 지역 간의 새로운 상관성 관계를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.



Fig. 1 Location of observation sites

Table 1. Distribution of the green space around observation sites

| 항 목 | 교외지역 | 도심과밀지역 |
|----------------------|--|---|
| 위 치 | 경북 경산시 하양읍 대구가톨릭대학교 | 한국전력공사 대구·경북본부 송변전지원센터 |
| 공간녹지 분포율 | 40% | 0% |
| 항공사진 에서의 녹지면적 |  |  |
| 관측지점 전경 (항공사진) |  |  |

※ 공간녹지분포율은 각 관측지점을 중심으로 반경 500m 이내의 영역에 있는 녹지면적의 비율을 정의

Table 2. Composition of observation instruments

| 항목 | 모델명 / 제조사 |
|---------|---|
| 기온·상대습도 | HMP45C - L34 / VAISALA |
| 단파복사 | CMP6 / Kipp & Zonen Campbell Scientific |
| 장파복사 | CGR3 / Kipp & Zonen |
| 기록장치 | Data Logger : CR1000 Campbell Scientific |

2. 관측 개요

2.1 관측장소와 관측항목

관측대상지역은 전편²⁾과 동일하게 대구광역시

Table 3. Daily short-wave radiation in summer
(Analysis method of rank data)

[단위: W/m²]

| 순위 | 도심과밀 지역 | 교외지역 | 비율 |
|----|---------|--------|------|
| 1 | 823.05 | 849.61 | 0.97 |
| 2 | 809.87 | 843.04 | 0.96 |
| 3 | 802.13 | 835.45 | 0.96 |
| 4 | 790.24 | 824.50 | 0.96 |
| 5 | 781.34 | 813.34 | 0.96 |
| 6 | 773.32 | 801.62 | 0.96 |
| 7 | 760.74 | 792.68 | 0.96 |
| 8 | 750.50 | 785.63 | 0.96 |
| 9 | 742.00 | 779.95 | 0.95 |
| 10 | 734.87 | 769.94 | 0.95 |
| 11 | 725.50 | 759.86 | 0.95 |
| 12 | 714.49 | 751.29 | 0.95 |
| 13 | 705.07 | 742.42 | 0.95 |
| 14 | 696.56 | 731.24 | 0.95 |
| 15 | 686.37 | 721.43 | 0.95 |
| 16 | 677.29 | 712.77 | 0.95 |
| 17 | 668.35 | 705.09 | 0.95 |
| 18 | 659.12 | 695.37 | 0.95 |
| 19 | 650.85 | 686.57 | 0.95 |
| 20 | 642.88 | 678.59 | 0.95 |
| 21 | 633.58 | 670.46 | 0.94 |
| 22 | 625.05 | 660.31 | 0.95 |
| 23 | 612.06 | 651.02 | 0.94 |
| 24 | 599.77 | 640.87 | 0.94 |
| 25 | 586.07 | 625.95 | 0.94 |
| 26 | 572.33 | 610.83 | 0.94 |
| 27 | 558.00 | 595.99 | 0.94 |
| 28 | 541.66 | 579.42 | 0.93 |
| 29 | 526.03 | 561.45 | 0.94 |

※주)10~14시 까지 4시간 동안의 평균

Table 4. Daily short-wave radiation in winter
(Analysis method of rank data)

[단위: W/m²]

| 순위 | 도심과밀 지역 | 교외지역 | 비율 |
|----|---------|--------|------|
| 1 | 658.88 | 650.85 | 1.01 |
| 2 | 648.68 | 646.22 | 1.00 |
| 3 | 633.44 | 636.96 | 0.99 |
| 4 | 623.64 | 621.93 | 1.00 |
| 5 | 616.83 | 612.49 | 1.01 |
| 6 | 609.09 | 603.25 | 1.01 |
| 7 | 602.63 | 594.64 | 1.01 |
| 8 | 597.72 | 587.67 | 1.02 |
| 9 | 593.47 | 582.09 | 1.02 |
| 10 | 589.38 | 577.05 | 1.02 |
| 11 | 585.92 | 572.87 | 1.02 |
| 12 | 582.56 | 569.17 | 1.02 |
| 13 | 579.68 | 565.85 | 1.02 |
| 14 | 577.18 | 562.98 | 1.03 |
| 15 | 574.84 | 560.41 | 1.03 |
| 16 | 572.19 | 557.63 | 1.03 |
| 17 | 569.71 | 554.82 | 1.03 |
| 18 | 567.47 | 552.25 | 1.03 |
| 19 | 564.32 | 549.95 | 1.03 |
| 20 | 561.40 | 547.60 | 1.03 |
| 21 | 558.62 | 545.44 | 1.02 |
| 22 | 555.97 | 543.37 | 1.02 |
| 23 | 553.41 | 541.41 | 1.02 |
| 24 | 551.01 | 539.56 | 1.02 |
| 25 | 548.71 | 537.64 | 1.02 |
| 26 | 546.48 | 535.78 | 1.02 |
| 27 | 544.27 | 533.81 | 1.02 |
| 28 | 541.88 | 531.70 | 1.02 |
| 29 | 539.42 | 529.52 | 1.02 |

※주)10~14시 까지 4시간 동안의 평균

역시 수성구의 도심과밀지역(대구·경북본부 송변전지원센터)과 이곳에서 약 20km 동쪽의 교외지역을 관측대상지점으로 선정하였다(Fig 1). 관측에 대한 일반적인 사항은 전편²⁾에서 수행된 조건과 동일하다. 두 관측지점의 환경조건은 Table 1과 같이 도심과밀지역은 고층건물을 포함한 인공구조물로 둘러싸인 전형적인 인공적 환경특성을 잘 반영한 반면, 교외지역은 도심과밀지역과 상이하게 그 주변은 논과 밭, 하천, 산 등의 자연적인 환경효과가 우세한 지역이다. 관측은 하절기의 경우 2010년 7월 23

일부터 29일간, 동절기는 2011년 1월 13일부터 47일간 수행되었다. 이들 기간 중 하절기의 경우 도심과밀지역과 교외지역은 맑은 날 19일 강우일 10일 동절기는 도심과밀지역은 맑은 날 39일 강우일 8일, 교외지역은 맑은 날 43일 강우일 4일로 파악되었다. 본 연구의 관측 4일로 파악되었다. 본 연구의 관측항목은 전편과 동일하게 기온, 상대습도, 장·단파복사량으로 하였으며 지점별, 계절별 하향의 복사성분을 중심으로 분석하였다.(Table 2)

2.2 관측자료의 분석기법

본 연구에서는 분석대상 데이터가 인근건물 등 주변 환경의 영향이 최소화될 수 있도록 하루 중 태양고도가 가장 높은 시간대인 10:00~14:00시의 4시간 데이터만을 분석 자료로 활용함으로써 두 지점 간 복사환경의 객관적인 비교가 가능하도록 하였다. 본 논문에서 적용한 분석기법은 두 지점에서 계측한 데이터를 바탕으로 '동시관측 분석기법'과 관측데이터의 '순위별 분석기법'에 대한 차이를 비교하고 분석 평가하였다.

3. 자료분석과 해석방법

3.1 동시관측 분석기법

동시관측 분석기법이란 지역 간의 복사환경 비교분석을 동일 하늘, 동일 대기상태라는 명제 하에서 같은 시각에 관측된 데이터를 동시비교의 관점에서 분석 해석하는 것이다. 이러한 동시관측 분석기법은 복수의 관측지점이 근거리에 위치하여 구름 등의 대기상태가 유사하다고 전제된 경우에 유효한 방법이다. 일사량과 같은 지역성이 강한 기상요소 비교연구에서 두 관측지점의 대기조건이 다를 수 있을 것으로 판단될 때는 동시관측 분석기법에 대한 유효성 확인을 위한 검토가 필요하다. 이것은 일반적으로 비교적 근거리에 위치한 두 관측지점의 단파복사를 비교하고자 할 경우 각 지점의 단파복사 값은 동일 태양복사 수수조건이 충족 되어야만 두 관측지점간의 환경특성을 객관화하여 비교할 수 있을 것이다.

기존의 동시관측 분석기법을 적용한 연구사례를 살펴보면 조덕기 등(출판년도 2001년)은 동시관측분석기법을 통해 태양에너지의 효과적인 활용을 위해 대전지역 관측데이터를 활용하여 직달, 산란, 수평면 일사량에 대한 상관성을 분석하였다. 또한, 국지적인 복사환경

차이를 파악하기 위하여 하나의 광역도시권역 내의 도심과밀지역, 주거지역, 녹지지역, 수변·녹지지역, 교외지역을 대상으로 흑구온도와 기온의 상관도 분석연구³⁾, 도심과밀지역, 수변·녹지지역, 교외지역을 동시관측분석기법에 의해 수행된 사례 등이 있으며 이밖에도 일사량, 기온, 강우량 등의 기상요소의 광역적인 차이를 비교하는 경우에는 비교대상 지역들에서 관측된 데이터의 동시관측 분석기법이 주로 적용되고 있다.

그러나 이와 같은 동시관측분석기법을 적용할 경우 도심과밀지역과 교외지역과 같이 어느 정도 떨어져 대기상태에 따른 태양복사 수수조건이 다를 경우 주변 환경 여건에 의한 복사특성은 대기상태의 상이함의 영향으로 같은 시간대의 관측자료 분석에서는 지역적 복사특성이 왜곡되어 비교될 우려가 있을 것으로 추정된다.

3.2 순위별 분석기법의 타당성 검토

위에서 언급한 동시관측 분석기법의 한계점을 보완하기 위하여 제안하는 순위별 분석기법은 전계측기간의 관측결과에 대해 일별 복사량 값들을 내림차순으로 정렬하여 분석하는 것으로 기존연구에서는 없었던 새로운 유형의 해석방법이다(Table 3~6). 순위별 분석기법에 대한 설명을 도심과밀지역과 교외지역간의 단파복사 관측 값을 활용하여 나타내면 다음과 같이 정리될 수 있다. Table 7, 8은 하절기 두 관측지점의 일별 단파복사 값을 시각에 따라 비교하는 동시관측 분석기법과 각 지점의 관측 값을 내림차순으로 정리하여 분석한 순위별 분석기법의 두 지역간 비율을 각각 나타낸 것이다. 먼저 동시관측 분석기법에서는 두 지역 간의 단파복사 비율이 관측일수에 따라 수렴되지 않을 뿐 아니라 그 비율의 변화폭(0.66~1.57)

Table 5. Daily long-wave radiation in summer
(Analysis method of rank data)

[단위: W/m²]

| 순위 | 도심과밀 지역 | 교외지역 | 비율 |
|----|---------|--------|------|
| 1 | 479.14 | 477.54 | 1.00 |
| 2 | 478.93 | 475.41 | 1.01 |
| 3 | 478.38 | 474.53 | 1.01 |
| 4 | 477.37 | 472.98 | 1.01 |
| 5 | 476.57 | 471.25 | 1.01 |
| 6 | 475.66 | 470.07 | 1.01 |
| 7 | 474.93 | 469.09 | 1.01 |
| 8 | 474.37 | 468.32 | 1.01 |
| 9 | 473.93 | 467.58 | 1.01 |
| 10 | 473.33 | 466.97 | 1.01 |
| 11 | 472.78 | 466.38 | 1.01 |
| 12 | 472.25 | 465.78 | 1.01 |
| 13 | 471.76 | 465.26 | 1.01 |
| 14 | 471.33 | 464.69 | 1.01 |
| 15 | 470.82 | 464.10 | 1.01 |
| 16 | 470.33 | 463.56 | 1.01 |
| 17 | 469.88 | 463.06 | 1.01 |
| 18 | 469.45 | 462.61 | 1.01 |
| 19 | 469.04 | 462.21 | 1.01 |
| 20 | 468.58 | 461.69 | 1.01 |
| 21 | 468.12 | 461.22 | 1.01 |
| 22 | 467.61 | 460.70 | 1.01 |
| 23 | 467.08 | 460.16 | 1.02 |
| 24 | 466.52 | 459.67 | 1.01 |
| 25 | 465.99 | 459.17 | 1.01 |
| 26 | 465.44 | 458.70 | 1.01 |
| 27 | 464.90 | 458.11 | 1.01 |
| 28 | 464.20 | 457.27 | 1.02 |
| 29 | 463.50 | 456.44 | 1.02 |

※주)10~14시 까지 4시간 동안의 평균

Table 6. Daily long-wave radiation in winter
(Analysis method of rank data)

[단위: W/m²]

| 순위 | 도심과밀 지역 | 교외지역 | 비율 |
|----|---------|--------|------|
| 1 | 351.43 | 365.09 | 0.96 |
| 2 | 348.42 | 356.55 | 0.98 |
| 3 | 343.55 | 352.12 | 0.98 |
| 4 | 340.83 | 348.30 | 0.98 |
| 5 | 335.52 | 345.04 | 0.97 |
| 6 | 331.89 | 342.32 | 0.97 |
| 7 | 329.27 | 339.20 | 0.97 |
| 8 | 326.61 | 336.33 | 0.97 |
| 9 | 324.17 | 333.11 | 0.97 |
| 10 | 322.06 | 330.31 | 0.98 |
| 11 | 319.84 | 327.89 | 0.98 |
| 12 | 317.80 | 325.67 | 0.98 |
| 13 | 315.83 | 323.19 | 0.98 |
| 14 | 314.11 | 321.00 | 0.98 |
| 15 | 312.38 | 318.96 | 0.98 |
| 16 | 310.75 | 316.96 | 0.98 |
| 17 | 309.15 | 315.04 | 0.98 |
| 18 | 307.43 | 313.07 | 0.98 |
| 19 | 305.77 | 311.30 | 0.98 |
| 20 | 304.11 | 309.36 | 0.98 |
| 21 | 302.57 | 307.45 | 0.98 |
| 22 | 301.12 | 305.60 | 0.99 |
| 23 | 299.75 | 303.68 | 0.99 |
| 24 | 298.39 | 301.87 | 0.99 |
| 25 | 297.03 | 300.15 | 0.99 |
| 26 | 295.71 | 298.52 | 0.99 |
| 27 | 294.31 | 296.90 | 0.99 |
| 28 | 292.98 | 295.19 | 0.99 |
| 29 | 291.68 | 293.48 | 0.99 |

※주)10~14시 까지 4시간 동안의 평균

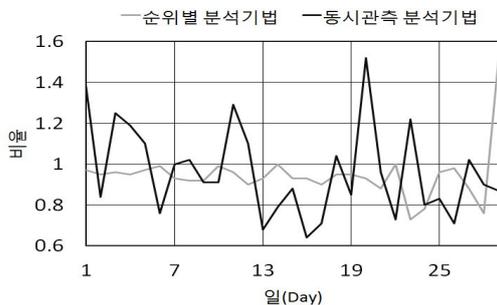


Fig 2. Distribution trend of short-wave radiation ratio between Analysis method of same-time data and Analysis method of rank data during summer

또한 상대적으로 크게 형성되고 있어, 두 관측지점의 기상상태(날씨)는 같지 않다는 것으로 해석할 수 있다. 그에 반해, 순위별 분석기법의 경우 두 지역 간 비율은 22위까지는 1.00~1.13의 범위였으며, 그 이후는 0.66~1.37사이의 값을 나타내었다(Fig 2). 이것으로부터 순위별 분석기법은 동시관측 분석기법에 비해 매우 안정적인 분석을 할 수 있음을 확인하였다. 다만, 23위 이후의 비율에 대한 변동 값은 크게 나타났으나 일사량의 절대 값은 적어 전

체 일사량에 대해 차지하는 비율은 낮아 저서 전체 값에 대한 영향은 크지 않는 것으로 해석되었다. 22위 이전의 비율 값은 1.00~1.13으로써 그 값은 날씨변화에 대한 영향이 줄어들어 매우 안정적이고 객관적인 분석결과를 얻을 수 있었다. 이와 같이 기존의 동시관측 분석기법은 같은 날을 기준으로 하여 관측지간의 기상상태가 상이함으로 인해 상관도에서의 일정한 규칙성이 확인되지 않아 자연의 본 속성을 알기 어려웠으나 관측 자료를 내림차순으로 배열하는 순위별 분석기법은 데이터 나열을 통하여 지역 간 복사환경 비교에서 자연 현상의 불규칙 출현을 보다 긴밀한 관계를 상관도 분석을 통하여 알 수 있게 되었다. 이상에서와 같이 지역 간 복사환경 비교에서 순위별 분석기법을 도입하게 되면 두 지역 간의 특징에 대한 해석이나 분석에서 더 밀접한 상관성의 결과를 도출할 수 있을 것이다.

4. 결과 및 고찰

4.1 분석기법에 따른 단파복사의 누적복사량과 상관도 평가

먼저, 하절기 동시관측 분석기법에 의한 일별 누적 단파복사량과 그 차의 누적 값을 Fig 3, 단파복사량의 지역 간 상관도를 Fig 4에 나타내었다. Fig 3에 나타난 지역 간의 누적 값은 굴곡이 있는 직선 형태로 나타났으며 두 지역 간 차이의 누적 값은 +에서 -로 변화하고 있으며 그 변화의 경향성이 뚜렷하지 않은 특징을 나타내었다(Fig 3). 그리고 동시관측 분석기법에 의한 단파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.494$, 기울기계수 0.9131로 분석되었다(Fig 4). 한편, 순위별 분석기법에 의한 일별 누적 단파복사량과 그 차의 누적 값은 Fig 3과는 달리 굴곡이 없는 매끈한 형태의 곡선을 나타내었으며, 두

지역 간 차의 누적 값에서도 뚜렷한 경향성을 나타내었다(Fig 5). 순위별 분석기법에 의한 단파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.967$, 기울기계수 0.9541로 분석되었다(Fig 6). 반면, 순위별 분석기법에 의한 상관도 분석 결과에서는 지역 간의 단파복사량의 상관도가 0.494(동시관측 분석기법)에서 0.967(순위별 분석기법)로 매우 높게 나타났다.

한편, 동절기의 이들 분석기법에 따른 단파복사의 누적복사량과 상관도 평가에서는 동시관측 분석기법에 의한 일별 누적 단파복사량과 그 차의 누적 값을 Fig 7, 단파복사량의 지역 간 상관도를 Fig 8에 나타내었다. Fig 7에 나타난 지역 간의 누적 값은 하절기와 비슷하게 굴곡이 있는 직선 형태로 나타났으며 두 지역 간 차이의 누적 값은 하절기와는 반대로 -에서 +로 변화하였고 그 변화의 경향성 또한 뚜렷하지 않은 특징이 있었다(Fig 7). 그리고 동시관측 분석기법에 의한 단파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.939$, 기울기계수 1.0135로 분석되었다(Fig 8). 한편, 순위별 분석기법에 의한 일별 누적 단파복사량과 그 차의 누적 값은 Fig 7과는 달리 굴곡이 없는 매끈한 형태의 곡선을 나타내었으며, 두 지역 간 차의 누적 값 역시 뚜렷한 경향성을 나타내었다(Fig 9). 순위별 분석기법에 의한 단파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.997$, 기울기계수 1.0176로 분석되었다(Fig 10). 하절기에서 분석된 결과와 마찬가지로 단파복사량의 동시관측 분석기법보다 순위별 분석기법의 결과는 Fig 10에서 보는바와 같이 거의 일직선 형태의 지극히 높은 상관도를 나타내었다. 이러한 결과는 일사량이 강한 하절기에는 각종 인공구조물의 밀도가 높은 도심과 밀지역(상대적 건조)과 논, 밭, 하천 등 농업활동이 활발한 교외지역(상대적 습윤)의 지표면상태에 차이가

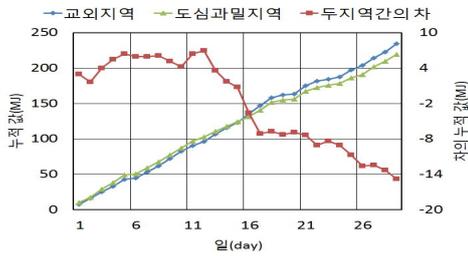


Fig 3. The difference of accumulated short-wave radiation between two observation sites in summer (Analysis method of same-time data)

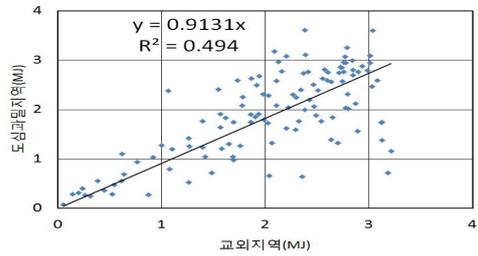


Fig 4. Correlation between hourly short-wave radiation of two observation sites in summer (Analysis method of same-time data)

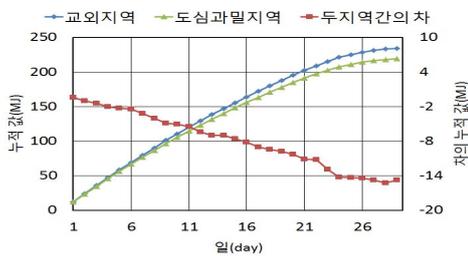


Fig 5. The difference of accumulated short-wave radiation between two observation sites in summer (Analysis method of rank data)

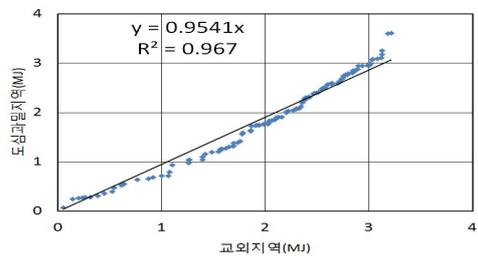


Fig 6. Correlation between hourly short-wave radiation of two observation sites in summer (Analysis method of rank data)



Fig 7. The difference of accumulated short-wave radiation between two observation sites in winter (Analysis method of same-time data)

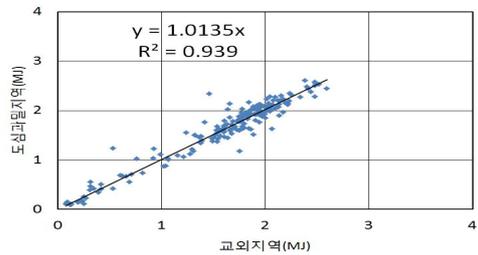


Fig 8. Correlation between hourly short-wave radiation of two observation sites in winter (Analysis method of same-time data)

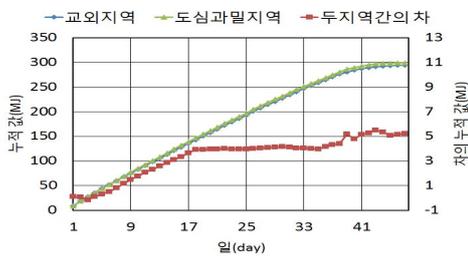


Fig 9. The difference of accumulated short-wave radiation between two observation sites in winter (Analysis method of rank data)

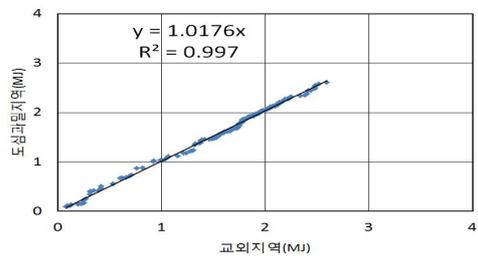


Fig 10. Correlation between hourly short-wave radiation of two observation sites in winter (Analysis method of rank data)

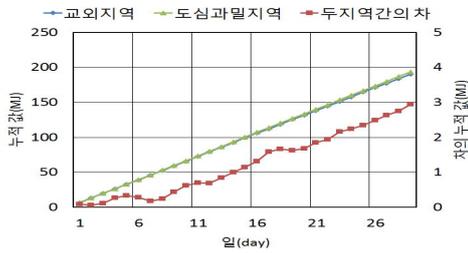


Fig 11. The difference of accumulated long-wave radiation between two observation sites in summer (Analysis method of same-time data)

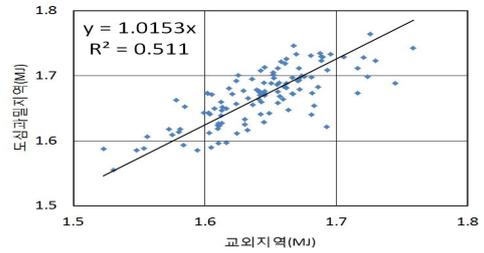


Fig 12. Correlation between hourly long-wave radiation of two observation sites in summer (Analysis method of same-time data)

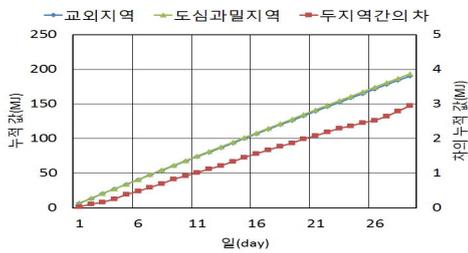


Fig 13. The difference of accumulated long-wave radiation between two observation sites in summer (Analysis method of rank data)

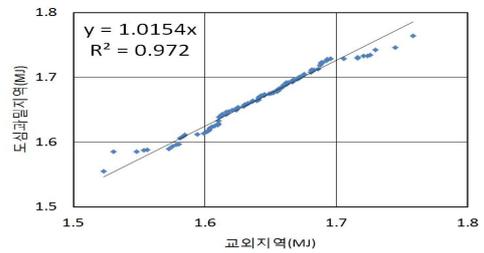


Fig 14. Correlation between hourly long-wave radiation of two observation sites in summer (Analysis method of rank data)



Fig 15. The difference of accumulated long-wave radiation between two observation sites in winter (Analysis method of same-time data)

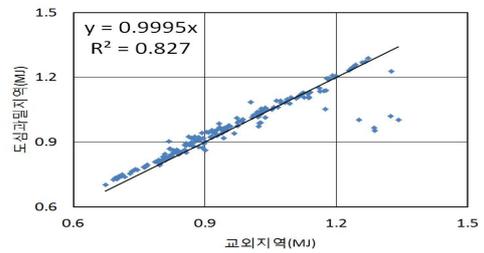


Fig 16. Correlation between hourly long-wave radiation of two observation sites in winter (Analysis method of same-time data)

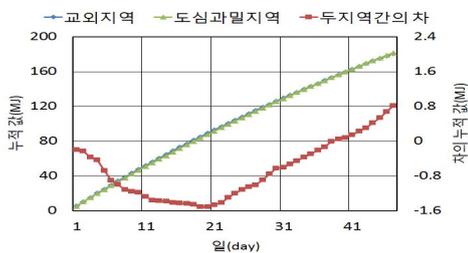


Fig 17. The difference of accumulated long-wave radiation between two observation sites in winter (Analysis method of rank data)

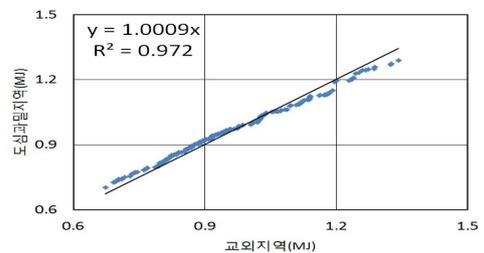


Fig 18. Correlation between hourly long-wave radiation of two observation sites in winter (Analysis method of rank data)

있어 국지적인 기상현상이 나타나 동시간대의 대기상태가 달라서 이같이 일사량에 차이를 보인 것으로 추정된다. 그리고 동절기에는 하절기와는 달리 두 관측 지점 간의 지표면의 상태는 모두 건조 상태로 유사하여 대기상태에 큰 차이가 발생하지 않았던 결과로 해석할 수 있다.

이러한 결과는 기존의 동시관측 분석기법으로는 정확한 상관도 해석이 불가능한 하절기의 경우에도 순위별 분석기법을 적용하면 매우 높은 상관도의 분석결과를 도출할 수 있어 그 가능성을 확인하였으며, 기존의 분석기법으로는 파악하기 어려운 두 관측지점간의 숨어있는 자연현상의 관계를 해석하는데 유익하게 적용할 수 있을 것이다. 그리고 이것은 다른 자연현상의 관측 요소에 대한 해석 연구에 폭넓게 적용할 수 있는 새로운 분석기법으로 고려될 수 있을 것이다.

4.2 분석기법에 따른 장파복사의 누적복사량과 상관도 평가

먼저, 하절기 동시관측 분석기법에 의한 일별 누적 장파복사량과 그 차의 누적 값을 Fig 11, 장파복사량에 대한 상관도를 Fig 12에 나타내었다. Fig 11에 나타난 동시관측 분석기법에 의한 지역 간의 누적 값에서는 굴곡이 없는 직선 형태로 나타났으며 두 지역 간 차의 누적 값은 증가하고 있으나 그 변화는 직선형태가 아닌 꺾임이 있는 직선의 형태를 나타내었다(Fig 11). 그리고 동시관측 분석기법에 의한 장파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.511$, 기울기계수 1.0153로 분석되었다(Fig 12). 한편, 순위별 분석기법에 의한 일별 누적 장파복사량과 그 차의 누적 값은 Fig 11과는 달리 꺾임이 없는 매끈한 형태

의 직선을 나타내었으며, 두 지역 간 차의 누적 값에서도 뚜렷한 경향성을 나타내었다(Fig 13). 순위별 분석기법에 의한 장파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.972$, 기울기계수 1.0154로 분석되었다(Fig 14). 반면, 순위별 분석기법에 의한 상관도 분석 결과에서는 지역 간의 장파복사량의 상관도가 0.511(동시관측 분석기법)에서 0.972(순위별 분석기법)로 매우 높게 나타나 그 관계를 명확하게 파악할 수 있었다.

한편, 동절기의 동시관측 분석기법에 의한 일별 누적 장파복사량과 그 차의 누적 값을 Fig 15, 장파복사량의 지역 간 상관도를 Fig 16에 나타내었다. Fig 15에 나타난 지역 간의 누적 값은 아래로 조금 볼록한 굴곡이 있는 곡선 형태로 나타났으며 두 지역 간 차의 누적 값은 하절기와는 다르게 증가하다가 감소하는 형태로 변화하였고 그 변화의 경향성 또한 뚜렷하지 않는 특징이 있었다(Fig 15). 그리고 동시관측 분석기법에 의한 장파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.827$, 기울기계수 0.9995로 분석되었다(Fig 16). 한편, 순위별 분석기법에 의한 일별 누적 장파복사량과 그 차의 누적 값은 Fig 15와는 달리 미세하게 위로 볼록한 굴곡이 있는 매끈한 형태의 곡선을 나타내었으며, 두 지역 간 차의 누적 값은 U자 형태로 감소하다가 증가하는 형태의 경향성을 나타내었다(Fig 17). 순위별 분석기법에 의한 장파복사량의 지역 간 상관도는 상관계수 $R^2=0.972$, 기울기계수 1.0009로 분석되었다(Fig 18). 동절기와 하절기 단파복사 값은 크게 차이가 나지 않는 분포를 보이고 있지만, 장파복사량은 단파복사량과는 달리 복사 값 분포가 동절기는 0.6~1.5MJ 범위에 분포하고 있고, 하절기의 경우는 1.5~1.8MJ에 분포하고 있어 장파복사량의 경우 동절기와 하절기 복사

값은 서로 다른 범위에 분포하고 있음을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 분석기법을 이용한 복사자료의 해석방법을 개선한 새로운 분석방법인 순위별 분석기법을 제안하고 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 1) 순위별 분석기법의 경우 도심과밀지역과 교외 지역 간의 하절기 단파복사의 비율은 동시관측 분석기법에 비해 변동 폭이 작게 나타나 날씨변화에 대한 영향을 최소화하여 매우 안정적이고 독립적인 분석결과를 얻을 수 있어, 순위별 분석기법에 대한 활용가능성을 확인할 수 있었다.
- 2) 단파복사, 장파복사의 계절에 따른 상관도는 모두 하절기 보다는 동절기가 더 높게 나타나 동절기는 하절기보다 국지적 기상현상이 적게 나타나는 것으로 확인하였다.
- 3) 하절기 지역 간의 단파복사량의 상관도는 0.494(동시관측 분석기법)에서 0.967(순위별 분석기법)로 매우 높게 나타났다. 이러한 결과는 기존의 동시관측 분석기법으로는 정확한 상관도 해석이 불가능 하였음에도 순위별 분석기법을 적용함으로써 매우 높은 상관도의 분석결과를 도출하였다.
- 4) 제안된 순위별 분석기법을 도입함으로써 기존의 동시관측 분석기법이 가지는 문제점을 해결 할 수 있었으며 이러한 분석기법은 다양한 자연현상과 그 요소에 대해폭넓게 적용하여 해석할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2011-0023594).

아울러 본 연구 수행과정에서 관측에 도움을 주신 한국전력공사 대구경북본부 송변지원센터 관계자에게 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

1. D.K.Jo, I.S.Chun, T.K.Lee, Y.H.Kang, C.M.Auh, A Study on the Analysis of Solar Radiation Components, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.21 No.1, 2001, pp.43~49.
2. Hyeong-se.Jeung, Oh.Ho-Yeop, Choi.Dong-Ho, Lee.Bu-Yong, Observation of the Long and Short Wave Radiation in Summer and Winter Season of Daegu, Journal of the Korean Solar Energy Society, Spring Annual Conference, 2013, pp201~206.
3. Jung.Im-Soo, Choi.Dong-Ho, Lee.Bu-Yong, Observational Study of Thermal Characteristics by Distribution Ratio of Green Area at Urban in Summer Season, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.31 No.3, 2011, pp. 8~16.
4. Jung.Im-Soo, Choi.Dong-Ho, Lee.Bu-Yong, Analysis of Radiative Characteristics at Urban Area by Observation in Summer Season, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.31 No.3, 2011, pp.133~144.