

# M-SSA를 이용한 동아시아 해수면 온도와 우리나라 강수량의 변화 상관분석

## Analysis the relationship between Sea Surface Temperature of East Asia and Precipitation in South Korea using Multi-Channel Singular Spectrum Analysis

김광섭\*, 박찬희\*\*, 황보정도\*\*\*

Kim, Gwangseob, Park, Chan Hee, Hwang Bo, Jung Do

### 요 지

최근 이상기후와 같은 기후변화로 인한 기온, 강수 등의 변화는 안정적인 수자원 확보에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되고 수자원을 필요로 하는 사회 모든 분야에 있어 큰 영향을 끼친다. 특히 농업, 공업, 도시의 용수 공급에 있어 변화는 더욱 심해질 것으로 판단되며 기후변화로 인한 기온, 강수 등의 변화의 정확한 분석이 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 동아시아 해수면 온도와 우리나라 강수량에 대한 MSSA (Multi-channel Singular Spectrum Analysis)를 실시함으로 두 시계열 사이에 공통적으로 나타나는 변화, 즉 특정 상관 주기 변동을 분석함으로 두 변수 사이에 변화 상관 분석을 실시하였다. 우리나라 강수량 자료로는 현재 기상청에서 운영 중인 지상 기상관측소 76개소 중 가용관측소 61개소 자료에 대하여 1973년 1월부터 2008년 12월까지의 자료를 수집하여 월 평균값을 사용하였고 동아시아 해수면 온도 자료로는 한반도 근해 해수면 온도 변화, 남중국해 해수면 온도 변화, 인도양 해수면 온도 변화, 적도 해수면 온도 변화 등을 선택하여 관측시점부터 2008년 12월까지 자료를 수집하여 사용하였다. 분석 자료에 대해 선형 회귀분석을 통한 선형추세 제거와 정규화한 자료를 사용하여 각각의 지수에 대해 MSSA 분석을 실시하였다. 이때 window length는 Vautard 등(1992)이 제시한  $N/5 \sim N/3$ 의 값인 108의 값을 사용하였고 이때 각각의 고유치는 전체 공분산에 대한 각 요소의 비율을 설명한다. 상관분석 결과는 각 지수와 강수량 사이에 높은 상관성을 가지는 장단주기 변화가 존재함을 보여주었다. 그럼에도 불구하고 우리나라 월강수량자료의 전체 변화는 계절변화를 제외하고도 장단 주기를 가지는 시간변화가 자료 전체 변화의 절반에 해당하며 장주기 변화가 나타내는 부분이 미미하다. 이는 계절 주기를 제외한 자료들 사이의 상관변화가 설명할 수 있는 부분이 미미하며 여러 기상지수들과 국내 강수량사이의 MSSA 분석을 통하여 제시 할 수 있는 변화의 정량적 정도가 매우 제한됨을 보여준다. 그럼에도 불구하고 이러한 접근을 통하여 강수 변화의 불확실성을 줄여나가는 노력이 필요하다고 하겠다.

**핵심용어** : MSSA, 강수, 동아시아 해수면온도, 상관분석

### 1. 서론

기후변화와 관련한 IPCC 2007 보고서에 따르면 아시아 지역은 전 지구 평균보다 높은 기온 상승이 예상되고 특히 동아시아 지역은 여름철 열파와 열대야 현상의 발생 강도와 빈도가 증가하는

\* 정회원 · 경북대학교 건축·토목공학부 토목공학전공 교수 · E-mail : [kimg@knu.ac.kr](mailto:kimg@knu.ac.kr)

\*\* 경북대학교 건축·토목공학부 토목공학전공 석사과정 · E-mail : [legendkt83@hotmail.com](mailto:legendkt83@hotmail.com)

\*\*\* 국립공원 관리공단 · E-mail : [hbjd@knps.or.kr](mailto:hbjd@knps.or.kr)

경향을 보이며 상대적으로 겨울철 폭한과 서리의 발생 빈도는 감소하는 경향을 보인다. 또 여름철 호우 빈도와 강도도 증가 하는 것으로 나타났다. 이는 우리나라의 과거 관측자료를 분석한 기후변화 경향성과 유사하며 동아시아 지역의 자료 수집 분석을 통하여 동아시아 지역의 기후변화와 연계한 국내 기후변화 상관분석은 필수적이다. Plaut 등(1994)은 북반구 기상형태와 저빈도 기압 변동간의 MSSA를 이용한 상관분석을 실시하였고 이명인 등(1997)은 온난화에 대한 한반도 기온 변동성을 MSSA와 EOF를 이용하여 분석하였고, 안중배 등(1997), 강인식(1998), 송혜진 등(2003)은 태평양 해수면 변동과 우리나라 기후변동에 대한 상관성 분석하였다. 또 김광섭 등(2006, 2007)은 우리나라 수문 변수와 기상 지수간의 MSSA 분석하는 등의 많은 연구가 진행되어 왔다.

## 2. 자료

우리나라 강수량 자료는 현재 기상청에서 운영 중인 지상기상관측소 76개소 중 35년 이상 자료 보유 관측소 61개소(그림 1)에 대하여 1973년 1월부터 2008년 12월까지의 대하여 일별 자료를 수집하여 월 평균값을 사용하였다. 본 연구는 수년 주기의 변동을 연구하기 때문에 선형 회귀분석을 통해 선형추세변동을 제거하고 각 월의 평균과 표준편차를 이용하여 계절추세변동을 소거 및 정규화한 자료를 사용하였다.

동아시아 해수면 온도자료는 International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS: 22개 변수, 1800/01-2008/12, 2°x2°, 89.0N - 89.0S, 1.0E - 359.0E.)에서 제공하는 (<http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.coads.2deg.html>) Sea Surface Temperature를 이용하여 동아시아 지역(그림 2)의 해수면 온도 자료를 사용하였다. 그림 3은 1973년 1월부터 2008년 12월까지의 우리나라 강수량과 동아시아 지역의 해수면 온도를 나타내는 시계열 자료이다.

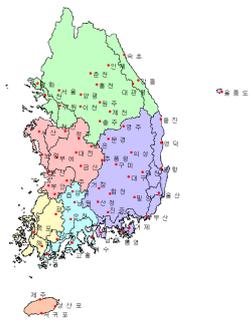


그림 1 지상 기상관측소 61개소

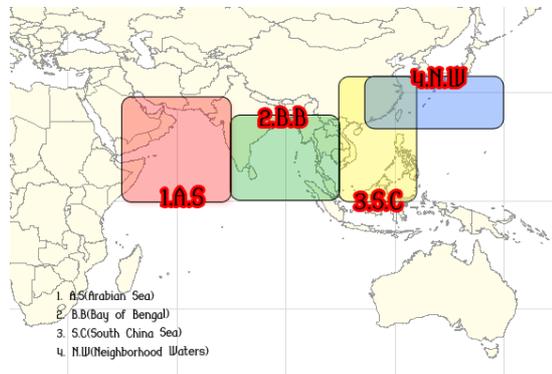


그림 2 동아시아지역 해수면 온도

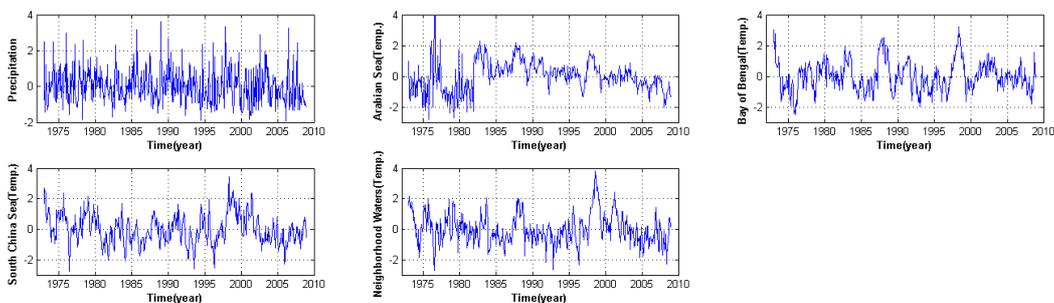


그림 3 우리나라 강수 및 동아시아 해수면 온도

### 3. Multi-channel Singular Spectrum Analysis

MSSA(Multi-channel Singular Spectrum Analysis)는 두 변수 이상의 시계열 사이에 공통적으로 나타나는 변화, 즉 특정 주기 변동과 경향성을 추출하는 분석법으로서, 각 변수들에서 추출한 특정 주기의 변동양상들을 비교 분석하면 각 변수들 사이에 상관성을 분석할 수 있다. MSSA를 통해 추출되는 특정주기변동은 한 쌍을 이루는 고유벡터로 표시된다.(Vautard et al., 1992). 또 추출된 특정 주기 변동은 특정한 고유벡터에 대하여 재구성된 시계열(Reconstructed time series)이라 부른다. MSSA는 시간과 공간영역에서 여러 시계열 또는 여러 지점 좌표를 변화시킨 주성분 분석(Principle Component Analysis)의 한 방법이며 Extended EOF와 유사한 방법이다(Weare and Nasstrom, 1982).

본 연구에서는 우리나라 강수자료와 동아시아 지역(아라비아해, 벥골만, 남중국해, 한반도 근해)의 해수면 온도간의 MSSA를 실시하기 위하여 강수자료의 선형 추세를 선형 회귀분석을 통해 제거하고 계절 변화는 각 월의 평균을 이용하여 제거 후 정규화한 자료의 장단주기 특성과 노이즈에 대해 MSSA를 실시하였다. MSSA 실시결과 그림 4,5에 도시하였다. 첫 번째 그래프는 Window length 108일 때의 Eigenvalue 값이고 window length의 값은 Vautard 등(1992)이 제안한  $N/5 \sim N/3$ 의 값을 사용하였다. 아래의 그래프는 가장 큰 2개의 고유치에 대한 공통성분을 재구성한 값을 도시한 것이며 우측 상단 그래프는 가장 큰 고유치에 대한 재구성 성분을 교차상관분석을 한 결과 값이다.

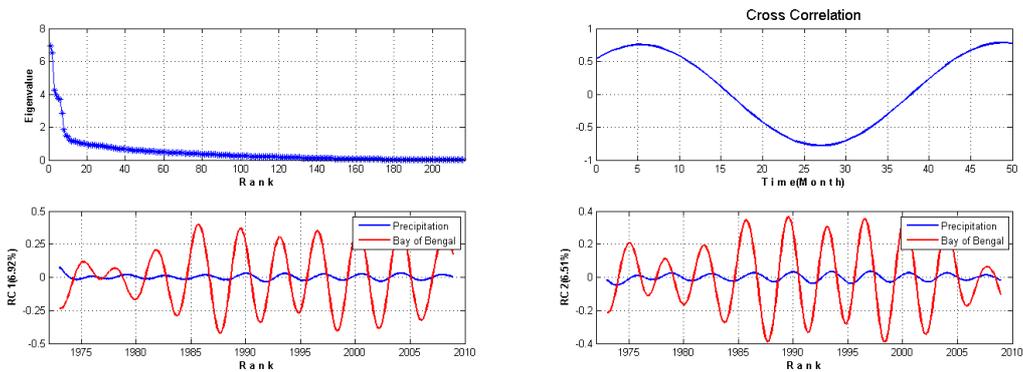


그림 4 강수와 벥골만 해수면 온도간의 MSSA 결과

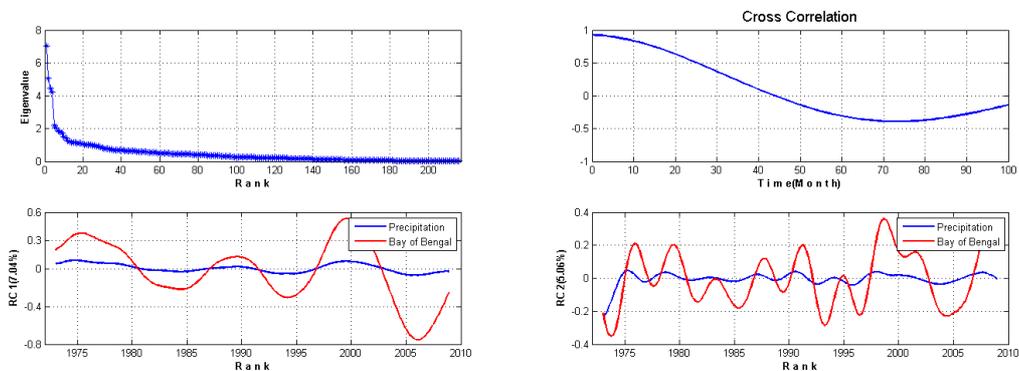


그림 5 강수와 우리나라 인근해역의 해수면 온도간의 MSSA 결과

#### 4. 결론

본 연구에서는 동아시아 해수면 온도와 우리나라 강수량 자료의 MSSA를 실시하였으며 그림 4.5에서의 고유치는 전체 공분산에 대한 각 요소의 비율을 설명하며 상관 분석 결과는 각 해수면 온도와 강수량 사이에 높은 상관성을 가지는 장단주기 변화가 존재함을 보여주었다. 특히 -B.B의 경우 첫 번째 공통주성분의 상관분석 결과 0.4577 값을 가지고 6개월 지체 시 가장 높은 0.7545의 값을 가진다. 그럼에도 불구하고 우리나라 월 강수량자료의 전체 변화는 계절변화를 제외하고도 장단 주기를 가지는 시간변화가 자료 전체 변화의 절반에 해당하며 장주기 변화가 나타내는 부분이 미미하다. 이는 계절 주기를 제외한 자료들 사이의 상관변화가 설명할 수 있는 부분이 미미하며 여러 기상지수들과 국내 강수량사이의 MSSA 분석을 통하여 제시 할 수 있는 변화의 정량적 정도가 매우 제한됨을 보여준다. 그럼에도 불구하고 이러한 접근을 통하여 강수 변화의 불확실성을 줄여나가는 노력이 필요하다고 하겠다.

#### 감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 수자원의 지속적 확보개발 사업단의 연구비 지원(1-9-3)에 의해 수행되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 강인식(1998). 엘니뇨와 한반도 기후변동의 관련성, 한국기상학회지, 제 34권, 제 3호 pp. 390-409.
2. 김광섭, 황보정도(2006). Multi-Channel Singular Spectrum Analysis를 이용한 우리나라 기온, 강수와 기상지수 분석, 한국수자원학회 학술대회논문집, pp. 1474-1478.
3. 김광섭, 황보정도, 강동진(2007). Multi-channel Singular Spectrum Analysis를 이용한 수문변수와 ENSO 지수 상관성 분석, 대한토목학회 학술대회논문집, pp. 1998-2001.
4. 송혜진, 전종갑(2003). 여름철 중위도 태평양 해수면 온도의 변동성과 동아시아 몬순의 관련성 연구, 한국기상학회지, 제 39권 제 4호, pp. 503-517.
5. 안중배, 류정희, 조익현, 박주영, 류상범(1997). 한반도 기온 및 강수량과 적도 태평양 해면 온도와의 상관관계에 관한 연구, 한국기상학회지, 제 33권, 제 3호, pp. 487-495.
6. 이명인, 강인식(1997). 한반도 기온변동성과 온난화, 한국기상학회지, 제 33권, 제 3호, pp. 429-443.
7. Plaut, G. and Vautard, R. (1994). Spells of low-frequency oscillation and weather regimes in the northern hemisphere, Journal of Atmospheric Sciences, Vol. 51, No. 2, pp. 210-236.
8. Vautard, R., Yiou, P. and Ghil, M. (1992). Singular-spectrum analysis: A toolkit for short, noisy chaotic signals., Physica D: Nonlinear Phenomena, Vol. 58, No. 1-4. pp. 95-126.
9. Weare, B.C. and Nasstrom, J.N. (1982). Examples of extended empirical orthogonal function analysis., Monthly Weather Review, Vol. 110, No. 6, pp. 784-812.