자료의 표준화를 통한 ENSO 지수와 수문변량의 상관관계분석

Interrelation Analysis between ENSO Index and Hydrologic Variables

추현재*, 김태웅**, 이정규***, 위성욱****

Hyun-Jae Chu, Tae-Woong Kim, Jong-Kyu Lee, Sung-Wook Wi

요 지

ENSO(El Niño Southern Oscillation)은 태평양상의 해양과 대기간의 복잡한 상호작용의 일부이며, ENSO 순환(ENSO cycle)의 극한상태인 엘니뇨와 라니냐는 세계적으로 발생하는 홍수와 가뭄 등 자연재해와 많은 연관성을 가지고 있음이 많은 연구를 통하여 알려지고 있다. 우리나라에서도 ENSO와 수문변량들간의 관계를 분석하는 연구가 활발히 진행되고 있는데, 수문자료의 변동계수가 크기 때문에 이를 단순 표준화하여 해석하는데 있어 어려움이 있다.

본 연구에서는 자료의 표준정규분포화를 통하여 ENSO와 우리나라 수문변량들간의 관계를 분석하였다. ENSO를 정량적으로 표준지수화하기 위하여 적도부근 남태평양 Tahiti섬과 오스트레일리아 북부 Darwin 지역에서의 기압차를 월별로 표준화(standardization)한 SOI(Southern Oscillation Index)지수를 이용하였고, 수문자료를 정량적으로 표준지수화하기 위하여 우리나라 23개 기상관측소의 월강수량, 12개 기상관측소의 월평균기온, 월최저기온, 월최고기온 자료를 이용하여 표준정규분포를 가지는 표준정규지수로 환산하였다. 환산된 자료의 계절적 영향을 파악하고자 3개월 단위로 구분하여, 초과확률 등을 이용한 분석을 실시한 결과, 특정 지역의 수문변동이 남방진동지수와 유의한 상관관계를 가짐을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 현재 많은 연구가 진행되고 있는 수문기상학적 예측모형의 개발에 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

핵심 용어 : 엘니뇨(El Niño), 엘니뇨 남방진동(El Niño Southern Oscillation), 남방진동지수(Southern Oscillation Index)

1. 서 론

ENSO(El Niño Southern Oscillation)란 엘니뇨-남방진동을 뜻하는 말로써 ENSO를 정의하기 위해서는 SST(Sea Surface Temperature), SOI(Southern Oscillation Index), 바람, 운도, 해수온도, 해수면기압, 대기압 등을 고려한 MEI(Multivariate ENSO Index)등이 널리 사용되고 있으나, 본 연구에서는 Ropelewski와 Jones(1987)이 제안한 ENSO 지수의 분류 방법을 사용하였다. 남방진동(Southern Oscillation)현상은 영국의 기상학자인 Walker(1923)가 인도에서 아시아 몬순에 관한 연구를 위하여 기상 및 해양 자료들을 수집하여 분석하던 중에 발견하였다. 남방진동(Southern Oscillation)이란 적도부근 남태평양 Tahiti섬과 오스트레일리아 북부 Darwin 지역에서 발생하는 기압의 Seasaw 현상을 말한다. Walker(1923)의 발견이후 수십 년이 지나서 Bjerknes(1966)에 의해 남방진동이 엘니뇨현상과 밀접한 관계가 있음이 처음으로 알려졌다.

* 정회원 · 한양대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail : hyunjaechu@hotmail.com
** 정회원 · 한양대학교 건설환경시스템공학과 전임강사 · E-mail : twkim72@hanyang.ac.kr
*** 정회원 · 한양대학교 공과대학 토목공학과 교 수 · E-mail : leejk@hanyang.ac.kr
**** 정회원 · 한양대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail : eg4uwsw@hanmail.net

남방진동을 정량적으로 지수화한 것이 SOI(Southern Oscillation Index)인데 이는 Tahiti의 기압에서 Darwin의 기압을 빼준 값을 월별로 표준화(standardization)함으로써 구할 수 있다. 그림 1은 위의 절차에 의해 계산된 월별 SOI 값을 보여 주고 있다. 그림에서 큰 음수의 SOI 값을 갖는 시점이 엘니뇨 현상이 발생하였던 시간이며 큰 양수의 SOI 값을 갖는 시점이 라니냐 현상이 발생하였던 시간이다.

본 연구에서는 Ropelewsk와 Jones(1987) 제안한 ENSO 지수의 분류 방법과 우리나라의 수문변량들과의 관계에 대하여 연구하였다. 연구에 사용된 수문학적 요소들로는 월강수량(mm), 월최고기온(℃), 월평균기온(℃), 월최저기온(℃) 자료를 사용하였다. 또한, 수문학적 요소들은 정량적으로 표준지수화하기 위하여 표준정규분포를 가지는 표준정규지수로 환산하였다.

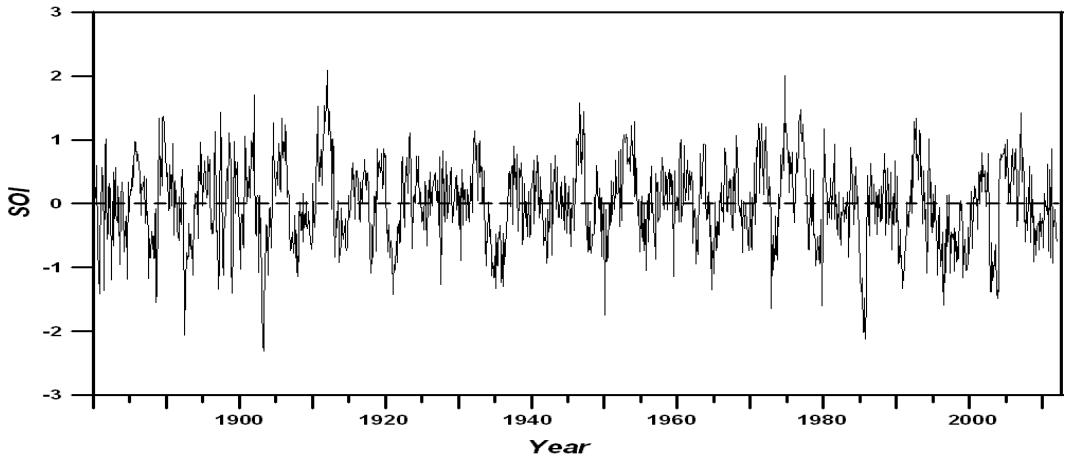

그림 1. 남방진동지수(Southern Oscillation Index, SOI)

2. 수문변량의 표준화 및 ENSO 지수와 상관관계 분석

2.1 자료의 선정

수문변량들을 정량적으로 표준지수화하기 위하여 기상청 제공 우리나라 23개 기상관측소의 월강수량 자료, 12개 기상관측소의 월평균기온 자료, 월최저기온 자료, 월최고기온 자료를 이용하였다. 월강수량 자료 수집에 선정된 지역과 기온 자료 수집에 선정된 지역은 표 1, 표 2와 같다.

표 1. 월강수량 자료 선정지역

지점번호	지역	지점번호	지역	지점번호	지역
90	속 초	131	청 주	156	광 주
101	춘 천	133	대 전	159	부 산
105	강 릉	135	추풍령	165	목 포
108	서 울	138	포 항	168	여 수
112	인 천	140	군 산	184	제 주
115	울릉도	143	대 구	189	서귀포
119	수 원	146	전 주	192	진 주
129	서 산	152	울 산		

표 2. 기온자료 선정지역

지점번호	지역	지점번호	지역
105	강 릉	152	울 산
108	서 울	156	광 주
112	인 천	159	부 산
115	울릉도	165	목 포
135	추풍령	168	여 수
138	포 항	184	제 주
143	대 구		
146	전 주		

2.2 수문변량의 표준화 방법

대부분의 연구에서 주기를 갖는 수문자료의 특성을 제거하고 자료의 상대 비교가 가능하도록 수문자료는 평균이 0, 분산이 1이 되게 표준화시킨다. 하지만, 수문자료의 변동계수가 클 경우 이와 같은 단순 표준화를 통한 해석에는 많은 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 선정된 수문변량들의 ENSO 지수와 상관관계를 알아보기 위해 제공된 자료를 단순 표준화하지 않고 각각의 자료에 대해 표준정규분포를 가지는 표준정규지수로 환산하였다. 월강수량자료의 경우 기상관측소에서 관측된 자료는 그림 2와 같지만, 이를 표준정규지수로 환산할 경우 그림 3과 같이 변동계수가 제거된 자료가 된다.

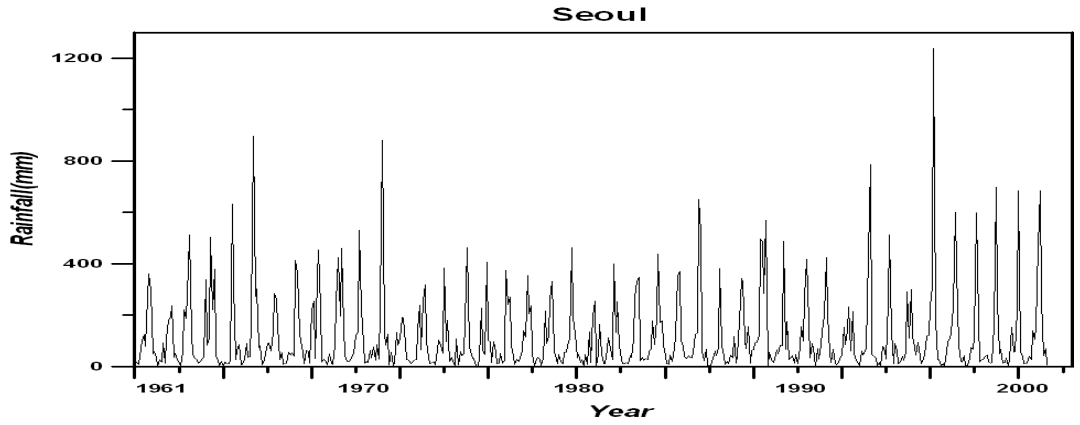

그림 2. 서울지역 월강수량 자료

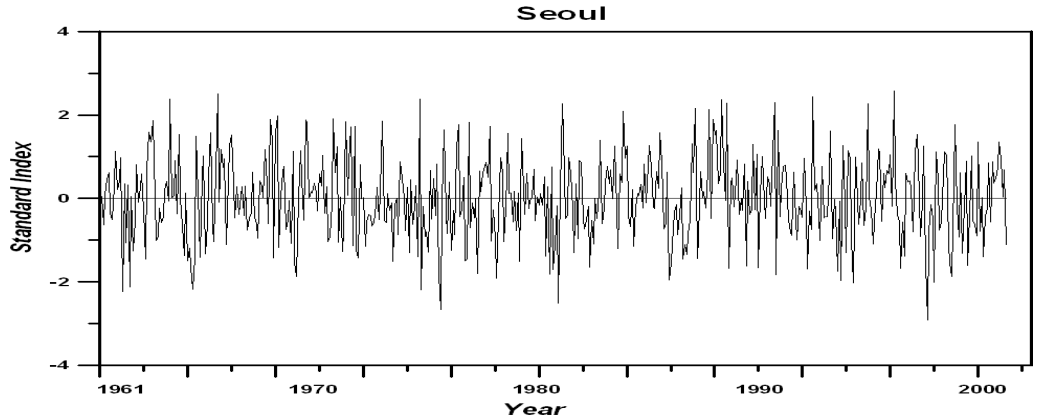

그림 3. 표준정규지수로 환산된 월강수량 자료

2.3 상관관계 분석

표준정규지수로 환산된 수문변량과 ENSO 지수의 상관관계를 분석하고자 Ropelewski와 Jones(1987)이 이용한 ENSO 지수의 분류 방법을 사용하였다. Ropelewski와 Jones(1987)은 1년 12개월을 다음과 같이 3개월 단위의 계절로 구분한 다음 계절별로 구분된 ENSO 지수들을 그 값에 따라 Cold, Normal, Warm의 세 가지 영향으로 구분하였다. 이와 같이 자료를 3개월 단위로 구분하여 분석함으로써 자료의 계절적 영향을 파악하고자 하였다. 또한, 3개월, 6개월 9개월, 12개월의 시간적 지체를 두고 분석을 실시하였다. Ropelewski와 Jones(1987)이 이용한 계절의 구분은

다음과 같다.

(1) 겨 울 : 12월, 1월, 2월 (DJF), (2) 봄 : 3월, 4월, 5월 (MAM)

(3) 여 름 : 6월, 7월, 8월 (JJA), (4) 가 을 : 9월, 10월, 11월 (SON)

이와 같이 분류된 ENSO 지수와 수문변량들과의 관계를 그래프로 나타내어 ENSO의 영향을 받고 있는 우리나라의 수문변량들과의 관계를 살펴보면 다음과 같다.

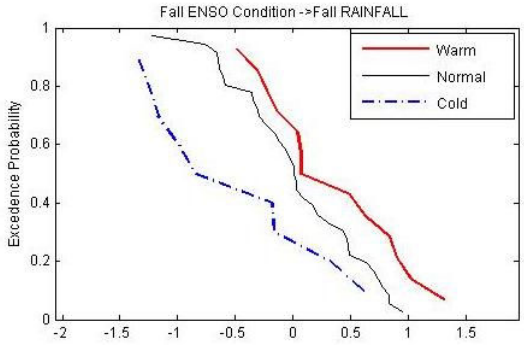

그림 4. ENSO 지수와 월강수량(광주)

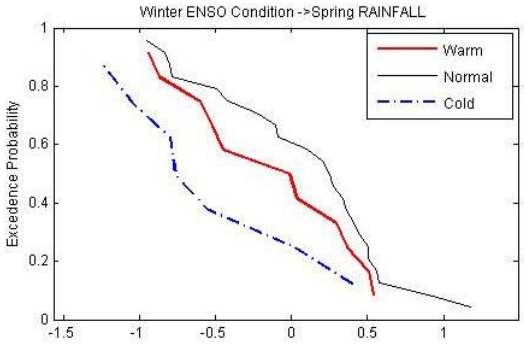

그림 5. ENSO 지수와 월강수량(추풍령)

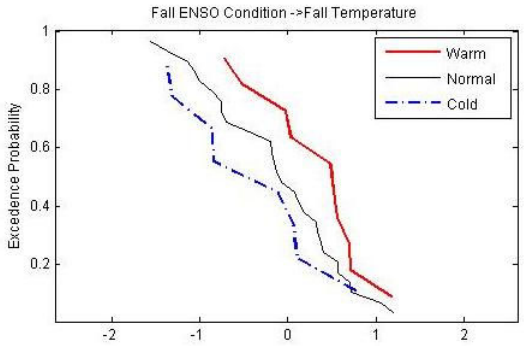

그림 6. ENSO 지수와 월최저기온(전주)

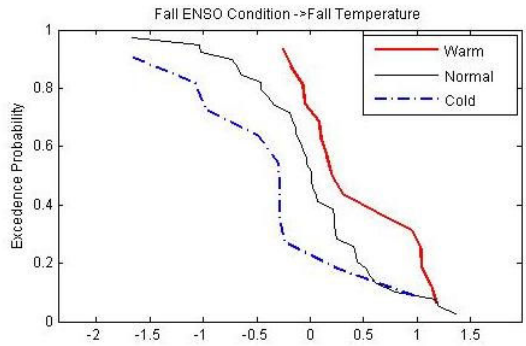

그림 7. ENSO 지수와 월최저기온(포항)

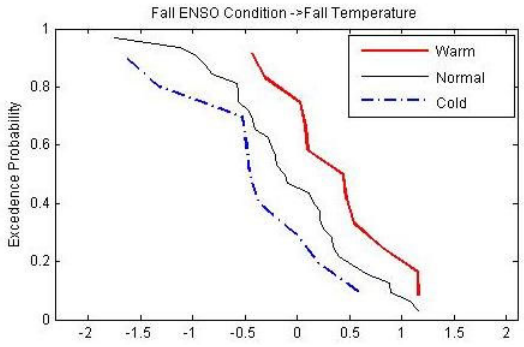

그림 8. ENSO 지수와 월최고기온(대구)

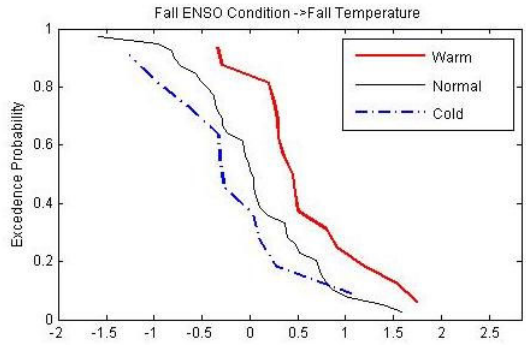

그림 9. ENSO 지수와 월최고기온(울산)

그림 4~9에서 x축은 계절별로 계산된 수문변량들의 표준정규지수를 나타내며 y축은 초과확률을 나타내고 있다. ENSO 지수들의 경우 Cold, Normal, Warm의 세 가지 영향으로 구분되어있다. 그림에서와 같이 우리나라의 경우 특정 지역의 수문변동이 남방진동지수와 유의한 상관관계를 가

짐을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 선정된 지역들 중에서 일부 지역의 경우 ENSO 지수의 영향을 받는 것으로 나타났다. 하지만, 월평균기온 자료의 경우 ENSO지수의 영향이 미비한 것으로 나타났다. 둘째, 월최고기온과 월최저기온 자료들이 이와 같은 방법으로 연구하였을 경우 ENSO 지수의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 셋째, 서해안 지역인 전주, 목포 지역의 경우 다른 지역들과 달리 차가운 ENSO지수의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 앞으로 필요한 과제는 본 연구결과에서 ENSO 지수와 상관관계가 있다가 판단되는 수문학적 요소들에 대한 좀 더 폭 넓은 조사가 필요하다고 생각된다. 또한, ENSO 지수의 영향을 받는 수문변량들의 예측에 이와 같은 ENSO 지수의 값을 이용한 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 신현석, 안재현, 윤용남(1999). 엘니뇨와 우리나라 강수량의 시·공간적 상관관계 분석, 대한토목학회 논문집, 제19권 제Ⅱ-1호, pp. 1-12.
2. Bjerknes, J.(1966). Survey of El Niño, 1957-58 in its relation to Tropical Pacific Meteorology, Bull. Int. American Tropical Tuna Commission, Vol. 12, pp. 3~62.
3. Liu, Z-J., J. B. Valdes, and D. Entekhabi(1998). Merging and error analysis of regional hydrometeorologic anomaly forecasts conditioned on climate precursors, Water Resources Research, Vol. 34, No. 8, pp. 1959-1969.
4. Ropelewski, C. F., and P. D. Jones(1987). An extension of Tahiti-Darwin Southern Oscillation index, Monthly Weather Review, 115, pp. 2161-2165.
5. Walker, G. T.(1923). Correlation in seasonal variations of weather(Ⅷ) : A preliminary study of world weather, Me m. Indian Meteorol. Dep., 24, pp. 75~131.