

이상기후 기간의 강수효율 변화특성 분석

Analysis of the variability of Precipitation Effectiveness During Climate Change Periods

김광섭*, 강동진**, 이동구***

Kim, Gwangseob, Kang, Dong Jin, Lee, Dong Gu

요 지

이상기후기간동안 유역의 수문 변화는 강수변화와 기온변화 등 복합적인 상관관계에 의하여 나타난다. 우리나라 지역의 최근 강수변화는 연 강수량의 증가 추세를 보이거나 기온 또한 상승하므로 강수효율의 연변화, 월변화 및 지역 변화특성의 분석이 필요하다. 본 연구에서는 강수변화와 기온변화의 상관관계로 나타나는 월 강수량을 월 증발량으로 나눈 P-E비 즉 강수효율을 분석하였다. 이상기후기간과 평년에 대한 강수효율 분석 결과 강수량의 영향이 지배적이고 기온이 강수효율에 미치는 영향은 미미하다 하겠다. 일반적으로 연 강수효율은 엘니뇨>평년>라니냐기간 순으로 나타난다. 이러한 일반적 특성과 달리 도시화된 서울과 인천지역의 연 강수효율은 기후에 따른 차이를 발견할 수 없으나 연 강수효율과 달리 월 강수효율변화는 매우 큼을 보였다. 고도 200m 이상인 점과 섬이라는 지역 특성으로 인하여 울릉도는 평년>라니냐>엘리뇨라는 타 지역과 상반된 강수효율 분포를 보였다. 남부지역으로 갈수록 엘리뇨해의 강수효율이 높은 것으로 보아 엘리뇨의 영향을 더 많이 받는 지역은 북부지역 보다는 남부지역 이라는 것을 알 수 있다. 엘니뇨해의 7, 8월의 강수효율이 높게 나타났으며 이는 엘니뇨해의 7, 8월의 강수량이 많다는 것을 의미한다. 또한 엘리뇨 기간 9, 10월 강수효율은 평년에 비하여 낮게 나타났다. 라니냐해의 강수효율 분포를 살펴보면 6, 9월에 강수효율이 높게 나타났으며 11, 12월 강수효율이 평년에 비하여 낮게 나타났다. 서울, 강릉, 울릉, 부산, 광주, 여수, 제주지역의 강수효율이 타 지역에 비해 높게 나타났다. 서울, 부산, 광주 지역은 고도의 도시화로 인해, 강릉, 울릉도, 여수, 제주 지역은 해양과 인접한 지형적 특성 때문이라 판단된다. 강수효율 또한 강수량이 집중되는 5월부터 8월 까지 증가하는 것으로 나타났다. 나머지 달은 대부분 감소하는 것으로 분석되었다.

핵심용어 : 강수효율, 엘리뇨, 라니냐, 경향성

1. 서 론

지구 온난화와 같은 기후변화와 이로 인한 수문변수의 영향은 불가피한 현상이며 관측자료의 통계적 분석에 의한 기온, 강수 등의 기후변수의 장기 변화 특성을 파악하는 것이 필수적이다. 이상기후와 관련한 수자원의 변화는 규모가 작은 유역으로 갈수록 평균적인 변화보다 더 큰 문제를 야기할 수 있으며 수자원을 필요로 하는 모든 분야, 특히 농업, 임업, 공업 및 도시 용수의 수요 및 공급에 있어 지역간의 변화는 더욱 심해질 것으로 판단되므로 정확한 기후변화에 대한 수자원의 시공간적 변화 특성을 파악할 필요가 있다. IPCC 2007 보고서에 따르면 아시아 전역은 전구 평균을 상회하는 기온상승이 예상되며 특히 동아시아지역은 여름철 heat wave와 hot spell의 기간이 길어지고 강도와 빈도는 증가하는 경향을 보이며 여름철 강수량과 호우일수가 증가하는 것으로 나타났다. 엘니뇨 등 기후변화와 관련된 연구는 Bjerknes(1966)에 의해 엘니뇨 현상을 지구전체의 기후변동의 일환으로 처음 해석하기 시작하여 기후변화에 따른 지역 영향과 관련된 많은 연구가 이루어져 왔다. 본 연구에서는 강수변화와 기온변화의 상관관계로 나타나는 월 강수량을 월 증발량으로

* 정회원 · 경북대학교 건설공학부 토목공학전공 부교수 · E-mail : kimgs@knu.ac.kr

** 경북대학교 건설공학부 토목공학전공 석사과정 · E-mail : kkang5886@hotmail.com

*** 경북대학교 건설공학부 토목공학전공 박사수료 · E-mail : ldg@gb.go.kr

로 나눈 P-E비 즉 강수효율을 분석하였다

2. 분석내용

2.1 자료수집 및 QC

Climate Prediction Center(CPC)의 엘니뇨 해와 라니냐 해의 분류를 참조하여 연구를 수행하였다. 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)에서는 기후변화와 같은 장기간의 변화를 탐지하기 위해서는 최소 30년 이상의 자료를 보유한 관측지점을 분석에 사용하도록 하고 있다. 이를 적용하여 1950년부터 2006년까지, 즉 57년간의 자료를 대상으로 연구를 수행하였다. 대상기간 동안 엘리뇨가 발생한 달은 전체의 23%를 차지하였고 라니냐가 발생한 달은 전체의 26%에 해당하는 기간이었다. 기후이상기간이라고 할 수 있는 이 두기간이 전체의 49%에 해당하는 수치이지만 특정 발생주기를 가지는 않다. 본 연구에서는 지상관측소 76곳의 관측 시작시점부터 2006년 12월 31일까지의 장기 일 시계열자료를 수집하여, 수집된 일 자료를 기반으로 월 및 연 자료를 만들고, QC를 실시하였다. 결측된 기간동안의 자료는 그 시점부터 5년후의 자료시점부터 5년치를 평균하여 보간하였다. 지상관측소에서 수집한 52개 관측 자료 중 비교적 결측값이 적고 장기간의 자료를 보유한 기온, 강수량자료를 이용하여 생산한 강수효율 자료를 대상으로 여러 가지 측면에서 분석하였다. 위도의 경우 38°~36°, 36°~34°, 34°~32°의 세 부분으로 우리나라를 구분하였고, 경도 127°를 기준으로 구분하였으며, 고도 200m 이상인 울릉도와 추풍령 지역과 그렇지 않은 나머지 지역으로 구분하였으며, 도시화·비 도시화지역, 내륙지역과 해안을 접한 지역으로 나누었으며 5대강 유역으로 구분하였다. 위·경도 차이에 대한 변동특성, 고도차에 의한 변동성과 도시화가 기후변화에 미치는 영향을 분석하였으며 해안을 접한 지역과 그렇지 않은 내륙지역의 변화경향을 파악하고 유역별 지역특성을 정밀 분석하였다.

2.1 분석내용

매월의 월 강수량을 월 증발량으로 나눈 것을 P-E비, 강수효율이라 한다.

$$\frac{P}{E} = 11.5 \left(\frac{P}{T - 10} \right)^{\frac{10}{9}}$$

여기서, P는 강수량(inch), T는 기온(°F)이다. 강수효율은 강수량과 기온의 함수로 이루어져 있으나 두 변수가 동반 상승함에 따른 강수효율의 시공간적, 지역특성별 증감 경향을 알아보기 위하여 분석하였다.

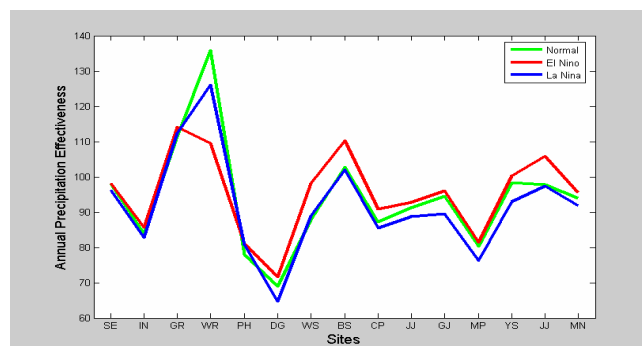


그림 1. 기후타입에 따른 지역별 연 강수효율

울릉도를 제외한 나머지 지역은 대부분 엘리뇨가 발생한 기간동안 강수효율이 높게 나타났으며 그 외 지역은 엘리뇨>평년>라니냐 순으로 분석되었다. 년 단위로 분석한 결과 고도로 도시화된 서울, 인천은 평년과 이상기후가 발생한 년에 관계없이 크게 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 하지만 월 강수효율 변화는 매

우 큼을 보였다.

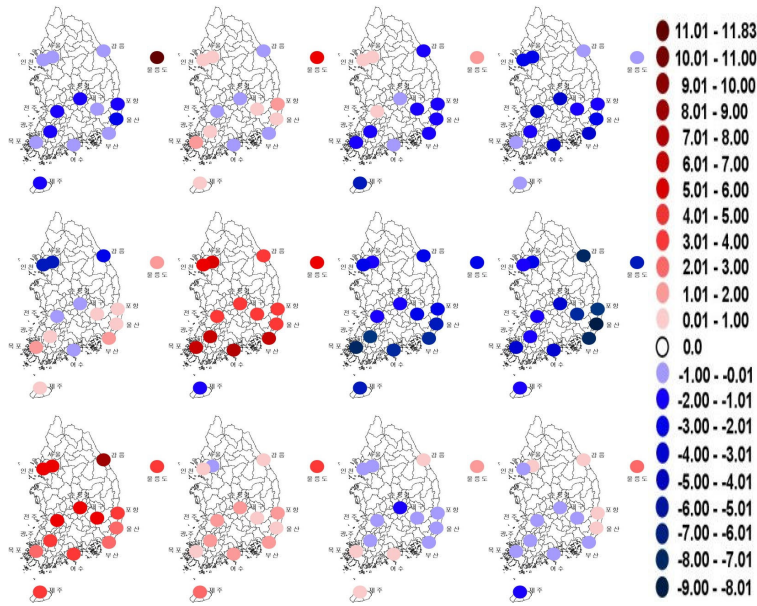


그림 2. 월 평균-엘리뇨 강수효율

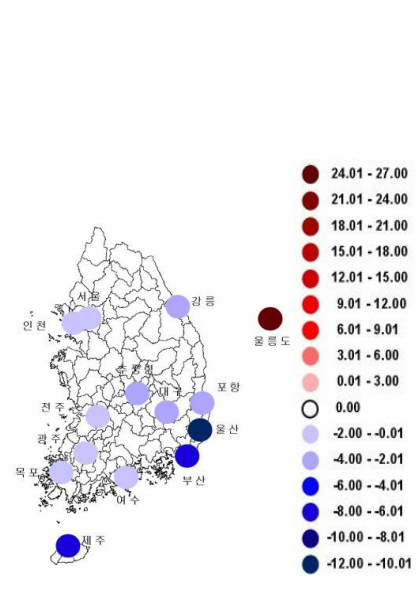


그림 3. 년 평균-엘리뇨 강수효율

6,9,10월을 제외한 나머지 달은 평월에 비해 엘리뇨가 발생한 월의 강수효율이 더 높게 나타났다. 특히 평월에 비해 엘리뇨해의 7~8월의 강수효율이 높게 나타났으며 이는 엘리뇨해의 7~8월의 강수량이 평년에 비해 많다는 것을 의미한다. 연 강수효율은 울릉도를 제외한 나머지 전 지역이 평년에 비해 엘리뇨해의 연 강수효율이 큼을 알 수 있다.

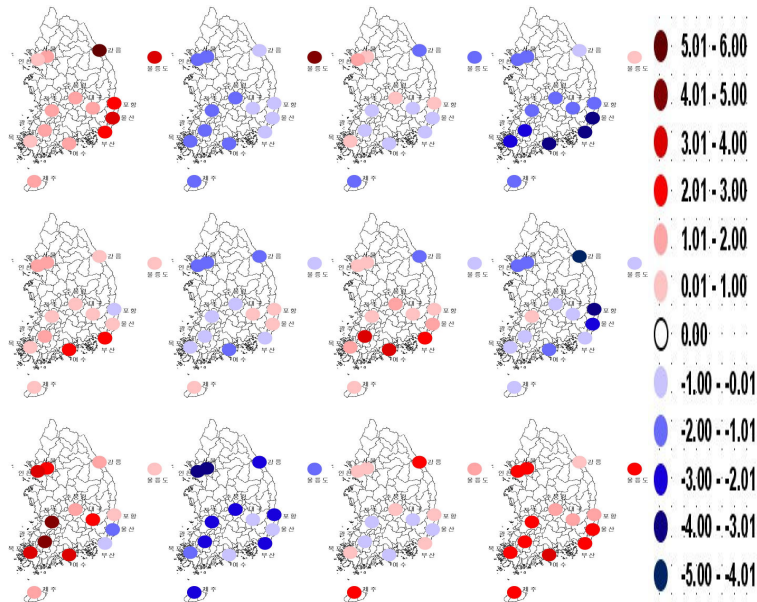


그림 4. 월 평균-엘리뇨 강수효율

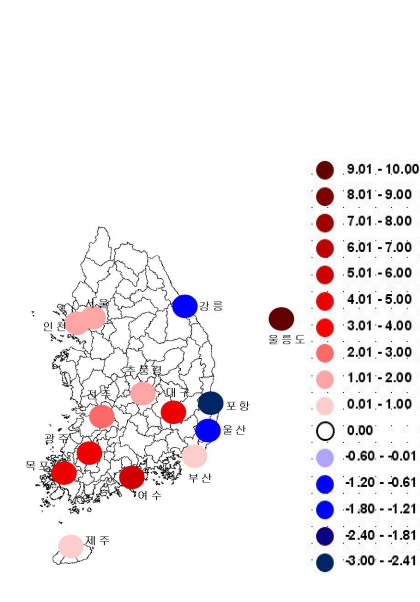


그림 5. 년 평균-엘리뇨 강수효율

평월 대비 라니냐해의 월 강수효율 분포를 살펴보면 1월~3월, 5월, 7월, 9월에 강수효율이 더 높게 나타

났다. 평년 대비 라니냐해의 연 강수효율은 강릉, 포항, 울산(동해안 위치)을 제외한 나머지 전 지역에서 라니냐해보다 평년의 강수효율이 더 큰 것으로 분석되었다.

3. 결 론

엘리뇨가 발생한 연 강수효율은 서울, 인천, 강릉은 거의 차이가 없고 고도 200m 이상인 점과 섬이라는 지역 특성으로 인하여 울릉도는 평년 > 라니냐 > 엘리뇨라는 타 지역과 상반된 강수효율 분포를 보였다. 남부 지역으로 갈수록 엘리뇨해의 강수효율이 높은 것으로 보아 엘리뇨의 영향을 더 많이 받는 지역은 북부지역 보다는 남부지역 이라는 것을 알 수 있다. 엘리뇨해의 7,8월의 강수효율이 높게 나타났으며 이는 엘리뇨해의 7,8월의 강수량이 많다는 것을 의미한다. 라니냐해의 강수효율 분포를 살펴보면 6,9월에 강수효율이 높게 나타났다. 서울, 강릉, 울릉, 부산, 광주, 여수, 제주지역의 강수효율이 타 지역에 비해 높게 나타났다. 서울, 부산, 광주 지역은 고도의 도시화로 인해, 강릉, 울릉도, 여수, 제주 지역은 해양과 인접한 지형적 특성 때문이라 판단된다. 강수효율 또한 강수량이 집중되는 5월부터 8월까지 증가하는 것으로 나타났다. 나머지 달은 대부분 감소하는 것으로 분석되었다.

강수효율의 분석은 강수량과 기온의 함수로 이루어져 있으며 두 변수가 동반 상승함에 따른 강수효율의 시공간적, 지역특성별 증감 경향을 알아보기 위하여 분석하였다. 그 결과 강수량의 영향이 지배적이고 기온이 강수효율에 미치는 영향은 미미하다 하겠다. 강수효율은 강수량의 시공간적, 지역특성별 특성을 그대로 따르는 것을 알 수 있다.

감사의 글

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

참고문헌

- 신현석, 안재현, 윤용남, 1999: 엘리뇨와 우리나라 강수량의 시·공간적 상관관계 분석, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제19권, 제II-1호, pp. 1-12.
- 이동률, 1998: 엘리뇨 및 라니냐와 한국의 기온 및 강수량 관계, 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제31권, 제6호, pp. 807-819.
- 이상돈 (2005), "기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안", 대한토목학회지, 대한토목학회, Vol.53, No.4, pp 43-48.
- 차은정, 전종갑, 정효상, 1999: 엘리뇨/라니냐 해의 우리나라 기후 특성에 관한 연구, 한국기상학회지, 한국기상학회, 제35권, 제1호, pp. 98-117.
- 최병철, 김지영, 이대근 (2007), "기후변화에 따른 한반도의 지역 별 온난화 경향", 춘계 공동학술대회, 대한환경공학회, Vol. 2007, No.0, pp. 194.
- Bjerknes, J., (1966). Survey of El Nino 1957-58 inits relation to tropical pacific meteorology, Bull. Int. American Tuna Commision, Vol. 12, No. 2, pp. 3-62.
- Christensen, N. S., Wood, A. W., Lettenmaier, D. P., and Palmer, R. N.(2004), "Effects of Climate Change on the Hydrology and Water Resources of the Colorado River Basin", *Climate Change* Vol. 62, pp. 337-363.
- Leung, L. R., Qian, Y., Bian, X., Washington, W. M., Han, J., and Roads, J. O. (2004), "Mid-Century Ensemble Regional Climate Change Scenarios for the Western United States", *Climate Change* Vol. 62, pp. 75-113.
- Maurer, E. P., and P. B. Duffy (2005), "Uncertainty in projections of stream flow changes due to climate change in California", *Geophysics. Res. Lett.*, 32, L03704, doi: 10.1029/2004GL021462.