

기상자료 및 GCMs 예측결과를 활용한 단기 가뭄 예측

Climate Information and GCMs Seasonal Forecasts Based Short-term Forecasts for Drought

권 현 한*, 문 장 원**, 송 현 섭***, 문 영 일****

Hyun-Han Kwon, Jang-Won Moon, Hyun-Sup Song, Young-Il Moon

요 지

강수량이 예년에 비해 적은 양상은 여름강수량에 대한 부족으로 기인한다. 우리나라의 경우 장마기간의 강수와 태풍으로 인해 발생하는 강수가 전체 강수량에 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 여름강수량이 적게 나타나게 되면 가을 가뭄 및 봄 가뭄에 대한 발생 압력도 그 만큼 커지게 되는 것이 일반적이다. 기존 연구들이 단순히 강수량을 가정하거나 시나리오를 기반으로 가뭄을 전망하는데 그치고 있으나 본 연구에서는 2009년 가뭄전망을 위해서 전지구기후모형(GCMs)의 3개월 기상예측 결과를 활용하고자 한다. 즉, APEC 기후예측 센터로부터 제공 받은 3개월 GCM Multi-Model Ensemble 예측 결과를 바탕으로 가뭄상태를 평가하였다. 따라서 본 연구의 목적은 Large-scale의 기후예측 시스템과 기상관측지점의 강수 및 온도를 연결시켜 가뭄을 전망할 수 있는 시스템을 구축하는데 있다. GCM 예측 결과를 바탕으로 2009년도 매월 강수량 및 평균 온도를 추정하여 PDSI 가뭄지수 산정에 이용하였다.

핵심용어 : 가뭄, GCMs, 단기예측, PDSI

1. 서 론

우리나라의 경우 장마기간의 강수와 태풍으로 인해 발생하는 강수가 전체 강수량에 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 여름강수량이 적게 나타나게 되면 가을 가뭄 및 봄 가뭄에 대한 발생 압력도 그 만큼 커지게 되는 것이 일반적이다. 지난 10년(1991~2000)간 한반도에 영향을 미친 태풍 평균 수인 3.8개로서 이를 고려하면 2008년 1개는 매우 적은 편이다. 물론 태풍 갈매기의 영향으로 지역에 따라 최고 300mm 가까운 비가 내리긴 했지만 태풍 자체가 내륙에 직접 상륙하지 않았기 때문에, 그로 인한 피해도 예년에 비하면 적은 편이었고 지역적인 편차도 매우 커서 전국적으로 부족한 강수량을 채우기에는 부족하였다. 또 태풍의 전체 발생 수 또한 줄어들었다. 지난 10년 동안 평균적으로 26.2개의 태풍이 발생하였으며 1998년에 16개를 제외하고는 최근 10년 동안 최저인 12개가 관측되었다.

본 논문에서는 이러한 가뭄 발생 우려에 대한 문제점을 인식하고 현재 시점에서 강수량의 분포 현황 및 가뭄의 정도를 간략하게 검토하고 평가하는데 목적이 있으며, 현재 강수 경향을 고려하여 내년 봄 가뭄에 대한 조심스런 전망을 실시하고자 한다. 이를 위해 예년대비 2008년 강수량에 대한 정량적인 평가를 하고자 하며 가뭄지수를 통해 가뭄심도에 대한 평가를 하고자 한다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 선임연구원·E-mail : hkwon@kict.re.kr

** 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 석사과정·E-mail : mromyo@uos.ac.kr

*** 정회원 · SK 건설 과장

**** 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 교수

2. 가뭄 현황

2.1 서울, 경기 지역

서울, 경기지역은 중부내륙 및 남부지역에 비해 상대적으로 강수량이 많았으나, 평년에 비해 적은 강수량을 보이고 있다. 서울의 경우 봄철에 평년대비 적은 강수량을 보였으며 6월과 7월에 많은 강수량이 발생하였다. 그러나 8월 이후로 강수량이 극히 작아지고 있는 추세이며 이러한 추세는 인천, 수원, 강화, 양평, 인천 등에서도 동일하게 나타나고 있어 강우 Anomaly 누가분이 평년 수준의 값을 나타내고 있다. 전체적으로 인천을 제외하고 강수량 차이는 크지 않다고 판단된다.

그림 1을 보면 2008년 12월 현재 SPI와 PDSI 모두 가뭄상태에 있다. SPI의 경우 심한 가뭄 상태에 있으나 PDSI의 경우 계속된 강수량 감소로 인해 가뭄으로 전이되어 가는 과정 중에 있다.

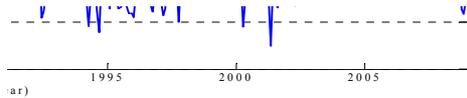


그림 1. 서울지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

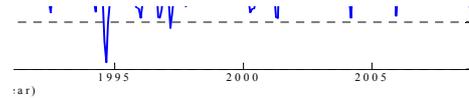


그림 2. 대관령지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

2.2 강원도 지역

강원지역은 서울, 경기지역과 비슷한 경향을 보이고 있다. 즉 봄에는 3월을 제외하고 강수량이 평년에 비해 적은 강수량을 나타내었고, 여름 이후로 계속 감소추세에 있다. 그러나 서울, 경기지역에 비해 강수지점간의 차이가 매우 크게 나타나고 있다. 원주의 경우 7월의 강수량 증가로 강우 Anomaly의 누가분이 평년과 비슷한 특성을 보이다가 강수량의 계속된 감소로 Anomaly의 누가분이 부의 값을 가지고 있다. 대관령지점 또한 비슷한 특성을 나타내고 있다. 하지만, 인제, 홍천, 속초 등은 평년과 유사한 강우량을 보이고 있다.

그림 2을 보면 SPI는 -2의 근접하는 값으로 극심한 가뭄상태에 가까워지고 있으며 PDSI는 -2에 근접한 값으로 극심한 가뭄은 아니지만 보통정도의 가뭄을 가리키고 있다. 그림 3에서 대관령의 경우 다른 강원지역 보다 절대강수량 자체가 매우 적기 때문에 가뭄 정도가 심하게 나오는 것으로 판단된다.

2.3 충청도 지역

충청지역은 2008년 내내 평년대비 강수량에 미치지 못하는 적은 강수량이 내렸으며 이에 대한 누적분도 시간에 비례해서 증가하고 있다. 강우 누적 Anomaly가 크게는 400mm까지 나타나고 물 부족 현상이 우려된다. 충청지역은 여름 Monsoon 기간에 큰 강수가 발생하지 않아 봄으로부터 이어지는 강수 부족분을 보충하지 못한데다, 가을 강수량 또한 예년에 비해 작게 나타나는 등 가뭄 발생에 대한 가능성을 높이고 있다.

그림 3을 보면 SPI의 경우 -2의 값으로 극심한 가뭄으로 표시하고 있지만 PDSI의 경우 1 정도의 습윤한 상태를 나타내고 있으며 계속 감소 추세에 있다. 이러한 원인은 가뭄지수의 특성이 다른

이유에서 기인한다고 볼 수 있다. 즉, PDSI의 경우 장기간의 가뭄거동을 표현해주는데 유리한 점을 고려할 때 과거에 발생했던 8월에 강수이력이 가뭄지수에 영향을 주고 있다고 판단된다.

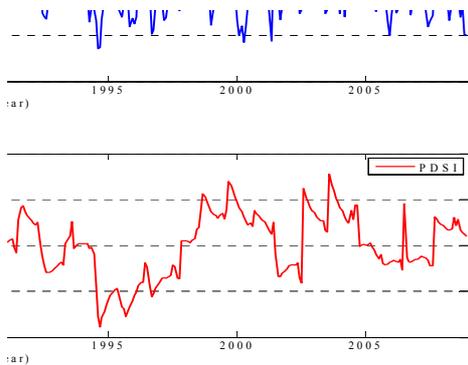


그림 3. 대구지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

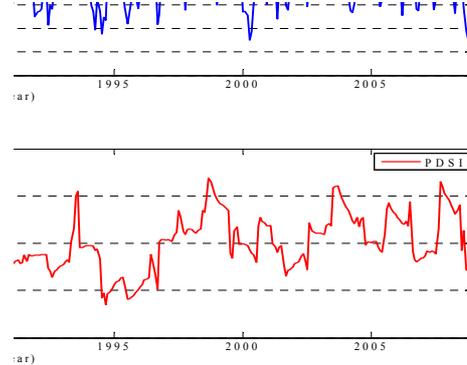


그림 4. 정읍지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

2.4 전라도 지역

전라도의 경우는 5월-6월 강수량이 평년대비 많은 양이 내려 충청도보다는 양호한 상황이지만 6월 이후로 강수량이 극히 적어 전체적으로 강수 Anomaly가 현재시점에서 300mm 이상 나타나고 있다. 특히, 전라남도 해안지역에서 그 정도가 심하며 남원 같은 경우는 600mm 가까운 부족현상을 나타내고 있다.

그림 4를 보면 SPI의 경우 11월 중에 -2를 넘었다가 현재는 -2 정도의 값으로 극심한 가뭄으로 표시하고 있다. PDSI의 경우 또한 2.7 정도의 값으로서 심한 가뭄 상태에 근접해 가고 있다. 봄철 강수량이 평년에 비해 감소한다면 심한 가뭄을 초과하는 상태로 전이할 가능성이 큰 것으로 판단된다.

2.5 경상도 지역

경상북도의 경우는 초여름 및 여름에 강수량이 비교적 크게 발생하여 평년 수준을 가리키다가 여름 이후로 꾸준히 하강곡선을 그리고 있다. 강수 Anomaly 누적량이 300mm 정도를 가리키고 있어 경상남도 해안지역보다는 매우 양호한 상태를 나타내고 있다. 경상남도의 경우 남해 같은 경우는 800mm 까지 강수부족분이 발생하고 있으며 대부분 지역에서 600mm 이상의 부족을 나타내고 있다. 따라서 겨울 강수량 및 봄 강수량이 극히 적거나 예년 수준에 그친다면 가뭄에 대한 가능성도 매우 커 보인다.

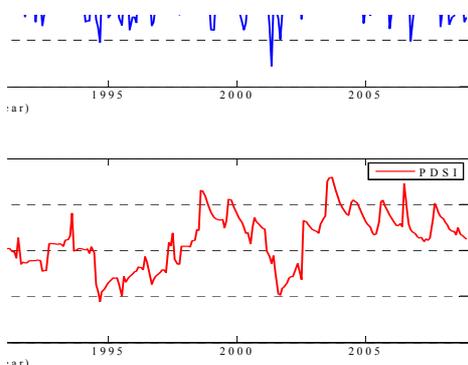


그림 5. 대구지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

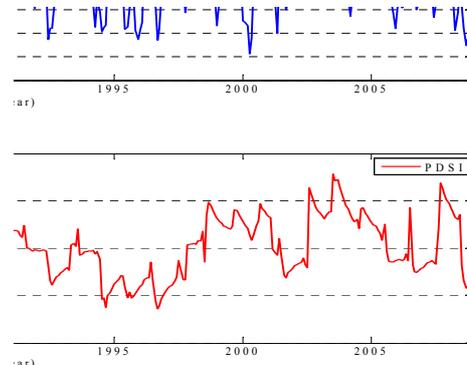


그림 6. 거창지역의 SPI와 PDSI 가뭄지수 산정 결과

그림 5와 6을 보면 대구의 경우 SPI는 약간의 가뭄을 나타내지만 PDSI의 경우 평균상태로 접근하는 등 가뭄 발생 가능성이 낮은 상황이다. 반면 경상남도 지역의 거창지역은 SPI값이 -2이하의 값을 나타내며 PDSI 또한 -4에 가까운 심한 가뭄상태에 있는 것으로 추정되었다.

가뭄의 시공간적 변동성을 평가하기 위해 2008년 5월부터 2008년 11월까지 2개월 간격으로 SPI와 PDSI 가뭄지수를 계산하여 그림 7과 8에 나타내었다. SPI는 지속시간 3개월을 기준으로 추정된 값이다. 그림 7에서 보면 5월에는 가뭄이 중부지방을 중심으로 동서로 위치하고 있으며 7월에는 여름 강수량으로 인해 가뭄지수가 대부분 5월과 비교해서 약간 가뭄이 해결되었으나 여전히 음의 값을 가지는 상태로서 여름강수량의 부족상태를 공간적으로 나타내주고 있다. 9월의 경우 가을 강수량이 더욱 적어져 서남부 해안을 중심으로 -1.5이하의 값을 가지고 가뭄이 전이되고 있다. 11월에는 이러한 경향이 더욱 뚜렷해져서 동남부 해안뿐만 아니라 중부지역도 -1이하의 가뭄상태를 나타내고 있다.

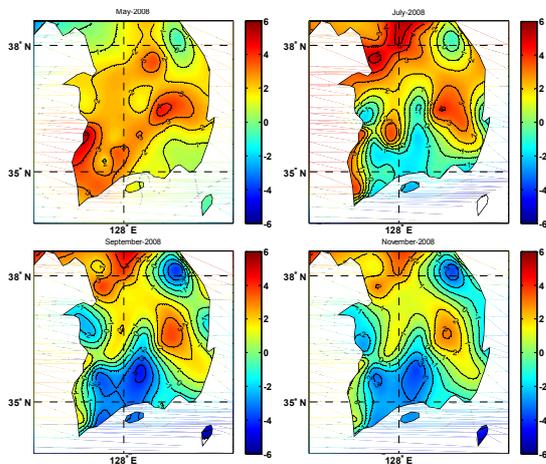


그림 7. 전국의 PDSI 산정결과(2008년 5월-11월)

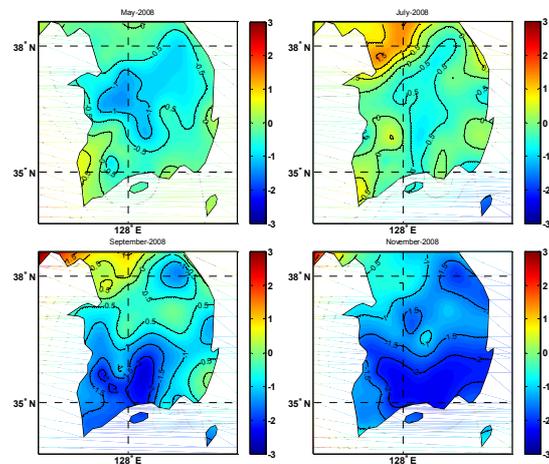


그림 8. 전국의 SPI 산정결과(2008년 5월-11월)

그림 8은 SPI와 동일하게 PDSI에 대해서 시공간적 특성을 평가해보았다. 5월의 경우 대부분의 지역이 습윤한 상태로 나타나고 있으나 7월에는 서울, 경기, 경북지역을 제외하고 남부 지역에 건조한 상태로 전이되고 있다. 특히, 여름강수량의 감소로 인해 9월에는 서남부지방과 경남일부 지역에서 -3이하의 가뭄이 발생하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 경향은 11월도 지속되고 있으며 동해안 해안선을 따라 가뭄 현상이 넓어지는 것을 관찰 할 수 있었다.

3. 가뭄 전망 및 결론

2009년 봄 가뭄전망을 위해서 APEC 기후예측 센터(APEC Climate Center, APCC)로부터 제공 받은 3개월 Multi-Model Ensemble 예측 결과를 바탕으로 가뭄상태를 평가하였다. 그림 9를 보면 전체적으로 내년 3개월은 강수량이 예년과 비슷할 것으로 예상되나, 경기 및 중부지역은 감소 가능성이 있는 것으로 예상됐다. 온도의 경우는 예년대비 0.4℃정도 높아질 것으로 예측되었다. 표 1에 기상 예측결과를 요약하여 격자별로 나타내었다. 이를 바탕으로 2009년도 1월부터 3월까지 매월 강수량 및 평균 온도를 추정하여 PDSI 가뭄지수 산정에 이용하였다. 2009년 가뭄상태 전망 결과는 기상예측 결과를 단순히 이용한 결과로서 신뢰성 있는 분석을 위해서는 보다 심도있는 연구가 필요함을 미리 언급하는 바이다.

그림 9와 표 1에서 알 수 있듯이 2009년 강수량 및 온도에 큰 변화가 없는 것으로 예상되기 때문

에 가뭄상태 또한 크게 바뀌지 않을 것으로 짐작할 수 있다. 지역별 Climatology에 기상예측에서 추정된 Anomaly를 고려하여 월강수량 및 월평균 온도를 계산하였으며 이를 활용해 PDSI를 추정하여 그림 10에 나타내었다. 예상되었듯이 가뭄의 강도의 크기는 2008년 12월과 큰 차이를 나타내고 있지는 않으나, 건조한 권역은 전체적으로 증가할 수 있을 것으로 예상 된다.

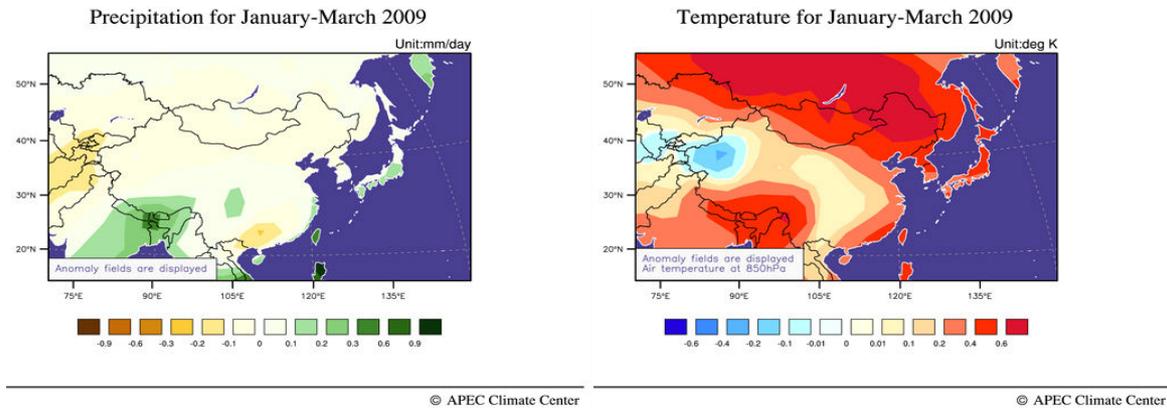


그림 9 2009년 1월부터 3월까지 강수량 및 온도 예측 결과(APCC)

본 논문에서는 전국의 60개의 기상관측소 자료를 활용하여 2008년 강우 양상을 평가하였으며, SPI 및 PDSI 가뭄지수를 활용하여 가뭄상태를 검토해 보았다. 지역 별로 강수량의 부족으로 인해 발생하는 영향은 다르지만, 전국적으로 가뭄에 대한 가능성이 점점 높아가고 있는 것은 분명하며 특히, 앞으로 이어질 겨울 및 봄 강수 양상에 따라 가뭄의 심각성도 달라질 수 있을 것으로 사료된다. 이를 대비한 가뭄 모니터링 강화 및 가뭄 대비 시설물 점검 등 이 필요한 시점으로 판단된다.

표 1. 2008년 1월부터 3월까지 강수 및 온도 예측 결과(단위, mm/day, °C)

강수량	JAN	FEB	MAR	JFM
P1	-0.023	0.072	0.015	0.021
P2	-0.033	0.016	-0.072	-0.030

온도 (850mb)	JAN	FEB	MAR	JFM
P1	0.198	0.425	0.526	0.383
P2	0.217	0.453	0.604	0.425

* Anomaly based on 22 years climatology (1982 to 2003)

* P1: latitude (35.0o), longitude (127.5 o)

* P2: latitude (37.5o), longitude (127.5 o)

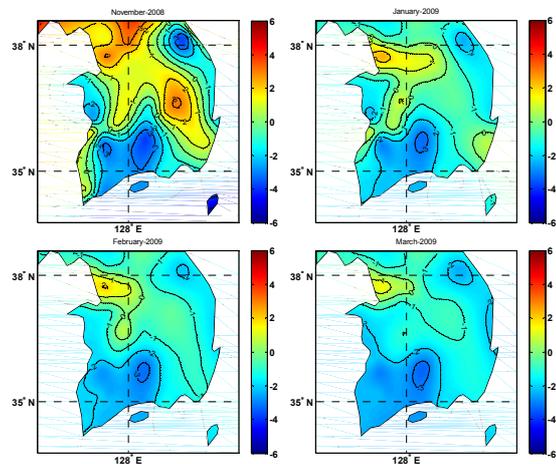


그림 10 전국의 PDSI 예측 결과 (2008년 12월-2009년 3월)

참고문헌

1. 국가태풍센터, <http://typ.kma.go.kr/main.jsp>
2. McKee, T.B.;Doesken, N.J.;Kleist, J. (1995). "Drought Monitoring with multiple time scales." *9th Conference on Applied Climatology*, pp.233-236.
3. Palmer, W. C., (1965) Meteorological drought. Research Paper 45, U.S. Dept. of Commerce, pp. 58.