

APCC MME 계절예측정보를 이용한 가뭄전망

Drought Outlook using APCC MME Seasonal Prediction Information

강부식* · 문수진** · 손수진*** · 이우진****

Kang, Boosik · Moon, Sujin · Sohn, Soo-Jin · Lee, Woo-Jin

요 지

APEC 기후센터(APEC Climate Center, APCC)에서 제공하는 다중모형앙상블(Multi-model Ensemble, MME) 형태의 계절예측정보를 이용하여 3개월 가뭄전망을 수행하였다. APCC MME는 기후예측모형이 가지는 불확실성을 최소화하기 위한 방법으로, 아시아-태평양 지역 내 9개 회원국 16개 기관 21개 기후모형의 계절예측정보를 활용하여, 개별 모형이 가지는 계통오차(Systematic error)를 앙상블 기법을 통하여 상쇄함으로써 최적의 예측자료를 도출한다. 또한, 기후예측 모형이 예측한 대기순환장은 관측 지점변수와 경험적·통계적 관련성을 가지므로, 이를 바탕으로 상세지역의 이상기후에 대한 정보를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 가뭄 관리 및 전망을 위한 입력 자료로서, 기상전문 기관인 APEC 기후센터 (APEC Climate Center, APCC)에서 제공하는 전구 규모의 기온 및 강수 전망자료를 기상청 산하 59개 지점의 전망자료로 통계적 규모 축소화 기법을 통해 3개월 예보를 실시하였다.

APCC 계절예측자료를 가뭄모니터링시스템의 자료입력 포맷에 따라 적절히 가공한 뒤, 가뭄 관리 및 전망을 위하여 SPI(Standard Precipitation Index) 및 PDSI(Palmer Drought Severity Index)지수의 입력자료로 사용하여 SPI 및 PDSI 지수를 산정하였다. 또한 분위사상법(Quantile Mapping)을 이용하여 총 59개 지점의 과거 월평균 관측값과 최근 2009년에 대한 모의값의 누적확률분포값을 계산하고 모의값의 확률분포를 관측값의 확률분포에 사상시켜 가뭄 전망을 위한 기상변수의 오차를 보정하고자 하였다. 이러한 계절예측정보를 이용하여 가뭄 전망에 대한 신뢰도가 높아진다면, 사전예방 및 피해완화로 가뭄상황에 대한 신속한 대처 및 피해의 경감이 이루어질 수 있을 것이다.

핵심용어: 가뭄전망, 분위사상법, 계절예측정보

1. 서 론

대부분의 기후예측모델은 예측성이 낮아 홍수와 가뭄 등 이상기후 현상에 대한 대처 능력이 부족한 실정이며, 이에 따른 기후예측 기술개발이 요구되고 있다. 기상전문 기관인 APEC 기후센터(APEC Climate Center, APCC)에서는 아·태지역 21개 APEC 회원국 간의 자료 수집 및 정보 교환을 통하여 생산되는 기후예측정보를 활용하여 매달 계절예측 및 기후전망을 하고 있다. 본 연구에서는 APEC에서 생산된 MME(Multi-Model Ensemble) 계절예측자료를 가뭄관리 및 전망에

* 정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 부교수 · 공학박사 · 031-8005-3471 (E-mail: bskang123@naver.com)

** 정회원 · 단국대학교 토목환경공학과 박사과정 · 공학석사 · 031-8005-3484 (E-mail: moonsujin@dankook.ac.kr)

*** 비회원 · APEC 기후센터 · 이학석사 · 051-745-3963 (E-mail: jeenie7@apcc21.net)

**** 비회원 · APEC 기후센터 · 이학박사 · 051-745-3911 (E-mail: wjlee@apcc21.net)

활용하기 위하여 SPI(Standard Precipitation Index) 및 PDSI(Palmer Drought Severity Index)지수의 입력자료로 이용하고, 이를 바탕으로 SPI와 PDSI 지수를 산정하였다. 또한 분위사상법(Quantile Mapping)을 이용하여 총 59개 지점의 기상변수의 오차를 보정하고자 하였다.

2. 연구방법 및 대상 기간

2.1 MME(Multi-model ensemble)와 규모축소

APCC MME는 기후예측모형이 가지는 불확실성을 최소화하기 위한 방법으로, 표 1과 같이 아시아·태평양 지역 내 9개 회원국 16개 기관 21개 기후모형의 계절예측정보를 바탕으로 한다. 개별 기후모형이 계산한 기후예측자료를 이용하여 모형이 가지는 계통오차(Systematic error)를 앙상블 기법을 통하여 상쇄함으로써 최적의 예측자료를 도출한다.

표 1. APCC 3개월 MME 기후예측시스템을 위한 APEC 회원국 내 계절예측자료

회원국	기관	모델
대만	대만 기상청	CWB
러시아	러시아 수문기상센터	HMC
	러시아 지구물리 관측본부	MGO
미국	미국 해양육지대기연구소	COLA
	미국 국제기후연구소	IRI
		IRI_F
	미국 항공우주국	NASA-GSFC
	미국 국립환경예측센터	NCEP CFS
일본	일본 기상청	JMA
중국	베이징 기후센터 (중국 기상청)	BCC
	대기물리연구소 (중국과학연구원)	IAP
캐나다	캐나다 기상청	MSC_GEM
		MSC_GM2
		MSC_GM3
페루	페루 기상청	SENAMHI
한국	서울대학교	GPCS
	한국 기상청	GDAPS_F
		GDAPS_O
	한국 국립기상연구소	NIMR
호주	호주 기상청	POAMA

또한, 통계적 규모축소화 기법을 통하여 매달 기상청 지점관측소 59개 지점의 3개월 기온과 강수량의 예측정보를 생산한다. 이는 다중 모델 변수 예측인자(predictor)를 바탕으로, 상세화된 기후예측자료를 생산하는 방안으로 각 모델별로 규모축소를 시행한 뒤, 최적의 예측인자를 산출, 모델별로 규모축소화된 정보를 평균하여 지점별 기후예측자료를 도출한다. 이렇게 계산된 기후전망자료를 SPI와 PDSI 가뭄지수의 입력자료로 사용함으로써 가뭄을 전망하기 위한 기후자료로 활용하였다.

2.2 분위사상법(Quantile Mapping)

가뭄전망을 위한 기상자료로 APCC 계절예측 강우와 온도를 사용하고 있지만, 온도자료에 비하여 강우자료의 불확실성이 크게 나타나고 있는 것을 확인하였다. 이에 분위사상법을 통하여 가뭄전망을 위한 기후 오차보정을 실시하고자 하였다. 분위사상법은 관측값과 모의값이 동시에 존재하는 일정한 과거 기간을 선택하여, 관측값과 모의값의 누적확률분포를 이용하여 모의값의 확률분포를 관측값의 확률분포에 사상(mapping)시키는 방법이다. 예를 들어 Y_j 를 j 번째 지점의 기상변수 값이라 하면 오차보정된 값 Z_j 는 다음과 같다.

$$Z_i = F_{oi}^{-1}(F_{si}(\hat{Y}_i)) \quad \text{식(1)}$$

$F_{si}(\cdot)$: 모의값에 대한 경험적 확률 분포

$F_{oi}(\cdot)$: 관측값에 대한 경험적 확률 분포

분위사상법을 실시하기 위하여 과거 1995~2008년(14개년)의 강우 및 온도 관측자료를 이용하여, 강우는 홍수기(6~9월)/비홍수기(1~5, 10~12월), 온도는 여름철(6~9월)/겨울철(1~5, 10~12월)로 구분한 후 전체 관측소를 하나의 관측소 평균으로 대체하여 최근 2009년에 대한 월별 Quantile Mapping을 실시하였다. 다음은 강우와 온도에 대한 보정전·후 값 및 결과 그래프이다.

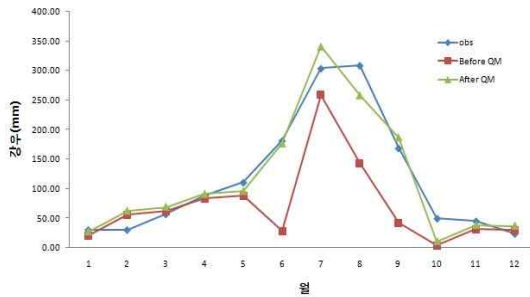


그림 2. 분위사상법을 이용한 강우자료 오차보정

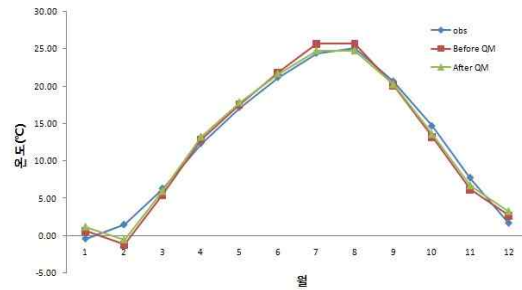


그림 3. 분위사상법을 이용한 온도자료 오차보정

3. 가뭄전망

3.1 SPI와 PDSI지수를 통한 가뭄전망

분위사상법을 통하여 강우 및 온도의 오차를 보정한 결과 온도자료는 큰 변화가 없었으나 강우자료는 분위사상 이전의 값보다 이후의 값이 관측값에 근접하는 결과를 나타내고 있었다. 또한 비홍수기에 비하여 홍수기에 Mapping효과가 더욱 잘 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이에 2009년 홍수기(6~9월)에 대한 가뭄전망을 위하여 가장 신뢰도가 높다고 판단되는 1개월 기후예측자료를 사용하고자 하였으며, 현재 가뭄모니터링 시스템에 사용되고 있는 SPI와 PDSI지수의 입력자료의 형태로 변환한 뒤 분위사상 이전과 이후에 대하여 가뭄전망을 실시하였다. SPI지수는 지속시간 3, 6개월에 대하여 분석을 실시하였으며, 각 지수에 대하여 월별 비교를 실시하였다. 다음은 2009년 6~9월 SPI 6개월 및 PDSI 지수의 가뭄전망결과를 현재 모니터링이 이루어지고 있는 값과 기후예측값에 대하여 분위사상법을 적용한 이전과 이후에 대하여 비교·분석하였다. 다음그림은

2009년 6월에 대한 가뭄 모니터링 및 전망도이다.

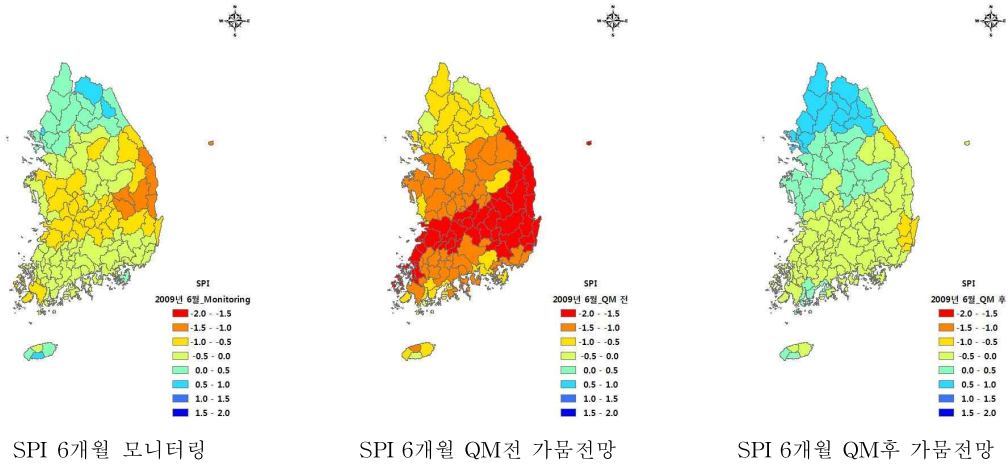


그림 4. 2009년 6월의 SPI 6개월 지수 비교

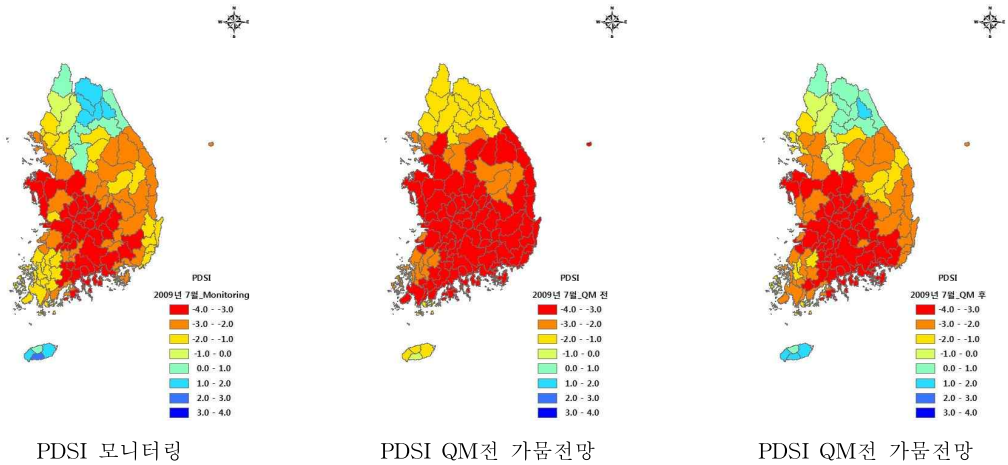


그림 5. 2009년 6월의 PDSI 지수 비교

4. 결론

APCC 계절예측자료를 가뭄모니터링시스템의 자료입력 포맷에 따라 적절히 가공한 뒤, 가뭄 관리 및 전망을 위하여 SPI(Standard Precipitation Index) 및 PDSI(Palmer Drought Severity Index)지수의 입력자료로 사용하여 2009년 6월에 대한 SPI 및 PDSI 지수를 산정하였다. 또한 분위사상법(Quantile Mapping)을 이용하여 가뭄 전망을 위한 기상변수의 오차를 보정한 결과 온도는 큰 변화가 없었지만 강우의 경우 오차보정을 한 후 가뭄지수를 산정했을 때 현재 가뭄모니터링 시스템과 유사한 결과를 나타냄으로서 Mapping효과가 큰 것을 확인할 수 있었다.

2009년 6월의 SPI 6개월 지수의 경우 모니터링결과 대부분의 지역에서는 가뭄이 해결된 것으로 보이며, 일부지역에서는 약간 건조한 상태를 나타내고 있으나 PDSI 지수의 경우에는 여전히 남부지방을 중심으로 가뭄상황이 심각한 것으로 나타나고 있다. 이는 PDSI지수의 경우 기존의 축차식 형태의 공식이 89.7%의 자기상관관계를 가지면서 가뭄이 심각했던 2008년 가을가뭄에 대한 영향이 계속되고 있는 것으로 판단된다. 이러한 자기상관관계수는 강우와 무강우가 반복되는 경우에 효과적으로 모의가 이루어지지 않기 때문에 이를 탄력적으로 사용한다면 가뭄전망 및 모니터링

시 효과적으로 가뭄상황을 나타낼 것으로 보인다.

APCC 계절예측정보를 기반으로 강우 및 온도에 대하여 분위사상법을 통한 오차보정을 실시하여 가뭄 전망에 대한 신뢰도를 높인다면, 가뭄에 대한 사전예방 및 피해완화로 실제 가뭄상황에 대한 신속한 대처 및 피해의 경감이 이루어질 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 한국수자원공사(2005). **가뭄관리모니터링체계 수립**
2. 건설교통부, 한국수자원공사(2008). **가뭄정보시스템(물공급 Guideline 중심으로)**
3. 한국수자원공사(2002). **가뭄관리 종합대책 수립연구**
4. Kang,H,C.-K. Park, N. H. Saji, and K. Ashok(2009) **Statistical downscaling of precipitation in Korea using multimodel output variables as predictors, Monthly Weather Review, 137, 1928-1938**