

ORIGINAL ARTICLE

춘천지역의 기상학적 가뭄 평가

이주현 · 박서연 · 이정우¹⁾ · 정일문^{1)*}

충부대학교 토목공학과, ¹⁾한국건설기술연구원 국토보전연구본부

Meteorological Drought Evaluation in Chuncheon Region

Joo-Heon Lee, Seo-Yeon Park, Jeongwoo Lee¹⁾, Il-Moon Chung^{1)*}

Department of Civil Engineering, Joongbu University, Goyang 10279, Korea

¹⁾Department of Land, Water and Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang 10223, Korea

Abstract

In this study, standard precipitation index- based analysis associated with run theory was performed using 53 years' (1967–2019) precipitation data to investigate the meteorological drought in Chuncheon. The duration of the meteorological drought in Chuncheon was 8.06 months, magnitude of the drought was -8.21, and average drought depth was -1.08. The drought in May 2014 lasted 21 months until January 2016; the drought scale and average depth was -34.06 and -1.62, respectively. This was the most severe drought in Chuncheon. As a result of drought frequency analysis, the drought scale of May to December in 2014 was estimated to be -16.16, and the return period was estimated to be 300 years. These results are expected to further increase the magnitude and frequency of weather droughts caused by climate change. Therefore, it is critical to prepare appropriate structural measures.

Key words : Drought, Chuncheon, Standard precipitation index, Run theory, Frequency analysis

1. 서론

강원지역에서는 2014년 겨울부터 시작된 가뭄이 4개월 넘게 이어지면서, 가뭄발생 지역에 급수차를 통한 운반급수, 급수 시간 단축에 따른 제한급수 등 비상급수를 시행한 바 있다(Kim, 2015). 가뭄이 발생하면, 용수공급 시설의 최대 활용 및 물절약과 지역간 물이동 및 관정개발 등 가능한 모든 비상조치를 취함에 따라 하천수 관리의 균형이 파괴될 수 있다. 현재 행안부에서 재난대응을

수행하고 있음에도 2015년의 심각한 가뭄이나 지역별 만성적인 봄가뭄 피해에 대한 국가 차원의 대책마련은 여전히 미흡하며, 특히 농민 등 일반 국민이 가뭄에 대한 정보를 쉽게 접할 수 있는 기반은 취약한 실정이다. 이에 향후 기후변화에 대응하는 가뭄의 진행상황을 미리 예측, 사전에 대처하고 하천의 운영관리 전략을 수행하는 것은 가뭄관리의 합리적인 보완책이 될 것으로 판단된다.

가뭄이란 “일정기간동안 예년평균 이하의 강수가 지속됨에 따라서 물 부족이란 재해를 유발하는 자연적

Received 6 May, 2020; Revised 15 May, 2020;

Accepted 19 May, 2020

*Corresponding author: Il-Moon Chung, Department of Land, Water and Environment Research, Goyang 10223, Korea

Phone : +82-31-910-0334

E-mail : imchung@kict.re.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Location information of Chuncheon rainfall station

Standard point number	Name	Latitude	Longitude
101	Chuncheon	37.90262	127.7357

현상”으로 정의되고 있다. 가뭄과 물 부족의 차이를 잘 설명한 예로써, Byun(2009)은 물 부족이 발생하는 원인을 세 가지로 구분하였다. 첫째는 강수량이 모자라는 경우, 둘째는 물을 남용하여 다 써 버렸기 때문, 셋째는 물 수요가 갑자기 급증하여 수요가 공급을 초과하는 경우로 구분하고 있다. 첫 번째 경우는 강수가 부족하다는 자연적 현상에 물 부족의 근원을 둔 원인이고, 다른 두 가지는 인간 활동으로 인하여 물 부족이 발생한 원인이 있는 경우다. 따라서 강수량이 모자라서 자연적으로 물 부족이 발생하는 것을 가뭄(Drought)으로 정의할 수 있으며 인간이 물을 남용하였거나 물수요의 급증으로 인해 생기는 부족현상을 물 부족(Water Shortages)으로 구분하고 있다. 이 두 가지 현상 모두 영구적이기 보다는 일시적인 현상으로 보아야 한다. 즉, 물이 부족한 원인이 극심한 기상학적 가뭄에 있다면, 지역에 맞는 가뭄대책을 수립해야 하며, 반대로 해당지역의 가뭄현상이 극심하지 않는데도 물공급의 문제로 물부족이 발생한다면 가뭄대책이 아닌 물공급 대책을 마련해야 한다.

가뭄은 기상학적 가뭄에서 시작하게 되며 시간의 경과에 따라서 농업적 가뭄, 수문학적 가뭄의 순으로 연속적으로 발생한다. 만약, 수년 이상의 장기연속가뭄이 발생하고, 수문학적 가뭄현상이 지속되면 그 다음단계로는 환경 및 생태분야에 문제가 발생하고 궁극적으로는 사회, 경제적인 피해가 발생하게 된다. 이러한 현상을 사회경제적 가뭄이라고도 한다.

가뭄의 특징은 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째 대부분의 자연재해는 예보 없이 순식간에 발생하는 반면, 가뭄은 수개월 이상에 걸쳐 형성되고 수년, 수십년에 걸쳐서 진행되기도 한다. 또한 가뭄피해는 가뭄의 지속기간이 길어질수록 증가하며 그 피해는 정상적인 경우가 시작된 후에도 지속될 수 있다. 둘째 가뭄은 다른 재해들과는 달리 일부지역에 국한되지 않고 발생하며 그 영향은 사회, 경제, 환경 등 광범위하게 영향을 준다. 셋째 가뭄에 대한 정확하고 보편적인 정의의 부재로 인하여 가뭄이 어떤 지역에서 발생하고 있는지 또 얼마나 심각한지

추산하기 어렵다 따라서 정책 결정자들이 가뭄의 영향이 분명하게 나타날 때에는 너무 늦은 상태이므로 효과적인 조치를 실행하기 어려운 특징을 가지고 있다.

본 연구에서는 춘천지역을 대상으로 1967~2019년(53년)의 강수량자료를 활용한 가뭄분석을 수행하고 이에 따른 특성을 평가하여 시의적절한 대응방안을 마련코자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 자료 구축 및 가뭄이론

춘천시에서 발생했던 과거 가뭄사상의 정량적 평가를 위한 가뭄지수의 산정 및 빈도해석을 위해서 기상청에서 제공하는 종관기상관측장비(ASOS, Automated Surface Observing System)를 활용하였다. 춘천시에 있는 관측소 중 자료보유기간이 가장 긴 춘천관측소(101)를 선정하여 강우분석을 실시하였다. 춘천관측소의 강수량자료는 1967~2019년(53년)의 자료를 활용하였으며, 위치정보는 Table 1과 같다.

2.2. SPI (Standardized Precipitation Index)

McKee et al.(1993, 1995)은 가뭄은 물 수요에 비해 물 부족을 유발하는 강수량 감소에 의해 시작된다는 개념에서 착안하여 강수량만을 이용해 가뭄을 평가할 수 있는 SPI를 개발하였다. SPI는 월강수량을 통계적 분석 과정을 통하여 산정되며, 월강수량의 시간단위를 3, 6, 12, 24개월 등과 같이 강수량의 누적계열로 설정하고, 누적된 시간단위별로 강수 부족량을 산정하여 개개의 용수공급원이 가뭄에 미치는 영향을 산정하는 방법이다. 이렇게 특정 시간단위로 산정된 SPI는 각 시간단위에 따라 여러 분야의 가뭄상황 모니터링에 사용될 수 있다. 예를 들면, 1개월 및 3개월 지속기간의 짧은 시간단위는 단기적인 극심한 강수부족으로 발생하는 단기가뭄을 평가하는데 사용될 수 있으며, 12개월 및 24개월 등과 같은 장기간 지속기간의 강수량으로 산정되는 SPI는 오랜 기간 연속적인 강수부족으로 야기되는 장기가뭄을 평가하

는데 효율적으로 사용될 수 있다.

SPI를 산정하기 위해서는 우선 시간단위별 누가강수 시계열을 산정해야 하며, 각 월을 기준으로 하여 시간단위에 해당하는 누가강수시계열을 산정하여 지속기간별 시계열을 구한다. 지속기간별 시계열이 구성되면 이 시계열을 월별로 분석하고 적절한 확률 분포형을 검증한 후 결정된 확률분포형 이용하여 개개 변량의 누가확률을 산정한 후, 표준정규분포에 적용시켜 SPI를 산정한다.

이때 가장 많이 활용되는 확률분포형은 Gamma 분포로서, Gamma 분포 확률 밀도 함수의 매개변수 α , β 는 지점별, 시간 축척별로 추정된다. 매개변수의 추정은 최우도법 (maximum likelihood method)을 사용하였으며 이를 통해 계산된 매개변수를 이용해 대상지점의 시간 간격에 대한 강우사상의 누가확률을 계산하며 SPI를 산정하는 방법은 다음과 같다.

- Gamma 확률분포함수

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (1)$$

여기서, α 는 형상매개변수(Shape Parameter), β 는 척도매개변수(Scale Parameter), x 는 강수량(Precipitation Amount), $\Gamma(\alpha)$ 는 Gamma 함수(Gamma Function)

$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy$ 를 나타낸다. Gamma 확률 밀도 함수의 매개변수 α , β 는 지점별, 시간 축척별(1, 3, 6, 9, 12개월 등)로 추정한다. 매개변수의 추정은 최우도법을 이용하며, 최우도법(Maximum Likelihood Method)이란 추출된 표본자료가 나올 수 있는 확률이 최대가 되도록 매개변수를 추정하는 방법이다. 최우도법은 가장 효율적인 추정치를 얻을 수 있으며 표본자료의 크기가 충분히 클 때 다른 매개변수 추정방법에 대하여 추정치의 효율성을 비교하는데 기준으로 사용된다. α 와 β 는 Gamma 확률밀도함수의 계수로서 시간단위에 따라 해당 관측점별로 추정한다.

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} (1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}) \quad (2)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{X}}{\hat{\alpha}} \quad (3)$$

여기서, A 는 $\ln(\bar{X}) - \frac{\sum \ln(X)}{n}$, n 은 강수량 자료의 수를 나타낸다. 이를 통해 계산된 매개변수를 이용해 대상지점의 시간간격에 대한 강우사상의 누가확률을 계산한다.

- 누가확률 분포함수

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\hat{\beta}^\alpha \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-x/\hat{\beta}} dx \quad (4)$$

※ $t = x/\beta$ 로 치환

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (5)$$

Gamma 함수는 $x=0$ 에서 정의되지 않으나 강수분포 0을 나타낼 수 있으므로 누가함수식을 다음과 같이 혼합 분포형으로 나타낼 수 있다.

$$H(x) = q + (1-q)G(x) \quad (6)$$

여기서, $H(x)$ 는 누가확률 분포함수(Cumulative Distribution Function, CDF), q 는 무강우확률($q = m/n$), m 은 무강우일수, n 은 강우관측일 수를 나타낸다. 추정된 Gamma 함수분포의 매개변수를 이용하여 개개 변량에 대한 누가확률을 산정한 후, 표준정규분포에 적용시켜 SPI를 산정한다. 최종, SPI의 산정절차는 아래와 같다.

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right), \quad 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (7)$$

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right), \quad 0.5 < H(x) \leq 1.0 \quad (8)$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)}, \quad 0.5 < H(x) \leq 0.5 \quad (9)$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - H(x))^2}\right)}, \quad 0.5 < H(x) \leq 1.0 \quad (10)$$

※ c_0 : 2.515517, d_1 : 1.432788, c_1 : 0.802853,

d_2 : 0.189269, c_2 : 0.010328, d_3 : 0.001308

Table 2. Classification of drought status according to SPI range

SPI range	Wetness status
above 2.00	Extremely Wet
1.50 ~ 1.99	Very Wet
1.00 ~ 1.49	Moderately Wet
-0.99 ~ 0.99	Near Normal
-1.00 ~ -1.49	Moderately Dry
-1.50 ~ -1.99	Severely Dry
below -2.00	Extreme Dry

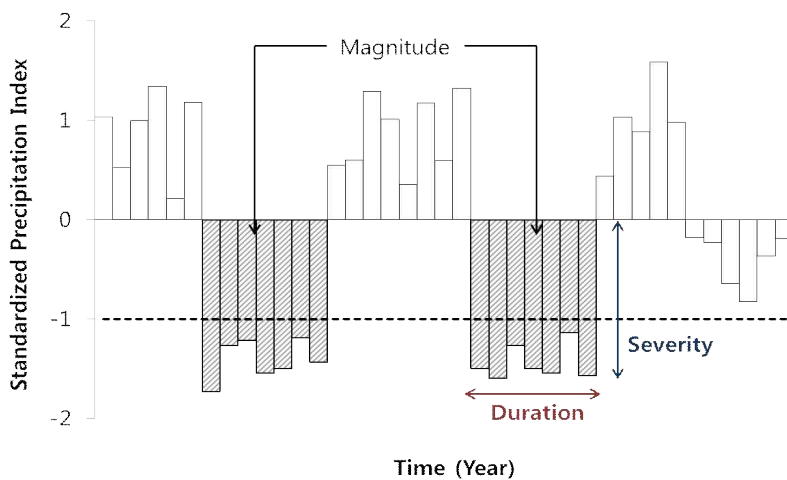


Fig. 1. Duration, severity and magnitude of drought and run theory.

SPI에 의한 가뭄상태의 분류는 Table 2와 같다.

2.3. 가뭄 연속이론(Run Theory)

Pereira and Paulo(2004)는 연속이론(Run Theory)을 바탕으로 가뭄이 가지는 특성을 지속기간(Duration), 심도(Severity), 그리고 규모(Magnitude)로 분류하여 제시하였다. Lee(2006)는 Fig.1과 같이 가뭄지속기간(Duration)은 강우가 위험 수준 이하로 유지되는 시간의 개수로 임의 가뭄사상에 대해 음의 이산이 연속되는 기간을 의미한다. 또한 가뭄지속기간의 합을 연속 합이라 하는데 각 월별 SPI 합을 가뭄의 규모(Magnitude)라고 정의할 수 있다. 평균가뭄심도(Severity)는 가뭄규모(Magnitude)를 가뭄지속기간(Duration)으로 나눈 값을 의미한다.

$$\text{평균가뭄심도}(Severity) = \frac{\text{가뭄규모}(Magnitude)}{\text{가뭄지속기간}(Duration)} \quad (11)$$

가뭄이 얼마나 극심한가를 평가하는 기준은 여러 가지 관점에서 평가될 수 있다. 즉, 가뭄의 가장 중요한 요건인 얼마나 지속되느냐의 관점에서 가뭄의 규모를 평가할 수 있으며, 가뭄지수의 크고 작음을 표시하는 가뭄심도를 기준으로 얼마나 가뭄이 극심한가를 평가할 수도 있다. 하지만, 두 가지 모두 가뭄의 단편적인 면만을 평가하기 때문에 실제 가뭄의 규모(Magnitude)를 추정하기에는 부족하며, 가뭄에 의한 피해규모를 추정하기 위해서는 어느만큼 심한 가뭄이 어느 정도 오래 지속되었는가를 종합적으로 평가해야만 한다.

이상의 가뭄 연속이론에 근거하여 과거의 가뭄을

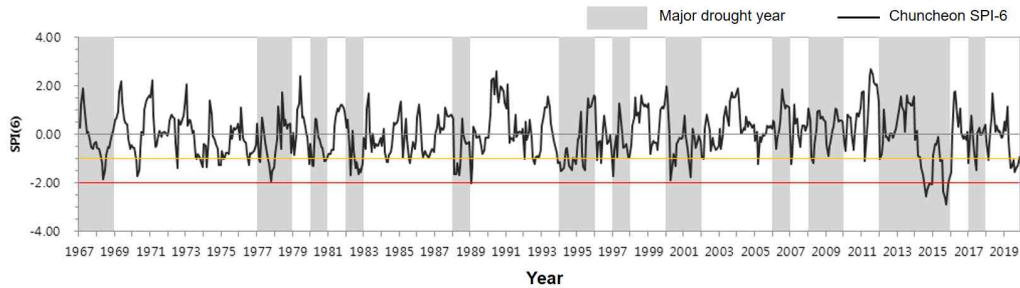


Fig. 2. Result of drought analysis by using SPI compared to major drought period in Korea.

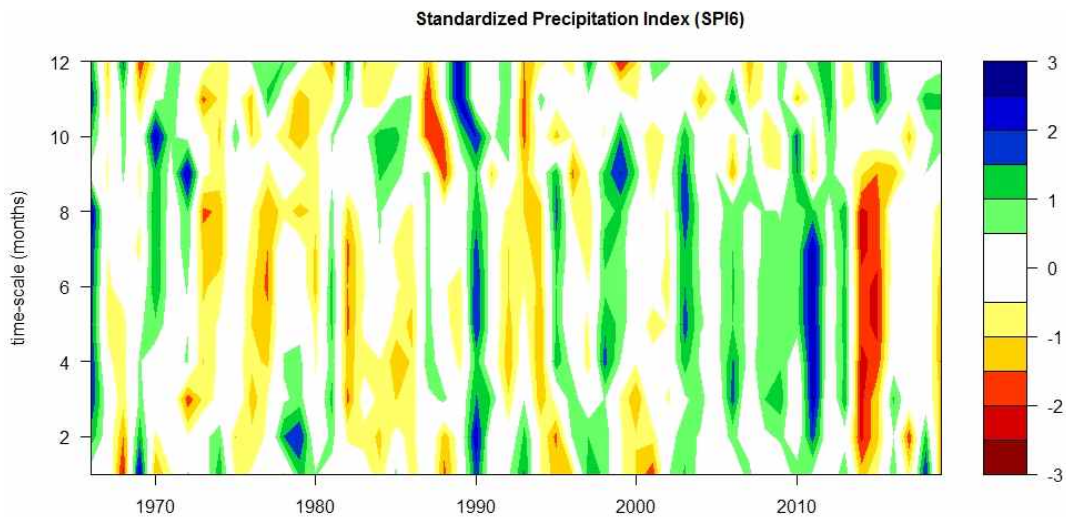


Fig. 3. Drought result using SPI(6) in Chuncheon.

정량적으로 평가하기 위해서 가뭄의 규모를 우선적으로 평가하며, 가뭄의 지속기간과 지속기간동안의 평균 가뭄 심도를 산정하여 객관적 관점에서 가뭄을 정량적으로 평가한다.

3. 춘천지역 가뭄 분석 결과

3.1. 표준강수지수(SPI)를 활용한 춘천지역 가뭄의 심도 및 규모 분석

표준강수지수(SPI)를 활용한 춘천지역의 가뭄을 정량적으로 분석하기 위해서 여러 지속기간 중 중 장기 가뭄 속성을 원만하게 표현하는 지속기간 6개월의 SPI(6)를 선정하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 춘천지역에서는

SPI가 -2.0이하인 기간이 2014~2016년으로 나타나 최근 극심한 가뭄을 겪은 것을 확인할 수 있다.

Fig. 3에 의하면 춘천지역 53년간의 강수상황 및 기후 특성을 파악할 수 있으며, 1967년~2000년도 기간은 2000년도 이후에 비해서 다소 건조한 기후상황을 알 수 있으며 상대적으로 여러차례의 가뭄이 발생했던 것으로 나타났다. 반면에 2000년대에 들어서면서 가뭄보다는 홍수가 많이 발생했지만 2014~2016의 3년간 발생했던 가뭄은 기록상 가장 극심했던 것으로 나타났다.

연속가뭄 이론을 활용하여 춘천지역의 과거 가뭄을 구분한 결과 Table 3과 같으며, 평균적으로 가뭄의 지속기간은 8.06, 가뭄규모 -8.21, 평균가뭄심도는 -1.08로 나타났다. 그 중 2014년 5월에 발생한 가뭄은 2016년

Table 3. Result of past drought using SPI in Chuncheon

Drought year	Drought duration (month)	Drought magnitude	Drought severity
1968.04 - 1968.06	3	-4.53	-1.51
1970.03 - 1970.05	3	-4.31	-1.44
1973.07 - 1974.03	8	-7.57	-0.95
1974.11 - 1975.02	4	-4.26	-1.07
1976.07 - 1977.03	9	-6.56	-0.73
1977.03 - 1978.12	5	-7.16	-1.43
1979.12 - 1980.11	12	-6.67	-0.56
1982.04 - 1982.12	9	-10.68	-1.19
1984.04 - 1984.05	2	-2.31	-1.16
1985.07 - 1985.08	2	-2.24	-1.12
1988.02 - 1989.02	13	-11.68	-0.90
1992.07 - 1992.08	2	-2.23	-1.12
1993.12 - 1995.06	19	-18.48	-0.97
1996.02 - 1997.01	12	-4.82	-0.40
2000.04 - 2000.07	4	-5.35	-1.34
2001.04 - 2002.02	11	-6.83	-0.62
2014.05 - 2016.01	21	-34.06	-1.62
2019.05 - 2019.10	6	-8.12	-1.35
Average	8.06	-8.21	-1.08

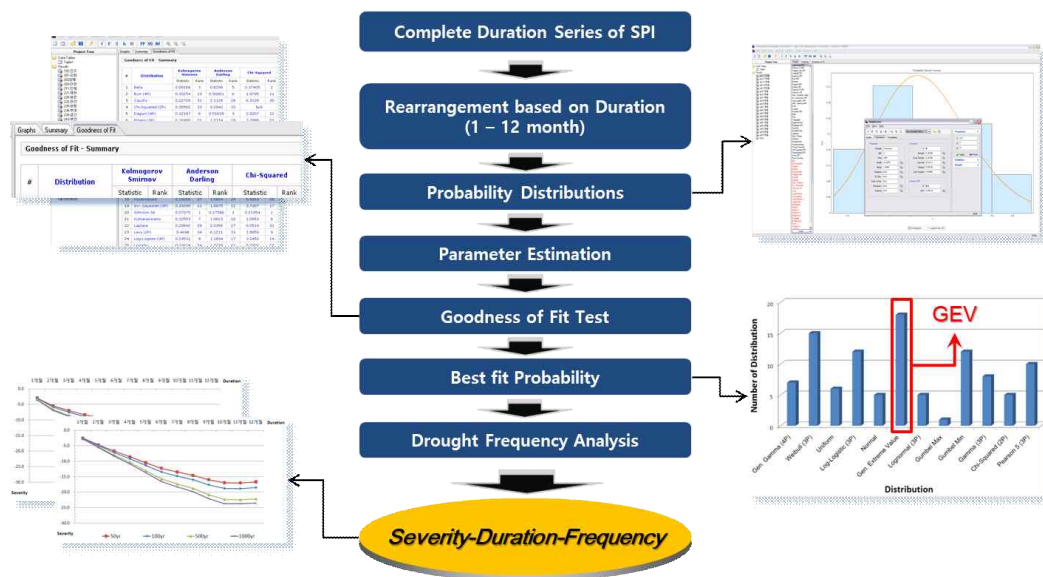


Fig. 4. Flowchart of making SDF curve by frequency analysis.

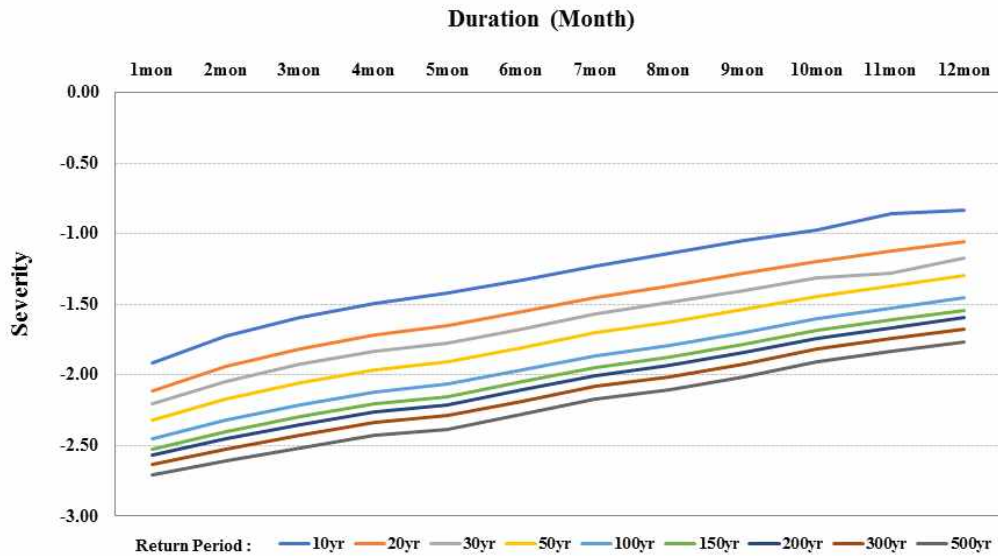


Fig. 5. Severity-Duration-Frequency curve at Chuncheon station.

1월까지 21개월 동안 가뭄이 지속되었으며, 가뭄 규모는 -34.06, 평균 심도는 -1.62로 춘천에서 발생한 가뭄 중 가장 오랫동안 가장 심하게 발생하였다. 최근에 발생한 가뭄은 2019년 5월에 발생하여 10월에 종료되었으며, 가뭄규모는 -8.21, 평균심도는 -1.35로 분석되었다.

3.2. 가뭄빈도해석

3.2.1. 빈도해석 절차

가뭄지수를 활용한 빈도해석은 Fig. 4와 같은 절차에 의해 수행되었으며, 빈도해석에 이용된 가뭄지수는 1967년부터 2019년까지 산정된 월별 SPI 전 기간치 계열을 구성하였다. 빈도해석을 통한 SDF 곡선을 유도하기 위해 지속시간별로 최대심도를 갖는 계열로 재구성하였다.

가뭄빈도해석을 위한 확률분포형을 선정하기 일반적으로 수문자료 해석에 사용되는 Gamma, GEV (General Extreme Value), Gumbel, Log-Gumbel, Lognormal, Log-Pearson type III 등과 같이 다양한 분포형 중 GEV 분포형을 선정하였다.

GEV 분포형은 홍수나 가뭄과 같은 수문사상의 빈도 해석에서 가장 많이 활용되는 분포함수로서 형상모수 β 에 따라 3가지 형태로 구분되며, 누가분포함수와 확

률밀도 함수는 다음 식과 같다.

$$F(x) = \exp \left[- \left(1 - \frac{\beta(X - X_0)^{(1/\beta)}}{\alpha} \right) \right] \quad (12)$$

$$f(X) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \frac{\beta(X - X_0)}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\beta} - 1} \exp \left[- \left(1 - \frac{\beta(X - X_0)}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right] \quad (13)$$

여기서, α 는 규모모수, β 는 형상모수, x_0 는 위치모수이다.

3.2.2. SDF (Severity-Duration-Frequency) 곡선 유도

1967~2019년(53년)의 월 단위 가뭄지수를 활용하여 지속시간별 빈도해석을 실시하였으며, 가뭄심도-지속기간-생기빈도(Severity-Duration-Frequency, SDF) 곡선을 작성하였다. 가뭄의 평균재현기간은 10년, 20년, 30년, 50년, 100년, 150년, 200년, 300년, 500년으로 설정하였으며, 지속시간별 빈도해석 결과는 Fig. 5와 Table 4와 같다.

Table 4를 참조하여 가뭄의 시작과 종료를 구분하기

Table 4. Severity-Duration-Frequency relationship at Chuncheon station

Freq.	1mon	2mon	3mon	4mon	5mon	6mon	7mon	8mon	9mon	10mon	11mon	12mon
10yr	-1.92	-1.73	-1.59	-1.49	-1.42	-1.33	-1.23	-1.14	-1.05	-0.98	-0.86	-0.83
20yr	-2.11	-1.94	-1.81	-1.72	-1.65	-1.56	-1.46	-1.37	-1.28	-1.20	-1.13	-1.06
30yr	-2.21	-2.05	-1.93	-1.83	-1.77	-1.67	-1.57	-1.49	-1.40	-1.31	-1.28	-1.17
50yr	-2.32	-2.17	-2.06	-1.96	-1.91	-1.80	-1.71	-1.62	-1.54	-1.44	-1.37	-1.30
100yr	-2.45	-2.32	-2.21	-2.12	-2.07	-1.96	-1.86	-1.79	-1.70	-1.60	-1.53	-1.46
150yr	-2.52	-2.40	-2.30	-2.20	-2.15	-2.05	-1.95	-1.88	-1.79	-1.68	-1.61	-1.54
200yr	-2.57	-2.46	-2.35	-2.26	-2.21	-2.11	-2.01	-1.93	-1.85	-1.74	-1.67	-1.60
300yr	-2.63	-2.53	-2.43	-2.34	-2.29	-2.18	-2.08	-2.01	-1.92	-1.82	-1.75	-1.67
500yr	-2.71	-2.61	-2.52	-2.42	-2.38	-2.28	-2.18	-2.11	-2.02	-1.91	-1.84	-1.77

Table 5. Return period of drought in Chuncheon using frequency analysis

Year	Drought duration (month)	Drought magnitude	Return period (year)
1968.04 - 1968.06	3	-4.53	<10
1970.03 - 1970.05	3	-4.31	<10
1973.08 - 1974.03	8	-7.57	<10
1974.11 - 1975.02	4	-4.26	<10
1976.07 - 1977.03	9	-6.57	<10
1977.08 - 1977.12	5	-7.16	10
1979.12 - 1980.03	4	-4.25	<10
1980.10 - 1980.11	2	-2.22	<10
1982.07 - 1982.12	6	-8.45	10 - 20
1985.07 - 1985.08	2	-2.24	<10
1988.02 - 1988.06	5	-7.50	10 - 20
1992.07 - 1992.08	2	-2.24	<10
1993.12 - 1994.04	5	-6.78	<10
1994.07 - 1994.12	6	-7.50	<10
1995.05 - 1995.06	2	-2.80	<10
2000.04 - 2000.07	4	-5.35	<10
2014.05 - 2014.12	8	-16.16	300
2015.06 - 2016.01	8	-15.56	200
2019.05 - 2019.10	6	-8.12	10

위한 기준으로 SPI의 값이 -1 이하인 보통가뭄으로 정의하였으며, 연도별 지속기간(월)에 따른 발생빈도를 분석하였다. 춘천에서 발생한 가뭄의 경우 대부분 10년빈도 이하의 값으로 나타났으나, 2014년과 2015년에 발생한 가뭄의 경우 각각 300년, 200년빈도로 분석되어 SPI값에서도 확인되었듯이 당시 가뭄이 얼마나 극심했는지를

확인할 수 있었다(Table 5). 따라서 이와 같은 극한가뭄에 대한 대응방안이 매우 시급하다는 것도 알 수 있었다.

4. 결론

최근 강원지역에서는 2014년부터 연속가뭄이 발생하여 비상급수 공급등의 조치가 취해졌다. 강원지역의

지형적 특성상 산악지대와 소규모 급수시설이 산재해 있기에 타지역과는 달리 세심한 구조적, 비구조적 대책이 필요한 상황이다. 그러나 여전히 국가 차원의 대책은 미흡하며 농민 등 일반 국민이 가뭄에 대한 정보를 쉽게 접할 수 있는 기반은 취약하다. 이에 향후 기후변화에 대응하는 가뭄의 진행상황을 예측하여 대응방안을 마련하고 보다 탄력적인 운영관리 전략을 수행하는 것은 가뭄관리의 합리적인 보완책이 될 것으로 판단된다. 본 연구에서는 먼저 수문기상학적 가뭄을 고찰하기 위해 춘천지역을 대상으로 SPI기반의 분석을 수행하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 춘천지역 기상학적 가뭄의 지속기간은 8.06개월, 가뭄규모 -8.21, 평균가뭄심도는 -1.08로 나타났다. 그 중 2014년 5월에 발생한 가뭄은 2016년 1월까지 21개월 동안 가뭄이 지속되었으며, 가뭄 규모는 -34.06, 평균심도는 -1.62로 춘천에서 발생한 가뭄 중 가장 오랫동안 가장 심하게 발생하였다.

(2) 가뭄 빈도분석 결과 2014.05 - 2014.12의 가뭄 규모는 -16.16이고 재현기간은 300년으로 추정되었고, 2015.06 - 2016.01의 가뭄 규모는 -15.56, 재현기간은 200년으로 추정되었다.

(3) 이와 같은 결과를 통해 향후 기후변화에 따른 기상학적 가뭄의 규모와 빈도는 더욱 확대될 것으로 예상되며 적절한 구조적 대책마련이 시급한 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 수요대응형 물공급 서비스사업의 지원을 받아 연구되었습니다(과제번호 146525).

REFERENCES

- Byun, H. R., 2009, Comparative analysis of the drought diagnosis and related systems, Magazine of Journal of Korean Society of Hazard Mitigation, KOSHAM, Vol. 9-2, 7-18.
- Kim, J., 2015, Alleviating the Current Draught Condition in Gangwon Region, Issues and Perspectives, no. 973, The National Assembly Research Service (NARS).
- Lee, J. S., 2006, Hydrology, Goomiseogwan, 630-631.
- Mckee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993, The relationship of drought frequency and duration of time scales, 8th Conference on Applied Climatology, Jan., Anaheim, CA, 179-184.
- Mckee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1995, Drought monitoring with multiple time scales preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, 233-236.
- Pereira, L. S., Paulo, A. A., 2004, Drought: Concepts, Indices and Prediction. Water management for drought mitigation in the Mediterranean, CIHEAM, 113-144.

-
- Professor. Joo-Heon Lee
Department of Civil Engineering, Joongbu University
leejh@joongbu.ac.kr
 - Doctor's course. Seo-Yeon Park
Department of Civil Engineering, Joongbu University
bin_t@naver.com
 - Research Fellow. Jeong-Woo Lee
Department of Land, Water and Environment Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
ljw2961@kict.re.kr
 - Senior Research Fellow. Il-Moon Chung
Department of Land, Water and Environment Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
imchung@kict.re.kr