

가뭄 포락곡선기반 극한가뭄의 판단

이찬욱*, 홍성주*, 허재혁*·유도근*
*수원대학교 토목공학과

e-mail:skyblue985@naver.com

e-mail:thuk125@naver.com

e-mail:heo0609@gmail.com

e-mail:dgyoo411@suwon.ac.kr

Judgment of Extreme Drought Based on Drought Envelope Curve

Chan-Wook Lee*, Hong Sung Ju*, Heo Jae Hyuk*, Do Guen Yoo*

*Dept. of Civill Engineering, The University of Suwon

요 약

최근 기후변화로 기온과 강우 등의 수문학적 패턴이 비정상적으로 변화됨에 따라 가뭄의 심도뿐만 아니라 지속기간 역시 꾸준히 증대되는 경향을 보이고 있다. 과거와는 달리 가뭄의 지속기간이 길어짐에 따라 우리나라에 발생한 어떠한 가뭄보다 강력한 극한가뭄발생 확률이 증대되고 있다. 이러한 극한가뭄은 그 피해규모를 예측할 수 없어 적절한 대응대책마련이 필요하다. 가뭄규모별 대응대책마련을 위해서는 현 상황에서의 가뭄을 모니터링하는 것이 우선적으로 수행되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 가뭄모니터링에 활용된 SPI기반 포락곡선 방법론을 국내 전국(시 군단위)에 적용하고 그 결과를 분석하였다. 전국(시 군단위) 확대 적용 결과 총 292개의 가뭄사상이 극한가뭄에 도달한 가뭄이 있었던 것으로 나타났다. 또한, 각 도 단위별 가뭄 포락곡선을 생성하여 제시하였으며 향후 극한가뭄을 판단하는 방법론의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

1. 서론

세계적으로 기후변화에 의해 이상기온현상과 더불어 강우 패턴의 변화로 다양한 자연재해가 발생되고 있다. 이중에서도 타 재해에 비해 지속기간과 규모 및 피해 등을 예측하기 어렵다는 복잡한 특성을 지니고 있다. 이러한 가뭄 규모를 정량적으로 표출하기 위해 일반적으로 가뭄지수를 활용하고 있다. 이러한 가뭄지수의 종류로는 강수부족량을 기반으로 쉽게 계산할 수 있는 표준강수지수(Standardized Precipitation Index; SPI)[1], 하천수가뭄지수(Streamflow Drought Index, SDI; Nalbantis, 2008)[2], 지표수공급지수(Surface Water Supply Index, SWSI)[3], 수정지표수공급 지수(Modified Surface Water Supply Index, MSWSI; 2006)[4], 토양수분지수(Soil Moisture Index, SMI; Baier, 1969)[5] 등의 다양한 가뭄지수가 개발되었으며 강수량과 증발산의 영향을 고려한 Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010)[6] 등 각각의 목적에 따라 개발되어 활용되고 있다. 각 지표들은 서로의 장단점을 갖고 있어 특정 지수의 우월성을 따지기 어려우며, 해당지역의 특성에 따라 적절한 가뭄지수를 활용하게 된다.

극한가뭄은 그 심도와 기간의 정량적화하기 어렵고 경험에 의해 판단하고 있는 실정이다. [1]은 SPI의 값이 -2.00이하가 20일 이상 지속되는 경우를, 우리나라 기상청 역시 동일한 기준으로 극한가뭄을 정의하고 있다[7]. 이를 정량적으로 정의하기 위한 연구도 지속적으로 진행되고 있다[8-10]. 또한, 최근 [11]은 극한가뭄을 정의하기 위하여 정량적인 절차를 수립하고 충청남도에 대한 극한가뭄 진입여부를 분석하였다. 본 연구에서는 [12]이 제시한 가뭄 포락곡선 방법론을 확대 적용하여 우리나라의 극한가뭄 사상에 대한 결과를 분석하고자 한다. 이를 위해, 우리나라 7개 특광역시 및 153개 시, 군에 대하여 확대 적용을 수행하고 결과를 분석하였다.

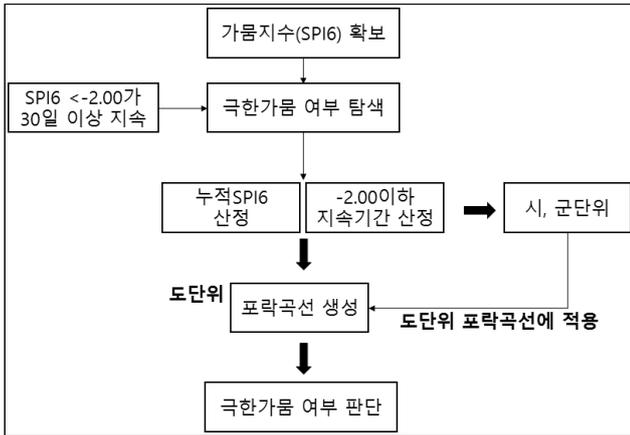
2. 연구방법

2.1 가뭄 포락곡선

가뭄 포락곡선은 [12]에 의해 제시된 방법으로서 SPI지수를 활용한 가뭄 판단 방법 중 하나이다. 본 연구에서 적용한 가뭄 포락곡선방법의 적용절차는 [그림 1]과 같다. 먼저, 전국 시, 군의 SPI6데이터(기상청)를 확보하였으며 다음으로는

SPI6가 -2.00 이하 30일 이상 지속되는 경우를 탐색한다. 이후 탐색된 30일 이상 지속되는 지속기간을 산출 하고 이에 해당하는 SPI6의 값을 모두 합산하고 포락곡선을 산정하게 된다. 마지막으로 극한가뭄 여부를 판단하고자 하는 지역의 SPI6 지속기간 및 심도를 해당 포락곡선에 대입한다. 이때, 포락곡선 위에 속하게 된다면 이전에는 해당지역에서 발생하지 않았던 가뭄이 되므로 극한가뭄으로 판단되게 된다.

[표 1] 지역별 SPI6 <-2.00이 30일 이상인 경우 결과



[그림 1] 포락곡선 및 극한가뭄 여부 판단 절차

3. 적용 및 결과

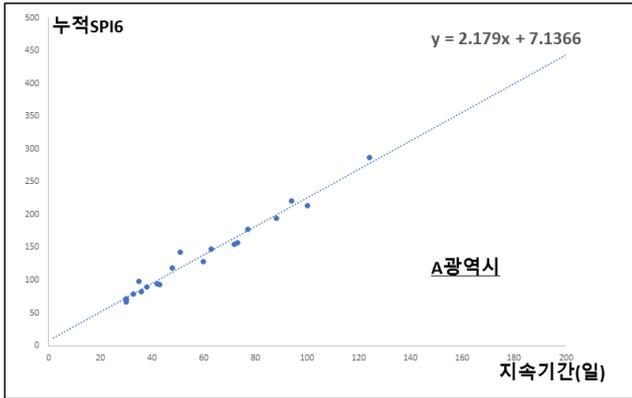
3.1 누적 SPI6 및 지속기간 산정

7개 특광역시 및 153개 시, 군을 대상으로 1974년부터 2018년까지의 기상청 자료(SPI6)를 활용해 SPI6값이 -2.00이하가 30일 이상 지속된 기간과 그에 해당하는 누적 SPI6를 산정하였다. 산정 결과 전국 기준으로 30일 이상 지속된 사상은 총 292개로 나타났다. [표 1]은 292개의 사상 중 도 단위별 누적기간이 가장 길었던 사상 2개를 표출한 결과이다. 이중에서도 충북괴산은 SPI6 < -2.00이 174일 동안 지속되었으며 과거 가뭄 사례를 잘 표현하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 우리나라에서 극심했던 가뭄으로 알려져있는 2014-2015년도에 발생한 가뭄이 지속기간에 있어 가장 길었던 것으로 나타났다.

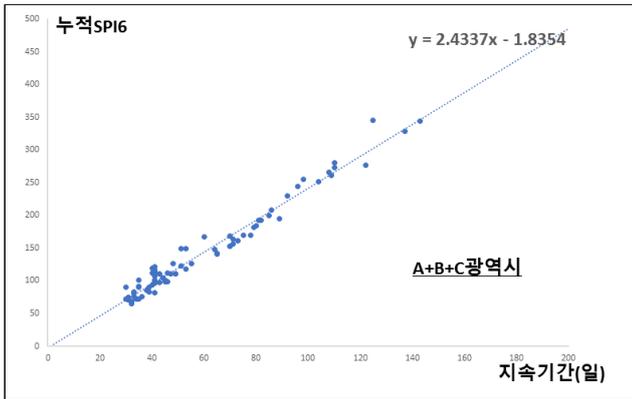
지역구분		시작일자	종료일자	누적 일수 (일)	누적SPI
도 단위	시, 군 단위				
서울 경기 인천	강화군	2014/08/14	2015/01/03	143	-343.54
	강화군	2015/08/14	2015/12/28	137	-328.34
강원도	화천군	2014/05/28	2014/09/28	124	-287.02
	영월군	2015/08/17~	2015/11/24	100	-213.74
경상 남도	기장군	2017/06/23	2017/12/12	173	-461.44
	울주군	2017/06/22	2017/11/25	157	-413.89
경상 북도	경주시	2000/04/09	2000/07/22	105	-250.36
	경주시	2017/08/21	2017/12/14	116	-256.12
충청 남도	논산시	2015/08/13	2015/11/22	102	-231.04
	계룡시	2015/08/12	2015/11/22	103	-264.63
충청 북도	괴산군	2009/02/09	2009/5/15	96	-228.08
	괴산군	2015/07/25	2015/01/12	174	-392.27
전라 남도	보성군	2000/04/09	2000/07/09	92	-239.86
	장흥군	2000/04/09	2000/07/09	92	-234.59
전라 북도	정읍시	2000/04/09	2000/6/25	78	-193.9
	남원시	2008/12/25	2009/03/09	76	-175.33

3.2 포락곡선 생성 단위별 결과

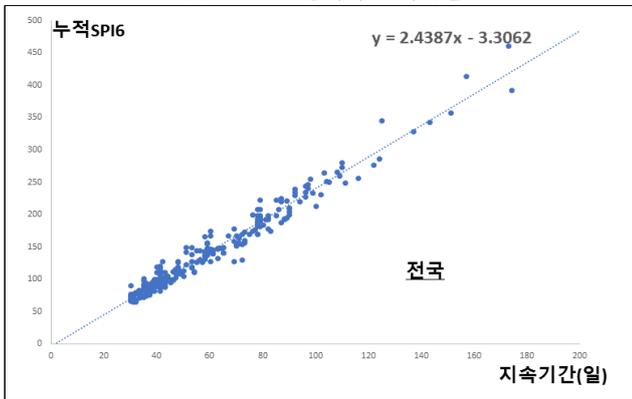
산정된 292개의 누적 SPI6 및 지속기간을 활용해 3개, 1개의 도 단위 및 전국단위 포락곡선을 생성한 결과는 [그림 2]와 같다. 전국단위 포락곡선 기울기가 가장 높게 나타났으며 이는 그림 4(a), (b)에 비해 보다 더 극한 측면에서의 가뭄을 판단할 수 있을 것으로 기대된다. 공간을 축소시킨 경우 점차 기울기가 낮아지는 것을 확인(그림 2(a))할 수 있으며 이는 극한가뭄을 비교적 낮은 기준으로 판단하게 된다.



(a) D광역시 포락곡선



(b) A+B+C광역시 포락곡선



(c) 전국 포락곡선

[그림 2] 공간 단위별 포락곡선 생성 결과

4. 결론

본 연구에서는 기존 제시된 포락곡선 방법론을 전국대상으로 확대하고 적용한 결과를 분석하였다. 극한가뭄의 범위를 기존 기상청에서 제안하고 있는 것 보다 큰 $SPI6 < -2.00$ 이 30일 이상이 된 경우로 가정하였다. 30일 이상 지속된 누적기간과 누적 SPI6를 산정한 결과 1974년부터 2018년까지 전국적으로 총 292개의 사상이 도출 되었으며 이를 활용해 포락곡선을 생성하였다. 포락곡선 분석 결과 과거 가뭄사례를 잘 표현하는 것으로 나타났으며 우리나라의 경우 2014-2015년에 발생한 가뭄이 가장 극심한 가뭄에 근접한 것으로 나타났

다. 또한, 포락곡선의 공간적인 단위의 크기를 축소시켜 분석한 결과 많은 지자체를 포함한 포락곡선에 의해 판단되어지는 극한가뭄은 보다 안정적인 측면에서의 판단이 될 것으로 나타났다.

포락곡선 방법은 가뭄의 지역적 특성을 반영하고 극한가뭄을 표현할 수 있다. 물론, 극한가뭄을 한 가지 지표(SPI)만에 의해 판단하는 것은 한계가 있어 기상학적 요소 뿐 만아니라 수문학적요소, 경제적인 요소 등 다양한 매개변수를 추가적으로 고려되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 행정안전부 극한재난대응기반기술개발사업의 연구비 지원(2019-MOIS31-010)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J., "The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology" (Vol. 17, No. 22, pp.179-183, 1993, January)
- [2] Nalbantis, I. "Evaluation of a hydrological drought index." *European Water* 23.24 (2008): 67-77.
- [3] Shafer, B. A., and L. E. Dezman. "DEVELOPMENT OF SURFACE WATER SUPPLY INDEX (SWSI) TO ASSESS THE SEVERITY OF DROUGHT CONDITION IN SNOWPACK RUNOFF AREAS." *PROCEEDING OF THE WESTERN SNOW CONFERENCE*, 1982.
- [4] Kwon, H. J., & Kim, S. J. (2006). Evaluation of semi-distributed hydrological drought using SWSI (Surface Water Supply Index). *Journal of the Korean society of Agricultural Engineers*, 48(2), 37-43.
- [5] Ravelo, A. C., & Decker, W. L. (1979). The probability distribution of a soil moisture index. *Agricultural Meteorology*, 20(4), 301-312.
- [6] Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscale drought index sensitive to

- global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.
- [7] Hydrological Weather Drought Information System [Drought Analysis Menu] in KMA. Available online: <http://hydro.kma.go.kr/drought/obsAdm.do>
- [8] Ault, T.R., J.S. Mankin, B.I. Cook, and J.E. Smerdon, 2016: Relative impacts of mitigation, temperature, and precipitation on 21st Century megadrought risk in the American Southwest. *Sci. Adv.*, 2, no. 10, pp. e1600873
- [9] Stahle DW, Cook ER, Cleaveland MK, Therrell MD, Meko DM, Grissino-Mayer HD, Watson E, Luckman BH (2000) Tree-ring data document sixteenth-century megadrought over North America. *Eos* pp. 81:121 - 125
- [10] Woodhouse, C. A., and J. T. Overpeck (1998), 2000 years of drought variability in the central United States, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, pp. 79, 2693 - 2714.
- [11] Lee, C. W., Park, M. J., & Yoo, D. G. (2020). Quantitative Determination Procedures for Regional Extreme Drought Conditions: Application to Historical Drought Events in South Korea. *Atmosphere*, 11(6), 581.
- [12] 이찬욱, 정동휘, 박무중, & 유도근. “극한 가뭄상태의 정량적 정의를 위한 포락곡선 방법의 적용”, 한국방재학회 논문집, 제 19권 1호, pp. 245-251. 2월 2019년.