

강수집중지수를 이용한 강수의 계절성 분석

Analysis on Rainfall Seasonality using Precipitation Concentration Index

이준학*, 허준행**

Joon-Hak Lee, Jun-Haeng Heo

요 지

강수량의 계절적 집중의 정도를 의미하는 계절성은 토양침식과 작물의 재배 및 성장, 댐 운영 등 수자원 관리를 위한 계획 수립에 영향을 미치는 중요한 요소 중에 하나이다. 우리나라의 경우 호우사상이 대부분 4월부터 10월 동안에 발생하고 있으며, 특히 여름철에 집중도가 높은 편이다. 본 연구에서는 우리나라 강수의 계절성을 분석하기 위하여, 강수집중지수를 적용하였다. 강수집중지수는 1년 동안의 강수분포의 시간적 특성을 나타내는 지표로서 1980년에 제안되었으나, 국내에는 아직까지 적용된 사례가 많지 않다. 본 연구에서는 6개 관측지점의 1957~2010년 기간 동안의 연단위 강수집중지수와 계절성 지수를 각각 계산하여 비교하였다. 연구결과, 강수의 계절성을 분석하는데, 강수집중지수가 유용하게 사용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 강수분석, 강수량, 강수집중지수, 계절성 지수

1. 서론

특정 지역에서 발생하는 강수의 주기적인 변동은 기후를 특징짓는 근본적인 요소가 된다(Oliver, 1980). 강수량의 계절적 집중의 정도를 의미하는 계절성(seasonality)은 토양침식과 작물의 재배 및 성장, 댐 운영 등 수자원 관리를 위한 계획 수립에 영향을 미치는 중요한 요소 중에 하나이다. 우리나라의 경우 호우사상이 대부분 4월부터 10월 동안에 발생하고 있으며, 특히 여름철에 집중도가 높은 편이다. 윤희정 등(2006)은 우리나라 기상청 산하 62개 관측지점의 1973~2001년 기간의 강수자료를 대상으로 계절성 강수지수(Seasonal Index, SI)를 이용하여 우리나라의 계절성 강수의 특징을 분석한 바 있다. 윤희정 등(2006)은 최근 29개년 기간 동안의 62개 관측지점에 대한 SI 를 구해본 결과 점차 그 값이 증가하는 추세를 보이고 있으며, 특히 1992년 이후로 꾸준히 증가하였다고 밝힌 바 있다.

2. 연구방법 및 데이터

본 연구에서는 월별 강수량의 분포를 나타내기 위한 비교인자로서 Walsh and Lawler(1981)이 제안한 계절성 강수지수(SI)와 Oliver(1980)의 강수집중지수(Precipitation Concentration Index, PCI)를 사용하였다. 계절성 강수지수는 아래와 같다.

$$I = \left[\frac{1}{R} \sum_{n=1}^{12} \frac{x_n - \bar{R}}{12} \right] \quad (1)$$

여기서, \bar{x}_n 은 해당 월의 평균강수량이고, \bar{R} 은 연평균 강수량을 의미한다. 이론적으로 볼 때, SI 는

* 정희원 · 육군사관학교 건설환경학과 조교수 · E-mail : cetera93@gmail.com

** 정희원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수 · E-mail : jhheo@yonsei.ac.kr

연강수량이 월별로 균등하게 내릴 경우에 최소값인 0의 값을 갖게 되고, 최대값은 연강수량이 특정 월에만 집중해서 내리는 경우의 값으로서 최대값은 1.83이 된다(Kanellopoulou, 2002).

강수집중지수(Precipitation Concentration Index, 이하 *PCI*)는 월별 강수분포의 특성을 나타내는 연단위 지표로서 1980년에 Oliver(1980)가 제안하였으며, 주로 강수의 월별 공간분포를 나타내는 지표로서 강수의 공간분포 특성을 규명하는데 사용되어 왔다(Gabriels, 2006; Apaydin *et al.*, 2006). *PCI*는 원래 경제학의 고용 다양성을 나타내는 Gibbs-Martin index(1962)를 수정한 것으로서 식의 형태는 아래와 같다.

$$CI = 100 \times \frac{\sum x^2}{x} \quad (2)$$

여기서, $\sum x^2$ 는 한 해의 각 월별 평균 강수량을 의미한다. *PCI*의 최소값은 연강수량이 월별로 균등하게 내릴 경우에 발생하는데, 이때의 값은 8.3이 되고, *PCI*의 최대값은 연강수량이 특정 월에만 집중해서 내리는 경우의 값으로서 100이 된다(Oliver, 1980). 이론적으로 연강수량이 매달 균등하게 분포할 경우 *PCI*값은 8.3이 되고 특정 월에 집중될 경우 100에 가까운 값을 나타내는 것이다. 본 연구에서는 서울, 인천, 광주, 목포, 포항, 여수 6개 기상관측소 지점의 1957~2010년 기간(54개년) 동안의 월강수량을 사용하였다.

3. 분석결과

본 연구에서 6개 관측지점에 대하여 54개년 기간의 연간 *PCI*와 *SI*를 구한 결과를 요약하면 표 1과 같다. 표 1에서 알 수 있듯이 중부 지방인 서울, 인천의 경우 *PCI*가 평균 약 20(*SI*는 0.85 이상)으로서 강수의 집중도가 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 광주, 목포, 포항, 여수는 *PCI*가 약 15~16(*SI*는 0.69~0.76) 정도 인 것으로 나타났다. 변동계수는 지점별로 차이가 있지만 강수의 계절성이 비교적 높은 것으로 나타난 서울과 인천지점의 경우 *PCI*의 변동계수 값이 *SI*의 변동계수보다 두 배 정도 큰 것으로 나타났다.

표 1. 6개 관측지점의 *PCI*와 *SI* 산정결과(1957~2010)

구 분	PCI					SI				
	최대	최소	평균	표준편차	변동계수	최대	최소	평균	표준편차	변동계수
서울	39.01	14.03	20.74	5.79	0.28	1.23	0.66	0.88	0.12	0.14
인천	38.11	12.01	19.84	5.46	0.28	1.20	0.55	0.86	0.13	0.15
광주	22.52	11.16	15.79	2.88	0.18	1.04	0.46	0.73	0.12	0.17
목포	24.30	10.04	15.26	2.89	0.19	1.03	0.32	0.69	0.13	0.18
포항	24.59	10.88	15.65	3.27	0.21	0.95	0.42	0.70	0.12	0.17
여수	28.74	11.77	16.35	3.18	0.19	1.07	0.52	0.76	0.11	0.14

그림 1~6은 각 관측지점별 연간 *PCI*와 *SI*의 변화를 나타낸 것이다. *PCI*와 *SI*는 전반적으로 비슷한 양상을 보였지만, 연도별로 차이가 나는 경우도 있었다. *PCI*와 *SI*의 상관계수는 광주지점이 0.86으로 가장 높았고, 여수지점이 0.74로 가장 낮았다.

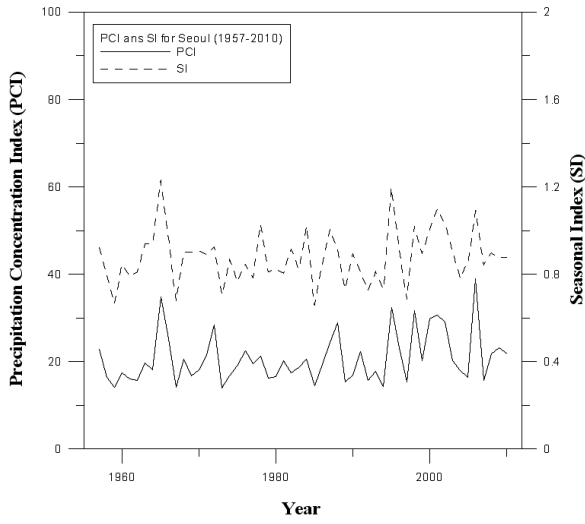


그림 1. 서울지점의 연간 PCI와 SI 비교

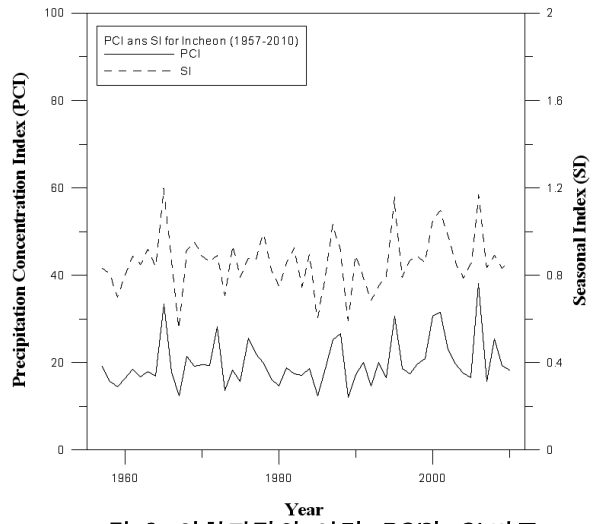


그림 2. 인천지점의 연간 PCI와 SI 비교

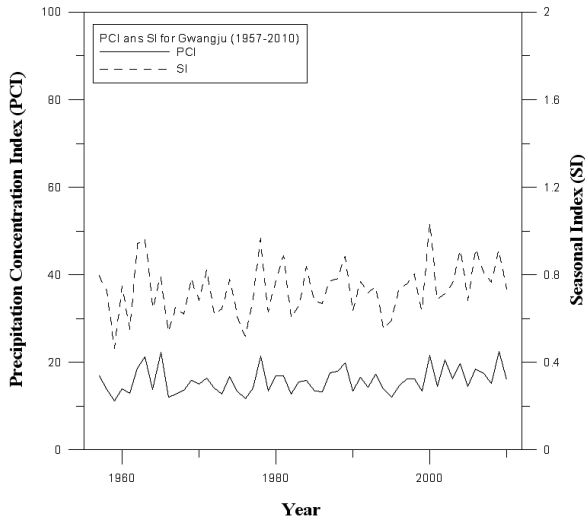


그림 3. 광주지점의 연간 PCI와 SI 비교

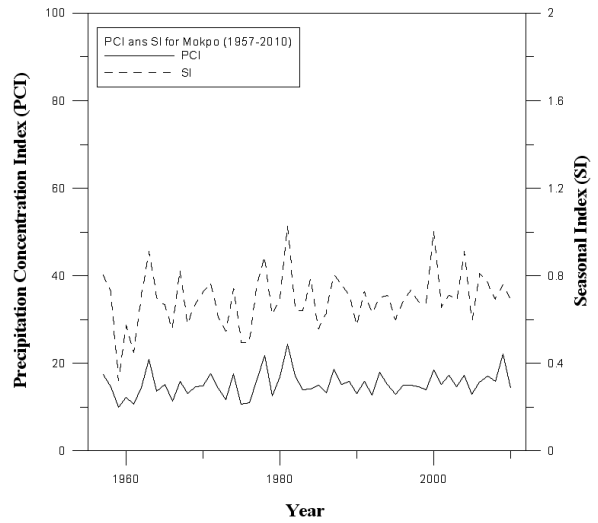


그림 4. 목포지점의 연간 PCI와 SI 비교

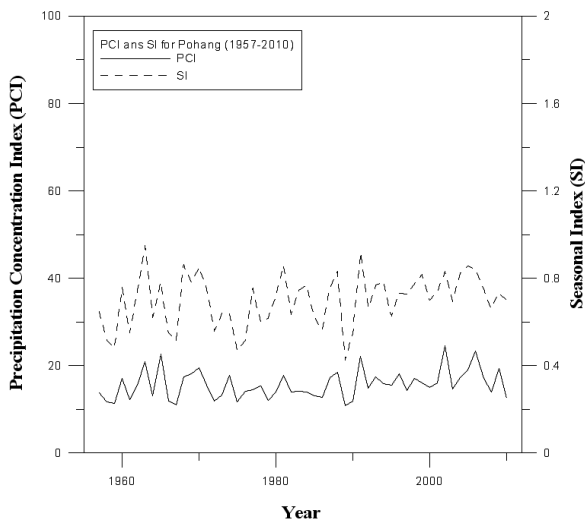


그림 5. 포항지점의 연간 PCI와 SI 비교

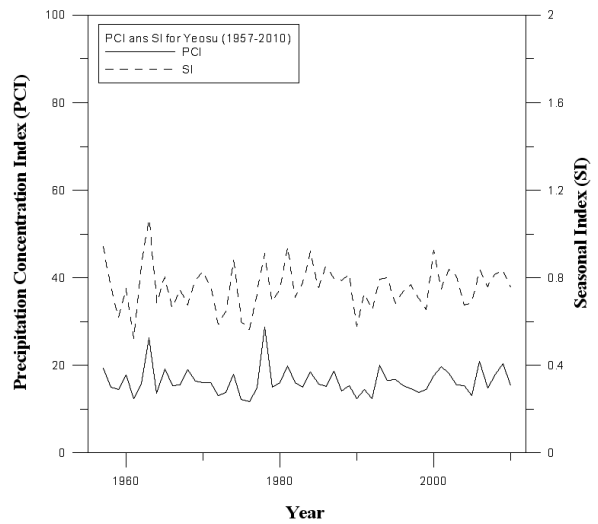


그림 6. 여수지점의 연간 PCI와 SI 비교

윤희정 등(2006)은 1973~2001년 기간의 월강수량을 바탕으로 계절성 지수에 따른 Kanellopoulou(2002)의 계절성 강도 구분법(Classification of intensity of seasonality index)에 의거하여, 서울, 인천, 광주, 포항 지점을 7단계 중 강도 4(seasonal, $SI = 0.60 \sim 0.79$), 목포, 여수 지점은 강도 3(rather season with a short drier season, $SI = 0.40 \sim 0.59$)으로, 각각 구분한 바 있는데, 본 연구에서 관측기간을 확장(1957~2010년)하여 산정해본 결과, 서울, 인천 지점은 SI 가 0.80 이상으로서 강도 5(markedly seasonal with a long drier season)에 해당함을 알 수 있었으며, 광주, 포항 지점은 윤희정 등(2006)의 연구결과와 동일하게 강도 3 그대로 이지만, 목포, 여수 지점의 경우 SI 가 0.60 이상으로서 윤희정 등(2006)의 연구결과보다 1단계 상향분류 되었음을 알 수 있었다. 표 2는 PCI 값에 따른 계절성 구분을 나타낸 것이다.

표 2. PCI 에 따른 계절성 구분(Gabriels, 2006)

구분	계절성 구분	결과(본 연구)
8.3~10	균등 분포(uniform)	-
10~15	중간 정도의 계절성(moderate seasonal)	-
15~20	계절성(seasonal)	광주, 목포, 포항, 여수, 인천
20~50	심한 계절성(strong seasonal)	서울
50~100	고립(Isolated)	-

본 연구결과 서울 지점의 경우 PCI 값이 평균 20.74로서 계절성 강수의 특징이 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있었으며, 다른 5개 지점의 경우도 PCI 값 평균 15.26~19.84로서 계절성이 높게 나타남을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 강수집중지수(PCI)를 적용하여 우리나라 강수의 계절성을 분석하기 위한 것으로서 기상청 산하 6개 관측지점의 1957~2010년(54개년) 월강수량을 바탕으로 기존에 사용되어온 Kanellopoulou(2002)의 계절성 지수(SI) 값과 비교하여 강수의 계절성을 분석해본 결과, PCI 가 관측지점별 강수의 연단위 월별 집중도를 파악하는데 유용한 지표임을 알 수 있었다. 향후 연구로서 관측지점을 확대하여 연도별 강수의 계절성에 대한 공간분포 및 변화추세에 대하여 연구할 예정이다.

참고문헌

1. 윤희정, 김희중, 윤일희 (2006). 남한의 강수 계절성에 관한 연구, 한국지구과학회지, 제27권 제2호, 149-158.
2. Apaydin, H., Erpul, G., Bayramin, I., and Gabriels, D. (2006). *Evaluation of indices for characterizing the distribution and concentration of precipitation: A case for the region of Southeastern Anatolia Project, Turkey*, Journal of Hydrology, 328, 726-732.
3. Gabriels, D. (2006). *Assessing the Modified Fouriner Index and the Precipitation*

- Concentration Index for Some European Countries*, In: Soil Erosion in Europe(Edited by J. Boardman and J. Poesen), John Wiley & Sons, 675-684.
4. Gibbs, J., and Martin, W., (1962). *Urbanization, Technology, and the Division of Labour: International Patterns*, American Sociological Review, 27, 667-677.
 5. Kanelloupoulou, E.A. (2002). *Spatial distribution of rainfall seasonality in Greece*, Weather, 57, 215-219.
 6. Oliver, J.E. (1980). *Monthly Precipitation Distribution: A Comparative Index*, Professional Geographer, 32(3), 300-309.
 7. Walsh, P.D., and Lawler, D.M., (1981). *Rainfall Seasonality: Description, spatial patterns and changes through time*, Weather, 36, 201-208.