

강우자료에 의한 강우지역 구분

이순혁*, ○맹승진**, 류경식***

I. 서론

수리구조물의 설계, 운영, 관리 및 개·보수 측면에서 신빙성 있는 빈도별 수문량, 즉 지속기간에 따른 빈도별 강우량의 제시가 매우 중요하다. 그러나 우리나라는 대부분의 수리구조물의 설계제원이 인근 관측지점의 수문량을 사용하기 때문에 설계제원의 신빙성이 낮다고 할 수 있다. 그리고, 설계지점의 과거 자료를 사용하여 설계를 할 지라도 관측지점의 자료가 짧고 표본오차가 크다면 이것 역시 설계제원으로 사용하기에는 부적절하다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하는 한 방법으로 지역빈도분석을 실시하여야 하며 이러한 분석 과정 중 우선시 되는 것이 바로 선정된 강우관측소들에 대한 동질한 강우관측소간의 지역화라 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 홍수와 가뭄을 고려한 치수기와 이수기별로 강우관측소 지점들의 지역화를 비계층적(Nonhierarchical) 방법인 K-Means 클러스터 방법에 의해 실시하여 각각의 결과를 비교하고자 한다.

II. 강우자료 및 분석방법

1. 강우자료

우리나라 강우관측소의 지역화 분석을 위하여 강우자료의 기록년수를 고려하여 치수기에는 기상청산하 강우관측소 65개를 선정하였고 이수기에는 57개의 강우관측소를 선정하였다. 선정된 강우관측소에서 관측된 시강우량 자료는 한국건설기술연구원의 수문 데이터 베이스로부터 수집하였고 지리학적인 인자인 위도, 경도 및 표고는 기상월보 등에 의해 수집하였다.

2. 분석방법

가. 우리나라의 강우 관측소 지점을 선정한다.

기상청에서 관리하는 전국의 강우관측소들 중 장기간 기록이 있으며 신빙성 있는 지점을 선정한다.

나. 선정된 강우 관측소의 강우자료를 지속기간별 강우자료로 구성한다.

지속기간 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72시간에 대한 연최대치 시계열 및 지속기간 1, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33 및 36개월 연최소치 시계열을 구성한다.

다. 지역화 분석을 위해 치수기는 각 강우관측소의 연최대일강우량의 최고치, 평균치, 표준편차와 같은 단기강우특성과 연평균 강우량, 우기평균 강우량(6월 21일~9월 15일)과 같은 장기강우특성, 이수기는 각 강우관측소의 연최소월강우량의 최소치, 평균치, 표준편차, 왜곡도, 첨예도와 같은 월강우특성과 연평균 강우량, 평갈수기평균 강우량(10월~익년 5월)과 같은 장기강우특성, 그리고 두 기간 공히 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화하여 클러스터분석에 의하여 지역화 한다.

라. '다'항에 의해 기간별 지역화된 강우관측소의 동질성 검정을 위해 불일치 척도(D_i)를 구하여 최종적으로 기상학적 및 지형학적으로 동성인 권역으로 지역화하고 기간별 지역화 결과를 비교한다.

* 충북대학교 농과대학 농공학과 교수

** 한국수자원공사 수자원연구소 책임연구원

*** 충북대학교 농과대학 농공학과 박사과정

III. 결과 및 고찰

클러스터 분석은 크게 계층적(Hierarchical) 방법과 비계층적(Nonhierarchical) 방법으로 구분된다. 본 분석에서는 비계층적 방법인 K-Means 클러스터 알고리즘을 사용하여 강우관측소 지점들을 수개의 지역들로 나누었다.

첫번째, 치수기에 대한 지역화 분석을 위하여 본 연구에서 사용된 65개 강우관측소의 지속기간별 연최고치 자료는 상호 독립적이고, 한 지역내의 각 지점들의 병합된 자료를 장기관측 자료의 일부(Station-Year Concept)라는 가정 하에 각 강우관측소의 연최대일강우량의 최고치, 평균치, 표준편차와 같은 단기강우특성과 연평균강우량, 우기평균 강우량과 같은 장기강우특성, 그리고 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화 하여 클러스터분석에 의하여 지역화 한다¹⁾. 본 분석에 적용한 우기평균 강우량은 일반적으로 6월부터 9월까지의 평균강우량을 치칭하나, 본 연구에서는 장마로 인한 홍수피해가 발생하여 관련 업무 종사자의 실질적인 방재근무 기간인 6월 21일부터 9월 20일까지의 평균강우량을 사용하였다.

두번째, 이수기에 대한 지역화 분석을 위하여 본 연구에서 사용된 57개 강우관측소의 연최소월강우량의 최소치, 평균치, 표준편차, 왜곡도, 첨예도와 같은 월강우특성과 연평균 강우량, 평갈수기평균 강우량(10월~익년 5월)과 같은 장기강우특성, 그리고 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화 하여 클러스터분석에 의하여 지역화 한다.

클러스터 분석은 변수의 수, 단위 및 알고리즘에 따라서 상이한 결과를 나타낸다. 본 분석을 위해 적용한 K-Means 클러스터 방법은 통계 Package인 SYSTAT 8.0⁵⁾의 모듈을 사용하였다.

또한, 단위에 따라 지역화의 결과가 다르게 나타나는 것을 줄이기 위해 표준화된 자료로부터 분석을 실시함과 동시에 각 기간별로 지역화의 개수를 4에서부터 9까지 변화해 가며 분석하였다. 그 결과 지형적으로 동질한 관측소들로 지역화된 것은 치수기의 경우 지역화의 개수가 9으로, 이수기의 경우 지역화의 개수가 5로 각각 나타났다. 치수기 및 이수기별 분석 결과는 각각 표 1 및 표 2와 같다.

표 1. 치수기의 K-Means 클러스터 방법에 의한 강우관측소 지역화.

지역	관측소	개수
I	추풍령, 안동, 대구, 점촌, 의성, 선산, 영천	7
II	마산, 완도, 진주, 승주, 산청, 거제, 남해	7
III	속초, 철원, 춘천, 서울, 인천, 수원, 대전, 양평, 이천, 홍천	10
IV	강릉, 동해, 울진, 삼척, 영덕	5
V	원주, 인제, 제천, 장수, 춘양, 영주	6
VI	대관령, 태백	2
VII	강화, 보은, 대천, 부여, 장흥, 해남, 고흥	7
VIII	서산, 청주, 군산, 전주, 광주, 목포, 여수, 충주, 아산, 금산, 부안, 임실, 정주, 남원, 거창, 합천	16
IX	포항, 울산, 부산, 충무, 밀양	5

표 2. 이수기의 K-Means 클러스터 방법에 의한 강우관측소 지역화.

지역	관측소	개수
I	춘천, 서울, 인천, 원주, 수원, 충주, 서산, 청주, 강화, 양평, 이천, 인제, 홍천, 제천, 보은, 천안, 부여, 금산	18
II	속초, 대관령, 강릉, 울진, 추풍령, 울산	6
III	대전, 군산, 전주, 광주, 목포, 보령, 부안, 임실, 정읍, 남원, 순천, 장흥, 해남	13
IV	포항, 대구, 영주, 문경, 영덕, 의성, 구미, 영천, 거창, 합천, 밀양	11
V	부산, 통영, 여수, 완도, 진주, 고흥, 산청, 거제, 남해	9

표 1 및 표 2에서 보는 바와 같이 지리적으로 이질성이 있는 관측소가 동일한 지역으로 구분되는 것이 일부 발견되었다. 따라서, 본 연구에서는 이의 보완을 위해 다음의 방법에 의해 강우관측소들간의 지역화를 실시하였다.

즉, 각 강우관측소들의 연평균강우량에 대한 변동계수를 사용하여 표준정규분포 및 t 분포와 관계가 있는 χ^2 분포의 통계량인 다음의 식 (1)에 의해 강우관측소들의 지역화를 실시한다³⁾.

$$D_i = \frac{[C_v(i) - \bar{C}_v]^2}{S_v^2} \quad (1)$$

여기에서 $C_v(i)$, \bar{C}_v 및 S_v 는 각각 동일한 지역으로 형성된 강우관측소들의 연평균강우량에 대한 변동계수, $C_v(i)$ 의 평균 및 $C_v(i)$ 의 표준편차이다. χ^2 분포에서 자유도 1일 때 유의수준 5%에서의 극한값은 3.84이다.

본 연구에서는 강우관측소들의 최종적인 지역화를 위해 K-Means 클러스터 방법에 의한 결과를 식 (1)의 통계량에 의해 시행착오법으로 실시하여 이수기 및 치수기별로 총 5개의 지역으로 분류하였고 그 결과는 표 3 및 표 4와 같다.

또한, 5개 지역으로 분류된 지역들의 경계는 행정단위인 군경계를 고려하여 구분하였고, 강우관측소들의 치수기 및 이수기별 지역화된 결과를 도시한 것은 각각 그림 1 및 그림 2와 같다.

표 3. 치수기 강우관측소 지역화.

지역	관측소	개수
I	속초, 철원, 춘천, 서울, 인천, 수원, 강화, 양평, 이천, 인제, 홍천	11
II	대관령, 원주, 태백, 제천, 춘양, 영주	6
III	서산, 청주, 대전, 군산, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 충주, 보은, 아산, 보령, 부여, 금산, 부안, 임실, 정주, 남원, 거창, 합천, 밀양	22
IV	강릉, 동해, 울진, 추풍령, 안동, 포항, 대구, 삼척, 점촌, 의성, 선산, 영천, 영덕	13
V	마산, 충무, 여수, 완도, 진주, 장수, 승주, 장흥, 해남, 고흥, 산청, 거제, 남해	13

표 4. 이수기 강우관측소 지역화.

지역	관측소	개수
I	강화, 인천, 서울, 춘천, 인제, 홍천, 양평, 이천, 수원, 원주, 제천, 충주, 천안, 서산, 청주, 보은, 추풍령, 부여	18
II	속초, 대관령, 강릉, 울진	4
III	대전, 보령, 군산, 전주, 부안, 정읍, 임실, 남원, 광주, 목포, 금산	11
IV	영주, 문경, 영덕, 의성, 구미, 대구, 영천, 포항, 거창, 합천, 밀양	11
V	부산, 산청, 진주, 거제, 통영, 남해, 고흥, 여수, 울산, 순천, 장흥, 해남, 완도	13

표 3 및 그림 1에서 보는 바와 같이 치수기 강우관측소의 지역화 결과는 총 5개의 지역으로 구분되었으며, I지역은 경기 중북부 지역과 강원지역, II지역은 강원도 내륙 산간지방, III지역은 충청, 전라 및 경남 북부, IV지역은 강원도 동해안 지방과 경북 지역, V지역은 전남, 경남의 남해안 지방을 중심으로 분류되었다.

또한, 표 4 및 그림 2에서 보는 바와 같이 이수기 강우관측소의 지역화 결과는 총 5개의 지역으로 구분되었으며, I지역은 경기 중북부 지역과 강원지역, II지역은 강원도 동해안 지방, III지역은 충청, 전라도 지방, IV지역은 경북 내륙 지역, V지역은 전남, 경남의 남해안 지방을 중심으로 분류되었다.

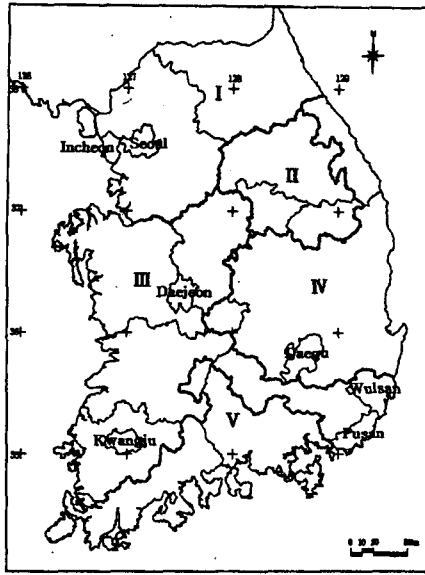


그림 1. 치수기 강우관측소의 지역화 구분

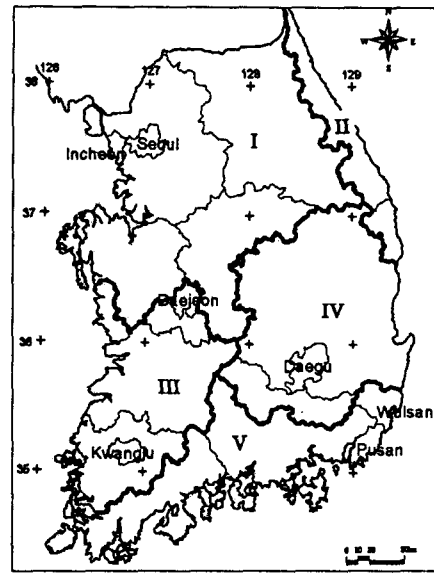


그림 2. 이수기 강우관측소의 지역화 구분

IV. 결론

본 연구는 강우의 지역화 빈도분석에서 반드시 선행되어야 하는 강우관측소간의 지역화 분석을 치수기 및 이수기별로 나누어 수행하고자 함이 그 목적이다. 따라서, 본 연구에서는 강우관측소 지점들의 지역화를 위해 비계층적 방법인 K-Means 클러스터 방법을 사용하여 강우관측소들을 기상학적으로 동질한 수개의 지역으로 구분하는 방법을 적용하였으며 분석 결과는 다음과 같이 요약 될 수 있다.

1. 치수기 및 이수기별로 클러스터 분석에 의한 강우관측소의 지역화를 위해 우리나라 전역에 걸친 강우관측지점을 선정하였다.
2. 치수기에는 각 강우관측소의 연최대일강우량의 최고치, 평균치, 표준편차와 같은 단기강우특성과 연평균 강우량, 우기평균 강우량과 같은 장기강우특성, 그리고 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화하여 클러스터 분석을 실시한 결과 9개의 지역으로 분류되었다.
3. 이수기에는 각 강우관측소의 연최소월강우량의 최소치, 평균치, 표준편차와 같은 월강우특성과 연평균 강우량, 평갈수기평균 강우량(10월~익년 5월)과 같은 장기강우특성, 그리고 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화 하여 클러스터분석을 실시한 결과 5개의 지역으로 분류되었다.
4. 클러스터 분석에 의한 결과의 보안을 위해 최종적으로 불일치 척도(D_i)를 통한 시행착오법을 시행하여 이·치수기별로 각각 5개의 지역으로 분류되었다.

참고문헌

1. 김태철, 노재경, 설계강우의 지역화 분석, 한국농공학회지, Vol. 32, No. 2, pp. 59 ~ 69, 1990.
2. Ferro, V., P. Porto, Regional Analysis of Rainfall-Depth-Duration Equation for South Italy, J. of Hydrologic Engineering, Vol. 4, No. 4, pp. 326~336, 1999.
3. Naghvi, B. and F. X. Yu, Regional Frequency Analysis of Extreme Precipitation in Louisiana, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 121, No. 11, pp. 819 ~ 827, 1995.
4. Schaefer, M. G., Regional Analysis of Precipitation Annual Maxima in Washington State, Water Resources Research, Vol. 26, No. 1, pp. 119 ~ 131, 1990.
5. SYSTAT, SYSTAT 8.0 Statistics, SPSS Inc., 1998.