

공간분석을 이용한 강원도 지역의 강수분포 분석 (I): 강수지역 구분과 계절별 및 연평균 강수량 분석

Analysis of Precipitation Distribution in the region of Gangwon with Spatial Analysis (I): Classification of Precipitation Zones and Analysis for Seasonal and Annual Precipitation

엄명진* · 정창삼** · 조원철***

Um, Myoung-Jin · Jeong, Chang-Sam · Cho, Woncheol

Abstract

In this study, we separated the precipitation zones using the geographic location of stations and precipitation characteristics (monthly, seasonal, annual) in Gangwon province. Precipitation data of 66 weather stations (meteorological office: 11 locations, auto weather system (AWS): 55 places) were used, and statistical method, K-means cluster method, was conducted for division of the precipitation regions. As the results of regional classification, the five zones of precipitation (Yongdong: 1 region, Youngseo: 4 regions) were separated. Seasonal average precipitation in spring is similar throughout Gangwon Province, seasonal average precipitation in summer has high values at Youngseo, and seasonal average precipitation in autumn and winter have high values at Youngdong. The some areas, the vicinity of Misiryong and Daegwallyeong, happens the orographic precipitation in spatial analysis, but the orographic effects didn't occur for the whole Gangwon areas. However, to achieve more accurate results, the expansion of observatories per elevation and AWS data are demanded.

Key words : precipitation zone, seasonal precipitation, annual average precipitation, cluster analysis, spatial analysis

요 지

본 연구에서는 관측소의 지리적 위치 및 강수특성(월별, 계절별, 연평균)을 이용하여 강원도의 강수지역을 구분하였다. 강수지역 구분은 기상관측소 66개소(기상관서: 11개소, 자동기상시스템(AWS): 55개소)의 자료를 이용하였으며, 통계적 방법 중 군집 기법인 K-means 방법을 적용하였다. 지역구분 결과, 강수지역은 5개 지역(영동지방 1개 지역 및 영서지방 4개 지역)으로 구분하였다. 계절별 평균강수량은 봄에는 강원도 전체에 유사하게 발생하였으며, 여름에는 영서지방이 높게 나타났으며, 가을과 겨울에는 영동지방이 높게 발생하였다. 연평균 강수량 및 여름철 강수량의 공간분석 결과 강원도 중 일부 지역(미시령 및 대관령 일원)은 산악형 강수 특성을 나타냈으나 전반적인 현상은 아닌 것으로 판단되었다. 그러나 보다 정확한 분석을 위해서는 관측소의 고도별 분포가 미흡한 것으로 나타난 관측소의 보완 및 AWS의 자료 확충이 필요할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 강수지역, 계절별 강수량, 연평균강수량, 군집분석, 공간분석

1. 서 론

강원도는 동절기에는 북쪽에서 발생하는 고기압(시베리아 고기압, 오호츠크해 고기압 등)의 영향을 받고 하절기에는 남쪽에서 발생하는 해양성 기후(북태평양 고기압, 온대성 저기압, 태풍 등)의 영향으로 강수의 계절적 불균형이 발생하고 있으며 면적의 대부분이 산악지형으로 태백산맥이 남북방향으로 형성되어 영동지방과 영서지방으로 분리하고 있으며 강원도 중부지역에는 차령산맥이 북동쪽에서 남서방향으로 형성되어 있어 강원도 북부와 남부의 기후에 영향을 주고 있어 강수패턴을 예측하기 매우 어려운 조건을 지니고 있다.

우리나라에서 발생하는 자연재해의 90% 이상이 악기상에 의한 재해이며(심우배, 2005), 강원도 또한 발생하는 재해의 상당 부분을 악기상에 의하여 발생되고 있는 실정이다. 이러한 기상재해 중 대부분은 강수에 의해 발생하는 홍수재해로 이어지고 있다. 따라서 여름철 빈번하게 발생하는 수해를 예방하고 수자원을 효율적으로 이용·관리하기 위하여 강원도 지역의 강수의 지역구분 및 계절별 및 연평균 강수량의 정확

성되어 있어 강원도 북부와 남부의 기후에 영향을 주고 있어 강수패턴을 예측하기 매우 어려운 조건을 지니고 있다. 우리나라에서 발생하는 자연재해의 90% 이상이 악기상에 의한 재해이며(심우배, 2005), 강원도 또한 발생하는 재해의 상당 부분을 악기상에 의하여 발생되고 있는 실정이다. 이러한 기상재해 중 대부분은 강수에 의해 발생하는 홍수재해로 이어지고 있다. 따라서 여름철 빈번하게 발생하는 수해를 예방하고 수자원을 효율적으로 이용·관리하기 위하여 강원도 지역의 강수의 지역구분 및 계절별 및 연평균 강수량의 정확

*연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정 (E-mail: movie21@yonsei.ac.kr)

**정희원 · 인덕대학교 토목환경공학과 전임강사

***연세대학교 공과대학 토목공학과 교수

한 공간분석은 홍수유출량 산정에 매우 중요한 문제이다. 특히, 기존의 지상에 설치된 기상관측에만 의존하는 예측은 지형이 매우 복잡하게 형성된 강원도에서 발생하는 집중호우 등을 예측하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다. 따라서 기존의 기상관측과 최근 설치되어 운영중인 AWS(Auto weather system)를 종합적으로 고려하여 지형특성과 강수와의 관계를 공간분석을 수행하는 것은 매우 시급하다.

기후지역 구분은 경험적인 기법과 통계적인 기법으로 구분된다. 경험적인 기법은 기후지역 구분 초기에 주로 이용되었는데, 주로 넓은 지역을 대상으로 연구되었다. 그러나 우리나라와 같이 좁은 지역이며 지형특색이 강한 지역에는 적합하지 않는 것으로 판단된다. 따라서 우리나라에서는 주로 여러 가지 변수들을 합리적으로 고려할 수 있는 통계적인 기법을 이용하여 기후지역을 구분해왔다. 통계적인 기법으로는 주성분 분석(Principal component analysis), 군집분석(Cluster analysis), 요인분석(Factor analysis) 등이 있다. 주성분 분석을 적용한 연구로는 박현욱(1986, 1991), 박정규 등(1993) 등이 있으며, 군집분석은 유사한 것 끼리 개별적인 그룹으로 구성하는 기법으로 문영수(1990), Coronato 등 (1998), 허인혜(2006) 등이 있으며, 요인분석, 주성분 분석 및 군집분석을 혼용하여 적용하기도 하였다 (박현욱 등, 1998; 고정웅 등, 2005, 2006; 박창용 등, 2009). 그러나 국내 연구들은 대부분 우리나라 전역을 대상으로 하는 연구이며, 대부분 지상 관측만을 이용하여 강원도의 국지적인 기후 구분에는 적합하지 않는 것으로 판단된다.

또한 지형특성과 강수의 관계에 관한 연구도 진행되어 왔다. 국외에서는 Spreen(1947)과 Schermerhorn(1967) 등에 의해 지형인자들을 이용한 강수량산정에 관한 연구를 하였으며, Naoum 등(2004)는 GIS를 기반으로 한 AVRU(Arcview regression utility)를 개발하여 그리스 Creta섬의 산악지역에서의 강수를 분석하였다. 국내에서는 유철상 등(2004)은 한강유역에서 고도와 강수량과의 선형 및 비선형 회귀분석을 수행하였으며, 엄명진 등(2007)은 제주도의 시우량 자료와 표고별 분포를 이용하여 강수지속기간과 표고와의 관계를 다중회귀 분석으로 분석하였다. 또한 윤혜선 등(2009)은 제주도에 대하여 지역빈도해석 및 회귀분석을 적용하여 지형요소(경도, 위도, 고도) 및 강수량의 관계를 해석하였다.

본 연구에서는 대상지역으로 지형특색이 강하고 사계절 서로 다른 강수 기단에 의하여 영향을 받고 있는 강원도를 선정하였다. 강원도는 태백산맥으로 내륙지방의 영서 지방, 해안성 기후를 나타내는 영동지방으로 나뉠 수 있으며 산악 지형으로 인하여 편 현상 등의 기상현상 등도 빈번히 발생하고 있는 상황이다.

따라서 본 연구는 Fig. 1의 연구절차와 같이 지형의 영향을 받는 강수형태를 지닌 강원도의 지상관측소 및 AWS의 강수 관측자료를 이용하여 통계적 기후구분 방법인 군집분석을 수행하여 강수지역을 구분하고 구분된 지역의 계절성 및 연평균 강수량을 분석하는 것을 그 목적으로 한다. 또한, 공간분석을 수행하여 강원도 지역의 강수 분포를 보다 명확히 밝히고자 한다. 이러한 본 연구의 분석 결과는 강원도내 수

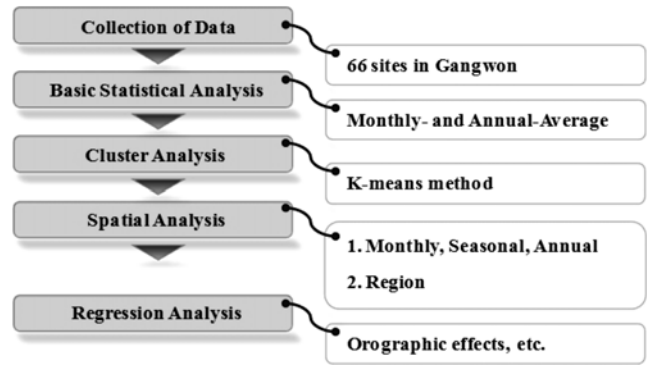


Fig. 1. The procedure of study.

자원 이용계획, 수공구조물의 설계 및 방재기준 설정시 계절 및 지역에 따른 효율적인 관리에 도움이 될 것으로 판단된다.

2. 군집분석

군집 분석(Cluster analysis)은 집락분석(집단을 규명하는 방법)이라 불리기도 하며, 개체들이 지니고 있는 다양한 속성의 유사성을 동질적인 집단으로 군집화하는 방법을 말한다. 이는 개체들이 일정한 속성에 따라 몇 개의 군집으로 나누어 각 집단 간의 상관성을 이해하고 효율적으로 이용할 수 있게 하는 것을 말한다.

군집분석 기본원리는 분석하고자 하는 여러 특성들을 유사성 거리(Similarity distance)로 환산하고 거리가 상대적으로 가까운 개체들을 동질적으로 군집화 하는 것이다(박상우 등, 2003).

거리의 개념과 정반대인 유사성을 상관계수(Correlation coefficient)로 분석하게 되면 서로간의 관계를 높고 낮음으로만 판별할 뿐이다. 상관계수는 정의 관계와 부의 관계를 모두 나타내기 때문에 만약 개체들 간의 관계가 부의 관계일 경우 이 두 개체가 비슷한 성향인지 아닌지에 정확한 판단을 하기 어렵다. 따라서 군집분석의 주요과제는 다음과 같다(허만형, 2001).

- 1) 어떠한 특성에 대한 측정치의 차이를 비교할 것인가?
- 2) 어떻게 유사성의 차이를 측정할 것인가?
- 3) 어떤 동질적인 집단으로 묶을 것인가?

기후지역 구분 및 지역빈도해석을 수행하기 위한 지역 구분 방법은 다양하나 비교적 객관적인 방법이라 할 수 있는 군집해석 방법이 활용된다. 군집해석 기법은 크게 계층적(Hierarchical) 방법과 비계층적(Nonhierarchical) 방법으로 구분되고, 계층적 방법에는 평균연결(Average linkage), Ward 기법 등이 있으며, 비계층적 방법에는 K-means 기법 등이 있다. 계층적 군집 방법의 단점은 초기의 부적절한 병합이 일어났을 경우 이를 다시 수정할 수 없다는 점이다. 비계층적 방법은 이를 보완하여 초기 군집후에도 일정한 기준에 따라서 새로운 군집으로의 재배치가 가능하다.

따라서 본 연구에서는 강원도 지역의 기후를 구분하기 위하여 초기의 부적절한 병합시 이를 수정할 수 있는 비계층적 방법인 K-means 기법을 적용하였다.

K-means 기법은 n개의 객체들의 집합을 k개의 군집으로 분해한다. 군집유사성은 군집에서 군집의 무게중심으로 볼 수 있는 객체들의 평균값으로 측정한다. K-means 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

- 1) 군집 수 k를 결정하고, 각 군집에 초기치 또는 군집중심을 1개씩 할당한다.
- 2) 모든 데이터를 유클리드 거리를 이용하여 가장 가까운 군집중심에 배속시킨다.
- 3) 각 군집에 배속된 데이터와 새로운 군집 중심사이의 거리가 최소가 되도록 새로운 군집중심을 계산한다.
- 4) 군집중심이 변화가 없을 때까지 과정2와 과정3을 반복한다.

3. 공간분석

공간분석은 공간적으로 분포하는 물리적 현상이나 자료의 분석에 적합한 분석 기법이다. 기존에는 지점 분석에 의한 통계값을 주로 이용해 왔으나 이는 지점에 의한 값들의 단순 평균값의 성격이 강하였다. 그러나 실제로는 지점 자료의 지배영역이 서로 달라 단순 평균에 의한 방법은 지점들로 이루어진 공간을 대표하기에는 어려운 실정이다. 따라서 이러한 공간관계를 분석하기 위한 방법들이 제안되어 왔다. 그 중 대표적인 방법이 크리깅 방법이다. Danny Krige는 금 광산을 찾기 위하여 이미 알려진 광산의 공간 정보를 이용한 통계적 방법을 적용하였는데 이 기법이 크리깅이라 불리게 되었다 (Kelkar, 1990; Journel 등, 1991). 공간자료처리기법인 크리깅 방법은 관심 있는 지점의 특성치를 알기 위해 이미 값을 알고 있는 주변 값들의 가중 선형조합으로 그 값을 예측하는 통계적 기법이다. 이를 간단히 수식으로 나타내면 식(1)과 같다.

$$Z^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i \quad (1)$$

여기서 Z^* 는 크리깅을 이용한 예측치, Z 는 위치 및 값을 알고 있는 주변 지점, λ 는 주변 지점의 가중치이며, n 은 자료의 총 개수이다. 가중치는 추정값이 편향되지 않아야 하며 예측치와 참값의 오차가 최소가 되도록 하여야 한다.

선형회귀나 내삽법은 사용하는 변수들의 명확한 관계를 이용하는 반면 크리깅은 베리오그램이나 공분산을 통해 내재하는 관계식을 이용한다. 또한 크리깅은 주어진 동일한 베리오그램에 대하여 하나의 예측치만을 산정한다. 이러한 크리깅 방법의 적용 과정은 다음과 같다(최종근, 2002).

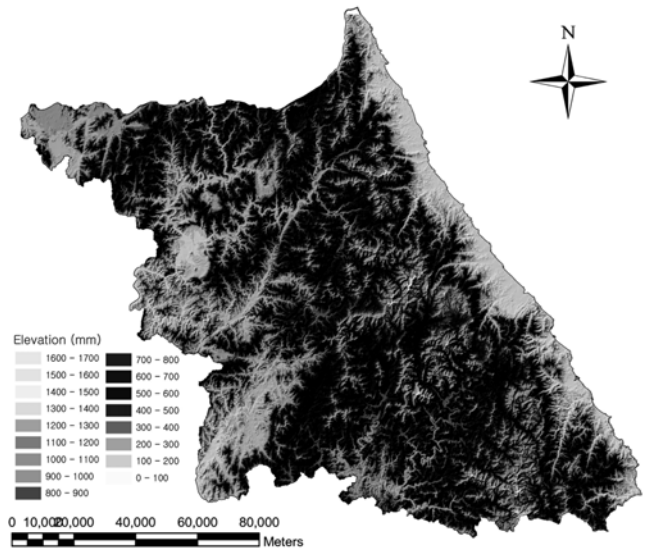
- 1) 관심 변수의 표본공간을 정의한다.
- 2) 자료를 획득한다.
- 3) 실험적 베리오그램을 구한다.
- 4) 이론적 베리오그램 모델링을 수행한다.
- 5) 크리깅 기법을 통해 예측치를 구한다.

본 연구에서는 강원도 강수특성의 공간분석을 수행하기 위하여 크리깅 기법을 이용하여 강원도내 관측소의 강수량 값을 분석하기로 하였다.

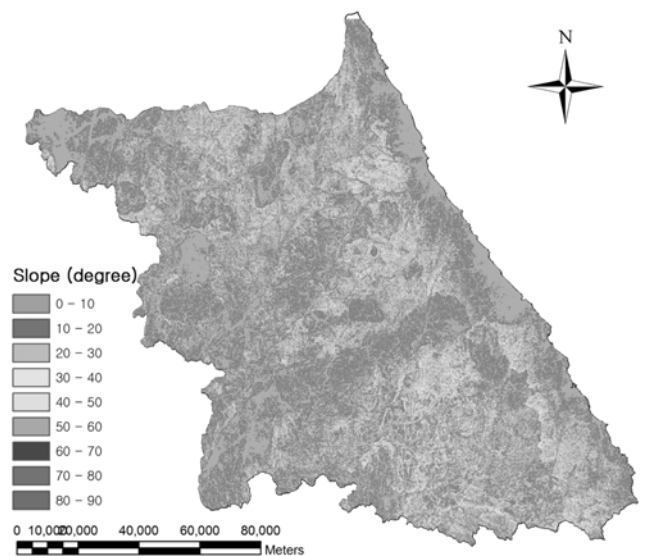
4. 연구 지역 및 대상관측소

4.1 연구지역

강원도는 한반도 중앙부의 동측에 위치하고(북위 37°02'~38°37', 동경 127°05'~129°22') 태백산맥을 중심으로 영동과 영서로 크게 구분되어 있다. 강원도의 총 면적 20,569 km²이며 동서의 길이는 약 150 km, 남북은 약 243 km에 달하며, 동쪽은 약 314 km에 걸쳐 해안선을 이루고 있다. 강원도는 면적의 대부분이 산지로 형성된 산악도(山岳道)이며 태백산맥 동쪽은 경사가 급하여 해안평야의 발달이 취약하고, 태백산맥 서쪽은 경사가 완만하여 남·북한강의 대하천이 발달하고 산지가 여러 곳에 분포되어 있다. 강원도는 온대성 기후대로 여름에는 고온·다습하며, 겨울에는 한랭·건조한 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하다. 또한, 강원도는 태백산맥의 좌우인 영동지방과 영서지방의 기후가 매우 다른 특성을



(a) Elevation



(b) Slope

Fig. 2. Elevation and slope in Gangwon-do.

보이고 있다. 일반적인 기상특성을 보면 산맥의 급한 경사면을 따라 내려와 바다로 연결되는 영동지방은 해양성기후에 가까운 기상특성을 많이 보이고 있는 반면, 영서지방은 우리나라의 중앙내륙에 위치해 있어 대륙성기후에 가까운 특성을 보이고 있다. 또한 산맥의 정상부를 중심으로 한 산악지방은 산악기후의 특성을 가지고 있어 복잡한 기상현상을 나타내고 있다 (강원도청, 2009).

강원도 지역의 DEM 자료를 이용하여 고도 및 경사도를 분석하였다. DEM 자료는 강원도 북부 지역은 휴전선과 밀접한 관련이 있어 수치지도를 취득할 수 없어 CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org>) 자료를 이용하였다. 한편, 이승호 등 (2005)의 연구에서 해발고도 300 m 이상의 지역을 산지라고 정의 하였다. 해발고도 300 m는 조생종 벼와 중·만생종 벼

재배의 경계가 되는 기준이기도 하다. 일반적으로 조생종 벼는 동해안을 제외하고는 산지에서 재배되는 것으로 알려져 있다 (이승호 등, 2008). 고도분석 결과 강원도는 고도 300 m 이하는 29.09%, 고도 300-500 m 는 23.91%, 고도 500-1000 m 는 41.91%, 고도 1000 m 이상은 5.09% 로 나타났다. 이는 강원도 지역의 대부분인 70.01%가 산악지형으로 나타난 것이다. 또한 경사도분석 결과 강원도는 경사 10도 이하는 22.29%, 경사 10-20도는 34.63%, 경사 20-30도는 32.67%, 경사 30도 이상은 10.21%로 나타났다. 이는 강원도 지역 대부분인 77.71%가 경사 10도 이상의 경사를 가지고 있는 것으로 홍수유출시 짧은 도달시간에 의하여 홍수유출량의 침투량이 크게 나타나는 원인이 된다. 이러한 강원도의 고도 및 경사 분석 결과를 ArcGIS를 이용하여 Fig. 2에 도시하였다.

Table 1. Overview of weather stations

No	Station	Name	Elevation	Start of Data	No	Station	Name	Elevation	Start of Data
1	90	속초	17.79	1981.01	34	554	미시령	770.00	1998.01
2	95	철원	154.22	1988.01	35	555	화천	121.00	1997.01
3	100	대관령	772.43	1981.01	36	556	양구	208.00	1997.01
4	101	춘천	76.82	1981.01	37	557	기린	323.00	1997.01
5	105	강릉	25.91	1981.01	38	558	반곡	94.00	1997.01
6	106	동해	39.60	1993.01	39	559	내면	598.00	1997.01
7	114	원주	150.00	1981.01	40	560	진부	563.00	1997.01
8	121	영월	239.79	1995.01	41	561	청일	235.00	1997.01
9	211	인제	198.60	1981.01	42	562	주천	262.00	1998.01
10	212	홍천	140.59	1981.01	43	563	남면	435.00	1997.01
11	216	태백	713.45	1986.01	44	564	근덕	13.00	1997.01
12	318	용평	760.00	2002.01	45	566	연곡	226.00	1997.01
13	320	향로봉	1267.00	2002.01	46	579	하장	656.00	1997.01
14	321	원통	253.00	2002.01	47	580	옥계	14.00	1997.01
15	322	상서	265.00	2002.01	48	581	상동	509.00	1998.01
16	323	마현	269.00	2002.01	49	582	신림	331.00	1997.01
17	517	간성	38.00	1997.01	50	583	안흥	430.00	1997.01
18	518	해안	448.00	1998.01	51	584	정선북	386.00	1997.01
19	519	사내	288.00	1997.01	52	585	신남	235.00	1997.01
20	520	설악동	188.00	1997.01	53	586	북산	240.00	1997.01
21	521	강현	19.00	1997.01	54	587	방산	261.00	1997.01
22	522	두촌	223.00	1997.01	55	588	납산	93.00	1997.01
23	523	주문진	34.00	1997.01	56	591	치악산	370.00	1997.01
24	524	경포대	9.00	1997.01	57	592	부론	64.00	1997.01
25	525	봉평	564.00	1997.01	58	593	서림	159.00	1997.01
26	526	평창	302.00	1997.01	59	594	서화	311.00	1997.01
27	527	정선	389.00	1998.01	60	595	진부령	600.60	1997.01
28	529	원덕	12.00	1998.01	61	596	오색	337.00	1997.01
29	535	서석	327.00	1997.01	62	597	대화	445.00	1997.01
30	536	횡성	128.00	1997.01	63	650	정연	200.00	1999.01
31	537	임계	507.00	1997.01	64	651	대마	202.00	1999.01
32	552	김화	213.00	1997.01	65	660	면온	567.00	2000.01
33	553	대진	29.00	1997.01	66	661	현내	6.00	2000.01

4.2 강수량

기상청은 강원도내 관측소로 지상기상관측이 이루어지는 12 개소와 악기상 연속감시를 위한 방재용 AWS 67개소를 설치하여 운영하고 있다. 그러나 본 연구에서는 강원도 기상현상의 효과적인 감시를 목적으로 설치되었지만 자료기간이 7년 미만인 곳을 제외한 지상관측소 11개소 및 AWS 55 개소 (총 66개소)의 시우량 자료를 사용하였다. 자료기간은 Table 1의 각 관측소의 자료시점부터 2008년 12월까지의 자료를 적용하였다. Table 1의 No. 1-11이 지상관측소이며, No. 12-66이 AWS이다. 본 연구에 적용된 각 관측소의 현황과 위치는 Table. 1 및 Fig. 3과 같다.

강수관측소의 고도별 분포 현황을 살펴보면 고도 300 m 미만에 40개소, 고도 300-500 m 미만에 19개소, 고도 500 m 이상에 7개소가 존재한다. 고도가 높아질수록 관측소 수도 줄어들었다. 이는 산악형 강수를 예측하기 위해서는 고도 300 m 이상의 관측소가 다소 부족한 것으로 판단된다. 한편 평면적 분포를 살펴보면 영동지방에 17개소, 영서 지방에 49 개소가 위치한다. 또한 Fig. 3을 보면 관측소간의 거리 분포가 일정함을 알 수 있다. 이는 관측소 설치시 평면적 위치가 우선적으로 고려되었기 때문으로 판단된다.

5. 지역구분

강원도는 영동지방과 영서지방의 강수 양상이 판이하게 다르며, 태백산맥이 위치하고 있어 강수에 영향을 미치고 있다. 따라서, 강원도를 하나의 동질한 지역으로 가정하여 강수특성을 분석하는 것은 무리가 있다고 판단하였다.

본 연구에서는 관측소의 위치, 계절강수량 및 연강수량 등을 고려하여 강수특성이 비슷한 지역으로 세분화하기로 하였다. 지역구분을 위하여 군집분석 방법인 K-means 방법을 적용하였다. 또한 군집분석 이전에 강수량이 판이하게 다르다고 알려진 영동지방과 영서지방은 태백산맥을 기준으로 구분하였다. 군집분석 자료는 각 관측소의 지리적 위치(경도, 위도, 고도), 월별, 계절별 및 연평균 강수량을 적용하였다. 이러한 군집분석 결과는 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4의 명암은 영동지방(동쪽 부분), 북한강 지역(서쪽 부분 중 북쪽 부분), 남한강 지역(서쪽 부분 중 남쪽 부분)을 나타낸다. 지역 I는 영동지방을 나타내며, 지역 II-V는 영서지방을 나타낸다. 군집분석은 영서지방(지역 II-V)에 대하여 실시하였다. 군집분석 결과 북한강 지역은 지역 II 및 지역 V, 남한강 지역은 지역 IV로 구분되었고 지역III은 북한강 지역 일부 및 남한강 지역 일부로 군집되어졌다. 영서지방을 기준으로 보면 동서방향으로는 지역 II 및 III, 지역 IV 및 V로 구분되고 남북방향으로는 지역 II, III 및 V, 지역 IV로 구분된다. 이는 영서 지방의 강수 및 지역이 산맥의 영향을 많이 받은 것으로 나타난다. 동서 방향으로 구분된 지역을 살펴보면 지역 II 및 III은 지역 IV 및 V에 비하여 고도가 낮은 것을 알 수 있다. 이는 지역 IV 및 V는 산맥의 형성이 활발히 이루어진 태백산맥과 차령산맥 등의 중심부에 있기 때문이다. 또한 남북 방향으로 구분되어진 지역을 살펴

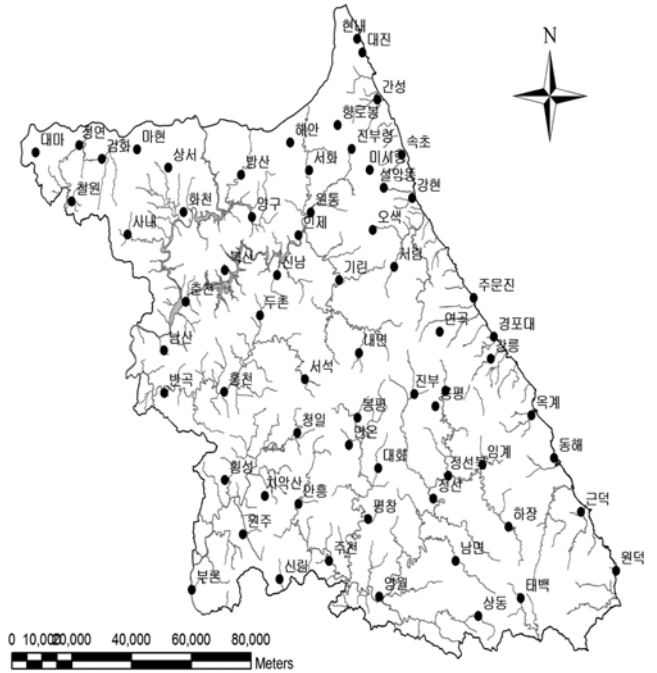


Fig. 3. The location of weather stations.

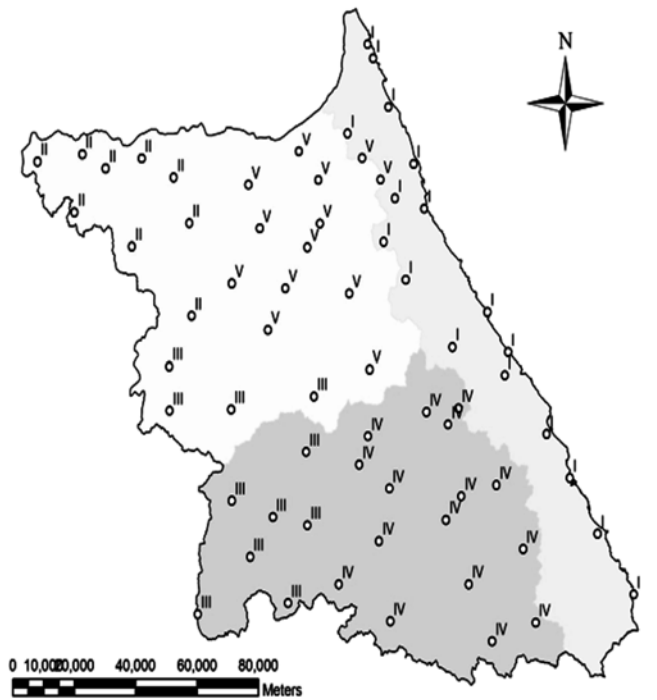


Fig. 4. The division of regions in Gangwondo.

보면 지역 II, III 및 V와 지역 IV는 사이에는 산줄기가 형성 되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서 강원도 지역의 강수 지역은 지형과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

6. 계절별 강수 및 연강수량 특성

강원도는 태백산맥이 위치하고 있어 영동지방과 영서지방의 강수 양상이 판이하게 다르며, 또한 북한강 지역 및 남한강 지역으로 나누어지며 강수량에 영향을 미치고 있다. 본 연구에서는 군집분석으로 나누어진 지역 I-V, 영동 및 영서

지방, 강원도 전체 지방에 대하여 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울) 및 연평균 강수량을 분석하였다.

6.1 봄의 강수 특성

봄철 강원도의 강수특성을 분석하여 Table 2 및 Fig. 5에 나타내었다. 먼저 3월의 강수량을 살펴보면 지역별 표준편차가 4.05-10.19 mm로 봄철중 가장 작게 나타났다. 특히 지역 II 및 V의 강수량이 작게 나타났다. 이는 3월에는 강원도에

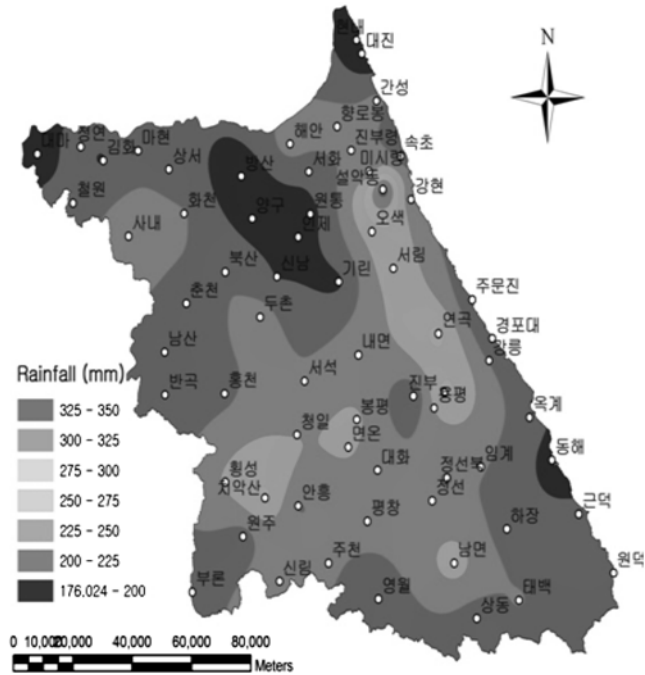


Fig. 5. The spatial distribution of precipitation during spring in Gangwon-do

서 북한강 지역이 강수가 적게 발생함을 알 수 있다. 4월의 강수량을 분석해 보면 영동지방의 평균 강수량이 영서지방의 평균 강수량보다 미소하지만 작게 나타남을 알 수 있다. 강수지역으로 살펴보면 지역 I(영동지방)의 평균 강수량이 가장 작게 나타났다. 5월의 강수량을 살펴보면 강원도 지역 I-V의 평균 강수량이 99.91-105.34 mm로 비슷하게 나타났으나 영동지방의 최대 강수량이 169.04 mm로 다른 지역(II-V)의 최대 강수량보다 약 50 mm 크게 산정되었으며 표준 편차도 다른 지역보다 2배 이상 크게 산정되어 강수의 변동성이 영서지방 보다 큼을 알 수 있다. 봄철의 강수를 전반적으로 살펴보면 영동지방과 영서지방의 평균 강수량은 차이가 크지 않으나 영동지방의 최대 강수량이 영서지방 보다 크게 나타났다. 또한 Fig. 5의 봄철 강수 분포를 살펴보면 영동지방에서는 속초부터 경포대 부근까지 강수량이 크게 나타났고 옥계-원덕 지방 및 현내 및 대진의 강수량이 작게 나타났다. 영서 지방에서는 강원도 북부 중앙 지역인 지역 V중 방산, 양구, 원통, 인제, 두촌 및 기린 지방의 강수가 가장 작게 나타났으며 지역 III의 중부 지역(횡성, 치악산, 천일) 및 지역 IV의 북부 지역(봉평, 면은, 진부, 용평, 대관령)이 강수가 크게 나타났다.

6.2 여름의 강수 특성

여름철 강원도의 강수특성을 분석하여 Table 3 및 Fig. 6에 나타내었다. 6월에는 북한강 지역(지역 II 및 V) 및 영동지방(지역 I)의 평균 강수량이 작게 나타났다. 또한 영서지방의 평균강수량이 영동지방 보다 17.7 mm 크게 나타났다. 7월에는 강원도지역에서 연중 최대 편차인 60.08 mm를 나타내어 지역별 강수량 분포가 현저히 다를 수 있다. 북한강 서부 지역(지역 II)의 변동성이 작게 나타났으나 평균 강수

Table 2. The summary of precipitation during spring in Gangwon-do

Divison		Gang won	Young dong	Yong seo	Region				
					I	II	III	IV	V
March	Min	25.17	37.94	25.17	37.94	28.29	31.17	30.04	25.17
	Mean	43.73	51.15	41.15	51.15	34.45	45.11	47.30	34.88
	Max	74.21	68.33	74.21	68.33	40.39	59.13	74.21	43.00
	S.D.	10.19	8.34	9.55	8.34	4.05	8.04	10.19	5.38
April	Min	47.10	47.10	60.46	47.10	62.28	67.03	73.88	60.46
	Mean	79.06	74.29	80.71	74.29	75.76	82.07	86.44	75.95
	Max	108.79	108.79	102.75	108.79	88.54	102.75	96.68	92.43
	S.D.	11.88	15.44	10.05	15.44	9.34	11.37	6.79	9.60
May	Min	72.86	72.86	82.14	72.86	91.25	89.75	83.09	82.14
	Mean	102.03	102.11	102.00	102.11	102.88	105.34	99.91	101.15
	Max	169.04	169.04	121.18	169.04	121.18	120.88	120.99	118.96
	S.D.	15.13	24.33	10.62	24.33	9.98	9.91	11.75	10.60
Spring	Min	175.81	175.81	179.67	175.81	196.20	203.38	200.46	179.67
	Mean	224.82	227.56	223.87	227.56	213.10	232.51	233.65	211.98
	Max	346.17	346.17	283.46	346.17	248.34	282.75	283.46	241.61
	S.D.	29.04	41.99	23.47	41.99	16.43	23.02	22.88	22.17

Table 3. The summary of precipitation during summer in Gangwondo

Divison		Gang won	Young dong	Yong seo	Region				
					I	II	III	IV	V
June	Min	100.11	100.11	108.29	100.11	116.46	133.42	130.53	108.29
	Mean	141.45	128.31	146.01	128.31	129.71	155.69	160.55	131.21
	Max	189.77	188.58	189.77	188.58	155.15	181.29	189.77	175.09
	S.D.	23.08	23.14	21.46	23.14	12.21	17.84	16.33	18.43
July	Min	241.11	241.11	263.37	241.11	363.67	325.04	263.37	278.94
	Mean	348.63	303.17	364.40	303.17	400.35	390.53	335.63	352.82
	Max	460.58	403.54	460.58	403.54	452.05	460.58	457.28	446.09
	S.D.	60.08	53.74	54.21	53.74	30.76	42.18	53.29	56.98
August	Min	249.05	249.05	260.42	249.05	313.51	260.42	262.25	264.58
	Mean	317.01	305.77	320.91	305.77	358.99	310.71	294.73	335.39
	Max	427.21	394.71	427.21	394.71	427.21	348.79	397.27	395.82
	S.D.	43.67	46.65	42.40	46.65	43.39	25.74	33.52	40.66
Summer	Min	612.59	612.59	651.82	612.59	802.21	723.50	663.51	651.82
	Mean	807.09	737.26	831.32	737.26	889.05	856.93	790.91	819.42
	Max	1017.00	986.83	1017.00	986.83	982.51	968.49	937.37	1017.00
	S.D.	105.02	115.12	90.51	115.12	62.27	72.94	82.87	108.32

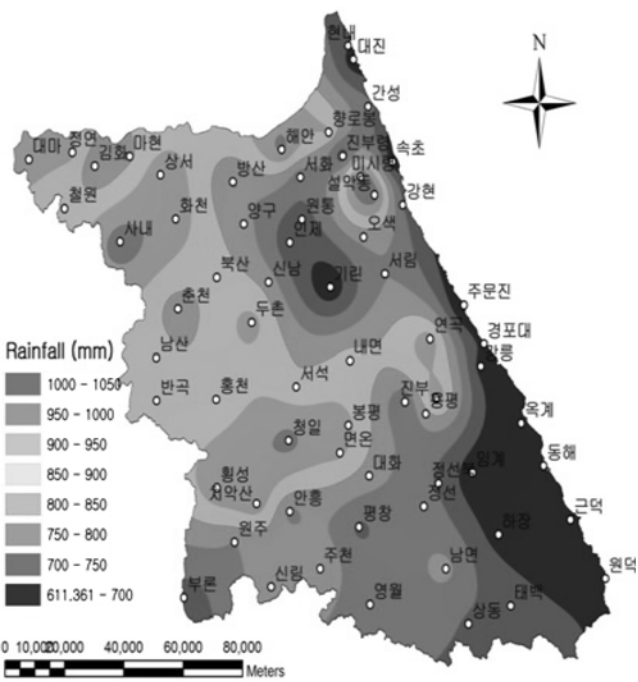


Fig. 6. The spatial distribution of precipitation during summer in Gangwondo.

량은 가장 큰 400.35 mm를 보였으며 영동지방 및 산악지방 (지역IV 및 V)의 변동성이 크게 나타났으며 그 지역의 강수량 차이가 162.43-193.91 mm로 매우 크게 산정되었다. 따라서 동일 강수 지역에서도 지역별 편차가 심하게 나타날 수 있음을 알 수 있다. 8월에는 강원도 전체 적으로 고르게 강수가 크게 발생하였다. 지역별(지역I-V) 편차는 크지 않음을 알 수 있다. Fig. 6을 살펴보면 영동지방에서 강릉 위쪽의 북부지역의 강수량이 남부 지역보다 매우 크게 나타남을 알

수 있다. 또한 북한강 지역이 남한강 지역보다 전반적으로 강수량이 크게 분포되었다. 북한강 지역에서는 지역 V중 원통, 인제, 기린 지역을 제외한 모든 지역이 강수량이 크게 나타났으며 남한강 지역에서는 북부지역의 강수량이 크게 나타났고 남부지역으로 갈수록 작게 산정되었다.

6.3 가을의 강수 특성

가을철 강원도의 강수특성을 분석하여 Table 4 및 Fig. 7에 나타내었다. 9월 들어 강원도 전체적으로 7, 8월에 비해 강수량이 줄어드는 경향을 보였다. 하지만 영동지방에서는 여전히 280.31 mm에 이르는 많은 평균 강수량을 나타내었다. 이는 영서지방 평균강수량보다 약 100 mm 이상 많은 강수량으로 영동지방이 영서지방에 비하여 많은 강수가 발생하였음을 알 수 있다. 이러한 강수경향은 9월뿐만 아니라 가을철 전반에 걸쳐 나타났다. 특히 10월 및 11월에는 영동지방과 영서지방의 강수량 차이가 약 2배로 확대되었다. 이러한 경향은 영동지방이 해안성 기후에 영향을 받아 계절별 강수량 차이가 영서지방 보다 작게 나타나는 것으로 판단된다. Fig. 7을 살펴보면 이러한 경향이 뚜렷하게 나타난다. 영서지방은 태백산맥과 인접한 지역을 제외하고는 대부분의 지역에서 가을철 평균강수량이 250 mm에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 북한강 지역이 남한강 지역보다 적은 강수량을 나타내었으나 그 차이는 미미한 것으로 나타났다. 영동지방에서는 미시령 및 설악동, 연곡 지방에서 평균강수량이 500 mm 이상이 발생하였다. 특히 미시령 및 설악동 지역은 600 mm 이상의 평균강수량을 보여 가장 많은 강수량이 발생하였다.

6.4 겨울의 강수 특성

겨울철 강원도의 강수특성을 분석하여 Table 5 및 Fig. 8

Table 4. The summary of precipitation during autumn in Gangwondo

Divison		Gang won	Young dong	Yong seo	Region				
					I	II	III	IV	V
September	Min	137.00	200.58	137.00	200.58	139.88	150.88	139.93	137.00
	Mean	205.60	280.31	179.68	280.31	150.25	176.26	192.84	186.74
	Max	440.29	440.29	406.05	440.29	155.85	206.83	297.19	406.05
	S.D.	66.49	60.51	45.87	60.51	5.23	19.56	37.99	73.00
October	Min	39.04	72.42	39.04	72.42	39.13	40.71	39.23	39.04
	Mean	63.20	100.73	50.18	100.73	43.44	46.81	52.72	54.57
	Max	140.55	128.75	140.55	128.75	47.65	58.83	121.30	140.55
	S.D.	28.84	19.21	18.21	19.21	3.13	5.80	18.91	27.77
November	Min	23.05	56.21	23.05	56.21	29.10	30.13	23.05	30.17
	Mean	48.42	75.28	39.10	75.28	37.87	37.98	36.22	44.43
	Max	118.08	118.08	108.64	118.08	48.07	48.21	75.03	108.64
	S.D.	20.94	14.60	13.35	14.60	7.21	5.10	11.70	21.01
Autumn	Min	208.46	348.78	208.46	348.78	222.75	225.96	213.87	208.46
	Mean	317.21	456.31	268.95	456.31	231.56	261.05	281.77	285.73
	Max	687.13	687.13	655.23	687.13	246.11	313.88	493.52	655.23
	S.D.	112.69	84.02	74.93	84.02	8.41	26.79	65.89	121.47

Table 5. The summary of precipitation during winter in Gangwondo

Divison		Gang won	Young dong	Yong seo	Region				
					I	II	III	IV	V
December	Min	10.43	20.17	10.43	20.17	10.43	14.79	11.58	11.03
	Mean	19.88	28.99	16.72	28.99	15.22	17.52	16.81	16.99
	Max	39.75	39.75	35.12	39.75	20.96	24.21	35.12	27.33
	S.D.	7.44	6.47	4.63	6.47	3.70	2.90	5.54	5.40
January	Min	12.14	21.29	12.14	21.29	12.14	13.96	13.79	13.29
	Mean	27.14	45.24	20.86	45.24	19.03	19.36	22.12	21.84
	Max	67.33	67.33	61.27	67.33	29.58	23.02	61.27	52.95
	S.D.	14.64	12.82	8.88	12.82	5.28	3.29	11.62	10.57
February	Min	13.92	18.00	13.92	18.00	17.14	17.58	18.25	13.92
	Mean	27.09	32.75	25.12	32.75	22.35	26.13	27.06	23.80
	Max	54.69	54.69	49.73	54.69	41.28	45.44	49.73	40.99
	S.D.	9.53	10.56	8.39	10.56	7.54	7.94	9.31	8.31
Winter	Min	39.71	62.36	39.71	62.36	39.71	50.67	44.79	40.88
	Mean	74.11	106.98	62.70	106.98	56.59	63.00	65.98	62.63
	Max	146.11	145.48	146.11	145.48	88.43	85.05	146.11	117.27
	S.D.	28.34	23.66	19.64	23.66	14.60	11.11	25.07	21.66

에 나타내었다. 12월에는 연중 가장 작은 강수량이 발생하였다. 또한 가을철에 나타났던 강수 특성이 12, 1월에도 계속 되어 영동 지방이 영서 지방에 비하여 평균강수량이 약 2배 가까이 크게 나타났다. 이러한 현상은 2월 들어 감소하였다. 겨울철에는 강원도 전역에 사계절 중 가장 작은 강수량이 나타났다. 또한 영동지방과 영서지방의 강수 차이 이외에 지역 II-V는 전반적으로 비슷한 경향을 나타내었다. Fig. 8을 살펴 보면 영서지방에서는 북한강 지역중 북부 중앙 부분이 강수

가 다소 작게 발생하였으나 전반적으로 비슷하게 나타났다. 영동지방에서는 간성 및 속초, 주문진 및 강릉 등 해안과 가까운 지역에서 강수가 많이 나타났다.

6.5 연강수량의 특성

강원도의 연평균 강수특성을 분석하여 Table 6 및 Fig. 9에 나타내었다. 강원도 전체적으로 평균강수량이 1423.23 mm로 우리나라 평균강수량 1283 mm (한국수자원학회, 2009)

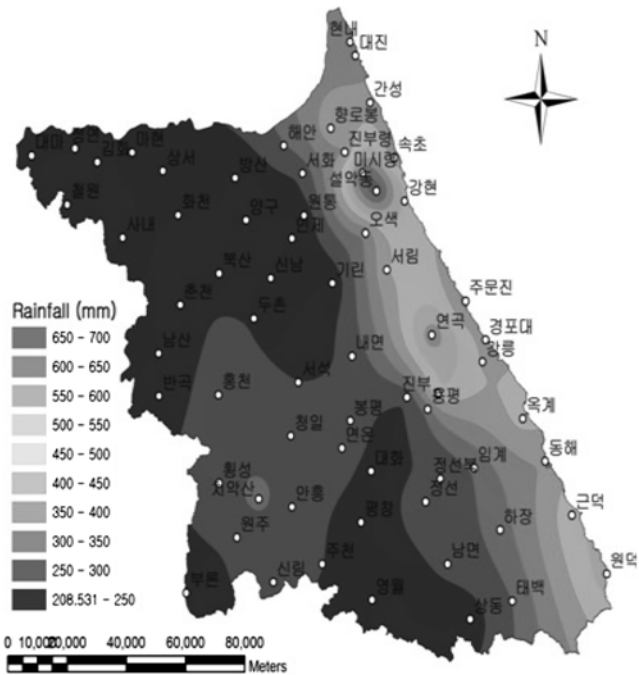


Fig. 7. The spatial distribution of precipitation during autumn in Gangwon-do.

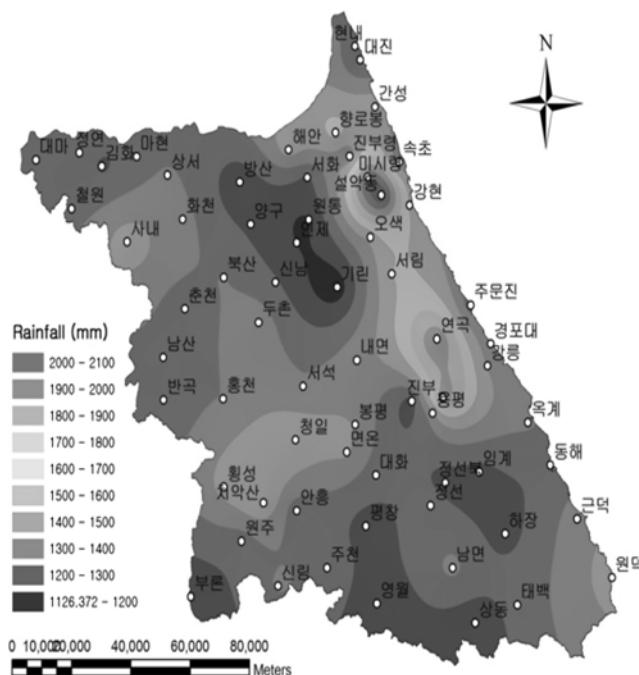


Fig. 9. The spatial distribution of annual average precipitation in Gangwon-do.

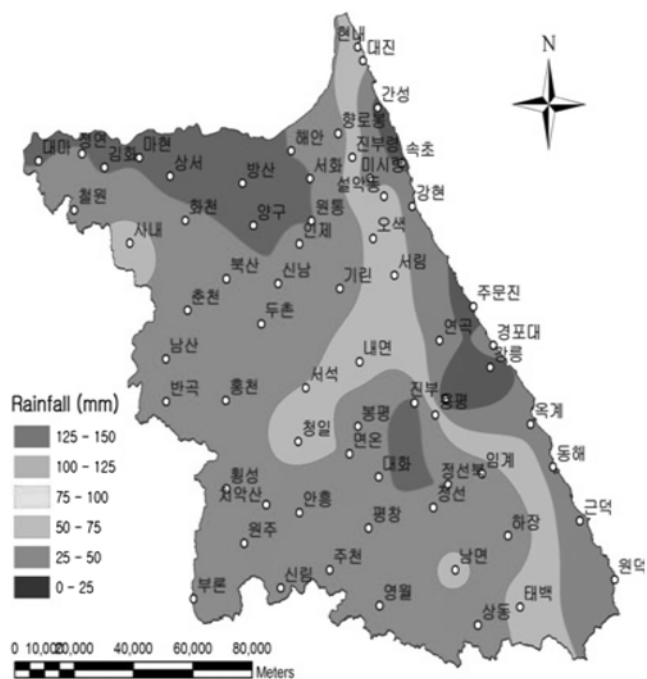


Fig. 8. The spatial distribution of precipitation during winter in Gangwon-do.

보다 약 140 mm 많은 연강수량을 보였다. 이는 강원도 지역의 대부분이 산악지형이고 해안에 접하여 있는 면적이 크기

때문인 것으로 판단된다. 영동지방이 영서지방에 비하여 평균 강수량이 141.27 mm 크게 나타났다. 이는 영동지방이 해안성 기후의 영향을 받아 가을 및 겨울철에 영서지방보다 많은 강수를 나타내었기 때문이다. 영서지방에서는 지역 III이 유일하게 연평균 강수량이 1400 mm 를 넘는 것으로 나타났으나 최대 연강수량은 지역 IV 및 V에서 발생하였다. 이는 지역 IV 및 V가 평균강수량은 지역 III보다 작으나 태백산맥에 근접한 관측지점이 있어 산악기후의 영향을 받은 것으로 판단된다. Fig. 9를 살펴보면 연평균 강수량 1300 mm 이하인 지역은 전체 강원도 지역의 16.49 %로 대부분의 지역은 우리나라 연평균 강수량보다 많은 강수가 발생하고 있음을 알 수 있다. 연평균 강수량 1300-1600 mm 지역이 76.66%로 강원도 지역 대부분을 차지하나 연평균 강수량이 1600 mm 를 넘는 지역도 6.84%에 달하는 것으로 나타났다. 특히 용평 및 대관령 지역 및 향로봉, 미시령, 설악동 및 오색 지역의 강수량이 크게 나타났다. 임계 및 하장 부분의 강수는 전반적으로 낮게 발생하였는데 이는 Fig. 2에서와 같이 태백산맥이 그 지역에서 영동지방과 영서지방을 확실히 나눌 정도 높지 않기 때문에 영동지방과 영서지방간의 기후소통이 원활하게 이루어지기 때문인 것으로 판단된다. 또한 서화, 원통, 인제, 기린, 내면, 진부령, 미시령, 오색, 서림, 연곡 및 대관

Table 6. The summary of annual average precipitation in Gangwon-do

Divison		Gang won	Young dong	Yong seo	Region				
					I	II	III	IV	V
Annual Average	Min	1125.10	1278.37	1125.10	1278.37	1279.79	1225.21	1227.32	1125.10
	Mean	1423.23	1528.11	1386.84	1528.11	1390.30	1413.49	1372.31	1379.76
	Max	2099.46	2099.46	2018.32	2099.46	1562.87	1603.50	1860.47	2018.32
	S.D.	183.41	209.88	160.06	209.88	80.62	115.21	162.57	230.34

Table 7. The summary of multiple linear regression

Parameter	Region					
	ALL	I	II	III	IV	V
Const.	11270.4621	4057.3891	2983.5000	54331.8532	-3855.2123	18892.3890
TM_x	-0.0158	-0.0037	-	-0.0742	0.0062	-0.0308
TM_y	-0.0089	-0.0024	-0.0036	-0.0520	0.0049	-0.0141
Z	0.3918	-0.0927	0.7911	-0.0082	1.3061	1.5252
D1	0.0010	-0.0070	-0.0025	0.0158	0.0214	0.0299
D2	-0.0177	0.0103	0.0031	-0.1102	-0.0042	-0.0540
Zone	278.0799	-	-	-	-	-
R-Square	0.3038	0.3645	0.3794	0.2948	0.5753	0.8318

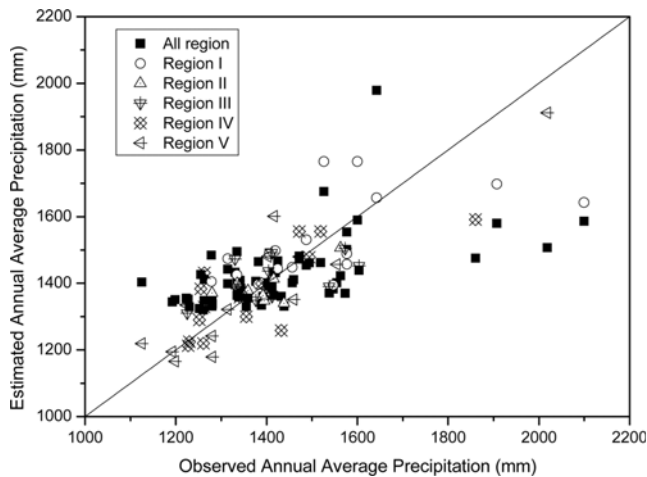


Fig. 10. Using annual average precipitation, observed versus estimated precipitation were generated from multiple linear regression

령 등지에서는 국부적으로 고도에 따른 산악형 강수특성이 나타나는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 강원도의 지형적 특성 등을 고려할 수 있는 다중회귀모형을 제시하였다. 다중회귀모형은 윤혜선 등(2009)에서 사용된 위도(TM_x), 경도(TM_y) 및 고도(Z) 이외에 태백산맥 정상으로부터의 최소 거리(D1) 및 동해안으로부터의 최소 거리(D2)를 추가적으로 고려하였다. 또한 강원도 전체 지역에 대한 분석시에는 영동지방에 가중치를 줄 수 있는 인자(Zone)를 추가적으로 고려하였다. 다중회귀분석 결과를 Table 7 및 Fig. 10에 나타내었다. 제시된 다중회귀모형은 윤혜선 등(2009)의 결과와는 달리 지역 V를 제외한 대부분의 지역에서 결정계수가 낮게 나타났다. 또한 연평균 강수량이 커질수록 과소추정하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 한라산만이 중앙에 위치한 제주도와 달리 강원도 지역은 산맥이 복잡하게 형성되어 있고 내륙 및 해안성 기후 등이 동시에 존재하기 때문인 것으로 판단된다.

7. 결 론

본 연구에서는 복잡한 지형과 다양한 기후에 영향을 받는

강원도 지역의 강수지역을 구분하였다. 강수지역구분은 통계적 방법인 비계층적 군집 기법인 K-means 방법을 이용하여 강원도를 5개 지역(영동지방 1개 지역 및 영서지방 4개 지역)으로 구분하였다. 또한, 구분된 강수지역에 대하여 공간분석 등을 통하여 계절별 및 연평균 강수량의 특성을 분석하였다.

이를 위하여 강원도의 기상관측소 66개소(기상관서: 11개소, AWS: 55개소)의 자료를 이용하였으며 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 관측소의 지리적 특성, 월별, 계절별 및 연평균 강수 특성을 이용하여 군집분석한 결과 강원도를 5개의 강수 지역으로 구분하였다. 강수지역은 영동지방(지역 I), 북한강 유역(지역 II 및 V), 남한강 유역(지역 IV), 북한강 및 남한강 일부 지역(지역 III)으로 구분되었다.
- 2) 봄에는 영동지방에서 최대 강수량이 발생하였지만, 전반적으로 평균 강수량은 강원도 지역 전체에 골고루 발생하였다. 여름에는 영서지방이 영동지방보다 약 100 mm 많은 평균 강수량을 나타내었다. 가을과 겨울에는 해안성 기후의 영향을 받는 영동지방이 영서지방보다 월등히 많은 평균 강수량을 나타내었다.
- 3) 강원도 지역 대부분이 우리나라 연평균 강수량보다 많은 강수량이 발생되었으며 특히 산악지역인 미시령 및 대관령 일원에서 연평균 강수량이 높게 나타났다. 이는 국부적인 산악형 강수 특성이 발생하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 영동지방이 영서지방보다 연평균 강수량이 약 80 mm 크게 나타났으나, 이는 가을 및 겨울에 발생한 강수의 영향이 크기 때문이다. 따라서 여름철에는 영동지방 보다 영서 지방의 산악지형에 높은 홍수유출이 발생할 것으로 판단된다. 다만 영동지방(지역I)의 일부 지역(설악동 일원)에서는 매우 높은 강수가 나타나므로 홍수피해가 많이 발생 할 것으로 판단된다.
- 4) 강원도 일부 지역 (미시령 및 대관령 일원)에서는 산악형 강수형태가 발생하나 전반적인 현상은 아닌 것으로 판단되었다. 또한 일반적으로 알려진 바와 같이 영동지방의 연평균 강수가 영서지방보다 많은 것으로 나타났으나 이러한 현상은 영동지방의 중부 및 북부 지역에 국한된 것임을 알 수 있었다.

참고문헌

- 강원도청 (2009) 자연환경, <http://www.provin.gangwon.kr>, 2009년 9월 접속.
- 고정웅, 백희정, 권원태 (2005) 한반도 우기의 강수 특성과 지역 구분. **한국기상학회지**, 제41권, 제1호, pp. 101-114.
- 고정웅, 백희정, 권원태, 박종열 (2006) 한반도의 기온 분포 특성과 지역구분. **기후연구**, 제1권, 제1호, pp. 3-14.
- 문영수 (1990) 클러스터 분석에 의한 한국의 강수지역 구분. **한국기상학회지**, 제26권, 제4호, pp. 203-215.
- 박상우, 전병호, 장석환 (2003) 다변량 분석기법에 의한 지점강수의 권역화 연구. **한국수자원학회논문집**, 제36권, 제5호, pp. 879-892.
- 박정규, 이승만 (1993) 연 강수량에 의한 남한의 강수지역 구분. **한국기상학회지**, 제29권, 제2호, pp. 117-126.
- 박창용, 최영은, 문자연, 윤원태 (2009) 기온과 강수특성을 고려한 남한의 기후지역구분. **대한지리학회지**, 제44권, 제1호, pp. 1-16.
- 박현욱 (1986) 남한의 강수량 연 변화 유형과 강수지역. **지리학**, 제33권, pp. 26-36.
- 박현욱 (1991) 한국의 1월 강수량의 기후구분해석. **지리학**, 제26권, 제1호, pp. 30-45.
- 박현욱, 문병채 (1998) GIS를 이용한 한국의 기후 지역구분. **대한지리학회지**, 제33권, 제1호, pp. 17-40.
- 심우배 (2005) 기상이변에 따른 자연재해와 도시방재. **국토**, 제281호, pp. 39-49.
- 엄명진, 조원철, 임해욱 (2007) 지속시간 및 표고에 따른 강수량 보정에 관한 연구. **한국수자원학회논문집**, 제40권, 제7호, pp. 511-521.
- 유철상, 전경수, 김기욱 (2004) 한강유역 강수의 산지효과 추정 -I. 회귀분석 -. **대한토목학회논문집**, 제24권, 제1B호, pp. 33-39.
- 윤혜선, 엄명진, 조원철, 허준행 (2009) 지역빈도해석 및 다중회귀분석을 이용한 산악형 강수해석. **한국수자원학회논문집**, 제42권, 제6호, pp. 465-480.
- 이승호, 이경미 (2008) 강원도 산지지역의 자연재해 분포 특성. **대한지리학회지**, 제43권, 제6호, pp. 843-857.
- 이승호, 허인혜, 이경미, 권원태 (2005) 우리나라 상세기후지역의 구분. **한국기상학회지**, 제41권, 제6호, pp. 983-995.
- 최종근 (2002) **공간정보 모델링: 크리깅과 최적화 기법**. 구미서관.
- 한국수자원학회 (2009) 우리나라의 수자원. <http://www.kwra.or.kr>, 2009년 9월 접속.
- 허만형 (2001) **통계분석론 : SPSS 10.0 for Windows**. 법문사.
- 허인혜 (2006) 한국의 지역별 이상기온의 분포 특성과 그 지역구분. **한국지역지리학회지**, 제12권, 제4호, pp. 461-474.
- Coronato, F. and Bisigato, A. (1998) A temperature pattern classification in Patagonia, *International Journal of Climatology*, Vol 18, No. 7, pp. 765-773.
- Journel, A.G. and Huijbregts, Ch.. J. (1991) *Mining Geostatistics*. Academic Press, London, UK.
- Kelkar, M. (1990) *Applied Geostatistics for Reservoir Characterization*. the University of Tulsa Press, Tulsa, OK.
- Naoum, S. and Tsanis, I.K. (2004) A multiple linear regression GIS module using spatial variables to model orographic rainfall. *Journal of hydroinformatics*, Vol. 6, No. 1, pp. 39-56.
- Schermerhorn, V.P. (1967) Relations between topography and annual precipitation in western Oregon and Washington. *Water Resour. Res.*, Vol. 3, pp. 707-711.
- Spreen, W.C. (1947) A determination of the effect of topography upon precipitation. *Trans. Amer. Geophys. Union*, Vol. 28, pp. 285-290.

© 논문접수일 : 09년 10월 06일
 © 심사의뢰일 : 09년 10월 06일
 © 심사완료일 : 09년 10월 15일