Jour. Korean Earth Science Society, v. 26, no. 5, p. 417–428, June 2005

한국의 하계 강수량의 순변화 유형과 강수지역

박현욱[1]* · 류찬수[2]

[1]전남대학교 지리학과, 500-757, 광주광역시 북구 용봉동 300
[2]조선대학교 지구과학과, 501-759, 광주광역시 동구 서석동 375

The Variation Patterns over a Period of 10 Days and Precipitation Regions of Summer Precipitation in Korea

Hyun-Wook Park[1]* and Chan-Su Ryu[2]

[1]Department of Geography, Chonnam National University, 500-757, Korea
[2]Department of Earth Science education, Chosun University, 501-759, Korea

Abstract: The seasonal variation and frequency of precipitation phenomenon of the Korean Peninsula in summer show strong local weather phenomena because of its topographical and geographical factors in the northeastern area of Asia. The characteristics of the prevailing weather patterns in summer precipitation in Korea have great influences on thevariation patterns and the appearances over a ten-day period during the summer precipitation. The purpose of this paper is to induce variationpatterns over a period 10 days during the summer precipitation, clarify the variations of their space scales, and study the subdivision of precipitation regions inKorea according to the combinations ofprecipitation amounts and variation pattern during the period, using the mean values during the years 1991-2003 at 78 stations inKorea. The classified precipitation of a period of 10 days of summer precipitation, and the principal component vector and the amplitude coefficient by the principal component analysis were used for this study. The characteristics of variation pattern over the ten-day period can be chiefly divided into two categories and the accumulated contributory rate of these is 64.3 %. The variation patterns of summer precipitation during period of 10 days in Korea are classified into 9 types from A to K. In addition, regional divisions of summer precipitation in Korea can be classified into 17 types.

Key words: summer precipitation, the variation patterns over a period of 10 days, principal component analysis, amplitude coefficient (Rs), precipitation region

요 약: 아시아의 동안에 위치한 한반도는 수리적, 지리적 요인에 의해 지역에 따라 강수현상 및 탁월 일기의 다소와 그 계절변화가 크다. 이러한 탁월한 날씨의 특징은 한국의 하계의 강수출현율과 그 순변화에 잘 반영되고 있다. 본 논문은 한국의 78개 관측지점의 하계강수량(1991-2003)의 순별 평균값에 대해 주성분분석법을 응용하여 하계강수량의 순변화형을 추출하고, 그의 공간스케일과 강수량의 다소에 따라 강수지역구분을 한 것이다. 주성분 분석에 의해 추출된 주성분 벡터와 진폭계수(Rs)에 따라 하계 강수량 순변화의 전형적인 특징은 두 개의 순변화형으로 표현되며 그 누적기여율은 64.3%이다. 또한 한국의 하계 강수량의 순변화형은 A-K형까지 9개가 추출되었고, 강수지역은 17개형으로 분류되었다.

주요어: 하계강수량, 순변화 유형, 주성분 분석, 진폭계수(Rs), 강수지역

서 론

한반도는 중위도의 아시아 대륙 동안에 위치하여 있고 지형적으로 복잡하다. 더구나 한대 대륙기단인 cP기단과 열대해양기단인 mT기단과의 접촉대인 태평양 한대 전선대가 이동하는 위도 대에 위치하여 동안 기후와 계절풍 기후의 특색을 함께 지닌다. 또한 한반도의 대기 흐름은 복잡한 지형적 요인과 삼면이 바다로 둘러싸인 복잡한 주위 지형에 의해 큰 영향을 받아서 짧은 거리 내에서도 기후요소 값이 크게 변화한다. 특히 각종 기후인자의 영향을 예민하게 반영하고 있는 강수현상은 계절에 따라 다양하게 통과하는

*Corresponding author: entropyphw@joins.com
Tel: 011-9620-7366
Fax: 82-62-530-2689

강수시스템과 복잡한 지형적 요인에 의해 협소한 한반도 내에서도 국지성을 강하게 보인다. 따라서 한반도는 수리적, 지리적 요인에 의해 산악 및 해안 지역에 따라 강수현상 및 탁월 일기의 다소와 그 계절변화가 크고, 이러한 탁월한 날씨의 특징은 특히 하계의 강수출현율과 그 순 변화에 잘 반영되고 있다.

일반적으로 어느 지점의 강수의 특성은 총강수량, 강수량 연 변화, 강수일수, 강수강도, 강수형태 등이 주요 요소로 이용되고 있다. 이 중 총강수량과 강수량의 연 변화는 강수량의 다소와 계절적인 변화를 나타내는 것이므로 강수특성의 표현에는 가장 좋은 척도일 것이다. 그런데, 강수량의 공간적 분포나 시간적 변동은 복수 지점의 여러 기후요소와 기후인자가 상호 관련하여 발생하며, 강수의 특정한 process가 시·공간상에 편중할 때 강수현상의 지역성은 나타난다. 이러한 강수현상의 지역적 및 기후적 특성은 하계 강수량과 그 순(旬)변화상에 잘 반영되어 있으므로, 이를 근거로 하는 강수지역 구분은 큰 의의가 있다. 특히 객관적인 작업에 의해 정량적, 체계적으로 상세한 하계의 강수지역구분을 행하는 것은 매우 의의가 있다고 생각한다. 이는 또한 각 지역의 기후적 특성을 아는데 필요하며, 강수량 현상의 발생기구를 규명하는데도 도움이 된다.

컴퓨터의 발달과 함께 여러 현상의 분류에 가장 넓게 이용되는 다변량 해석법은 서로 상관이 있는 다변량 자료가 갖는 특징을 요약하여 소기의 목적에 따라 종합하는 데 유용한 방법이다. 다변량 해석법의 구체적 수순 및 기후학에의 응용 예 등에 관하여는 일전에 보고된 바 있다(Lorentz, 1956; 菊地原 英和, 1981; Obled and Creutin, 1986; 문영수, 1988; 김일곤, 박현욱, 1996; 박현욱, 문병채, 1998; 박현욱, 류찬수, 2003). 특히 주성분분석은 다변량 자료가 갖는 정보를 될 수 있는 한 손실 없이 소수의 1차 결합된 변량으로 요약하는 분석법으로 등질지역과 기능지역의 양 개념에 기준하여 구분이 될 수 있다(奥野隆史, 1977).

주성분분석(PCA: Principal Component Analysis)은 하계강수량의 시간적인 분산을 고유벡터라고 부르는 직교(무상관한) 공간분포의 형태로 분리시킴으로서 자료의 시공간적 분포를 잘 연결시켜주므로(Gadgil and Joshi, 1983; Kang et al., 1987; Mallants and Feyen, 1990) 한국에서의 하계강수량의 순별변화에 관련된 주요한 공간형태를 객관적으로 규명할 수 있다.

또한 주성분분석에 의한 강수지역구분은 여러 기후요소를 변량으로 하는 경우에는 추출되어지는 주요 성분에 대하여 물리적으로 어느 정도 요인규명 및 기후학적 해명이 가능하며 강수현상의 종합적 표현을 객관적, 체계적으로 하므로 과학적으로 강한 설득력을 가질 수 있다.

본 연구에서는 각종 기후인자의 영향을 명확히 반영하여 한반도의 하계의 날씨 및 기후특성을 잘 나타내는 하계 순별 강수량의 다소와 하계 강수량 순변화에 대해, 하계 순강수량의 주성분벡터와 진폭계수(野本眞一 외, 1983; 박현욱, 1995)를 이용하여, 한국의 각 지역에서의 하계 강수량 순변화형의 수량적인 추출 및 공간 스케일의 변동을 알아보고, 각 지역의 하계순강수량의 다소와 순강수량의 순변화형에 따라 하계의 강수지역구분을 시도하고자 한다.

자료 및 분석방법

자료

본 연구에 이용한 자료는 한국의 78개 관측지점(기상대 40개 지점, 관측소 38개 지점)의 1991년부터 2003년까지 하계(6월1일~9월 30일까지로 정의함)의 순별 일강수량이며, 78개 지상관측지점은 지리좌표에 의해 그 위치를 알파벳 기호로 Fig. 5에 표시하였다.

분석방법

(1)하계강수량 순변화형의 추출

주성분 분석 기법을 이용하여 하계강수량의 순별 배분을 특징짓는 순변화 유형을 추출하였다. 주성분분석은 다수의 지점의 관측치가 상호관련을 가지면서 변동하고 있는 경우에 이들을 무상관한 변동성분으로 요약하는 것이기 때문에 지점간의 상관행렬에 기초하여 각 주성분치 및 계수가 산출된다. 이 경우 가장 큰 변동성분이 제1주성분으로 되며 다음에 잔여의 변동 중에서 최대의 것이 제2주성분 · · · 제 n주성분으로 구해진다.

하계강수량의 순변화의 특징은 매순 강수량의 상대적인 다소 즉 순별변화에 의해 표현된다. 여기서 기상대 및 관측소(이하 관측지점이라 한다)마다 다른 하계강수량 또는 순변화 진폭의 차이를 제거하기 위해 다음 순서에 따라 하계순강수량의 표준화를 행했다.

임의의 관측지점에 있어서 순강수량을 R(i,j)이라고 표현하고[단 i(=1-12)는 순을 나타내며 j(=1-78)는 관

측시심임], 강수량의 하계평균(RM)및 순변화의 진폭(RV)을 각각

$$RM(j) = 1/12 R \sum_{i=1}^{12} R(i,j) \quad (1)$$

$$RV(j) = \sqrt{1/12 \sum_{i=1}^{12} R [R(i,j)-RM(j)]^2} \quad (2)$$

라고 정의하고, 여기서 RM(j),RV(j)를 사용하여 순상수량 R(i,j)을 다음과 같이 표준화하였다.

$$r(i,j) = [R(i,j) - RM(j)]/RV(j) \quad (3)$$

즉, 이 표준화에 의해 관측시심에 따라 다른 순상수량과 순변화의 진폭의 제거되어 r(i,j)은 관측시심 j의 순변화의 특징만을 표현하게 된다. 다음에는 현재 78시심의 자료가 있기 때문에 78종류의 순변화형이 있게 되는데 이중에서 기본적인 순변화형을 주성분분석에 의해 구하면 r(i,j)에서 공분산행렬 C(l,m)이

$$C(l,m) = 1/12 \sum_{j=1}^{78} R\, r(l,j) \times r(m,j) \quad (4)$$

(단, l = 1 – 12, m = 1 – 12)

로 정의되고, 공분산행렬 C(l,m)에 대응하는 고유벡터와 고유치 12개가 얻어진다. 이 고유벡터 E1,E2,....,E12가 하계상수량의 순변화를 나타내는 지표가 되며, 고유치 크기가 클수록 탁월한 순변화를 나타낸다. 여기서 표준화양 r(i,j)은 관측시심마다의 상수량의 순변화가 전 관측시심의 평균 하계상수량의 순변화로부터 벗어나는 정도를 표현하는 것으로 이는 지역에 따른 순변화의 정도차를 나타내는 것이다. 이들 고유벡터를 사용하여 표현한다면

$$r(i,j) = Ci(j) \times Ei \quad (5)$$

이 된다. 여기서 Ci(j)는 각주성분의 진폭계수로서 이의 상대적인 크기에 의해 관측시심 j의 순변화형이 결정된다. 다음으로 r(i,j)에 대하여 어느 주성분이 가장 탁월한가를 알기 위한 지표로 각주성분의 진폭계수의 상대치 Rs를 다음과 같이 정할 수 있다.

$$Rs(i,j) = [Ci(j) \times |Ci(j)| / Ci^2(j)] \times 100\% \quad (6)$$

따라서 Rs(i,j)는 관측시심 j에 있어서의 순변화를 특징 짓는 양으로 사용할 수 있으며, Rs(i,j)가 클수록 j시심에서 제i주성분의 고유벡터로 표현된 순변화형이 탁월한 것이 된다.

강수지역구분법

하계의 강수지역 구분은 하계 순상수량의 분포 특성을 5가지로 분류(평균,최대,최소,여름 및 가을 상마기)하여 살핀 것과 주성분 분석법에 의해 추출된 하계 순상수량의 순변화형에 기초하여 행한다. 즉, 각 관측시심(78개)에 있어서 제1-12주성분 중 어느 주성분이 각각 얼마나 탁월한가를 알기 위한 지표로 각 주성분의 상대치인 진폭계수(Rs)를 구하고, 이를 바탕으로 제1위에 해당되는 주성분과 진폭계수 값을 선택하고, 그 크기와 부호(양,음)의 특성을 살펴 기호화하여 지도화 한다.

하계 강수량의 순변화 유형과 강수지역

하계 순별 강수량의 분포 특성

하계 강수량의 순상수량 분포는 사용한 자료 외에 기상월보 등을 참고로 하계 강수량을 6월 하순, 8월 하순, 순 최대, 순 최소 및 전체 순 평균 강수량으로 분류하여 각각 등상수량을 그렸다(Fig. 1).

한국의 전체적인 하계 순 상수량의 분포 특징은 8월 초순 >8월 하순 >6월 하순 > 7월 중순 순으로 많았고, 6월 초순 <9월 초순 <6월 중순 <9월 하순 순으로 적었다. 하계의 순 중 8월 초순의 평균강수량은 128.8 mm로 하계 순중 최대이며 6월 초순의 평균 강수량은 36.3 mm로 최소이다. 하계 전체 순 강수량 중에서 최대 제 1위, 2위 및 3위를 보인 지심은 동두천, 문산 및 서울지역으로 각각 368.3 mm, 246.7 mm와 220.5 mm를 보이고 있다. 최소 제 1위, 2위 및 3위를 보인 지심은 각각 백령도, 문산 및 상주지역으로 각각 3.5 mm, 4.8 mm와 5.5 mm를 보이고 있다. 하계 상마기의 지역적 상수 분포특징은 여름상마기(6월 하순 중심)와 가을상마기(8월 하순 중심)는 서로 반대의 경향을 보여 전자는 남해안 일대에서 가장 많고 경기 서북부와 영동 지역에서 가장 적으나 후자는 정반대이다. 영남내륙은 하계 상마기 내내 소우특성을 보인다.

하계 강수량의 순변화 유형

주성분 분석기법을 이용하여 하계 강수량의 순별 배분을 특징짓는 순변화 유형을 추출하였다. 한국의 78개 지심에서 표준화한 하계의 순상수량의 순변화에

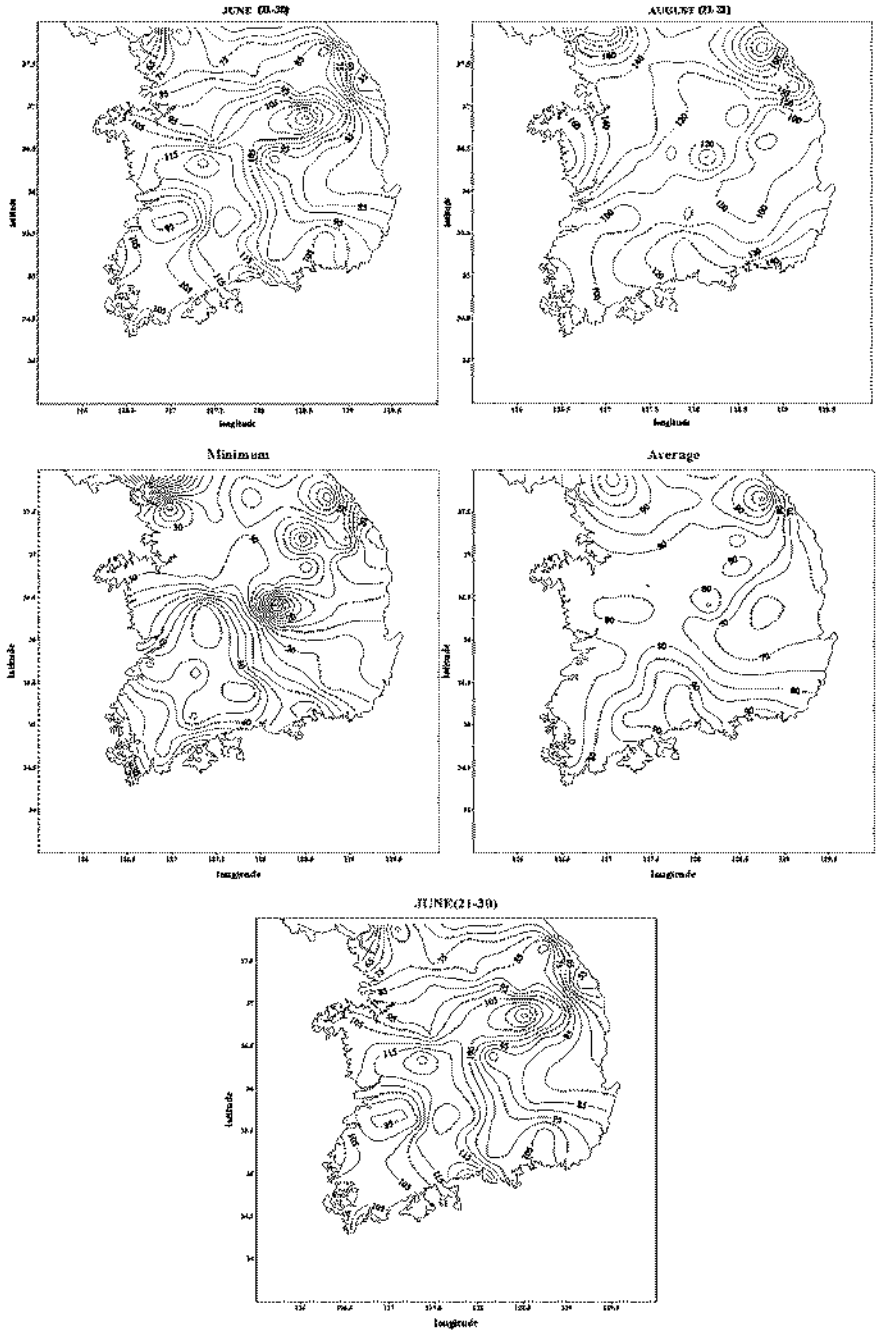

Fig. 1. The distribution over a period of 10 days of summer precipitation.

서 얻어진 평균 순변화를 표시한 것이 Fig. 2이다.

Fig. 2의 하계 순강수량의 순변화형에서 강수량은 평균적으로 6월 초순중순과 9월은 적고 6월 하순~8월 초순에는 많은 단순한 형이다. 이 중 6월 초순과 9월 초순에는 특히 강수량이 적고 8월 초순과 하순에는 많은데 전자는 각각 장마의 시작 전과 끝난 후의 시기에, 후자는 가을장마와 태풍의 시기에 잘 대응하고 있다. 각 관측지점에 있어서 주성분분석에 의해 얻어

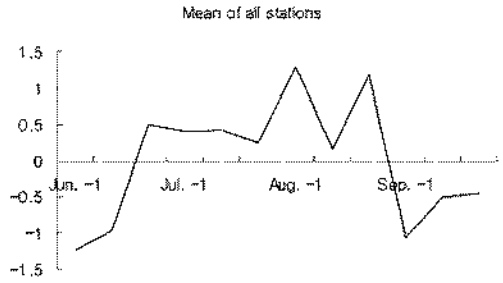

Fig. 2. The mean variation over a period of 10 days of summer precipitation.

진 순변화형과 기여율은 Fig. 3에 나타나 있다.

이는 한국의 전형적 하계강수량의 순변화형을 추출하여 표현한 것으로서 진폭계수를 양으로 한경우의 주된 특징은 다음과 같다.

제 1주성분에 의해 표현된 하계강수량의 순변화형은 전국평균 하계 강수량 순변화에 비교하여 9월 하순, 6월하순과 6월 초순을 제외한 하계순은 강수량이 보다 많고 특히 8월 초순, 7월하순 및 8월 하순에 특히 많은 형으로 그 크기는 진폭에 비례한다. 하계의 중간기에 강수량이 많다. 제 1주성분은 한국에서 가장 탁월한 순변화형을 나타내며 기여율은 44.7%이다.

제 2주성분이 나타내는 순변화의 특징은 8월 초순, 9월초순의 순강수량이 전국평균 순강수량보다 약간적은 것을 제외하면 하계의 대부분의 순은 전국 평균순강수량보다 많다. 특히 하계의 전반기가 후반기보다 많은 형으로 7월 초순, 중순, 8월 중순, 6월중순에 전국 평균 강수량보다 보다 많은 형이다. 두 번째로 탁월한 성분으로 기여율은 19.6%이다.

제 3주성분은 대체로 7월 초순~8월초순과 6월 중순에는 전국평균 순강수량보다 적고 8월 중순~9월 하순에는 많은 형이다. 하계의 전반기에는 전국 평균

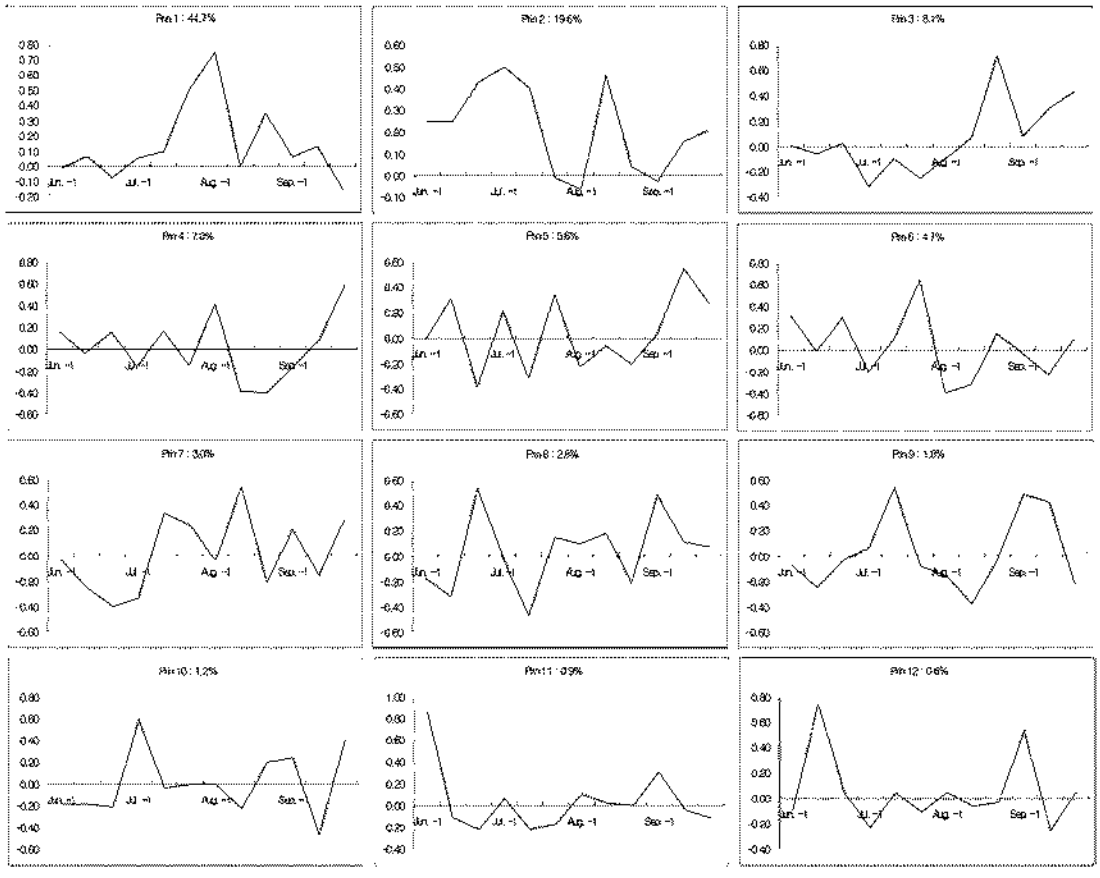

Fig. 3. The variation patterns of summer precipitation and the accumulated contributory rate during a period of 10 days by the PCA.

순 강수량보다 작고 후반기에는 많은 형이다. 제 3주성분의 기여율은 8.1%이다.

제 4주성분이 나타내는 순강수량 변화의 특징은 특히 9월 하순, 8월 초순에 전국 평균 순강수량보다 많으며 8월 중,하순에는 다소 적은 형이다. 그 기여율은 7.0%이다. 제 1-4주성분의 기여율을 합하면 79.4%이다.

한국의 하계강수량 순변화의 특징은 상위 4개의 성분이 나타내는 순변화형의 조합에 의해 대부분이 설명될 수 있다. 즉, 이 4개의 주성분이 전 정보의 79.4%를 설명한다고 할 수 있다. 그러나 상위 4개의 주성분이 나타내는 순변화형이 조합에 의해 설명되는 정보는 전 정보의 79.4%이므로 제 5주성분 이하의 기여도 다소 있으리라고 생각되나 제 5주성분 이하의 기여가 큰 탁월한 관측지점은 그다지 많이 나타나지 않는다.

하계 강수량의 순변화 유형의 공간분포

각 관측지점에 있어서 제 1-12주성분 중 어느 주성분이 얼마나 탁월한가를 알기 위한 지표로 각 주성분의 상대치인 진폭계수(Rs)를 구했다. 이 결과 얻은 하계강수량의 순변화형에 대한 제 1-12주성분의 기여율(Rs1-Rs12)의 분포는 Fig. 4에 나타냈다.

제 1주성분의 진폭계수가 양이며 제 1위인 지역(Rs 1)은 전체 관측지점 78개 지점중에서 동두천, 철원, 문산, 춘천, 서울, 수원, 강화, 양평, 이천, 홍천 등 10개 지점이 해당되며 주로 광주산맥을 중심으로 한 경기북부와 태백산맥 이서의 강원 서부 지역이 해당된다. 10개 지점 중에서 동두천이 12개 주성분의 진폭계수 중에서 제 1주성분의 진폭계수가 87.8%로 최고이다. 제 6 및 제 11주성분의 진폭계수(Rs 6와 Rs 11)가 각각 제 2와 제 3위이며 그 값은 각각 –3.3%와 –3.0%로서 극히 작다.

수원은 Rs1의 값이 38.2%로 10개 지점 중에서 가장 작으나 12개 주성분의 진폭계수 중에서 Rs 1의 값은 제일 크다.

제 1주성분의 진폭계수가 음이며, 제 1위인 지역인 Rs 1은 추풍령, 안동, 포항, 대구, 전주, 무안, 목포, 흑산도, 고산, 금산, 부안, 장흥, 해남, 의성, 구미, 영천 등 16개 지점이 해당되며 주로 소백산맥 이남의 영남내륙과 차령산맥이남 · 노령산맥 이북의 호남내륙 지방에서 나타난다.

목포 지방의 Rs 1의 진폭계수 값이 –64.0%로 최고이며, 포항은 그 값이 –25.1%로 16개 지점 중에서 최저이다.

대체적으로 보면 Rs 1의 값이 제 1위인 지역을 보면 차령산맥을 경계로 하여 그 이북에서는 Rs 1의 값이 모두 양의 값을 보이며 차령산맥 이남에서는 모두 음의 값을 보이는데, 이점은 특이하다.

이것들의 의미를 Rs 1의 값이 양으로 최고인 동두천과 음으로서 최고인 목포지역을 예로 들어 설명하면 다음과 같다. 동두천과 목포지역은 각각 Rs 1의 값이 87.8%와 –64.0%로서 제 1주성분 벡터가 표시하는 순변화형이 탁월하다. 동두천 지역은 Rs 1의 값이 양의 값이므로 8월 초순 · 하순 및 7월 하순에는 전국 순 평균보다 순 강수량이 상당히 많고 6월 초순 · 하순 및 9월 하순에는 꽤 작다(Fig. 3, Fig. 6 참조).

그러나 목포 지방은 Rs 1값이 음이므로 강수량 순변화에서 8월 초순 · 하순 및 7월 하순에는 전국 순 평균보다 순 강수량이 상당히 작고 6월 초순 · 하순에는 다소 많다. 즉, Rs 1 부호의 양(동두천)과 음(목포)은 하계 강수량 순변화가 서로 반대임을 의미한다.

제 2주성분의 진폭계수(Rs 2)가 제 1위인 지점은 마산, 완도, 진도, 서귀포, 진주, 남원, 상주, 춘천, 성산포, 거창, 산청, 거제, 남해 등 13개 지점이 해당된다. 주로 영 · 호남의 남부내륙, 남해안 및 제주도 등 남부 지방에서만 나타난다. 상수는 제 2주성분의 진폭계수가 양으로써 제 1위이며 그 값은 76.2%로 가장 크고, 완도는 그 값이 30.1%로 13개 지점 중에서 가장 작다. 이는 Fig. 4와 13에서 알 수 있듯이 6월 초순-7월 중순과 8월 중순에 순 강수량이 전국 평균보다 상당히 크게 나타남을 의미한다. 제 2주성분의 진폭계수(Rs 2)가 음으로써 제 1위인 지점은 속초, 백령도, 동해, 인천, 원주, 울릉도, 영월, 울진, 청주, 인제, 영덕 등 11개 지점이 해당된다. 주로 태백산맥을 중심으로 하여 그 이동인 동해안 지역과 그 이서인 영서지방이 해당된다. 백령도는 Rs 2의 값이 음으로써 제 1위인데, 그 값이 –82.5%로 최고이며, 인천은 그 값이 –29.2%로 11개 지점 중에서 가장 작다. 이는 6월 초순 · 중순과 8월 중순에 순강수량이 전국 평균보다 상당히 작게 나타남을 의미한다.

Fig. 4의 Rs 1과 Rs 2를 비교하여보면 Rs 1과 Rs 2의 분포패턴이 상보적으로 되어있다. 즉, 대체적으로 소백산맥 · 차령산맥을 경계로 그 이북에서는 Rs 1의 양의 값과 Rs 2의 음의 값이 제 1위인 지점이 나타나며 그 이남에서는 Rs 1의 음의 값과 Rs 2의 양의

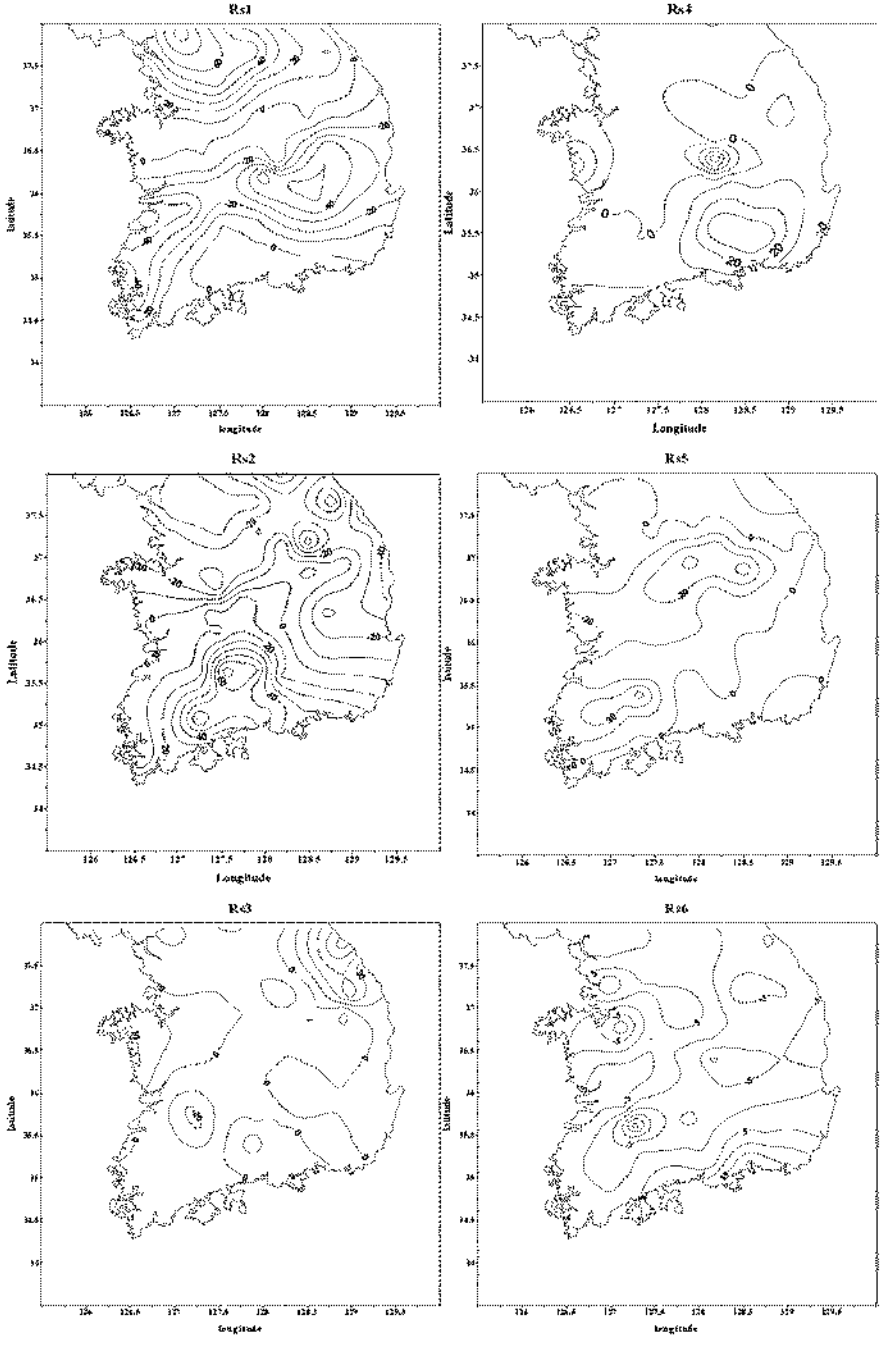

Fig. 4. The distribution of the first component proportion (Rs1-Rs12) about the variation patterns over a period of 10 days in summer precipitation.

값이 1위인 지점이 나타난다. 그러나 차령산맥 주변부의 충청도를 중심으로 한 중부지방, 강릉 및 동남해안 지방에서 Rs 1과 Rs 2의 값이 작다. 이 지역에서는 제 3주성분 이하의 기여율이 주요한 것을 알 수 있다. 실제로 차령산맥을 중심으로 한 충청도 지역에서는 제 8주성분의 진폭계수(Rs 8)가 제 1위로

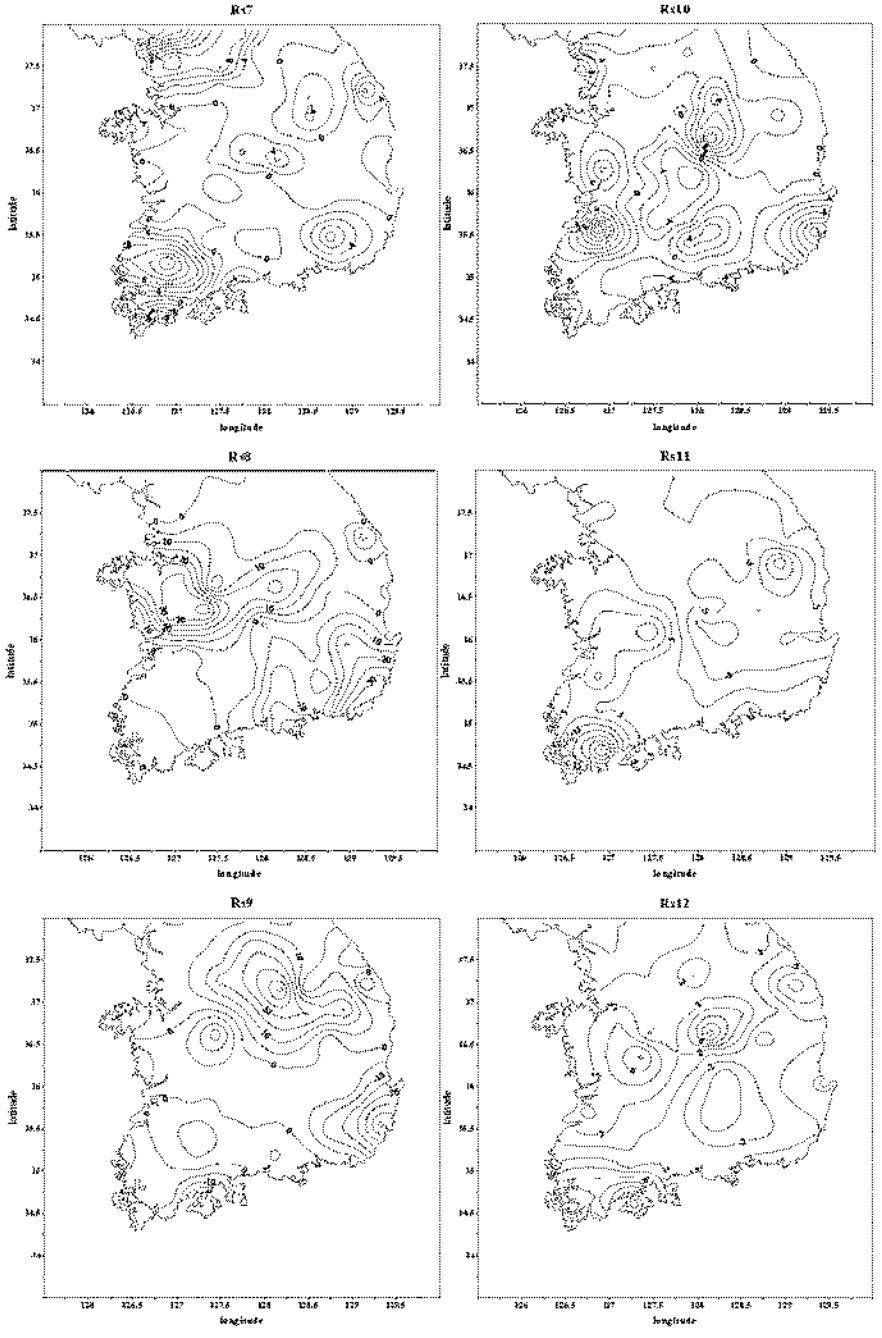

Fig. 4. Continued.

나타나며 강릉과 울산 등에서는 제 3주성분(Rs 3)과 제 9주성분(Rs 9)의 진폭계수가 제 1위로 나타난다.

제 3주성분의 진폭계수(Rs 3)가 양으로서 제 1위인 지점은 대관령, 강릉, 삼척, 태백 등 4개 지점이 해당된다. 주로 태백산맥 이동의 영동지방에서 나타난다. 강릉은 Rs 값이 양으로서 제 1위인데, 그 값이 57.0%로 최고이고 태백은 그 값이 25.3%로 가장 작다. 이는 하계의 전반기 순에는 전국 평균보다 습상

수량이 다소 적고, 8월 하순 이후의 하계 후반기에는 전국평균보다 상당히 많은데 이는 태풍의 통과에 따른 영향으로 생각된다. 남한의 전역에서 Rs 3의 값이 음으로서 제 1위인 지역은 보이지 않는다.

제 4주성분의 진폭계수(Rs 4)가 양으로서 제 1위인 지점은 함천과 밀양 등 두 지점이다. 함천과 밀양의 Rs 4의 값은 각각 40.6%와 37.2%이다. 이는 가을장마기라 할 수 있는 8월 중순~9월 초순에는 전국평균보다 순강수량이 상당히 적으나 9월 하순에는 순강수량이 전국평균보다 훨 많은 것을 의미한다. 제 4 주성분의 진폭계수가 음으로서 제 1위인 지점은 상주와 보령인데 각각 그 값은 –54.2%와 –37.1%이다.

제 5주성분의 진폭계수(Rs 5)가 양으로서 제 1위인 지점은 제주 지점만 해당되며 그 값은 75.1%이다. 이는 6월 하순 및 7월 중순에는 전국 평균보다 순강수량이 다소 적으나 9월 중순, 7월 하순에는 상당히 많은 편이다. 제 5주성분의 진폭계수 Rs 5가 음으로서 제 1위인 지점은 충주, 군산, 광주, 영주 등 4지점이다. 영주와 군산의 Rs 5의 값은 각각 –37.6%와 –28.2%로 각각 최고와 최저를 보인다.

제 6주성분의 진폭계수(Rs 6)가 양으로서 제 1위인 지점은 여수로써 그 값은 23.6%이며 음으로서 제 1위인 지점은 임실로써 –24.2%인데 그 값이 상대적으로 적은 편이다. 이는 다른 주성분의 기여율도 상당함을 의미하므로 이들 지점에서는 두드러진 하계의 강수량의 순변화형은 찾기 힘들다는 것을 의미한다. 실제로 여수지점에서는 제 3 및 제 7 주성분의 진폭계수가 각각 제 2위와 제 3위를 나타내는데 그 값은 –17.4%와 –16.0%이다.

제 8주성분의 진폭계수(Rs 8)과 양으로서 제 1위인 지점은 대전, 문경, 보은, 천안, 부여, 서산 등 6지점이다. 주로 차령산맥을 중심으로 한 충청도 지방에서 나타난다. 대전은 Rs 8의 값이 39.7%로 가장 크며, 문경은 6개 지점 중에서 그 값이 23.4%로 가장 작다. 이는 여름장마기인 6월 하순과 가을 장마기인 9월 초순에 전국평균보다 순 강수량이 상당히 많고 7월 중순과 6월 중순에는 전국평균보다 적은 것을 의미한다. 제 8주성분의 진폭계수가 음으로서 1위인 지점은 부산과 통영인데 그 값은 각각 –39.0%와 –37.9%이다.

제 9주성분의 진폭계수(Rs 9)가 양으로서 제 1위인 지점은 제천이 해당되며 그 값은 37.4%이다. 이는 7월 중순과 9월 초순 · 중순에는 하계 순강수량이 전국평균보다 순강수량이 상당히 많고 8월 중순과 6월 중순에 다소 적은 것을 의미한다. 제 9주성분의 진폭계수가 음으로서 제 1위인 지점은 울산과 고흥 지점이 해당되는데 그 값은 각각 –36.5%와 –32.3%이다.

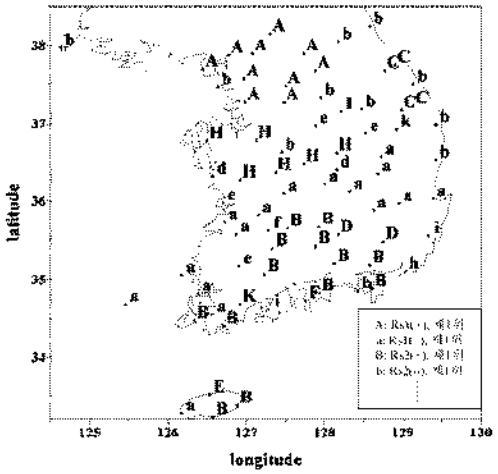

Fig. 5. The precipitation regions by distribution of the first Rs about the variation patterns over a period of 10 days summer precipitation.

제 11주성분의 진폭계수(Rs 11)가 양으로서 제 1위인 지점은 장흥이며 그 값은 42.1%이다. 이는 6월 초순에 전국 평균보다 순 강수량이 특히 많고 9월 중순에도 다소 많으나 나머지 순에는 전국평균과 그다지 차이가 크지는 않는다는 것을 의미한다. 제 11주성분의 진폭계수가 음으로서 제 1위인 지점은 봉화이며 그 값은 –24.7%이다.

우리나라 전체 78개 관측지점 중에서 제 7, 10 및 12 주성분의 진폭계수(Rs 7, Rs 10 및 Rs 12)가 제 1위인 지점은 나타나지 않는다.

순변화 유형에 의한 하계의 강수지역

하계의 강수지역 구분은 하계 순 강수량의 분포 특성을 5가지로 분류(평균, 최대, 최소, 가을장마기, 여름장마기)하여 살핀 것과 주성분 분석법에 의해 추출된 하계 강수량의 순 변화형에 기초하여 작성하여 행한다. 즉, 각 관측지점에 있어서 제 1~12주성분 중 어느 주성분이 얼마나 탁월한가를 알기 위한 지표로 각 주성분의 상대치인 진폭계수(Rs)를 구하고 이를 바탕으로 제 1위에 해당되는 주성분과 진폭계수값을 선택하고 그 크기와 부호(음,양)의 특성을 살펴 지도

Table 1. Precipitation regional division of the variation patterns over a period of 10 days in summer precipitation

전북계수	Rs 1 (+)	Rs 1 (-)	Rs 2 (+)	Rs 2 (-)	Rs 3 (+)	Rs 4 (+)	Rs 4 (-)	Rs 5 (+)	Rs 5 (-)	Rs 6 (+)	Rs 6 (-)	Rs 8 (+)	Rs 8 (-)	Rs 9 (+)	Rs 9 (-)	Rs11 (+)	Rs11 (-)
지점수	10	16	13	11	4	2	2	1	4	1	1	6	2	1	2	1	1
최고 (%)	동두천 (87.8)	목포 (64.0)	장수 (76.2)	백령도 (82.5)	강릉 (57.0)	합천	상주 (54.2)	제주 (75.1)	영주	여수	임실	대전	부산	제천	울산	장흥	봉화
최저	수원	포항	완도	인천	삼척	밀양	보령		군산			문경	통영		고흥		
기호	A	a	B	b	C	D	d	E	e	F	f	H	h	I	i	K	k
지점명	동두천 철원 문산 춘천 서울 수원 강화 양평 이천 홍천	추풍령 안동 포항 대구 전주 무안 목포 흑산도 고산 부안 정읍 해남 의성 구미 영천	바산 완도 진도 서귀포 진주 남원 장수 순천 성산포 거창 산청 거제 남해	속초 백령도 동해 인천 원주 울릉도 영월 울진 청주 인제 영덕	대관령 강릉 삼척 대백	합천 밀양	보령 상주	제주	충주 군산 광주 영주	여수	임실	보은 천안 부여 문경 서산 대전	부산 통영	제천	울산 고흥	장흥	봉화

화 한다. 그 결과를 Fig. 5에 나타냈다. 여기에서 각 지점의 알파벳 A(B,C,...,L)는 제 1주성분(제 2,3,...,12)의 진폭계수(Rs)값이 제 1위임을 의미하고 대문자인 경우에는 진폭계수 값이 양임을, 소문자의 경우에는 음임을 의미한다.

우리나라 전체 78개 관측지점 중에서 주성분 분석법에 의해 추출된 하계 강수량의 순변화형은 A~K (A, B, C, D, E, F, H, I, K)형까지 9개, 세분하면 17개(A, a, B, b, C, D, d, E, e, F, f, H, h, I, i, K, k) 형으로 분류된다(Table 1).

Table 1에서, 우리나라의 하계 순강수량지역은 A형에 10개 지역, a형에 16개 지역, B형에 13개 지역, b형에 11개 지역, C형에 4개 지역, D형에 2개 지역, d형에 2개 지역, E형에 1개 지역, e형에 4개 지역, F형에 1개 지역, f형에 1개 지역, H형에 6개 지역, h형에 2개 지역, I형에 1개 지역, I형에 2개 지역, K형에 1개 지역, k형에 1개 지역으로 분류된다. 그러나 제 3주성분(음), 제 7주성분(양,음), 제 10주성분(양,음) 및 제 12주성분(양,음)이 제 1위에 해당되는 즉, c형, G형, g형, J형, j형, L형, l형에 해당되는 강수지역은 나타나지 않는다.

Fig. 6은 이와 같은 구분에 의해 분류된 것중 하계

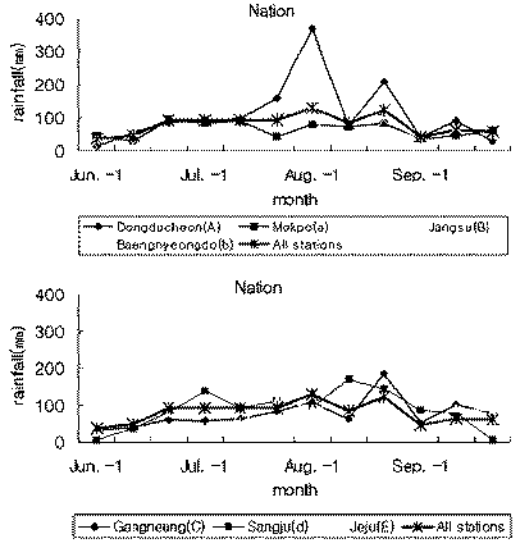

Fig. 6. The mean precipitation and the variation patterns over a period of 10 days of the real summer precipitation of nation wide and typical regional parts.

강수량의 순변화형에 대한 Rs 값이 50%이상을 보이는, 동두천을 비롯한 대표지점 7개를 선택해 실제의 하계 순 강수량의 순 변화를 나타낸 것이다. Fig. 6

을 보면 이것은 전상에서 설명한 주성분 분석법에 의해 추출된 하계 순 강수량의 순변화형과 각 시심의 진폭계수 Rs 값에 의한 강수지역 구분과 잘 일치함을 알 수 있다. 예를 들면 동두천(A)의 실제의 하계 강수량 순변화는 한국의 실제의 전국 평균 하계 강수량 순변화와 비교하여 보면 8월 초순·하순과 7월 하순에는 특히 많고 9월 하순은 적으나 나머지 하계의 순에는 전국평균과 거의 차이가 없다. 그러나 목포(a)는 정반대의 경향을 보이고 있다. 그런데 동두천(A)와 목포(a)는 제 1주성분의 Rs가 각각 87.8%와 -64.0%이고, 각각의 두 번째로 큰 주성분인 Rs 6과, Rs 5가 -3.3%와 -8.5%로 적다. 그러므로 Fig. 3의 주성분 분석법에 의해 추출된 하계 강수량의 순변화형에서 동두천(A)에 대응하는 것은 제 1주성분에 의한 하계강수량 순변화형이다. 이것을 보면 역시 8월 초순, 7월 하순, 8월 하순의 강수량이 전국 평균 강수량보다 특히 많고 9월 하순은 적다. 나머지 하계의 순에는 전국 평균과 거의 차이가 없음을 보여주는 것과 잘 일치하고 있다.

목포(a)의 경우는 제 1주성분의 부호가 음인 관계로 그 역으로 되어 있다. 따라서 각 강수지역 구분역의 실제 하계 강수량 순변화의 특징과 전상에서 행한 방법에 따른 강수지역 구분의 결과는 잘 일치한다고 할 수 있다.

종합된 하계강수량의 강수지역 구분은 Table 1에 나타나 있다.

대체적으로 소백산맥과 차령산맥을 경계로 하여 A형 강수지역은 이들 산맥의 이북 및 이서 지역에서, B형과 a형 강수지역은 이들 산맥의 이남에서 나타나고 있는데 주로 전자는 경기 서북부지역, 후자는 남부의 해안지역에서 주로 나타나고 있다. 소문자 a형 강수지역은 영호남의 내륙지역에서 주로 보이고, b형 강수지역은 태백산맥 이동의 동해안 지역에서 주로 나타나고 있다. H형 강수지역은 차령산맥을 중심으로 한 충청도 지역에서 주로 나타난다.

결 론

한국의 하계강수량의 순별강수량의 다소와 순변화는 전술한 바와 같이 지역성을 잘 반영하고 있다. 또한 하계강수량의 순변화를 주성분분석기법을 응용하여 객관적으로 표현한 결과 실제 강수량분포와 변화의 특성이 잘 나타나고 있다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1)하계의 순강수량분포는 8월 초순 >8월 하순 >6월 하순 순으로 많고 6월 초순 <9월 초순 <6월 중순 순으로 적다. 또한 하계의 한국의 지역적 강수분포 특성은 여름 및 가을 장마시에는 서로 반대의 경향을 보인다.

2)주성분분석법에 의해 추출된 하계강수량 순변화의 전형적인 특성은 2개의 순변화형으로 표현되며 각각 기여율은 44.7%와 19.6%이다.

3)제1주성분에 의한 하계강수량의 순변화는 하계의 중간기에 전국평균보다 강수량이 많은 형으로 특히 8월 초순,7월 하순 및 8월 하순에 많다.

4)제2주성분에 의한 하계강수량의 순변화는 전국평균보다 하계의 전반기에 강수량이 많은 형으로 특히 6월 초순-7월 중순 및 8월 중순에 많다.

5)제1, 2주성분의 기여가 제1위인 진폭계수 Rs1과 Rs2는 대체적으로 소백 및 차령산맥을 경계로 그 이북에서는 Rs1의 양의 값과 Rs2의 음의 값이 제1위인 시심이 나타나며, 그 이남에서는 Rs1의 값과 Rs2의 양의 값이 제1위인 시심이 나타난다.

6)한국전체 78개 관측시심중에서 제 7, 제 10 및 제 12주성분의 Rs가 제1위인 시심은 나타나지 않는다.

7)하계강수량의 주요 순변화형과 그의 Rs에 따라 구분된 하계의 대표적인 순강수지역은 동두천(Rs1,양), 목포(Rs1,음), 상주(Rs2,양), 백령도(Rs2,음), 강릉(Rs3,양), 상주(Rs4,음), 제주(Rs5,양)를 들 수 있다.

사 사

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단 지원(KRF-2004-043-B00033) 및 기상청에서 시행하는 기상지진개발사업의 하나인 국지기상예측기술개발 과제의 지원에 의하여 수행된 것입니다.

참고문헌

김원곤, 박현욱, 1996, 남부지방의 일기예보구역설정에 관한 연구, 대한지리학회지, 31 (3), 469-488.

문영수, 1988, 한국의 강수지역구분, 경북대학교 대학원, 박사학위논문.

박현욱, 1995, 남한의 일기엔트로피의 연변화 유형과 지역구분, 대한지리학회지, 30 (3), 207-229.

박현욱, 류찬수, 2003, 호남지방의 하계일기대분성 특성에 관한 연구-일기엔트로피 및 정보비를 중심으로-, Journal of the Korean Data Analysis Society, 2003, 5 (3), 479-

498.

박현욱, 문병채, 1998, GIS를 이용한 한국의 기후지역 구분, 대한지리학회지, 33 (1), 17-40.

菊地原 英和, 1981, 日本の 氣候區分と その技法,氣象研究ノート,143, 287-313.

野本眞一,千葉 弘,矢島榮三, 1983, 氣候要素の 地域區分への主成分分析法 應用, 天氣, 30, 385-392.

奥野隆史, 1977, 計量地理學の 基礎, 大明堂, 東京, 308-309.

Gadgil, S. and Joshi, N. V., 1983, Climate clusters of the Indian region, J. Climatol., 3, 47-63.

Kang, I. S., C. H. Ho, and S. S. Kim, 1987, Interannual and seasonal variations of summer precipitation simulated a GCM and the influence of tropical Pacific SST on its interannual variablity, J. Kor. Meteo. Soc., 23 (3), 12-24.

Lorentz, E. N., 1956, Empirical orthogonal function and statistical weather prediction, Scientific Report, No. 1, M.I.T., 49.

Mallants, D. and Feyen, J., 1990, Defining homogeneous precipitation regions by means of principal components analysis,J. Appl. Meteor., 29, 892-901.

Obled, C H. and Creutin, J. D., 1986, Some developments in the use of empirical orthogonal functions for mapping meteorological fields, J. Climate Appl. Meteor., 25, 1189-1204.

2005년 2월 24일 원고 접수
2005년 4월 18일 수정원고 접수
2005년 4월 21일 원고 채택