

한국의 춘계한발의 종관기후학적 특성*

양진석**

본 연구는 한국에 있어서 춘계한발시 기후요소의 분포특성과 지상기압장 및 500hPa등압면의 종관기후학적 특성을 평년과 비교분석한 연구이다. 춘계한발시 한국에 있어서의 일최저기온편차의 지역적 분포는 양의 편차역과 음의 편차역이 혼재하고 있으나 3월은 음의 편차역이 넓게 분포하여 한반도 주변에 서고동저형의 기압배치의 출현빈도가 높음을 반영하고 있다. 일최고기온은 양의 편차를 나타내어 강수일과 운량 및 습도가 감소하여 일사량이 많고 따라서 증발량이 증대됨을 나타낸다. 춘계 한발시 지상기압장의 기압편차가 3월은 한반도를 경계로 동쪽은 음의 편차 서쪽은 양의 편차를 나타내어 서고동저형의 기압배치의 출현빈도가 높고 5월은 한반도와 그 주변은 대상의 정편차역에 속하여 이동성 고기압의 출현빈도가 높음을 반영하고 있다. 500hPa등압면의 고도편차에서 3월은 지상기압장과 유사하게 한반도를 경계로 동쪽은 음의 편차 서쪽은 양의 편차역이 분포하며 4월은 3월과 유사하지만 음의 편차역이 서쪽으로 확장되어 있다. 5월은 한반도와 그 주변이 대상의 양의 편차역에 속하며 캄차카반도 주변 오호츠크 해상에 발달한 저지고기압(blocking high)이 지상 고기압의 동진을 지연시켜 이동성 고기압이 한반도주변에 장기간 정체됨을 나타낸다. 따라서 한발시에는 동서지수는 저지수를 나타내어 동서류가 약한 반면 한반도는 북태평양서안에 형성된 trough의 서쪽에 위치하여 건조한 북서기류의 유입이 빈번함을 나타내고 5월의 한발시에는 3·4월과는 다르게 동서지수가 고지수를 나타내어 건조한 동서류가 강할 때 한발이 출현하여 조춘의 한발시와 만춘의 한발시의 메카니즘이 상이함을 밝혔다.

主要語 : 지상기압장, 서고동저형, 이동성 고기압, 500hPa등압면, 동서지수

1. 서론

1) 연구목적

한반도는 중위도지대에 위치하여 4계절이 뚜렷하게 구별되는 온대성 기후의 특징을 나타낼뿐만 아니라 한대대륙기단과 열대해양기단의 접촉대인 태평양 한대전선대가 이동하는 유라시아동안에 위치하므로 강수량의 시간적·공간적 변동성이 크다. 특히 춘계는 동계에 연속된 건기로 강수량이 부족하여 농업용수와 공업용수 및 생활용수의 공급에

차질을 일으켜 사회적·경제적 타격이 극심한 시기가 많았다. 따라서 한국에 있어서의 한발현상은 기상기후학적 측면에서 뿐만아니라 사회 경제적 측면에서도 매우 중요한 관심사가 되고 있다.

한발에 관한 연구는 Thornthwaite(1948), Thornthwaite and Mather(1955)가 수분수지 개념에서 강수량, 최대가능증발산량, 적산수분소실량, 토양보유수분용량, 실제증발산량의 관계에서 산출한 수분수지 모델에 의한 각 지점의 년 및 월 별로 수분의 잉여와 부족을 평가한 이래 강수량의 경년변동, 강수량과 기온, 증발산량을 비교한 수분

* 이 연구는 1996년도 경북대학교 공모과제 연구비지원에 의하여 연구되었음.

** 경북대학교 지리교육과 교수

한국의 춘계한발의 종관기후학적 특성

수지의 측면에서 한발의 정의, 한발지수, 한발의 출현빈도의 지역적 분포와 주기성, 한발과 기후요소의 관련성등을 분석한 통계기후학적 연구가 선행되었다.

1960년대부터는 한발에 관한 연구들은 통계기후학적 연구와 병행해서 기후변동의 관점에서 대기순환을 분석하여 한발의 process를 구명하려는 방향으로 진행되고 있다. 특히 Namias(1966, 1983, 1991), Perry(1976), Green(1976), Ratcliffe(1977), Kanamitsu and Krishnamurti(1978)등은 지상 및 상층기압장을 분석하여 한발을 유발하는 과정을 연구함으로써 한발의 메카니즘을 밝히고자 하였다.

한발은 단일 원인에 의해 발생하는 현상이 아니라 상호 연관성이 있는 여러 가지 요인의 복합적인 작용으로 일어난다는 가정에서 Bhalme and Mooley(1980), Bhalme, et al.(1983)은 인도의 한발시, Tanaka and Nishizawa(1985)는 Brazil의 북동부 한발시 한발과 ENSO와의 관계를 구명하였다. 또한 Kelley and Wright(1978), Mo et al. (1991)등은 한발시 500hPa면 및 해수면온도의 anomaly와 대기의 상호작용을 구명하였다.

한국에 있어서의 한발에 관한 종관기후학적 연구는 1980년대부터 활발히 진행되고 있다. 그중 이병설(1983)의 초하의 한발시 500hPa면의 대기순환특성, 양진석(1987, 1996)의 하계 한발시 지상 및 500hPa면의 대기순환특성, Lee Dong-Kyou(1989), 전영신·박순웅(1990)의 다우 및 과우여름과 관련된 대기순환특성, 변희룡(1996)의 한반도에 가뭄을 초래하는 대기순환의 연구 등이 있으나 한국의 춘계(3·4·5월) 한발에 관한 통계기후학적·종관기후학적 분석을 통한 체계적 연구성과는 부족하다.

본 연구는 한국에 있어서 춘계한발시 한발과 기후요소와의 상관관계와 지상 및 상층기압장을 분석하여 춘계한발의 종관적 특성을 구명하고자 한다.

2) 연구방법과 자료

한발은 각종 산업용수 및 생활용수의 수요와 공

급에서 용수의 공급이 부족할 때 발생하므로 강수가 한발의 기본요소라 규정하고

① 강릉, 서울, 인천, 울릉도, 추풍령, 포항, 대구, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수, 제주등 14개 관측지점에 대해 1961~1990년까지의 춘계 각 월평균강수량에 대한 매년 춘계 3·4·5월 강수량의 백분율을 산출하여 월평균강수량의 60%이하가 되는 지점이 가장 많은 연을 월별로 각각 1개년을 선정하여 춘계의 대표적 한발년으로 규정하여 추출하였다.

② 추출된 춘계 월별 한발년에 대해 기온, 상대습도, 증발량, 운량 등의 평년차를 산출하여 편차도에 의해 한발과 기후요소의 상관성을 분석하였다.

③ 지상기압장의 기압배치형, 기압편차도를 작성하여 지상기압장의 특성을 분석하였다.

④ 한발시 상층등압면의 종관특성을 밝히기 위해 500hPa면 등고도, 등편차선도를 작성하여 평년과 비교분석하였다.

⑤ 한발시 500hPa면의 동서지수를 산출하여 평년치와 비교분석하였다.

본 연구에 이용된 자료는 중앙기상청 발행 기상월보, 기상연보 및 한국기후표와 일본기상청 발행 Daily Weather Map, Aerological Data, 季節豫報資料 및 氣候系監視報告 등이다.

2. 한발시 기후요소의 분포특성

1) 한발의 정의

한발의 정의는 강수량의 변동, 무강수일의 연속일수, 강수량과 기온 또는 증발산량과의 관계, 농업기상학적 측면에서 보유토양수분과 농작물과의 관계 등에 의해서 정의될 수 있으나 연구자 및 지역의 특성에 따라 다양하며 일반화된 정의가 설정되어 있지 않다. 이 중 강수량과 무강수 연속일수의 측면에서 한발의 정의를 요약하면 Table 1과 같다.

평균강수량에 대한 백분율을 기준한 한발의 정의에 대한 예를 보면 미국의 Bates(1935)는 연평균강수량의 75%이하, 월평균 강수량의 60%이하,

Table 1. Drought definitions based on rainfall.

연구자	한발의 정의	지역
Henry, A.J.(1906)	강수량이 평균의 30%이하가 21일 이상 일 때. 심한한발 : 강수량이 평균의 10%이하가 21일 이상일 때	U.S.A.
Cole, H.S.(1933)	무강수일이 15일 이상	U.S.A.
Bates, C.G.(1935)	연강수량이 평년치의 75%이하, 월강수량이 평년치의 60% 이하.	U.S.A.
British Rainfall Organization(1936)	절대한발(absolute drought) : 일강수량 0.25mm 이하의 무강수일이 15일 이상 연속 될 때 부분한발(Partial drought) : 일평균 강수량이 0.25mm를 초과하지 않는 기간이 21일 이상일 때 건조기간(dry spell) : 일강수량 1mm 이하의 무강수일이 15일 이상 연속될 때	Britain.
Hoyt, J.C.(1936)	강수량이 평년치의 85% 이하	U.S.A.
Baldin-Wiseman, W.R. (1941)	공학적한발 (Enginners' drought) : 평균강수량의 50%이하의 달이 3개월 이상 연속될 때	Australia.
Blumenstock, G.(1942)	48시간 동안의 강수량이 2.5mm 이하	U.S.A.
Condra, G.E.(1944)	3월부터 9월까지의 기간동안 24시간내 6.4mm 이하의 무강수일이 20일 혹은 30일 이상 연속될 때	U.S.A.
Tennessee Valley Authority(1941)	평균의 1/2이하의 강수량을 가지는 기간이 21일 이상일 때	U.S.A.
Ramdas, D.A.(1950)	일주일의 강수량이 평균의 1/2 이하, 강수량이 평균편차의 2배 이상 평균보다 적을 때	India.
Fitzpatrick, E.A.(1953)	48시간의 강수량이 6.4mm 이하일 때	Australia.
Gibbs, W.J. and Maher, J.V.(1967)	심한한발(severe drought) : 어떤 지점의 강수량이 10분위수중 최초 1분위수 범위 (first decile range)	Australia.
India Meteorological Department(1962)	연강수량이 평년치의 75% 이하, 심한한발 : 연강수량이 평년치의 50% 이하	India.
Chen Jiaqi and Shen Zhenrong(1980)	연강수량이 평년치의 75% 이하	China
Daigo(1945)	식물성장기간의 강수량이 평년치의 45% 이하	Japan
Terada(1949)	연강수량이 평년치의 70% 이하	Japan
Goda(1945)	하계강수량이 평년치의 70% 이하	Japan
Lee Soon-Tak(1971)	일강수량 5mm 이하의 무강수일이 9일 이상 연속될 때	Korea
Kim Kwang-Sik(1973)	일강수량 1.0mm 이하의 무강수일이 20일 이상 연속될 때	Korea
Lee Byung-Kon and Kim Il-Kon(1970)	일 강수량 5mm 이하의 무강수일이 10일 이상 연속될 때	Korea
Yang Jin-Suk (1987, 1996)	하계에 일 강수량 1.0mm 미만의 무강수일이 10일 이상 연속될 때, 하계에 월평균 강수량이 평년치의 60%이하	Korea
Byun Hi-Ryong Han Young-Ho(1994)	일강수량 2mm 미만의 무강수일이 14일 이상 연속될 때	Korea
Meteorological Research Institute	연강수량이 평년치의 75% 이하 심한한발 : 연강수량이 평년치의 50% 이하	Korea

sources : after Hounam et al. (1975) and Yang Jin-Suk (1987, 1996).

다. 따라서 월평균강수량의 60%미만인 지역을 한발지역으로 규정하였다.

먼저 춘계 월별 강수량등에 의해 한발년의 분포를 살펴보기 위하여 춘계 월평균 강수량(1961~1990)에 대한 매년의 강수량의 백분율을 산출하여 4계급으로 구분한 한발년의 지역적 분포를 <Fig. 1>과 같이 나타내었다. 이 중 가장 한발이 심했던 년은 3월의 경우 1973년, 4, 5월은 1978년을 추출할 수 있다. 이 3개년은 대부분의 지점이 월평균강수량의 40%미만으로 전국에 걸쳐 춘계한발이 심한 해로 기록되고 있다.

본 논문에서는 이 3개월을 춘계의 대표적 한발년으로 규정하고 이를 추출하여 평년과 비교하여 한발의 특성을 밝히고자 한다.

2) 기후요소의 분포특성

한발시 기후요소의 분포특성을 밝히기 위하여 앞에서 추출한 대표적 한발년인 1973년 3월, 1978년 4, 5월을 추출하여 월별로 일최저기온, 일최고기온, 상대습도, 운량, 증발량의 평년차를 구하여 지도화한 것이 <Fig. 2>이다.

(1) 기온

3월의 일최저기온의 편차는 추풍령(1.1℃) 중심의 내륙지역과 부산중심(0.1℃)의 남동의 일부지역을 제외하면 0.5℃내외로 작다. 4월의 일최저기온은 서울, 전주, 광주를 연결한 선을 중심으로 서부는 평균보다 0.2~0.4℃ 정도 작은 반면 동부는 크게 나타나고 있다. 5월의 일최저기온의 편차는 추풍령, 광주, 전주를 중심으로 내륙지역은 0.2℃ 내외로 작은 반면 그의 지역은 크다.

일최고 기온은 3, 4, 5월의 한발년이 평년의 일최고기온보다 높은 기온을 나타내고 있다. 그 차이는 3월은 0.2~0.8℃, 4월은 0.5~2.0℃, 5월은 1.5~3.0℃ 정도로 3월에서 5월에 이르기까지 커지고 있다.

이와 같이 기온편차의 분포패턴이 다르게 나타나는 것은 종관기상 상태의 차이에 기인한다. 3월 일최저기온의 음의 편차역이 넓은 것은 겨울형의 기압배치형의 출현과 관계되며 또한 한발시 청천

일의 빈도가 높아서 야간복사 냉각이 활발히 이루어진 결과라 생각된다. 4, 5월의 음의 편차역의 출현은 한발시 이동성고기압형의 기압배치가 한반도를 통과할시 야간의 복사냉각에 의한 저온현상의 결과라고 예상된다.

한발시 일최고기온이 정편차를 나타내는 것은 강수일 및 담천일의 빈도가 적어서 일사량의 증대에 기인된 것으로 예상된다.

(2) 상대습도와 운량

Fig. 2에서 상대습도의 평년차를 보면 3월은 2~8%, 4월은 2~10%, 5월은 6~14% 정도로 춘계 한발시에는 평년에 비해 습도가 낮다. 지역적인 분포를 보면 3월의 경우에는 인천주변의 서해안 및 대구중심의 내륙지역이 더욱 평년에 비하여 낮다. 4, 5월은 3월과 유사하게 대구중심의 내륙지역이 해안지방에 비하여 낮게 나타나서 해안과의 거리 및 지형적인 효과를 반영하고 있다.

한발시 운량의 평년차를 보면 3, 4, 5월 모두 평년에 비하여 운량이 적다. 3월은 0.4~1.0, 4월은 0.8~1.8, 5월은 0.6~2.0 정도 낮아서 한발시에는 운량의 감소와 더불어 일조시수가 증가됨을 알 수 있다.

(3) 증발량

한발시에는 증발량이 강수량을 초과할 뿐만 아니라 평년차에도 현격한 차이를 보이고 있다. 제주도, 울릉도등 도서지역을 제외하면 3월은 5~20mm, 4월은 10~35mm, 5월은 20~45mm 정도로 3월에서 5월에 이르기까지 증발량의 편차가 증대되고 있다. 한발시에는 강수일과 운량 및 습도의 감소로 일사량의 증가에 기인되어 증발량의 급격한 상승을 나타내고 있다.

지역적 분포는 매달 다소 차이가 있지만 전반적으로 운량 및 습도가 낮은 내륙지역이 해안지역에 비하여 평년차가 크게 나타난다.

이상에서와 같이 춘계 한발시 일최저 기온의 평년차는 대부분지역이 낮을 뿐만 아니라 지역으로도 양의 편차지역과 음의 편차지역이 불규칙적으로 분포하여 그 분포 특색이 명확하지 않다. 그러나 3월의 일최저기온은 내륙의 일부지역을 제외하면

한국의 춘계한발의 종관기후학적 특성

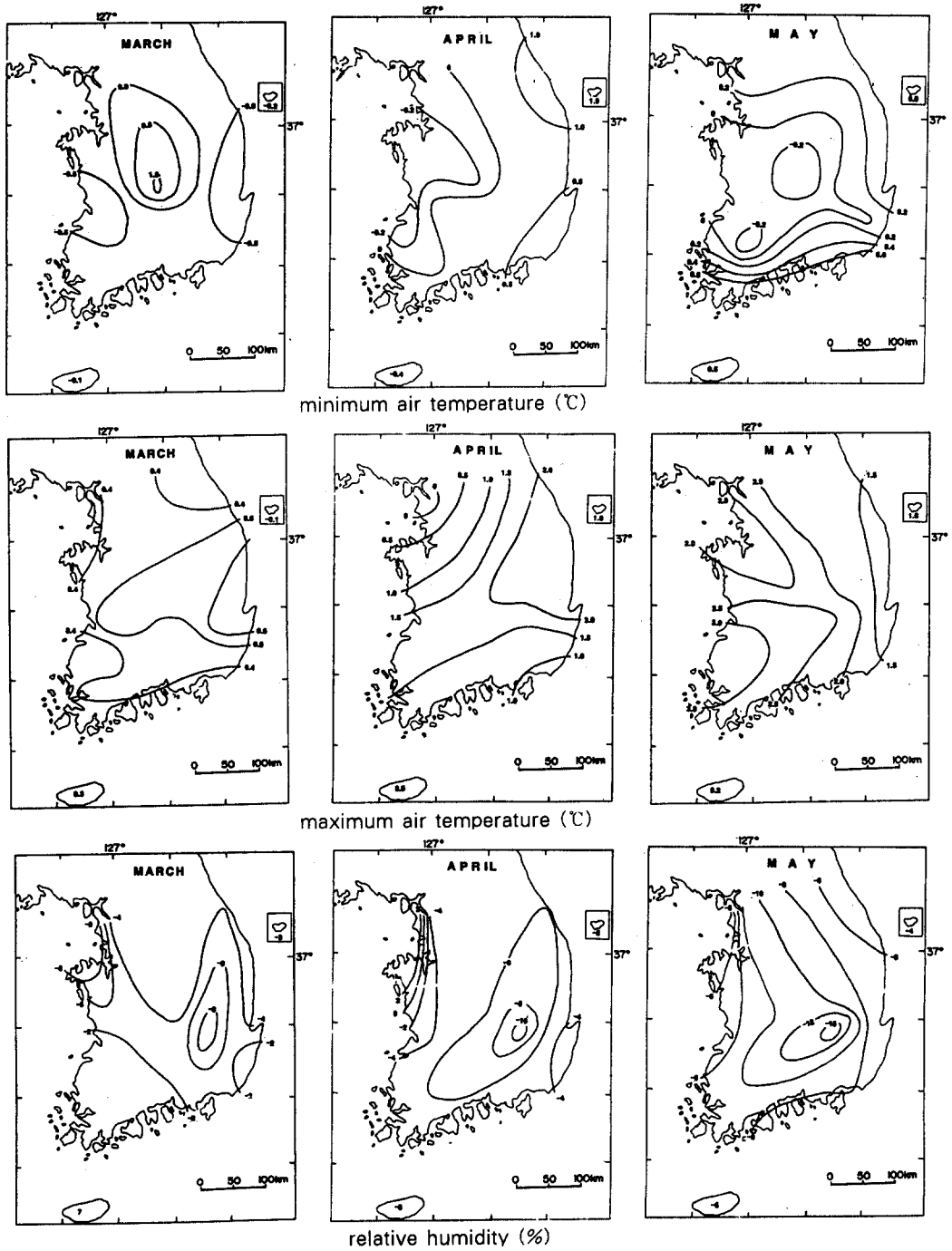


Fig. 2. Climatic element departures from the normal(1961~1990) for drought month in spring

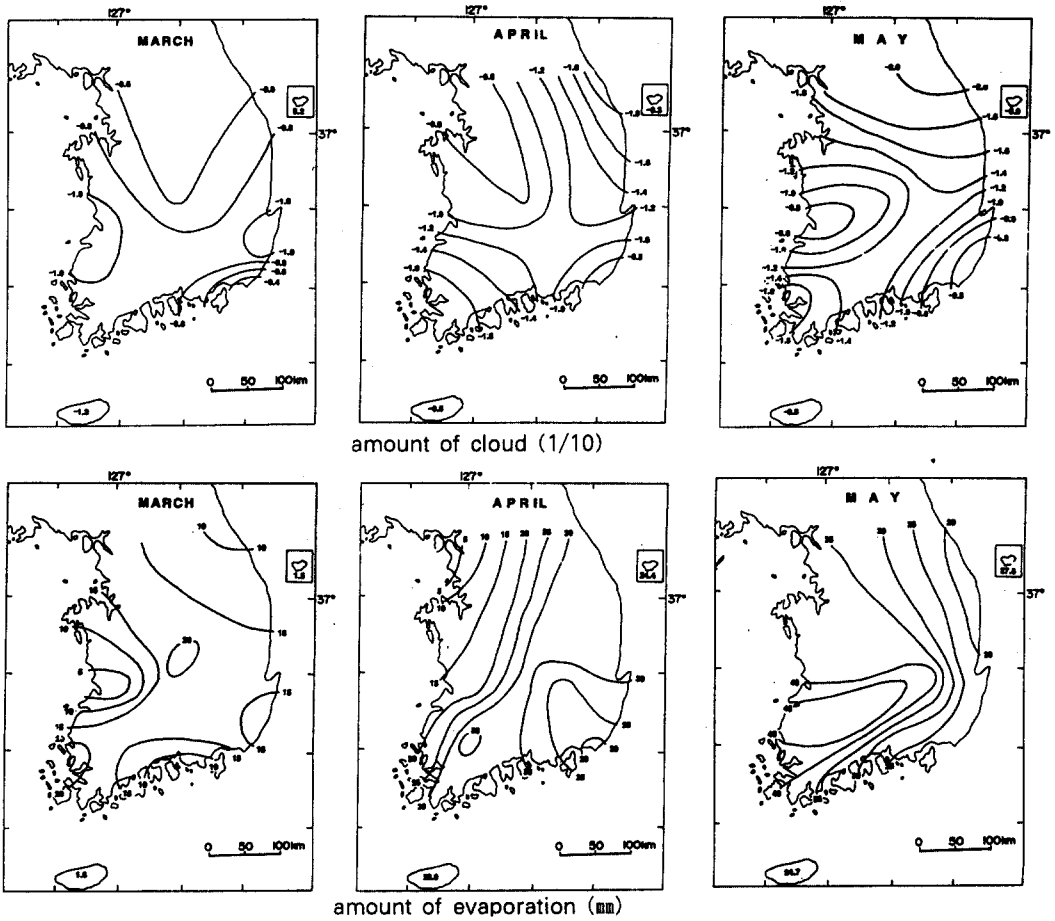


Fig 2. (continued)

음의 편차역이 넓어서 한발시 겨울형의 기압배치형의 출현빈도가 높고 운량 및 강수일의 감소로 야간 복사냉각이 활발히 이루어진 결과라고 예상된다.

한발시 일최고 기온은 3, 4, 5월 모두 양의 편차를 나타내어 강수일과 운량 및 습도가 감소하여 일사량이 많고 따라서 증발량이 증대됨을 나타낸다.

3. 지상기압장의 특성

1) 기압배치형

어떤 지역의 강수량, 기온, 바람등 기후요소의 변동은 중관장의 기압배치와 밀접한 관련을 가진다. 특히 비정상적인 천후의 출현은 그러한 천후를 초래하는 비정상적인 기압배치에 기인된다.

따라서 춘계 한발시 출현하는 기압배치의 특성을 밝히기 위하여 지상일기도(0900LST)의 기압배치를 다음과 같은 유형으로 구분하여 그의 빈도를 조사하였다.

A. 서고동저형 : 겨울형으로서 시베리아지역에 중심시도가 높은 고기압이 발달하고 그 동부의 북태평양 서안에 저기압이 발달한 경우

B. 이동성 고기압형 : 고기압이 분리 동진하여

Table 2. Occurrence frequency of pressure patterns for drought months(%)

Pressure Patterns \ Months	3(1973)	4(1978)	5(1978)
West-high east-low	22.6		
Migratory anticyclone	38.7	50.0	71.0
Extratropical cyclone and trough	35.5	33.3	22.6
Unclassified	3.2	16.7	6.4

한반도의 일기를 지배하는 경우

C. 저기압 및 기압곡형 : 온대에서 발달한 저기압 및 기압곡이 한반도를 통과하는 경우

D. 기타 : 상기 A, B, C의 구분에 속하지 않거나 2개 이상이 결합하여 구분이 곤란한 경우

이상과 같은 분류방법에 의하여 09시의 일기도 상에서 한발시 기압배치형의 출현빈도를 조사한 것은 <Table 2>와 같다.

3월의 한발시에는 이동성고기압형(38.7%)과 서고동저형(22.6%)의 출현빈도가 60%이상인 반면 강수현상이 나타날 수 있는 저기압 및 기압곡형의 출현빈도는 35%에 불과하다. 4, 5월은 이동성고기압의 출현빈도가 압도적으로 증가하고 상대적으로 저기압 및 기압곡형의 출현빈도가 낮다. 특히 5월은 이동성고기압의 출현빈도가 71%로써, 한발시 한반도 주변에 대상의 이동성고기압이 출현빈도가 높거나 이 고기압이 한반도 주변에 정체현상이 일어남을 시사해주고 있다.

이상에서와 같이 춘계한발시 3월은 이동성고기압형과 서고동저형의 기압배치의 출현빈도가 높고 4, 5월은 이동성고기압형의 출현빈도가 매우 높다.

2) 기압편차

Kelley and Wright(1978)는 1975~76년 유럽의 한발시 영국의 +5hPa편차를 중심으로 유럽의 한발권은 지상기압장이 양의 편차임을 밝혔으며, Bhalme and Mooley(1980)는 인도의 한발년은 북서 인도를 중심으로 인도 전역이 양의 편차임을 밝혔다. 양진석(1987)은 한국의 하계 한발시 한반도 주변이 6월은 음의 편차, 7, 8월은 양

의 편차임을 밝힌 바 있다.

한국의 춘계한발시 지상기압장의 기압분포의 특성을 고찰하기 위하여 북반구 50° E~130° W까지의 10° 간격의 격자점의 평년치에 대한 1973년 3월, 1978년 4·5월의 기압편차를 산출하여 기압편차도를 작성하면 <Fig. 3>과 같다.

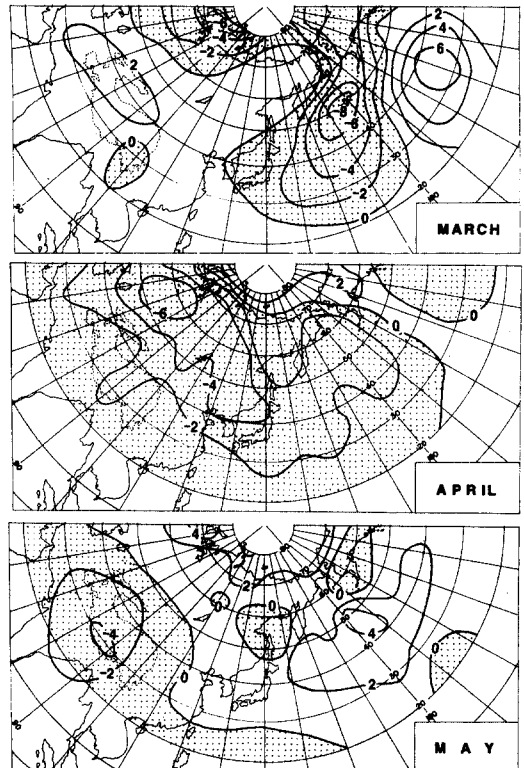


Fig. 3. Surface pressure anomalies (hPa) from the normal for drought month in spring

3월 한발시는 한반도를 경계로 그 동쪽 오호츠크해와 캄차카반도 남쪽의 북태평양 서안은 음의 편차, 한반도의 서쪽 중부시베리아와 티베트고원을 포함한 중부아시아 대부분 구역이 양의 편차를 이룬다. 이는 3월의 한발시 기압배치형에서 서고동저형의 기압배치형의 출현빈도가 높음을 반영해 주고 있다.

4월의 한발시에는 한반도와 그 주변은 티베트고원의 북부 유라시아 대륙의 중앙에서 북태평양 중부에 이르는 대상의 음의 편차역에 속하여 탁월한 기압배치형과의 관련이 잘 나타나지 않는다.

5월의 한발시에는 한반도와 그 주변은 시베리아 북부에서 북태평양 북부해역과 연결된 양의 편차역에 속하여 4월의 기압편차 분포와 대조를 이룬다. 이는 5월 한발시 이동성고기압의 통과빈도가 높음을 반영해 주고 있다.

4. 500hPa 등압면의 특성

1) 고도편차

앞에서 살펴본 바와 같이 춘계 한발시 지상기압 배치는 3월은 서고동저형 및 이동성고기압, 4·5월은 이동성고기압의 출현이 현저하였다. 특히 5월은 한반도를 중심으로 동서로 뻗은 대상고기압의 이동속도가 느리거나 장기간 정체할 때 한발이 나타난다고 생각된다. 따라서 편서풍대에 속하는 한반도에 있어서 고기압을 동쪽으로 밀어내는 대기순환이 급속히 이루어지지 않은 때로서, 이는 상층편서풍의 대기순환과 밀접한 관련이 있다. 한국의 춘계 한발시 상층대기순환의 특성을 밝히기 위하여 500hPa 등압면고도의 편차, 동서지수 등을 분석하고자 한다.

(Fig. 4)의 500hPa 고도 편차도는 1951~1980년 춘계 월별 평균고도와 한발이 나타난 1973년 3월, 1978년 4월, 5월 고도와의 편차를 나타낸 것이다. 3월의 한발시에는 한반도를 경계로 그 동부, 북태평양 서안에 현저한 음의 편차역을 형성하는 반면 북태평양 중앙부는 현저한 양의 편차를 이룬다. 한반도의 서부, 시베리아 및 아시아대륙의 동부는 양의 편차를 나타내고 있다. 특히

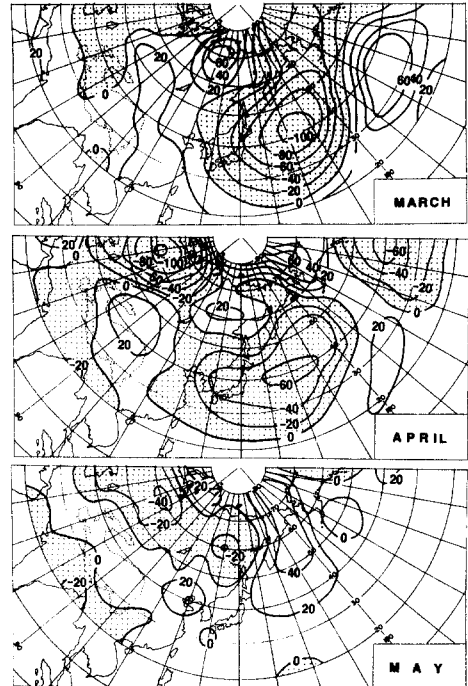


Fig. 4. 500hPa height anomalies (gpm) from the normal for drought month in spring

시베리아가 뚜렷한 양의 편차를 나타내고 있어서 지상의 서고동저형의 기압배치를 잘 반영하고 있을 뿐만 아니라 한반도의 동부 북태평양서안에 현저한 trough가 잘 형성됨을 알 수 있다.

4월의 한발시에는 한반도와 그 주변은 북태평양 서안에 중심을 둔 음의 편차역에 속하며 시베리아 북동부 및 티베트고원 북부는 양의 편차, 카스피해 북부, 우랄산맥 주변에 -100m 이하의 음의 편차를 나타내고 있어서 주목된다. 고도편차분포 유형이 3월의 유형과 유사하지만 단지 한반도를 중심으로 부편차역이 중국의 동안 및 만주쪽으로 확장되었다.

5월의 한발시에는 아시아의 중앙부에서 한반도를 거쳐 북태평양에 이르는 동서로 길게 뻗은 대상의 양의 편차역이 넓게 발달되어 있고 시베리아를 포함한 아시아대륙 북부는 음의 편차역을 형성한다. 한반도의 서쪽 발해만 주변은 20m 이상의 양의 편차역이 세포상으로 형성되어 있고, 캄차카

한국의 춘계한발의 종관기후학적 특성

반도 주변에 40m에 이르는 양의 편차역이 발달되어 있어서 동서로 발달한 이동성 고기압의 높은 출현빈도와 오호츠크해 동쪽에 발달한 고기압에 의한 편서풍의 동진을 지연시키는 blocking high의 효과를 반영해 주고 있다.

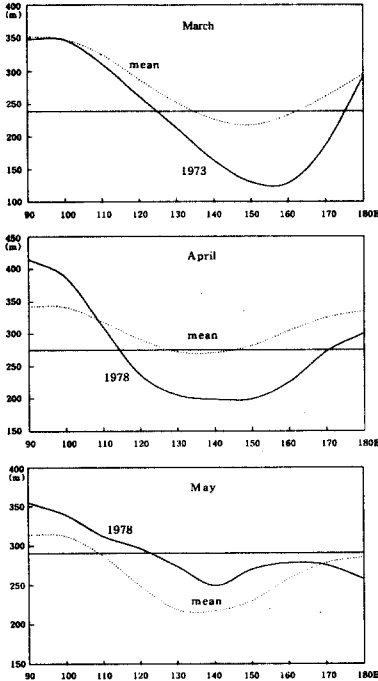


Fig. 5. 500hPa height differences between 40°N and 60°N(zonal index) for drought month in spring.

이상에서와 같이 3월의 한발시 500hPa의 고도 편차에서 한반도를 경계로 동부의 북태평양서안은 음의 편차, 한반도의 서부, 아시아대륙 동부 및 시베리아는 양의 편차역을 형성하여 서고동저형의 기압배치형을 잘 반영하여 북서류의 빈도가 높음을 알 수 있고 4월의 한발시에는 3월과 유사하지만 한반도를 중심으로 음의 편차역이 서쪽으로 확장되어 있다. 5월의 한발시에는 한반도와 그 주변 북태평양서안 및 아시아 중앙부에 걸친 대상의 양의 편차역이 형성되어 이동성고기압의 높은 출현 빈도를 나타낸다. 또한 캄차카반도 주변에 발달한 저지고기압에 의해 이동성고기압이 한반도주변에

장기 정체됨을 나타낸다.

2) 동서지수

위에서 춘계 한발시 500hPa등압면의 고도편차의 분포에서 3월은 한반도를 경계로 동쪽은 음의 편차 서쪽은 양의 편차, 4월은 음의 편차, 5월은 양의 편차가 대상으로 분포함을 나타내어 월별 등압면 순환의 특성을 살펴 보았다.

여기에서는 한발과 고층 동서류사이에도 어떠한 관련이 있는가를 밝히기 위하여 500hPa등압면의 동서류의 강도를 나타내는 동서지수(zonal index)를 구하여 평년치와 비교하였다. 동서지수는 <Fig. 5>와같이 40° N과 60° N 사이의 고도차를 90° E~180° E까지 경도별로 나타내었다.

3월의 한발시에는 전구간의 동서지수가 낮을 뿐만 아니라 특히 한반도 동부 140° E~160°E부근에서 최저를 이룬다. 4월의 한발시에는 평년치에 비해 90° E~110°E에서는 동서지수가 다소 높았으나 110° E에서 점차 낮아져서 한반도 주변의 130° E~150° E에서 최저를 나타내고 있다.

5월의 한발시에는 3, 4월과 대조적으로 평년치에 비해 전반적으로 높다. 이는 양진석(1996)에 의한 1994년 하계 한발시 한반도 주변의 동서지수가 평년치에 비해 높은 현상과 일치하여 5월의 한발시에는 여름형의 한발과 유사함을 나타내고 있다.

<Fig. 6>은 춘계 한발시 500hPa등압면 고도도이다. 3월의 한발시에는 한반도 주변은 30° N, 150° E~50° N, 160° E에 걸쳐있는 trough line의 서쪽에 위치하여 북서류가 발달됨을 알 수 있다. 4월의 한발시에도 한반도 주변은 30° N, 140° E~50° N, 160° E에 걸친 trough line의 서쪽에 위치하여 3월과 유사한 유형을 나타내고 있다. 5월의 한발시에는 한반도의 서쪽해상에 trough의 형성이 약할 뿐만 아니라 동서방향의 순환이 발달함을 알 수 있다.

이상에서 3, 4월의 한발시 한반도 주변은 동서지수가 낮아 동서류가 약한 반면 남북류가 강하며 5월의 한발시에는 동서지수가 높아 동서류가 강한 고지수 순환을 이룬다.

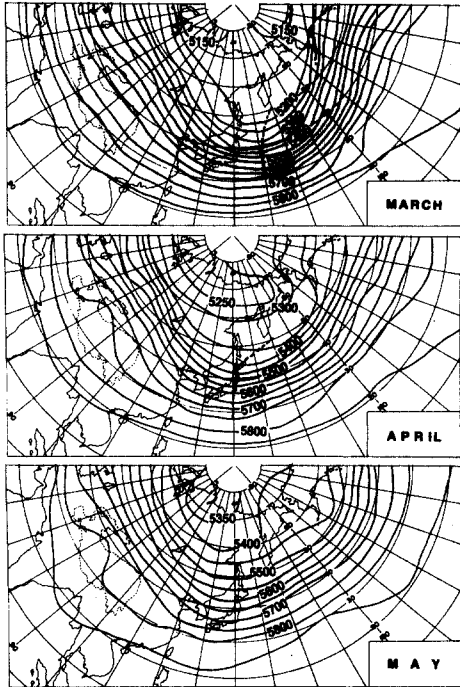


Fig. 6. 500hPa height contours (gpm) for drought month in spring

5. 결론

한국에 있어서 춘계한발시 한발과 기후요소의 상관성과 지상기압장 및 500hPa등압면의 종관적 특성을 평년과 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 춘계한발시 기후요소의 분포에서 일최저기온은 양의 편차역과 음의 편차역이 혼재하고 있으나 3월은 내륙일부지역을 제외하면 음의 편차역이 넓게 분포하여 한발시 겨울형의 기압배치형의 출현빈도가 높고 운량 및 강수일의 감소로 야간 복사냉각이 활발히 이루어진 결과를 반영하고 있다.

② 일최고 기온은 양의 편차를 나타내어 강수일과 운량 및 습도가 감소하여 일사량이 많고 따라서 증발량이 증대됨을 나타낸다.

③ 지상기압장의 기압배치형에서 3월은 이동성 고기압형과 서고동저형의 출현빈도가 높고 4, 5월

은 이동성고기압형의 출현빈도가 매우 높다.

④ 지상기압장의 기압편차분포에서 3월 한발시에는 한반도를 경계로 한반도의 동편 북태평양서안은 음의 편차, 한반도의 서편 시베리아 및 티베트고원을 포함하는 동아시아 대륙내부가 양의 편차를 이루어 서고동저형의 기압배치형의 출현빈도가 높음을 반영하고 있다. 4월 한발시에는 한반도와 그 주변은 시베리아 지역에서 북태평양서안에 이르는 대상의 음의 편차역에 속하는 반면 5월 한발시에는 양의 편차역에 속하여 4월과 대조를 이룬다.

⑤ 500hPa등압면 고도편차에서 3월의 한발시에는 지상기압장과 유사하게 한반도를 경계로 그 동편의 북태평양서안은 음의 편차, 서편의 아시아 대륙동부는 양의 편차를 이루고 있다. 4월의 한발시에는 3월과 유사하지만 음의 편차역이 서쪽으로 더 확장되어 있다. 5월의 한발시에는 한반도와 그 주변이 북태평양 서안 및 아시아의 중앙부에 걸친 대상의 양의 편차역에 속하며 캄차카반도 주변 해상에 발달한 저지고기압에 의해 이동성 고기압이 한반도 주변에 장기 정체됨을 나타낸다.

⑥ 춘계 한발시 한반도와 그 주변의 동서지수의 분석에서 3·4월의 한발시에는 동서지수가 저지수를 나타내어 한반도는 북태평양서안에 형성된 trough의 서쪽에 위치하여 동서류가 약한 반면 남북류가 발달되어 건조한 북서기류의 유입이 빈번함을 나타내고 5월의 한발시에는 동서지수는 고지수를 나타내어 건조한 동서류가 강할 때 한발이 출현하여 조춘의 한발시와 만춘의 한발시의 메카니즘이 상이함을 나타내고 있다.

文 獻

- 변희룡, 1996, 한반도에 가뭄을 초래하는 대기순환, *韓國氣象學會誌*, 32(3), 455~469.
 楊辰錫, 1987, *韓國夏季旱魃의 綜觀氣象學의 特性*, 慶北大學校 博士學位論文.
 양진석, 1996, 한국에 있어서 1994년 하계한발의 기후학적 연구, *한국지역지리학회지*, 2(2), 93

~101.

- 李炳高, 1983, 初夏의 旱魃과 降水量의 經年變動, **地理學論叢**, 10, 269~281.
- 전영신·박순웅, 1990, 1982년 과우장마때 아시아 지역의 대기순환의 특징, **韓國氣象學會誌**, 26(1), 12~24.
- Bhalme, H.N. and Mooley, D.A., 1980, Large-scale droughts/floods and monsoon circulation, **Monthly Weather Review**, 108, 1197~1211.
- Bhalme, H.N., Mooley, D.A. and Jadhav, S.K., 1983, Fluctuation in the drought/flood area over India and relationships with the southern oscillation, **Monthly Weather Review**, 111, 86~94.
- Green, J.S.A., 1977, The weather during July 1976-Some dynamical considerations of the drought, **Weather**, 32, 120~126.
- Hounam, C.E., Burgos, J.J., Kalik, M.S., Palmer, W.C., and Rodda, J., 1975, Drought and agriculture, **Report of CAGM Working Group on the Assessment of Drought, WMO Tech. Note**, 40~41.
- Kanamitsu, M. and Krishnamurti, T.N., 1978, Northern summer tropical circulations drought and normal rainfall months, **Monthly Weather Review**, 106, 331~347.
- Kelly, P.M. and Wright, P.B., 1978, The European drought of 1975-76 and its climatic context, **Progress in Physical Geography**, 2(2), 237~263.
- Lee Dong-Kyou, 1989, An observational study of the Northern Hemisphere summer time circulation associated with the wet summer and the dry summer in Korea., **J. of Korean Meteor. Soc.**, 25(4), 205~220.
- Mo, K.C., Zimmerman, J.R., Kanaly, E. and Kanamitsu, M., 1991, A GCM study of the 1988 United States drought, **Monthly Weather Review**, 119, 1512~1532.
- Namias, J., 1966, Nature and possible causes of the northeastern United States drought during 1962-65, **Monthly Weather Review**, 94, 543~554.
- Namias, J., 1983, Some cause of United States drought, **Journal of Climate and Applied Meteorology**, 22, 30~39.
- Namias J., 1991, Spring and summer 1988 drought the contiguous United States-Causes and prediction, **Jour. Climate**, 4, 54~65.
- Perry, A.H., 1976, The long drought of 1975-76, **Weather**, 31, 328~334.
- Ratcliffe, R.A.S., 1977, A synoptic climatologist's viewpoint of the 1976/77 drought, **Meteorological Magazine**, 106, 145~154.
- Tanaka, M. and Nishizawa, T., 1985, The atmospheric circulation and the major drought and flood of 1983 in Brazil, **Geographical Review of Japan**, 58(2), 165~171.
- Thornthwaite, C.W., 1948, An approach toward a rational classification of climate, **Geographical Review, A.G.S.**, 38, 55~94.
- Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R., 1955, The water balance, **Publication in Climatology**, Laboratory of climatology, 8(1).

Synoptic Climatological Characteristics of Spring Droughts in Korea

Yang, Jin-Suk*

The purpose of this study is to identify distributional characteristics of climatic elements and to analyze synoptic characteristics on the pressure fields for spring droughts in Korea. In the distributions of minimum temperature during the spring droughts, positive anomalies and negative anomalies are mixed up, but in March the negative anomaly areas are widely distributed in Korea. It implies that the droughts of March have more frequent occurrences of the west-high, east-low pressure patterns.

In the maximum air temperatures, the positive anomalies appear in Korea. It indicates that the spring droughts have rain days, cloud amount and humidities less than normal. As a result, the amount of evaporation is increased in Korea.

In the pressure anomaly of surface pressure fields, the positive anomalies appear in the west, negative anomalies in the east in March, but in May the positive anomalies appeared zonally around the Korean peninsula. It indicates that March droughts have more frequent occurrences of the west-high, east-low patterns, but in May the Korean Peninsula has more frequent recurrences of the migratory anticyclone patterns.

The height anomaly patterns of 500hPa

pressure surface in spring droughts are similarly shown to those of surface fields. In March droughts, the positive height anomalies appear in the west, the negative height anomalies in the east, but in April the negative height anomaly areas are extended to the west part. In May the positive anomalies appear zonally around the Korean Peninsula, and strong positive height anomalies appear around the Kamchatka Peninsula and the sea of Okhotsk.

These are the result of circulations that inhibit the eastward movement of westerlies and that has persistent anticyclone circulation patterns around the Korean Peninsula. As a result, the zonal indices of westerlies during March and April droughts are lower than normal, but higher in May. These data indicate that early spring droughts are associated with weak zonal flow, but the late spring droughts are obviously related with strong zonal flow.

In addition, during early spring droughts the abnormally deep trough over the west coast of the North Pacific Ocean that accompanied the anticyclone was associated with frequent advection of air from the dry regions in the Central Asia into the Korean Peninsula.

* Professor, Department of Geography Education, Kyungpook National University

The atmospheric circulation patterns at the height of the 500hPa pressure surface in May was quite different from March and April circulation patterns. Instead of the abnormal ridge in the west and trough in the east, the circulation pattern in May was characterized by a much stronger than normal anticyclone over the Korean Peninsula. Also, the zonal indices of

westerlies in May are higher than normal.

The occurrences of drought in early spring, therefore, have mechanism different from those of late spring.

Key words : surface pressure field, west-high, east-low pattern, migratory anticyclone, 500hPa pressure surface, zonal index