



최근 우리나라의 이상기상 발생횟수의 변화

심교문^{†*} · 김용석^{**} · 정명표^{**} · 김지원^{***} · 박미선^{***} · 홍수학^{***} · 강기경^{*}

^{*}국립농업과학원 연구관, ^{**}국립농업과학원 연구사, ^{***}국립농업과학원 연구원

Recent Changes in the Frequency of Occurrence of Extreme Weather Events in South Korea

Shim, Kyo Moon^{†*}, Kim, Yong Seok^{**}, Jung, Myung Pyo^{**}, Kim, Ji Won^{***}, Park, Mi Sun^{***},
Hong, Su Hak^{***} and Kang, Kee-Kyung^{*}

^{*}Senior Researcher, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea

^{**}Researcher, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea

^{***}Assistant Researcher, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea

ABSTRACT

The frequency of extreme weather events was analyzed using meteorological data (air temperature, precipitation, and duration of sunshine) collected from 61 stations over a 36-year span (1981-2016). The 10-day meteorological data were used as a basic unit for this analysis. On average, the frequency of occurrence of abnormal weather was 9.88 per year and has increased significantly during this 36-year period. According to the type of abnormal weather, the frequencies of occurrence of abnormally high air temperature and short duration of sunshine have increased by 0.50 and 0.41 per 10 years, respectively; however, that for abnormally low air temperature has decreased by 0.31 per 10 years and the trend was statistically significant. The highest frequency of abnormal weather appeared in 2007, with a frequency of 14.31. Abnormal weather was the most frequent at Yeongdeok station with an average frequency of 11.78 per year over this 36-year span.

Key words: air temperature, duration of sunshine, extreme weather, precipitation

1. 서 론

한 지역의 농생태계는 주어진 환경조건 (토양과 기후)에 의해 오랜 기간에 걸쳐 그 평균적인 형태가 정해지며, 이를 토대로 작부체계, 품종 및 재배기술의 최적화가 이루어진다 (Yun, 1999). 따라서 그 지역의 평균적인 기후에 크게 벗어나는 이상기상은 작물에 많은 피해를 준다. 최근에는 기후변화에 따른 이상기상 현상의 빈발로 작물의 생육 및 생산성에 많은 피해가 나타나고 있고, 이와 같은 현상이 미래에는 더욱 심해질 것으로 전망하고 있다 (IPCC, 2011).

이상기상 현상에 의해서 나타난 대표적인 최근의 농업피해 현상을 살펴보면, 2010년 1~4월의 이상저온 현상으로 과수 및 맥류 (보리, 밀), 양파 등 월동작물에서 저온피해

(38,763 ha 피해 발생)가 발생하였고, 같은 기간 동안에 연속적인 일조시간의 부족으로 남부지방 무가온 시설작물을 중심으로 고사하거나 생육부진의 피해가 발생하였다 (전체 시설면적 51,000 ha 중 28%인 14,000 ha 피해 발생) (KMA, 2010). 또한, 같은 해 6~8월의 고온과 강수부족, 9월의 집중호우로 여름철 고랭지 무배추의 생산량이 급감하였고 이는 채소가격의 폭등으로 이어졌다. 2018년 4월에는 전라북도와 경기도 남부지역을 중심으로 갑작스런 저온으로 배, 사과 등 과수의 꽃이 얼어 죽는 저온 피해가 발생하였다. 전라북도의 경우에는 4월 7~8일 양일간의 이상저온으로 인한 농작물 피해면적이 2,916 ha였고, 이 중 과수작물의 피해가 2,260 ha에 이르렀다.

이와 같은 이상기상 현상은 과거 30년간 혹은 그 이상에

[†] Corresponding author: kmschim@korea.kr (166 Nongsaengmyeong-ro, Iser-myeon, Wanju-gun, 55365, Korea, Tel. +82-63-238-2518)
Received December 5, 2018 / Revised December 17, 2018 / Accepted December 22, 2018

걸쳐 관측되지 않았던 만큼의 평년기후에 크게 벗어난 기상 현상을 의미한다. 어떤 기후요소의 관측값이 정규분포를 따른다면 대체로 3년에 2번 정도는 정상범위 (평균으로부터 ± 1 표준편차)에 들 것이고 1번 정도는 이 범위를 벗어나며, 확률적으로 30년에 1번 정도는 평균으로부터 표준편차 2배 범위를 벗어나는 이상기상이 나타나게 된다 (Yun *et al.*, 2015). 세계기상기구 (WMO; World Meteorological Organization)에서는 25년에 1회 정도밖에 나타나지 않는 정도의 특이하고 아주 드문 기상현상으로 정의하는데, 25에 1회 미만의 출현 확률 (4%)은 그 모집단이 정규분포를 하고 있다고 가정하면 평균으로부터 표준편차 2배 범위 이상의 편차를 나타내는 현상을 말한다. 하지만, 기상현상의 발생이 정확하게 정규분포를 따르지 않으므로 미국 해양대기청 국가기후자료센터 (NCDC; National Climatic Data Center)에서는 한 지역에서 과거에 관측된 기상자료를 크기 순으로 나열하여 최상위 (최하위) 10% 이내에 들면, 즉 10년에 한번 미만으로 발생하면 이상기상으로 간주하고 있다. 반면에 일부에서는 사회적 측면에서 이상기상을 짧은 기간에 사회나 인명에 중대한 영향을 끼친 기상현상으로 말하는 경우도 있다.

이상기상과 관련된 국내의 연구결과를 살펴보면, Heo *et al.* (2006)은 기온에 대한 스트레스가 심한 여름과 겨울철에 대하여 지역별 이상기온의 출현 특성을 분석하였다. Choi *et al.* (2008)은 최근의 우리나라 기온 및 강수량에 대한 평균, 그리고 극단적으로 일어나는 현상에 대한 시간과 공간적 변화 연구를 통해서 최근 35년 동안 우리나라는 평균적으로 겨울철 일 최고 (최저)기온은 $+0.60^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ ($+0.54^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)의 비율로 상승한 반면, 여름철 극한 기온의 평균은 통계적으로 유의미한 변화를 나타내지 않는다고 하였다. 또한, Lee *et al.* (2010)은 일별 30년 기후 평년값을 구하고, 그 평년값과의 편차로 이상저온과 이상고온의 출현일수를 계산하여, 지역별 이상기온의 분포 특징을 분석하였다. 그 결과, 동해안지역이 다른 지역보다 기후학적으로 기온 변동 폭이 상대적으로 큰 지역으로 평가하였다. 최근에는 Shim *et al.* (2013)이 Lee *et al.* (2010)과 유사한 방법으로 우리나라 농업기후시대별 이상기온의 출현특성을 분석하여, 최근 우리나라에서는 온난화 현상으로 이상고온 현상이 늘어나고 이상저온 현상이 줄어드는 경향이라고 보고하였다. 또한, Shim *et al.* (2014)은 이상일조의 출현 특성 평가를 통해서 최근 우리나라는 이상다조 현상은 줄어들고 이상과조 (일조부족) 현상이 늘어나는 경향이라고 보고하였다.

이상기상의 발생과 관련된 이와 같은 선행 연구들은 기온, 강수량, 일조시간 등의 기상요소를 개별적으로 활용하여 이

상기온, 이상강수, 이상일조의 발생 현황을 각각 분석하였을 뿐, 이들 3가지 기상요소를 모두 고려하여 종합적으로 분석한 이상기상관련 연구 결과를 국내에서 보고한 사례는 매우 드물다. 따라서 본 연구에서는 작물의 생육과 생산성에 아주 밀접하게 관련이 있는 3가지 기상요소를 모두 활용하여 총 6가지의 이상기상 (고온, 저온, 다우, 과우, 다조, 과조)의 발생현황을 시·공간적으로 분석하였고, 그 결과를 농업부문의 기상재해 피해저감을 위한 정책의 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 기상자료 수집

기상청 소속 61개소의 기상대 혹은 관측소 (Fig. 1)에서 1981년부터 2016년까지 36년간 관측된 일별 기상자료를 국가기후데이터센터 (NCDS, 2017)로부터 다운받아서, 이상기상 분석의 기본자료로 활용하였다. 이상기상의 분석에 활용한 기상요소는 기온, 강수량, 일조시간 등 3가지이다.

2.2 이상기상 분석

61개 관측지점의 연도별 이상기상 발생횟수는 WMO에서 정의한 방식으로 계산하였다. 본 연구에서 수행한 이상기상의 계산 절차를 간단히 설명하면, 각 관측지점의 일별 기상자료를 활용하여 10일 (旬) 간격의 평균 (기온) 및 누적 (강수량, 일조시간) 기상값을 도출한 후, 이들에 대한 조사기간 (36년)의 평균 (M) 및 표준편차 (S)를 각각 계산하였다. 그리고 당해연도의 순별 기상값에 대한 평균 (M) 기상값의 편차를 계산한 다음, 그 편차 즉 평균편차가 S보다 2배 이상으로 높거나 많으면 이상고온 (異常高溫, abnormally high temperature), 이상다우 (異常多雨, abnormally much precipitation), 이상다조 (異常多照, abnormally long duration of sunshine) 현상의 발생으로, 2배 이상으로 낮거나 적으면 이상저온 (異常低溫, abnormally low temperature), 이상과우 (異常寡雨, abnormally little precipitation), 이상과조 (異常寡照, abnormally short duration of sunshine) 현상의 발생으로 각각 정의하였다 (Shim *et al.*, 2013; 2014).

2.3 통계 분석 및 공간 분포도 작성

과거 36년 동안에 이상기상 발생횟수의 증감 경향성에 대해서는 회귀분석을 통해서 0.05의 신뢰 수준에서 유의성 여부를 판단하였다. 이상기상의 유형별 연 평균 발생횟수의 공

간 분포도는 ArcGIS (ESRI Inc.)의 ArcMap 10.1 버전에서 제공하는 공간분석 도구 (spatial analysis tool)를 이용하였고, 공간 내삽은 역거리가중법 (IDW: Inverse Distance Weighted method)을 선택하였다.

3. 결과

3.1 기상요소의 연 변화

3.1.1 기온

1981년부터 2016년까지 과거 36년 동안에 국내 61개 관측 지점의 연 평균기온의 평균은 12.6°C로 조사되었다. 조사기간 동안에 연 평균기온은 10년에 0.316°C씩 증가하는 경향이고, 증가 경향은 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다 ($p < 0.001$). 과거 36년 동안에 연 평균기온은 2016년에 13.7°C로 가장 높았고, 1981년에 11.5°C로 가장 낮았으며, 이들의

차이는 2.2°C이었다 (Fig. 2a).

3.1.2 강수량

과거 36년 동안에 연 강수량의 평균은 1,358.1 mm로 조사되었다. 조사기간 동안에 연 강수량은 약간 증가하는 경향이 있으나, 그 경향은 통계적으로 유의하지 않았다. 다만, 조사기간 동안에 6~7년 주기로 1,000 mm 내외의 적은 강수현상이 나타나는 것으로 관찰되었다. 연 강수량은 2003년에 1,913.3 mm로 가장 많았고, 1988년에 898.0 mm로 가장 적었으며, 이들의 차이는 1,015.3 mm이었다 (Fig. 2b).

3.1.3 일조시간

과거 36년 동안에 연 일조시간의 평균은 2,227.5 hr로 조사되었다. 연 일조시간은 조사기간 동안에 감소하는 경향이었고, 감소 경향은 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다

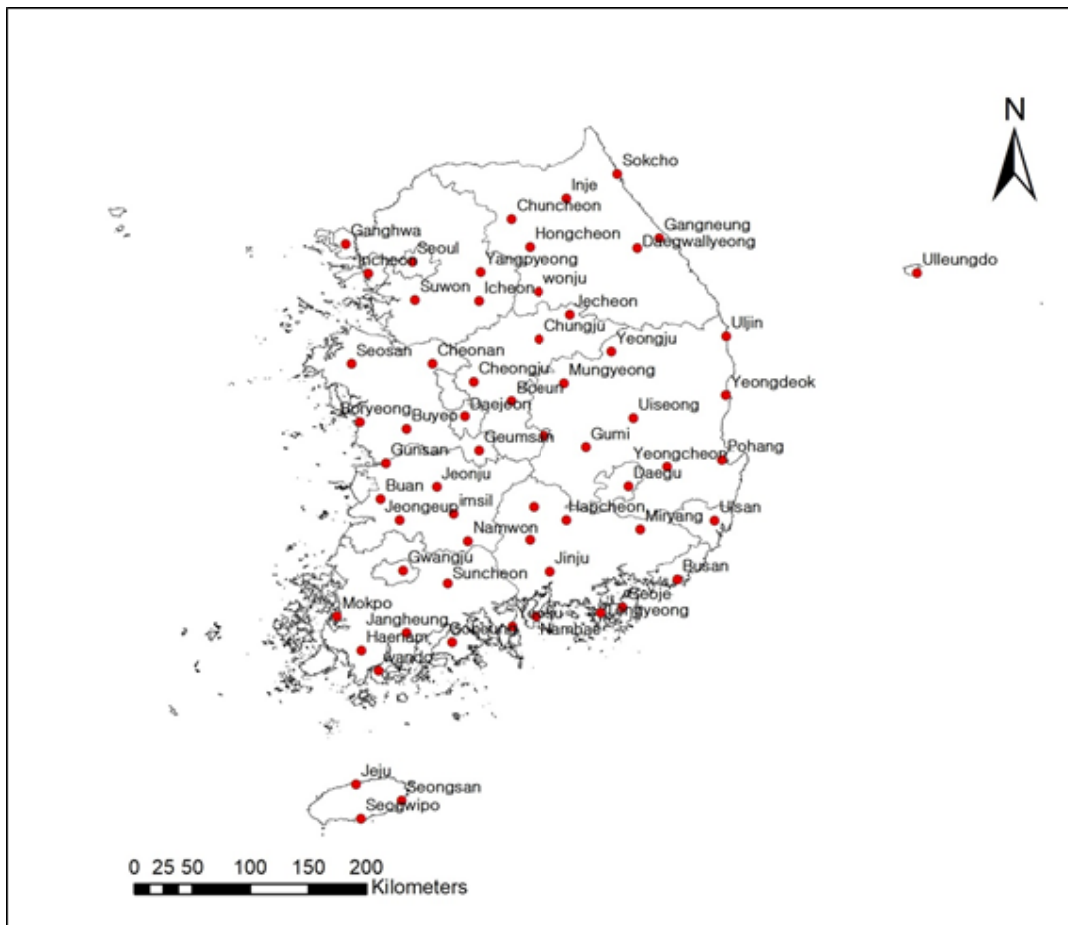


Fig. 1. Location of weather stations of Korea Meteorological Administration used in this study.

($p=0.0015$). 연 일조시간의 감소 경향은 2010년까지 뚜렷했으나, 그 이후로는 증가하여 평균과 비슷하거나 조금 많게 유지되고 있는 것으로 조사되었다. 연 일조시간은 1982년에 2,479.9 hr으로 가장 많았고, 2007년에 1,924.0 hr으로 가장 적었으며, 이들의 차이는 555.9 hr이었다 (Fig. 2c).

3.2 이상기상의 연 변화

본 논문에서는 이상기상 발생을 기상요소에 따라 크게 3가지 (이상기온, 이상강수, 이상일조)로 구분하였고, 이들을 높고 (혹은 많고) 낮음 (혹은 적음)에 따라 추가 구분하여 총 6가지 (이상고온, 이상저온, 이상다우, 이상과우, 이상다조, 이상과조)로 세분하였다. 과거 36년 동안에 연간 발생한 순별 (10일 간격) 단위의 이상기상 발생횟수를 유형별로 분석한

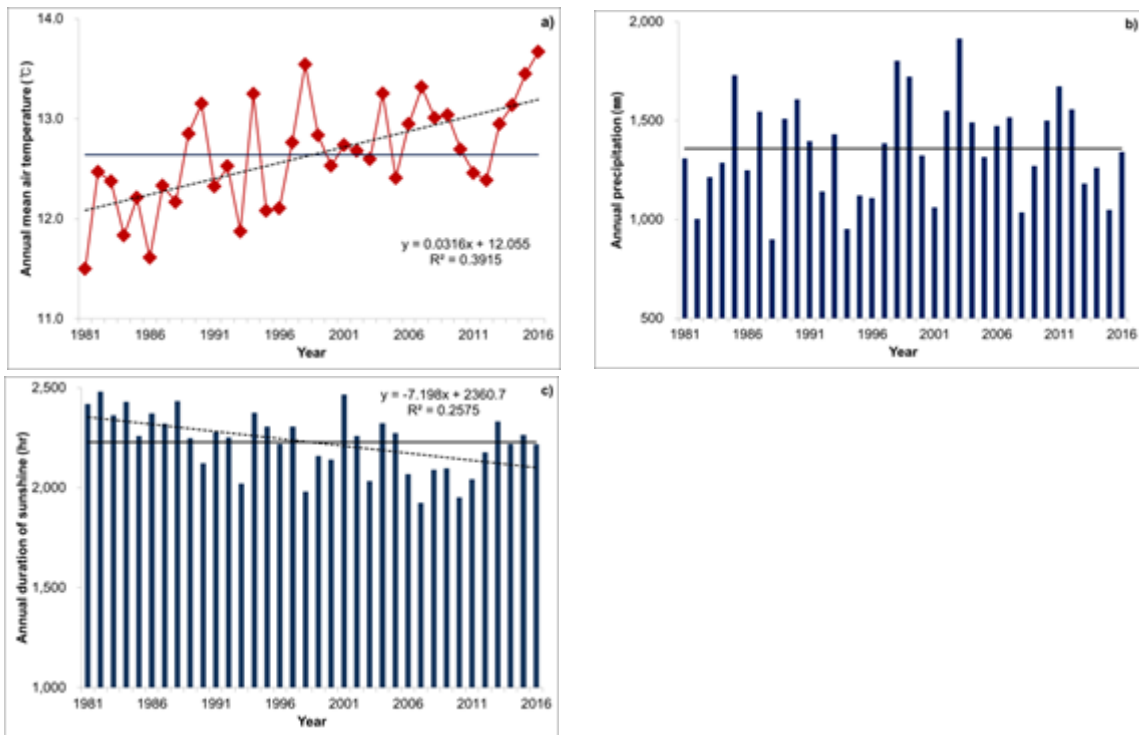


Fig. 2. Changes in annual mean air temperature (a), precipitation (b), and duration of sunshine (c) from 1981 through 2016. The solid line is the average, and the dotted line is the trend.

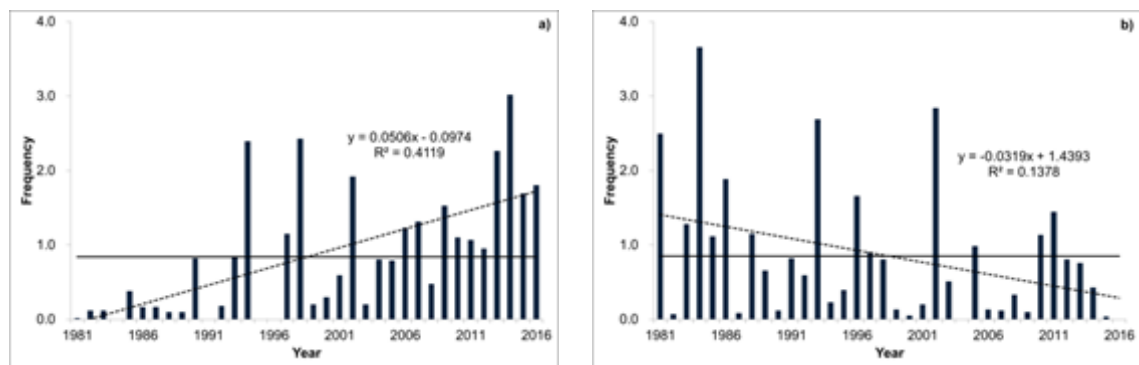


Fig. 3. Frequency of occurrence of abnormally high (a) and low (b) air temperature from 1981 through 2016. The solid line is the average, and the dotted line is the trend.

결과는 다음과 같다.

3.2.1 이상기온

이상기온은 어떤 시기의 기온이 동일 시기의 장기간 평균 (여기서는 36년)에 대한 차이가 표준편차보다 2배 이상 높고 많음에 따라 이상고온과 이상저온으로 구분할 수 있다. 과거 36년 동안에 이상기온의 발생횟수는 연 평균 1.69회이었고, 이중에 이상고온과 이상저온의 발생횟수는 각각 0.84회와 0.85회로 서로 비슷하였다. 이상기온의 발생횟수가 가장 많은 지점은 충북 청주로 연 평균 2.11회 발생하였고, 가장 적은 관측지점은 제주 성산으로 연 평균 1.25회 발생하였으며, 이들 사이의 차이는 연 평균 0.86회이었다 (Fig. 8a). 연도별로는 이상기온이 2002년에 4.75회 발생하여 가장 많았고, 1982년에 0.18회 발생하여 가장 적었다 (Fig. 7a).

3.2.1.1 이상고온

이상고온의 발생횟수는 과거 36년 동안에 증가하는 경향

이었고, 증가 경향은 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다 ($p < 0.001$). 연도별로는, 이상고온이 2014년에 3.02회 발생하여 가장 많았다. 반면에 1995년과 1996년에는 이상고온이 모든 지점에서 전혀 발생하지 않은 것으로 조사되었다 (Fig. 3a). 지점별로는, 강원 원주는 이상고온이 과거 36년 동안에 연 평균 1.17회 발생하여 가장 많은 곳이었었고, 경남 거제는 1.14회 발생하여 다음으로 많은 곳으로 조사되었다. 반면에 경북 문경은 연 평균 0.56회 발생하여 조사 지점중에서는 가장 적은 곳으로 조사되었다 (Fig. 6a).

3.2.1.2 이상저온

과거 36년 동안에 이상저온의 발생횟수는 통계적으로 유의하게 감소하는 경향이 있었다 ($p = 0.025$). 이상저온의 발생횟수를 연도별로 살펴보면, 1984년에 3.66회 발생하여 가장 많았다. 반면에 2004년과 2016년에는 모든 지점에서 이상저온이 발생하지 않았다 (Fig. 3b). 지점별로는, 충북 제천과 보은 및 충남 금산에서 이상저온이 연 평균 1.11회 발생하여 가장

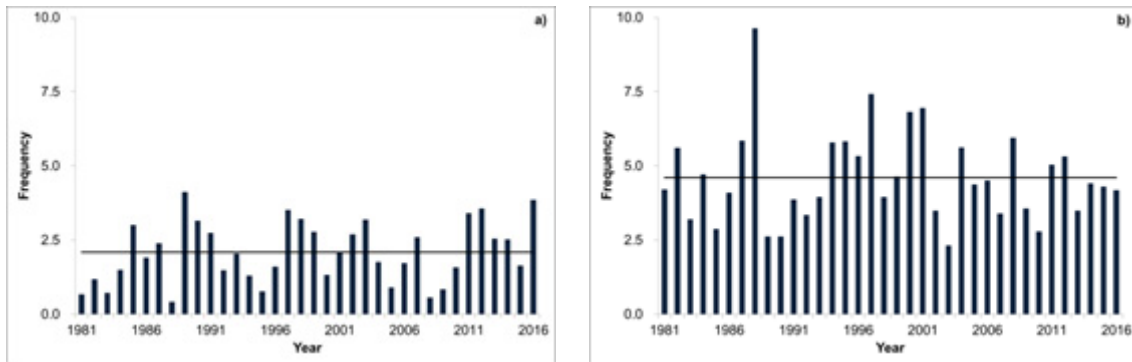


Fig. 4. Frequency of occurrence of abnormally much (a) and little (b) precipitation from 1981 through 2016. The solid line is the average.

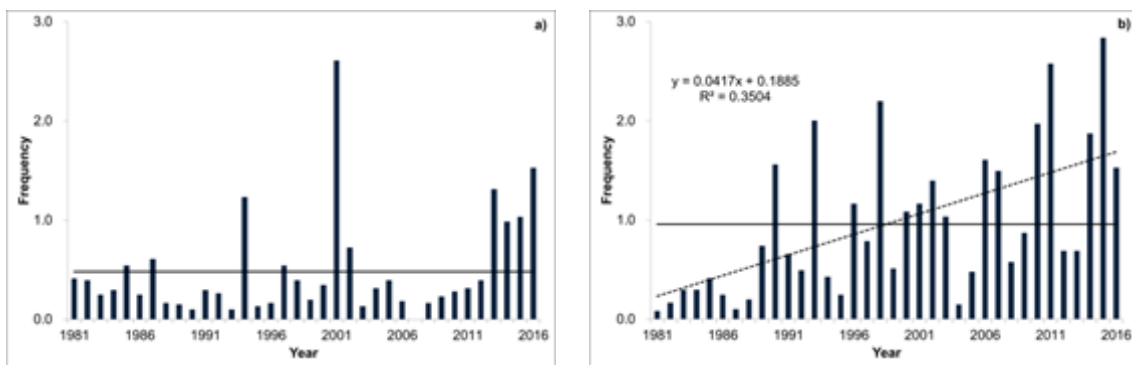


Fig. 5. Frequency of occurrence of abnormally long (a) and short (b) duration of sunshine from 1981 through 2016. The solid line is the average, and the dotted line is the trend.

많이 발생한 곳이었고, 제주 성산은 0.5회 발생하여 가장 적게 발생한 곳으로 조사되었다 (Fig. 6b).

3.2.2 이상강수

이상강수는 어떤 시기의 강수량이 동일 시기의 장기간 평균 (여기서는 36년)에 대한 차이가 표준편차보다 2배 이상 많고 적음에 따라 이상다우와 이상과우로 구분할 수 있다. 과거

36년 동안에 이상강수의 발생횟수는 연 평균 6.7회이었고, 이 중에 이상다우가 2.09회, 이상과우가 4.61회 발생되어, 이상다우에 비해 이상과우의 발생횟수가 2배 이상 많은 것으로 조사되었다. 이상강수의 발생횟수가 가장 많은 곳은 경북 영덕으로 연 평균 8.67회 발생하였고, 가장 적게 발생한 곳은 경북 울릉으로 4.83회 발생하였다 (Fig 8b). 연도별로는, 1997년에 이상강수의 발생횟수가 평균 10.93회로 가장 많았고, 1983년에는 평균 3.92회의 이상강수가 발생하여 가장 적었다

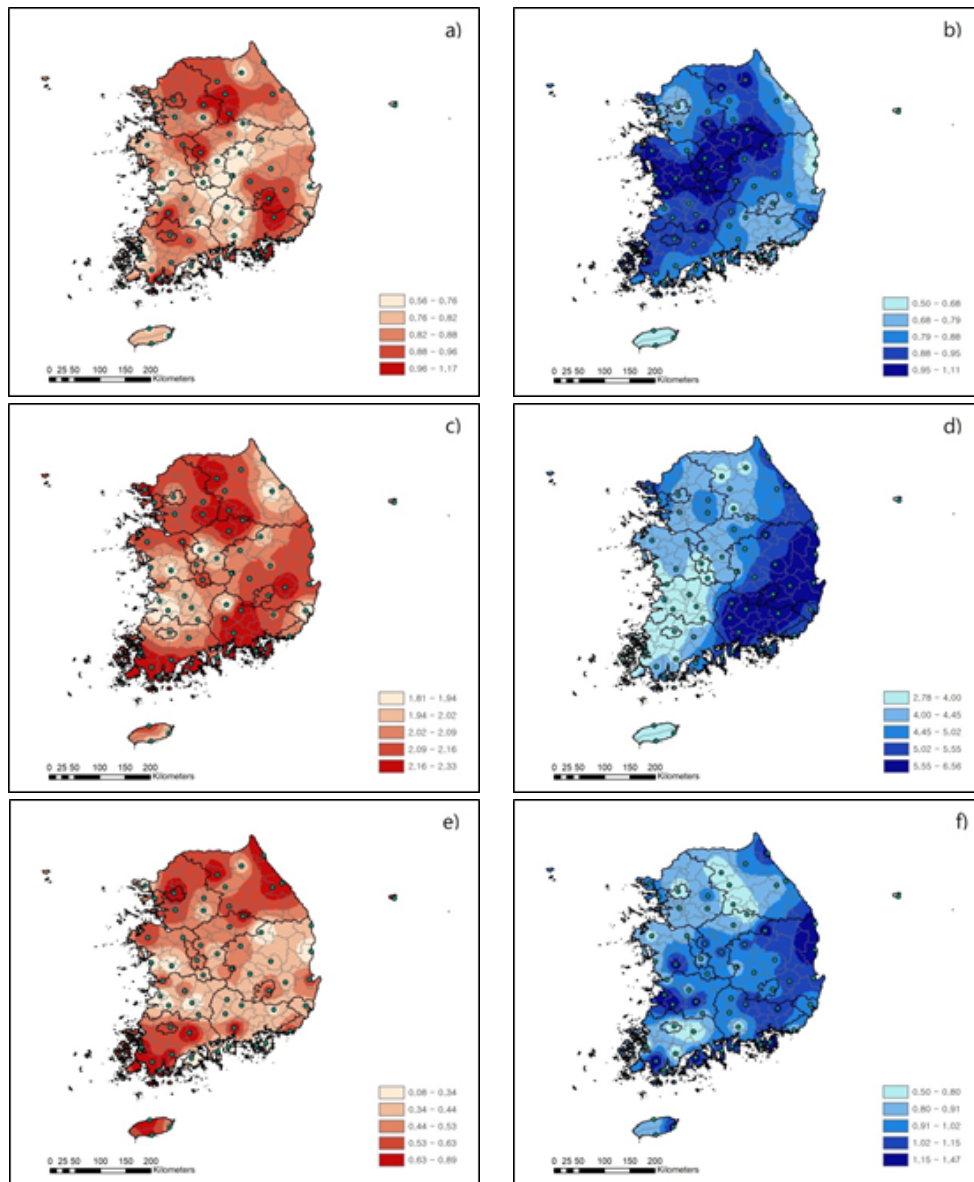


Fig. 6. Spatial distribution map of the frequencies of abnormal high air temperature (a), low air temperature (b), much precipitation (c), little precipitation (d), long duration of sunshine (e), and short duration of sunshine (f) per year from 1981 through 2016.

(Fig. 7b).

3.2.2.1 이상다우

과거 36년 동안에 이상다우의 발생횟수는 연도별로 변동이 심했고, 증감의 경향이 뚜렷하지 않았다. 연도별로는 1989년에 이상다우의 발생횟수가 평균 4.11회로 가장 많았고, 그 전 해인 1988년에 0.4회로 발생횟수가 가장 적었다 (Fig. 4a). 지점별로는, 경북 영천과 경남 통영이 과거 36년 동안에 연평균 2.33회 발생하여 가장 많이 발생한 곳이었으며, 전북 부안이 연평균 1.81회로 발생횟수가 가장 적은 곳으로 조사되었다 (Fig. 6c).

3.2.2.2 이상과우

이상과우의 발생횟수는 이상다우와 같이 연도별로 변동이 다소 심했고, 증감의 경향도 뚜렷하지 않았다. 연도별로는 1988년에 이상과우가 9.64회 발생하여 가장 많았고, 2003년에는 2.31회 발생하여 가장 적었다 (Fig. 4b). 지점별로는, 경북 영덕이 과거 36년 동안에 연평균 6.56회의 이상과우가 발

생하여 가장 많았고, 경북 울릉이 연평균 2.78회 발생하여 가장 적은 곳으로 조사되었다 (Fig. 6d).

3.2.3 이상일조

이상일조는 어떤 시기의 일조시간이 동일 시기의 장기간 평균 (여기서는 36년)에 대한 차이가 표준편차보다 2배 이상 많고 적음에 따라 이상다조와 이상과조로 구분할 수 있다. 과거 36년 동안에 이상일조의 발생횟수는 연평균 1.44회이었고, 이중에 이상다조가 0.48회, 이상과조가 0.96회 발생하여 이상과조의 발생횟수가 약 2배 많은 것으로 조사되었다. 연도별로는, 2015년에 이상일조의 발생횟수가 평균 3.87회로 가장 많았고, 1988년에 평균 0.36회로 가장 적었다. 이상일조의 연도별 발생횟수는 증가하는 경향이었고, 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다 ($p < 0.001$) (Fig. 7c). 지점별로는, 과거 36년 동안에 강원 대관령에서 연평균 2.03회의 이상일조가 발생하여 가장 많았고, 강원 홍천과 충남 보령에서는 연평균 1.06회 발생하여 가장 적었다 (Fig. 8c).

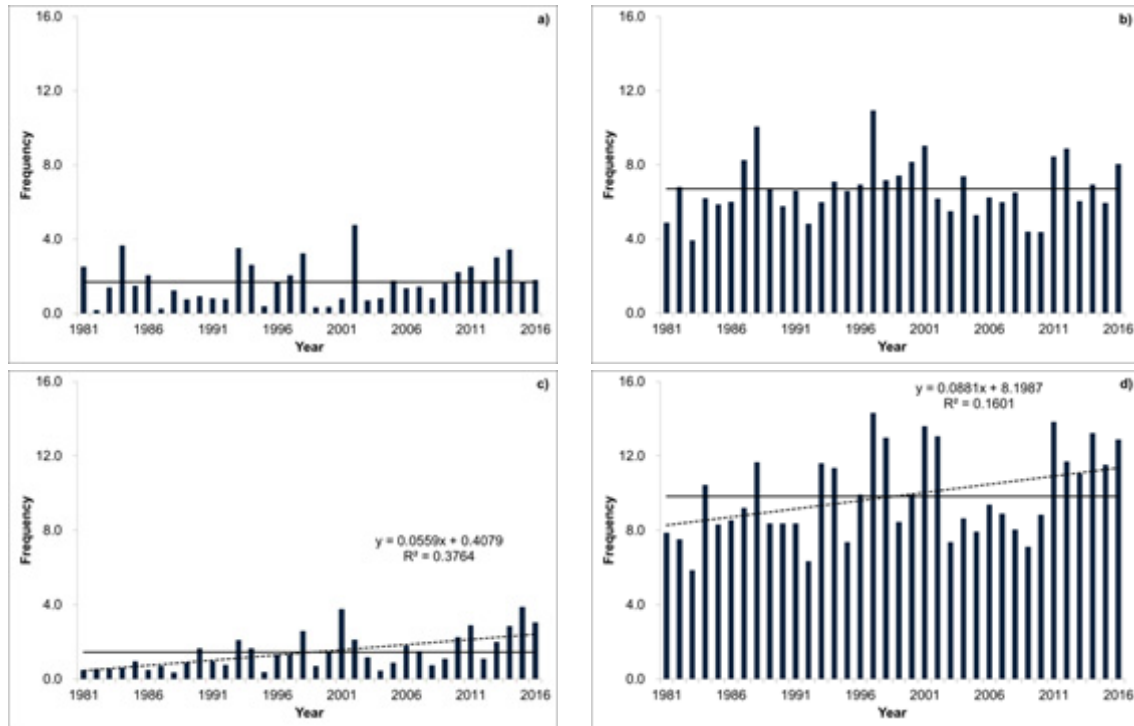


Fig. 7. Frequency of occurrence of abnormal air temperature (a), precipitation (b), duration of sunshine (c), and weather (d) from 1981 through 2016. The solid line is the average, and the dotted line is the trend. Abnormal weather (d) means the combination of abnormal air temperature (a), abnormal precipitation (b), and abnormal duration of sunshine (c).

3.2.3.1 이상다조

과거 36년 동안에 이상다조의 발생횟수는 연도별로 증감 경향이 뚜렷하지 않았으나 2013년 이후로는 평균보다 2배 이상 많이 발생하고 있다. 연도별로는 2001년에 이상다조가 평균 2.50회 발생하여 가장 많았다. 반면에 2007년에는 모든 지점에서 이상다조가 발생하지 않았다 (Fig. 5a). 지점별로는, 전남 순천이 과거 36년 동안에 이상다조가 연 평균 0.89회 발생하여 가장 많았고, 전북 임실은 연 평균 0.08회 발생하여 가장 적었으며, 이 두 지점의 발생횟수 차이는 연 평균 0.81 회로 조사되었다 (Fig. 6e).

3.2.3.2 이상과조

이상과조의 발생횟수는 과거 36년 동안에 통계적으로 유의하게 10년에 약 0.4회씩 증가하는 것으로 분석되었다 ($p < 0.001$). 이상과조의 발생횟수는 2015년에 2.84회로 가장 많았고, 2011년에 2.57회로 다음으로 많았다. 반면에 1981년

은 이상과조의 발생횟수가 0.08회로 조사기간 중에 가장 적었다 (Fig. 5b). 지점별로는 경북 영덕과 경남 거제가 과거 36년 동안에 연 평균 1.47회의 이상과조가 발생하여 가장 많은 곳으로, 전남 순천은 같은 기간에 연 평균 0.50회 발생하여 가장 적은 곳으로 조사되었다 (Fig. 6f).

4. 고찰

과거 36년 동안에 이상기온 (고온, 저온)과 이상강수 (다우, 과우) 및 이상일조 (다조, 과조)의 발생횟수를 합한 이상기상의 총 발생횟수는 연 평균 9.83회로 조사되었다. 연도별 이상기상의 발생횟수는 증가하는 경향이며, 증가 경향은 통계적으로 유의하였다 ($p=0.015$) (Fig. 7d). 이와 같은 이상기상 발생횟수의 증가 경향은 이상고온과 이상과조의 발생횟수가 크게 증가한 결과로 분석되었다. 반면에 이상저온의 발생횟수는 통계적으로 감소하는 경향이어서 이상기상의 발생횟

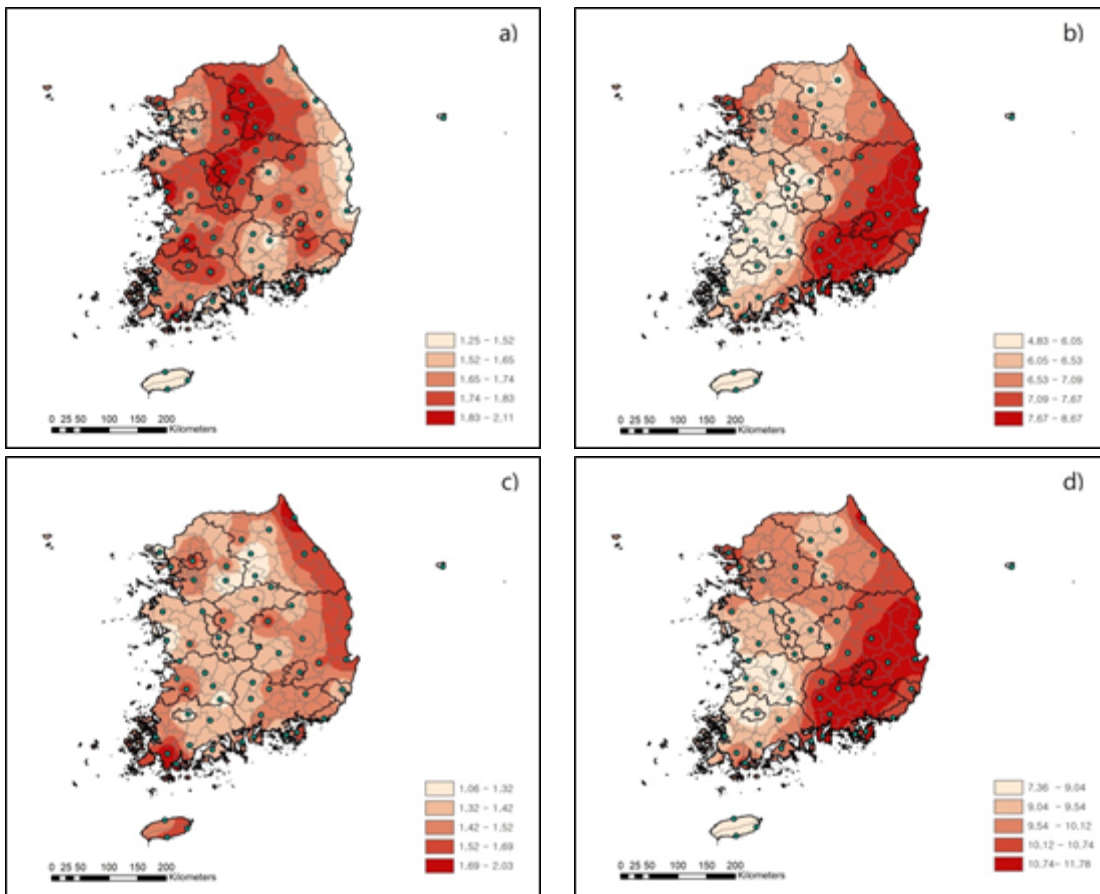


Fig. 8. Spatial distribution map of the frequencies of abnormal air temperature (a), precipitation (b), duration of sunshine (c), and weather (d) from 1981 through 2016.

수 증가를 다소 억제하는 역할을 하였다.

이상기상의 총 발생횟수가 가장 많았던 해는 1997년으로 평균 14.31회 발생하였고, 2011년에는 이상기상의 발생이 11.84회로 다음으로 많았다. 반면에 1983년에는 이상기상의 발생횟수가 5.85회로 가장 적었다. 1997년에 이상기상의 발생횟수가 가장 많았던 큰 원인은 이상강수(이상다우, 이상과우)의 발생횟수 증가였고, 반대로 1983년에 이상기상의 발생횟수가 가장 적은 원인은 이상강수의 발생횟수 감소로 분석되었다. 지점별로는, 경북 영덕이 과거 30년 동안에 이상기상이 연 평균 11.78회 발생하여 가장 많았고, 경북 영천이 11.47회로 다음으로 많았다. 반면에 경북 울릉은 조사기간 동안에 이상기상이 연 평균 7.36회 발생하여 가장 적었고, 제주에 위치한 지점인 제주와 성산은 각각 8.08회, 8.14회의 이상기상이 발생하여 다음으로 적었다. 내륙에서 가장 적게 이상기상이 발생한 지점은 광주로 8.31회 발생하였다. 전반적으로 우리나라 남동쪽인 남부해안과 영남내륙 및 영남내륙산간지대를 중심으로 이상기상의 발생횟수가 많았고, 반면에 우리나라 남서쪽인 차령남부평야와 호남내륙 및 노령소백산간지대에서는 이상기상의 발생횟수가 상대적으로 적은 것으로 분석되었다 (Fig. 8d). 따라서, 앞으로 농업부문의 기후변화 적응대책은 최근 이상기상의 발생 경향, 특히 이상고온과 이상과조의 증가경향을 반영해서 고온과 일조부족에 따른 피해를 저감하는 방향으로 수립되어야 할 것이다. 특히 우리나라 남동쪽에 위치한 지자체의 농업부분 적응대책에서는 이상기상에 따른 피해저감 대책이 반드시 포함되어야 할 것이다.

5. 결론

전국 61개 기상관측지점을 대상으로, 1981년부터 2016년까지 36년 동안의 매년순별 기상(기온, 강수량, 일조시간)을 평년(여기서는 36년 평균)의 순별 기상값과 비교하여 표준편차 2배 범위를 벗어나는지를 조사한 후, 이상기상의 발생횟수를 시·공간적으로 분석하였다. 과거 36년 동안에 이상기상의 발생횟수는 연 평균 9.83회(이상고온 0.84회, 이상저온 0.85회, 이상다우 2.09회, 이상과우 4.61회, 이상다조 0.48, 이상과조 0.96회)로 조사되었다. 이상기상의 연 평균 발생횟수는 증가하는 경향이며, 통계적으로도 유의한 것으로 분석되었다. 이상기상의 유형별로 살펴보면, 이상고온과 이상과조의 발생횟수는 증가하는 경향이었으나, 이상저온의 발생횟수는 감소하는 경향이였다. 그외 이상기상에서는 증감의 경향이 뚜렷하지 않는 것으로 조사되었다. 연도별로는, 2007년에 이상기상의 발생횟수가 평균 14.31회로 가장 많았고, 1983년

에 평균 5.85회로 가장 적었다. 지점별로는, 경북 영덕이 연 평균 11.78회 이상기상이 발생하여 가장 많았고, 경북 울릉은 연 평균 7.36회 발생으로 가장 적었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01229301)의 지원에 의해 이루어진 것임

REFERENCES

- Choi GY, Kwon WT, Boo KO, Cha YM. 2008. Recent Spatial and Temporal Changes in Means and Extreme Events of Temperature and Precipitation across the Republic of Korea. *Journal of the Korean Geographical Society*, 43 (5):681-700. (in Korean with English abstract)
- Heo IH, Lee SH, Kwon WT. 2006. The characteristics of summer and winter unusual temperature distribution in Korea. *Proceedings of the Spring Meeting of the Korea Meteorological Society*. p.40-41.
- IPCC. 2011. *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, New York, Cambridge University Press. p.582.
- KMA. 2010. 2010 Special Report on Abnormal Climate, Korea Meteorological Administration (ISBN 11-1360000-000705-01). p.114. (in Korean)
- Lee JG, Kim YJ, Jeong SH. 2010. The climatological regional characteristics of the occurrence of extraordinary temperature events associated with crop cultivation. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 12 (3):157-172. (in Korean with English abstract)
- NCSS (National Climate Data Service System). 2016. <http://sts.kma.go.kr>. (2017. 6. 30)
- Shim KM, Kim YS, Jung MP, Kim SC, Min SH, So KH. 2013. Agro-climatic zonal characteristics of the frequency of abnormal air temperature occurrence in South Korea. *Climate change research*, 4 (2):189-199. (in Korean with English abstract)
- Shim KM, Kim YS, Jung MP, Choi IT, Min SH. 2014. Agro-climatic zonal characteristics of the frequency of

- abnormal duration of sunshine in South Korea. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 16 (1):83-91. (in Korean with English abstract)
- Yun JI. 1999. Agricultural Meteorology. Arche Publishing House. p.15-21. (in Korean)
- Yun JI, Kim SO, Shim KM, Shin YS. 2015. A Field-specific Service for Agrometeorological Hazards Early Warning. Korean Society of Agricultural and Forest Meteorology (ISBN 979-11-954603-0-4 93520), Korean Society of Agricultural and Forest Meteorology. p.155. (in Korean)