

## 엘니뇨 발생연도의 우리나라의 이상기상 특징과 쌀 수량과의 관계

심교문\* · 정명표 · 김용석 · 최인태 · 김호정 · 강기경

국립농업과학원

(2016년 8월 30일 접수; 2016년 9월 28일 수정; 2016년 9월 29일 수락)

## Some Meteorological Anomalies and their Relationships with Rice Yield for El Niño Years in South Korea

Kyo-Moon Shim\*, Myung-Pyo Jung, Yong-Seok Kim, In-Tae Choi,  
Ho-Jung Kim and Kee-Kyung Kang

National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

(Received August 30, 2016; Revised September 28, 2016; Accepted September 29, 2016)

### ABSTRACT

In this study, we analyzed the relationship between rice yield and abnormal meteorological features for El Niño years (with more than 1.0 Oceanic Niño Index) since 1980 in South Korea. The national averaged rice yield of El Niño years ( $n=14$ ) was  $4,663 \text{ kg ha}^{-1}$ , which was less than that of non El Niño years ( $n=16$ ) by  $102 \text{ kg ha}^{-1}$ , but the difference was not significant statistically ( $t=1.215$ ,  $p=0.234$ ). The averaged rice yield of El Niño end years ( $4,558 \text{ kg ha}^{-1}$ ) was analyzed to be less than those of El Niño start years and non El Niño years by 209 and  $206 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectively. But, the trend was not significant statistically ( $df=2$ ,  $f=2.355$ ,  $p=0.114$ ). When meteorological anomalies were analyzed based on seasonal meteorological values, 18 meteorological events in total were observed for the past 30 years (1981-2010). In detail, abnormally much precipitation occurred 6 times, most often, followed by 5 times of abnormally low temperature during the past 30 years. Occurrence of meteorological anomalies of El Niño end years was 0.71 events per year on average, which was higher than those of El Niño start years ( $0.43 \text{ yr}^{-1}$ ) and non El Niño years ( $0.63 \text{ yr}^{-1}$ ), even if the differences were not significant statistically ( $df=2$ ,  $f=0.321$ ,  $p=0.727$ ).

**Key words:** Abnormal meteorology, El Niño, Meteorological anomaly, Oceanic Niño Index, Rice yield

### I. 서 론

1750년 이래로 대기 중 온실가스 농도의 급격한 증가는 온실효과를 강화시켜 지구 온난화 문제를 유발하였고, 이에 따라 발생하는 것으로 의심되고 있는 빈번한 악기상 그리고 강수대의 변화와 해수면의 상승 등은 인류에게 생존 조건의 악화에 대한 경각심을 주고 있다 (IPCC, 2007; 2014). 지구 온난화가 진행되고 있는 현재, 우리에게 심각한 어려움을 가져다 주는 현상으로는 적

도 태평양에서 나타나는 엘니뇨와 라니냐 현상을 들 수 있다. 적도 해양의 수온 변동은 전지구적으로 큰 기후 변동을 유발시키고 있으며 이 현상과 세계 각지에서 일어나는 기상이변들 간의 연계성은 비교적 잘 알려진 상태이다 (Neelin, 1990; Lafif *et al.*, 1993a; b; Lau *et al.*, 1992). 지구온난화 문제와 더불어 엘니뇨 현상은 그 영향력이 광범위하고 지대하기 때문에 수많은 관심과 연구의 대상이 되고 있다. 특히, 엘니뇨에 의해 나타날 지구 온난화의 효과, 강수패턴의 변화 등에 관한 연구가 활발



\* Corresponding Author : Kyo-Moon Shim  
(kmshim@korea.kr)

히 진행되고 있다. 최근 발생한 2015-2016 엘니뇨는 1982-1983, 1997-1998 엘니뇨만큼 강하게 발달하였고 전세계적으로 비상한 관심을 모으고 있으며, 세계기상기구(WMO; World Meteorological Organization)는 2016년을 기상관측 사상 가장 더운 해가 될 것으로 보인다고 밝혔다. 전세계적인 엘니뇨의 영향을 분석한 Ropelewski and Halpert(1987)와 Halpert and Ropelowski (1992)에 따르면, 우리 나라는 겨울철의 온도가 높은 경향을 보이나 여름철에는 영향이 유의하지 않은 것으로 나타나고, 일본의 경우 장마 종료가 늦어지는 경향을 나타내어 여름철 기온은 낮아지고, 반면에 겨울철 기온이 높아지는 경향을 보인다. Liu and Ding (1992)는 중국에서도 엘니뇨 발생 여부가 여름철 강수량의 장기 예측에 중요한 변수라고 지적하였고, Kwon *et al.*(1997)은 엘니뇨 발생시 우리나라(남·북한)의 겨울 기온은 높아지는 경향이 있으나, 강수에 대해서는 계절별로 뚜렷한 경향성을 찾기 어렵다고 보고하였다. Lee(1999)는 엘니뇨와 우리나라의 가뭄과 관계 분석을 통해 엘니뇨가 끝나는 해 12월부터 6개월 동안 평균이하의 Palmer 가뭄심도지수(PDSI)가 지속되어 엘니뇨의 영향이 있었음을 확인하였다.

기상청(KMA, 2016)은 엘니뇨가 발생하면 전 세계적으로 이상기상 현상이 나타날 가능성이 매우 커지며, 지역에 따라 다양한 형태의 기상재해가 나타날 수 있는데, 일반적으로 엘니뇨가 발생한 해의 겨울철에 호주 중북부, 동남아시아, 인도지역에서는 가뭄이, 동태평양지역에 인접한 중남미 지역에서는 폭우와 홍수가 나타나는 특징을 보이며, 우리나라는 엘니뇨가 발생한 겨울철이 평년보다 따뜻하고 강수가 많은 경향을 보인다고 보고하였다. 이와 같은 엘니뇨 현상은 전지구적인 기후변동에 영향을 주고, 이는 지역별로 다양한 이상기후 현상을 일으키므로, 날씨에 가장 많이 의존하는 산업인 농업은 이러한 이상기후에 의해서 농작물의 재배 및 가축의 사양 등에 막대한 영향을 받을 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고, 엘니뇨가 우리나라 농업에 미치는 영향을 분석하여 보고한 논문은 국내에서 거의 전무하다. 따라서 본 논문에서는 1980년 이후 중간 강도 이상의 엘니뇨가 발생한 해의 이상기상 특징과 쌀 수량과의 관계를 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1. 엘니뇨

본 연구에서는 엘니뇨 감시구역(열대 태평양 Nino3.4

지역: 5°S~5°N, 170°W~120°W)에서 3개월 이동 평균한 해수면온도의 편차가 0.5°C 이상 나타나는 달이 5개월 이상 지속될 때 그 첫 달을 엘니뇨의 발달의 시작으로 보는 미국의 규정을 이용하였고(NOAA, 2016), 엘니뇨 감시구역의 평균 해수면온도 편차를 3개월 이동평균한 값인 Oceanic Nino Index (ONI)를 이용하여 ONI 값이 1.0 이상인 중간 혹은 강한 강도의 엘니뇨가 나타난 해를 엘니뇨 발생연도로 선정하고 분석에 이용하였다(Fig. 1). 이와 같은 규정에 의해서 선정된 엘니뇨 발생기간은 1982-1983, 1986-1987, 1991-1992, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003, 2009-2010 등이다.

### 2.2. 쌀 생산량

1981년부터 2010년까지 30년간 연도별 쌀(백미 기준, 92.9%) 생산량은 통계청에서 운영하는 국가통계포털(KOSIS, 2016)로부터 다운받아 활용하였다. 다운받은 자료 중에서 논에서 생산된 단위면적당(10a) 쌀 생산량 자료를 이용하였으며, 전국 평균과 행정구역 평균으로 구분하여 분석자료로 활용하였다. 특별시와 광역시, 그리고 제주도는 논·벼의 재배면적이 극히 적어서 분석에서 제외하였다.

### 2.3. 이상기상

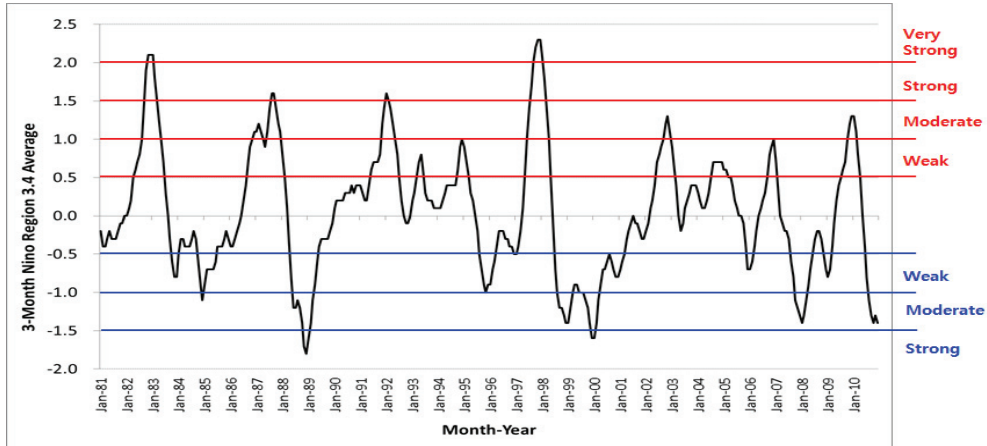
기상청 소속 61개소의 기상대 및 관측소에서 1981년부터 2010년까지 30년 동안 관측된 일별 기상자료를 국가기후데이터센터(NCDSS, 2016)로부터 다운받아서 기본자료로 활용하였다. 본 논문에 활용한 기상요소는 기온, 강수량, 일조시간 등 3가지이다.

과거 30년 동안(1981~2010년)의 연속된 기후자료를 보유하고 있는 기상청 소속 61개 관측지점 중에 광역시(서울 등 7지점)와 제주도(제주 등 3지점) 및 대관령, 추풍령, 울릉도 등 벼가 재배되고 있지 않는 지역에 해당되는 13개 지점을 제외한 총 48개 지점의 일별 기상자료를 이용하여 전국 및 8개 행정구역의 계절별 평균 기상자료를 계산하고, 엘니뇨 발생해와 미발생해의 이상기상 특징을 분석하는데 각각 활용하였다(Fig. 2).

이상기상 분석은 WMO의 기준에 따른 표준편차법으로 수행하였다. 상세히 설명하면, 과거 30년 동안의 48개 관측지점의 일별 기상요소를 기본자료로 해서 전국 및 8개 행정구역(강원, 경기, 충북, 충남, 전남, 전북, 경기)의 매년 계절별 평균(기온) 및 누적(강수량, 일조시간) 기상값을 계산하고, 이들에 대한 30년 평균(M) 및 표

준편차(S)를 각각 계산하였다. 그리고 30년 평균(M) 계절 기상값에 대한 매년 계절 기상값의 편차를 계산한다 음, 편차가 표준편차(S)의 2배 이상으로 높거나 많으면 이상고온(高溫), 이상다우(多雨), 이상다조(多照) 현상

의 출현으로 하였고, 2배 이상으로 낮거나 적으면 이상저온(低溫), 이상과우(寡雨), 이상과조(寡照) 현상의 출현으로 정의하였다(Shim *et al.*, 2013; 2014).



**Fig. 1.** El Niño and La Niña years, and intensities based on Oceanic Niño Index (ONI). Events are defined as 5 consecutive overlapping 3-month periods at or above the  $+0.5^{\circ}$  anomaly for warm (El Niño) events, and at or below the  $-0.5$  anomaly for cold (La Niña) events.



**Fig. 2.** Location of weather stations used in this study.

## 2.4. 통계분석

쌀 생산량은 회귀분석을 통해 연도별 경향성을 파악한 다음, 경향성이 있을 경우에는 잔차분석을 통해 경향성을 제거한 후, 엘니노 발생해가 우리나라 쌀 생산량 변화에 미친 영향을 통계분석하였다. 통계분석은 t-검정과 일원분산분석(one way ANOVA)을 실시하였다. t-검정에서의 독립변수는 2개로 엘니노 발생해(n=14)와 엘니노 미발생해(n=16)의 쌀 생산량으로 하였고, 분산분석에서의 독립변수는 3개로 엘니노 발생해를 엘니노 시작해와 엘니노 종료해로 구분하여, 엘니노 시작해(n=7)와 엘니노 종료해(n=7) 그리고 엘니노 미발생해(n=16)의 쌀 생산량으로 하였다. 이상기상 발생횟수의 통계분석도 쌀 생산량과 동일한 방법으로 수행하였다.

## III. 결 과

### 3.1. 연도별 쌀 생산량의 변화

통계청에서 발표한 1981년부터 2010년까지 과거 30년 동안의 전국 평균 쌀 생산량은 단위면적(10a)당 472kg( $\pm 30.5$ )이었다. 쌀 생산량이 가장 많았던 해는 2009년으로 전국 평균이 534kg 10a<sup>-1</sup>이었고, 가장 적었던 해는 1981년으로 416kg 10a<sup>-1</sup>으로 조사되었다. 전국 평균 쌀 생산량은 10년에 23.4kg 10a<sup>-1</sup>씩 증가하는 경향으로, 통계적으로도 유의(p<0.001)하게 증가한 것으로 분석되었다(Fig. 3).

과거 30년 동안의 전국 쌀 생산량을 행정구역(Province)으로 나누어 분석하면, 전라북도(510kg 10a<sup>-1</sup>)에서 가장 높고, 다음으로 충청남도(505kg 10a<sup>-1</sup>)에서 높으며, 강원도(430kg 10a<sup>-1</sup>)에서 가장 낮은 것으로 조사되었다. 그러나 단위면적당 쌀 생산량의 증가 경향은 강원도

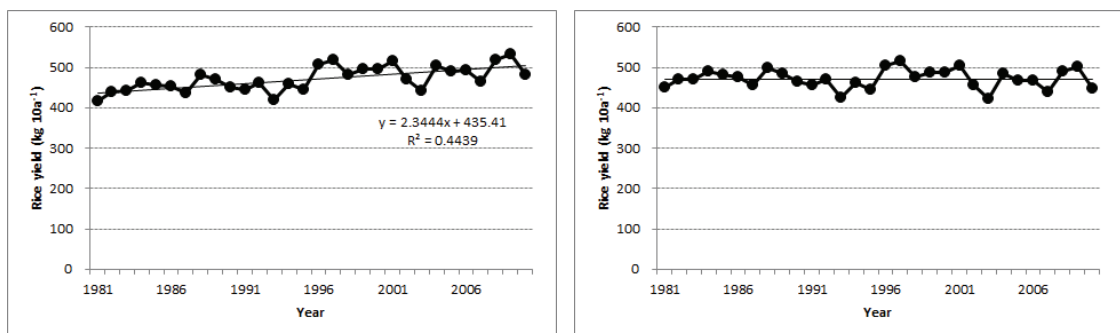
(35.8kg 10yr<sup>-1</sup>)에서 가장 컸고, 경상남도(33.6kg 10yr<sup>-1</sup>)가 다음으로 컸으나, 단위면적당 쌀 생산량이 가장 높은 전라북도(10.8kg 10yr<sup>-1</sup>)는 연간 증가 경향이 가장 낮은 것으로 분석되었다. 전라남도(p=0.060)의 결과를 제외하면, 대부분의 행정구역에서 단위면적당 쌀 생산량의 증가경향이 통계적으로 유의[전라북도(p=0.045), 그 외(p<0.001)]한 것으로 분석되었다(Table 1).

### 3.2. 엘니노 발생해의 구분

미국의 엘니노 발생 규정 기준에 의하면, 1981년부터 2010년까지 엘니노는 총 9회 발생하였고 이중에 Oceanic Nino Index (ONI)값이 1.0이상인 중간 강도 이상의 엘니노는 총 7회 발생한 것으로 조사되었다(Fig. 1). 강도 측면에서는 1997-1998년 엘니노가 가장 강했고, 1982-1983년 엘니노가 다음으로 강한 것으로 기록되었다. 반면에 1986-1988년 엘니노는 1986년 9월에 시작하여 1988년 2월까지 18개월 지속되어 엘니노의 발생기간이 가장 길었고, 1994-1995년 엘니노는 1994년 10월에 시작하여 1995년 3월까지 6개월 지속되어 엘니노 발생기간이 가장 짧았다.

### 3.3. 엘니노 발생과 쌀 생산량의 분석

전국 및 행정구역의 단위면적당 쌀 생산량은 매년 증가하는 경향이고 그 추세가 통계적으로 유의한 것으로 분석되어(전라남도는 제외), 잔차분석을 통해 경향성과 변동성을 제거한 쌀 생산량을 재 산정하였다(Fig. 3). 경향성과 변동성을 제거한 전국 및 도 평균의 연도별 쌀 생산량을 이용하여 엘니노 발생이 우리나라 쌀 생산량에 미치는 영향을 두가지 방법으로 통계분석하였는데, 그 결과는 다음과 같다.



**Fig. 3.** Yearly changes of nationally averaged rice yield (a) downloaded from the Krea Information Service and rice yield (b) after removing the residuals according to the increase tendency from 1981 through 2010.

**Table 1.** Averaged rice yield and regression analysis of changes of rice yield from 1981 through 2010 according to administrative districts

Administrative district (Province)	Rice yield (kg 10a <sup>-1</sup> )	Regression analysis		
		Slop (kg 10yr <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	P-value
Gyeonggi	459±32.5	25.5	0.46	<0.001
Gangwon	430±45.0	35.8	0.47	<0.001
Chungbuk	473±33.3	23.1	0.36	<0.001
Chungnam	505±35.1	24.9	0.37	<0.001
Jeonbuk	510±25.5	10.8	0.13	0.045
Jeonnam	464±30.4	12.2	0.12	0.060
Gyeongbuk	463±41.7	31.5	0.42	<0.001
Gyeongnam	444±39.8	33.6	0.53	<0.001
Mean	472±30.4	23.4	0.44	<0.001

**3.3.1. 엘니뇨 발생해와 미발생해의 비교**

중간 강도 이상의 엘니뇨가 발생한 해(n=14)의 전국 평균 쌀 생산량은 466.3kg 10a<sup>-1</sup>으로 미발생한 해(n=16)의 전국 평균 쌀 생산량 476.5kg 10a<sup>-1</sup> 보다 단위면적당 10.2kg 적었으나, 통계적으로는 유의하지 않는 것으로 분석되었다(t=1.215, p=0.234). 행정구역으로 세분해서 관련성을 통계분석했을 경우에도 전국 평균과 동일한 결과를 얻었다. 대체로 엘니뇨 발생해가 미발생해보다 쌀 생산량은 적은 경향이었으나, 통계적으로는 유의하지 않았다(Table 2).

**3.3.2. 엘니뇨 발생 시작해, 종료해, 미발생해의 비교**

중간 강도 이상의 엘니뇨가 발생한 해를 시작해(n=7)와 종료해(n=7)로 각각 세분하고, 이들의 쌀 생산량과 엘니뇨 미발생해(n=16)의 쌀 생산량의 차이를 분석하였

다. 엘니뇨 시작해의 전국 평균 쌀 생산량은 476.7kg 10a<sup>-1</sup>으로 엘니뇨 미발생해의 쌀 생산량 476.4kg 10a<sup>-1</sup> 과 비슷하였으나, 엘니뇨 종료해의 전국 평균 쌀 생산량은 455.8kg 10a<sup>-1</sup>으로 엘니뇨 미발생해보다 20.6kg 10a<sup>-1</sup> 적은 것으로 분석되었다. 이와 같이 엘니뇨 종료해의 전국 평균 쌀 생산량이 엘니뇨 시작해와 엘니뇨 미발생해의 쌀 생산량보다 낮은 경향을 보였지만, 통계적으로 유의하지 않는 것으로 분석되었다(df=2, f=2.355, p=0.114) (Table 3).

행정구역별 분석에서도 전국 평균 분석의 결과와 마찬가지로, 전반적으로 엘니뇨 종료해의 쌀 생산량이 낮았으나, 그 경향이 통계적으로는 유의하지 않았다. 다만, 충청남도에서는 엘니뇨 종료해의 평균 쌀 생산량이 479.7kg 10a<sup>-1</sup>으로 엘니뇨 시작해와 엘니뇨 미발생해의 쌀 생산량보다 각각 32.0, 33.4kg 10a<sup>-1</sup> 낮았고, 그

**Table 2.** Comparison of rice yield between El Niño years and non El Niño years

Administrative district (Province)	Rice yield (kg 10a <sup>-1</sup> )		T-test	
	non El Niño years (n=16)	El Niño years (n=14)	T statistic	P-value
Gyeonggi	464±23.0	454±25.3	1.148	0.260
Gangwon	432±40.1	428±24.0	0.374	0.710
Chungbuk	477±29.8	468±23.8	0.840	0.407
Chungnam	513±24.7	496±29.8	1.750	0.090
Jeonbuk	515±20.8	504±27.0	1.227	0.229
Jeonnam	468±30.1	458±27.9	0.928	0.360
Gyeongbuk	465±35.3	461±29.2	0.314	0.755
Gyeongnam	450±29.1	438±25.4	1.252	0.220
Mean	476±23.0	466±22.7	1.214	0.234

**Table 3.** Comparison of rice yield between El Niño start years, El Niño end years, and non El Niño years

Administrative district (Province)	Rice yield (kg 10a <sup>-1</sup> )			ANOVA	
	non El Niño years (n=16)	El Niño start years (n=7)	El Niño end years (n=7)	F-ratio	P-value
Gyeonggi	464±23.0	466±15.7	441±28.2	2.713	0.084
Gangwon	432±40.1	439±20.4	416±23.0	0.889	0.422
Chungbuk	477±29.8	476±23.5	461±23.5	0.847	0.439
Chungnam	513±24.7	512±25.9	480±25.5	4.607	0.018
Jeonbuk	515±20.8	516±26.3	493±24.4	2.471	0.103
Jeonnam	468±30.1	465±33.9	452±20.8	0.786	0.465
Gyeongbuk	465±35.3	473±25.8	449±29.2	1.013	0.376
Gyeongnam	450±29.1	438±25.4	438±25.4	1.217	0.311
Mean	476±23.0	477±22.9	456±18.3	2.355	0.114

경향이 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다(df=2, f=4.607, p=0.018) (Table 3).

### 3.4. 엘니뇨 발생과 이상기상의 분석

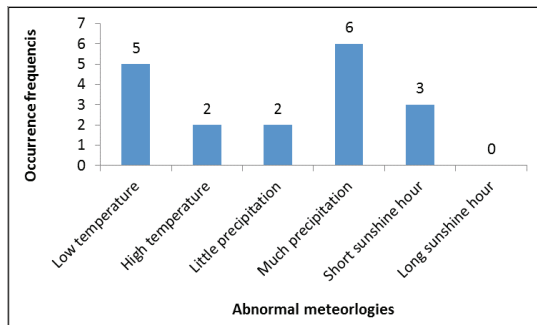
과거 30년 동안의 전국 평균의 계절 기상값을 이용하여 WMO 기준에 따라 이상기상의 발생횟수를 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 과거 30년 동안 총 18회의 이상기상이 발생하였고, 세부적으로는 이상다우가 총 6회 발생하여 가장 많았고, 이상저온은 총 5회로 이상다우 다음으로 많이 발생하였다. 반면에 이상다조는 발생하지 않았던 것으로 분석되었다. 엘니뇨 발생해의 이상기상 발생횟수는 0.57회/년으로 엘니뇨 미발생해의 이상기상 발생횟수(0.63회/년) 보다 오히려 적은 것으로 분석되었다. 반면에, 엘니뇨 발생해를 시작해와 종료해로 구분하

여 이상기상 발생횟수를 조사하면, 엘니뇨 종료해의 이상기상 발생횟수가 0.71회/년으로 엘니뇨 시작해의 이상기상 발생횟수(0.43회/년)와 엘니뇨 미발생해의 이상기상 발생횟수(0.63회/년) 보다 많은 것으로 조사되었다. 하지만, 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(df=2, f=0.321, p=0.727) (Table 4).

행정구역별 분석에서도 전국 평균 분석과 마찬가지로, 전반적으로 엘니뇨 종료해의 이상기상 발생횟수가 엘니뇨 시작해와 엘니뇨 미발생해보다 많았지만, 그 경향이 통계적으로는 유의하지 않는 것으로 분석되었다. 다만, 강원도는 다른 행정구역과 달리 엘니뇨 시작해의 이상기상 발생횟수가 0.85회/년으로 엘니뇨 종료해(0.57회/년)와 엘니뇨 미발생해(0.50회/년) 보다 많았던 것으로 분석되었다. 하지만, 강원도에서도 통계적으

**Table 4.** Comparison of occurrence frequencies of abnormal meteorology between El Niño start years, El Niño end years, and non El Niño years

Administrative district (Province)	Occurrence frequencies of abnormal meteorology			ANOVA	
	non El Niño years (n=16)	El Niño start years (n=7)	El Niño end years (n=7)	F-ratio	P-value
Gyeonggi	10	2	4	0.458	0.637
Gangwon	8	6	4	0.802	0.458
Chungbuk	11	1	6	2.102	0.141
Chungnam	10	1	4	0.782	0.467
Jeonbuk	8	2	6	0.978	0.388
Jeonnam	11	2	6	0.851	0.438
Gyeongbuk	11	2	6	0.947	0.400
Gyeongnam	6	3	4	0.192	0.825
Mean	10	3	5	0.321	0.727



**Fig. 4.** Occurrence frequencies of abnormal meteorology based on the seasonal meteorological values from 1981 through 2010.

로 유의하지 않는 것으로 조사되었다( $df=2$ ,  $f=0.082$ ,  $p=0.458$ ) (Table 4).

엘니뇨 종료해의 쌀 생산량이 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 조사된 충청남도의 이상기상 발생횟수를 분석한 결과, 엘니뇨 종료해의 이상기상의 발생횟수는 0.57회/년으로 엘니뇨 시작해(0.14회/년) 보다는 많았으나, 엘니뇨 미발생해(0.62회/년) 보다는 오히려 적은 것으로 분석되어 엘니뇨 종료해의 낮은 쌀 생산량이 엘니뇨 종료해의 이상기상에 의한 영향과 관련이 없는 것으로 평가되었다.

#### IV. 고 찰

본 논문에서는 통계적으로는 유의하지 않았지만, 엘니뇨 발생해의 단위면적당 평균 쌀 생산량이 엘니뇨 미발생해의 평균 쌀 생산량보다 다소 낮은 것으로 분석되었다. 엘니뇨 발생해를 엘니뇨 시작해와 종료해로 나누어 살펴보면, 엘니뇨 종료해의 평균 쌀 생산량이 훨씬 낮은 것으로 조사되었지만, 엘니뇨 시작해의 쌀 생산량은 엘니뇨 미발생해의 쌀 생산량과 비슷하여, 엘니뇨해의 다소 낮은 쌀 생산량은 엘니뇨 종료해의 낮은 쌀 생산량에 의한 결과로 분석되었다.

하지만, 계절 기상값을 기준으로 발생한 이상기상 횟수를 엘니뇨 발생해와 미발생해로 구분하여 분석하면, 엘니뇨 발생해의 이상기상의 발생횟수가 미발생해의 발생횟수보다 오히려 더 적은 것으로 분석되어, 엘니뇨 발생해의 다소 낮은 쌀 생산량이 이상기상의 발생(계절 기준)에 의한 영향으로 평가하기가 어려웠다. 또한, 엘니뇨 종료해의 이상기상의 발생횟수가 엘니뇨 시작해와 미발생해보다는 많았으나, 그 경향이 통계적으로 유의하지

않은 것으로 평가되어, 엘니뇨 종료해의 낮은 쌀 생산량도 계절 기준으로 분석한 이상기상에 의한 영향으로 해석하기가 어려웠다.

다만, 이와 같은 연구결과는 계절(3개월) 기상값을 기준으로 이상기상의 여부를 조사함으로써, 보다 짧은 기간(월, 순, 반순)에서 발생하는 이상기상 현상이나 벼 생육과 수량에 영향을 크게 미치는 등숙기간 등에서 발생하는 이상기상 현상이 반영되지 못한 결과일 수 있으며, 태풍, 집중호우 등 아주 짧은 기간에 발생하는 악기상에 의한 대규모 피해가 반영되지 못한 결과일 수도 있으므로, 향후 이들에 대한 보다 세밀한 분석결과가 보완되어야 할 것으로 사료된다.

#### 적 요

본 논문에서는 1980년 이후 중간 강도 이상의 엘니뇨가 발생한 해의 이상기상 특징과 쌀 수량과의 관계를 분석하였다. 엘니뇨가 발생한 해( $n=14$ )의 전국 평균 쌀 생산량은  $466.3\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 으로 미발생한 해( $n=16$ )의 전국 평균 쌀 생산량  $476.5\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 보다 단위면적당  $10.2\text{kg}$  적었지만, 통계적으로는 유의하지 않았다( $t=1.215$ ,  $p=0.234$ ). 또한, 엘니뇨 종료해의 전국 평균 쌀 생산량이 엘니뇨 시작해와 엘니뇨 미발생해의 쌀 생산량보다 낮은 경향을 보였지만, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다( $df=2$ ,  $f=2.355$ ,  $p=0.114$ ). 엘니뇨 발생해의 이상기상 발생횟수는 0.57회/년으로 엘니뇨 미발생해의 이상기상 발생횟수(0.63회/년) 보다 다소 적은 것으로 분석되었다. 그러나 엘니뇨 발생해를 시작해와 종료해로 구분하여 이상기상 발생횟수를 조사하면, 엘니뇨 종료해의 이상기상 발생횟수가 0.71회/년으로 엘니뇨 시작해의 이상기상 발생횟수(0.43회/년)와, 엘니뇨 미발생해의 이상기상 발생횟수(0.63회/년) 보다 많은 것으로 조사되었다. 하지만, 이들은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다( $df=2$ ,  $f=0.321$ ,  $p=0.727$ ).

#### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01000701)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## REFERENCES

- Halpert, M. S. and C. F. Ropelewski, 1992: Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation. *Journal of Climate* **5**, 577-593.
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151pp.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104pp.
- KMA, 2016: [http://web.kma.go.kr/notify/press/kma\\_list.jsp](http://web.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp). El Niño status and outlook ((Press release (No. 3972)). (in Korean)
- KOSIS, 2016: <http://kosis.kr>. (in Korean)
- Kwon, W. T., S. E. Hwang, and M. Y. Park, 1997: The trend of climate variability in El Niño years of South Korea. *Proceeding of autumn conference of Korean Meteorology Society*, 182-184. (in Korean)
- NOAA, 2016: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears\\_stml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_stml)
- NCDSS, 2016: <http://sts.kma.go.kr>. (in Korean)
- Ropelewski, C. F. and M. S. Halpert, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/ Southern Oscillation. *Monthly Weather Review* **115**, 1606-1626.
- Latif, M., A. Sterl, E. Maier-Reimer, and M. M. Junge, 1993a: Climate variability in a coupled GCM. Part I: The Tropical Pacific, *Journal of Climate* **6**, 5-20.
- Latif, M., A. Sterl, E. Maier-Reimer, and M. M. Junge, 1993b: Structure and predictability of the El Niño/Southern Oscillation phenomenon in a coupled ocean-atmosphere general circulation model. *Journal of Climate* **6**, 21-50.
- Lau, N. C., S. G. H. Philander, and M. J. Nath, 1992: Simulation of ENSO-like phenomena with a low-resolution coupled GCM of the global ocean and atmosphere. *Journal of Climate* **5**, 284-307.
- Lee, D. R., 1999: Relationship between El Niño/Southern Oscillation and drought in Korea. *Journal of Korea Water Resources Association* **32**(2), 111-120.
- Liu, Y., and Y. Ding, 1992: Influence of El Niño on weather and climate in China. *Acta Meteorologica Sinica* **6**(1), 117-127.
- Neelin, J. D., 1990: A hybrid coupled general circulation model for El Niño studies. *Journal of The Atmospheric Sciences* **47**(5), 674-693.
- Shim, K. M., Y. S. Kim, M. P. Jung, I. T. Choi, and S. H. Min, 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)
- Shim, K. M., Y. S. Kim, M. P. Jung, S. C. Cheol, S. H. Min, and K. H. So, 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)