

## 채소 주산지의 기상요소별 경향성 분석

김용석 · 심교문<sup>†</sup> · 정명표 · 최인태

국립농업과학원 농업환경부 기후변화생태과

### A Trend Analysis of Meteorological Elements in the Main Producing Areas of Vegetables

Kim, Yong Seok, Shim, Kyo Moon<sup>†</sup>, Jung, Myung Pyo and Choi, In Tae

Climate Change & Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, Wanju, Korea

#### ABSTRACT

This study was carried out a trend analysis for analyzing change of meteorological elements in the main producing areas of Chinese cabbage, radish, pepper, garlic and onion. As meteorological elements, we selected air temperature (maximum, minimum), precipitation and duration of sunshine. We used monthly data of meteorological elements obtained from the main producing areas of vegetables for 30 years from 1981 to 2010. Mann-Kendall test used for significance test of trend and Sen's estimator of slope for computing the variance of meteorological elements. The study results showed that air temperature tended to increase, but duration of sunshine tended to decrease in most regions.

Key words: Trend Analysis, Main Producing Area of Vegetable, Meteorological Element.

## 1. 서 론

한반도 기후변화 전망보고서(Jung *et al.*, 2012)에 의하면 우리나라의 지난 30년간(1981~2010) 연평균 기온은 1.2℃ 상승하였으며, 강수량은 78 mm 증가한 것으로 나타났다. 그리고 앞으로의 기후는 RCP 4.5 시나리오 기준으로 21세기 전반기(2011~2040)에는 1.4℃ 상승하고, 21세기 후반기(2071~2100)에 3.0℃ 상승할 것으로 예상하고 있다. 이것은 전 세계적인 기온의 증가 추세보다 변화폭이 훨씬 크며, 머지않아 남한 대부분은 아열대 기후지대가 될 것으로 예상되고 있어 그에 대한 대비가 필요할 것이다. 최근 이러한 기후변화에 대응하기 위하여 Lee *et al.*(2008)과 Shin *et al.*(2015)은 기후변화에 따른 작물의 생육 변화 및 생산량 변화에 대한 연구를 수행하고 있으며, Kim *et al.*(2009)과 Kim *et al.*(2012)은 기후변화에 따른 작물의 재배적지의 변화를 연구하였다. 그리고 Choi *et al.*(2000)과 Jung *et al.*(2004)은 우리나라의 과거 기상값을 이용하여 특정 시기의 변화 추이를 연구하였다.

본 연구에서도 기후변화에 대응하기 위한 대비책 마련을 위하여 각 채소 주산지의 과거 30년 동안의 기상요소별 경향성을 파악하여 앞으로도 과거와 같은 기후변화가 나타날 경우, 현재와 같이 채소가 그 지역에 재배하는데 문제가 발생하지 않을 지 예상해 보았다.

## 2. 재료 및 방법

배추(여름배추, 가을배추), 고추, 마늘, 양파의 주산지의 경향성 분석을 위하여 각 채소의 주산지중 1981년부터 2010년의 과거 30년 기상관측값이 있는 지역을 선정하였다(Table 1). 분석을 위한 기상요소는 최고기온, 최저기온, 강수량, 일조시간이며, 기상청(<http://sts.kma.go.kr/>) 종관기상관측지점의 자료를 활용하였다. 각 작물의 생육기간에 해당하는 월별 기상자료에 대한 경향성 분석은 Mann-Kendall test를 이용하였으며, 유의수준은  $\alpha=0.05$ 을 기준으로 하였다. 유의한 경향성이 있는 해당 월의 기상요소에 대한 변화량을 구하기 위하여

<sup>†</sup> Corresponding author : kmshim@korea.kr

Received October 30, 2015 / Revised November 13, 2015 / Accepted November 30, 2015

Table 1. Main producing areas of vegetables

Vegetable	Main producing area	
Chinese cabbage	Summer	Gangneung
	Autumn	Haenam
Pepper	Hongcheon, Jeongeup, Imsil, Haenam, Uiseong	
Garlic	Northern-type	Seosan, Uiseong, Imsil
	Southern-type	Seosan, Uiseong, Imsil
Onion	Haenam	

Sen's estimator of slope 방법을 이용하였다.

Mann-Kendall test는 비모수적 통계방법(Non-parametric Statistical Method)으로 기후학적인 시계열 자료의 경향성 분석에 많이 사용되고 있다(Zhang *et al.*, 2001).

Kahya and Kalayci(2004)와 Yenign *et al.*(2008)은 하천유량의 변화에 대한 경향성을 분석하기 위하여 다음과 같은 방법으로 Mann-Kendall test를 수행하였다.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{i=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \tag{1a}$$

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \tag{1b}$$

여기서,  $x_j$ 와  $x_k$ 는  $j$  시점과  $k$  시점의 관측값이며,  $\text{sgn}(x_j - x_k)$ 는  $j$  시점과  $k$  시점의 관측값 간의 차이에 의해 1, 0, -1의 값을 구하게 된다. 그 값들의 합이 식(1a)의  $S$ 가 된다.

$S$ 의 평균은 0이며, 분산은 아래와 같이 구한다.

$$\text{Var}(s) = \frac{1}{18} \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] \tag{2}$$

여기서,  $n$ 은 관측치의 총 수,  $m$ 은 동일한 값을 보이는 자료 수,  $t_i$ 는  $i$ 일 때의 자료 수이다.

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \tag{3}$$

위의 식을 통하여 구하게 된 z-value의 유의성을 검증함으로써 경향성을 판단하게 된다. 이 때, 유의수준  $\alpha$ 에 대해  $p \leq \alpha$  이면 귀무가설을 기각하고, 경향성이 있다는 대립가설을 수용하게 된다.

단위시간당 변화량을 나타내는 Sen's estimator of slope은 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$Q = \text{median} \left( \frac{x_j - x_k}{j - k} \right) \tag{4}$$

여기서,  $j$ 와  $k$ 는 시점을 나타내며,  $x_j$ 와  $x_k$ 는  $j$ 와  $k$  시점의 관측값이며,  $Q$ 는 총 Sen's estimator의 중간 값이 된다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 배추 주산지의 기상요소별 경향성

여름배추의 생육시기는 지역별로 조금씩 차이가 있지만, 대체로 5~6월이 유묘기와 경엽신장기이며, 7~8월이 결구기이다. 강릉에서 여름배추의 생육시기에 따른 기상요소별 경향성을 분석한 결과에 의하면 최고기온과 강수량, 일조시간은 뚜렷한 경향성이 보이지 않았지만, 1981~2010년의 6월 최저기온의 경우 연간 0.07℃ 씩 증가하는 경향이 나타났다(Table 2).

가을배추의 생육시기는 대체로 7~8월이 유묘기와 경엽신장기이며, 9~10월이 결구기이다. 가을배추의 주산지 중 해남의 기상요소별 경향성 분석 결과에 의하면 1981~2010년의 9

Table 2. Trend analysis of meteorological elements in main producing area of summer Chinese cabbage

Region	Meteorological element	Month			
		May	Jun.	Jul.	Aug.
Gangneung	T <sub>max</sub>				
	T <sub>min</sub>		↑		
	Pre				
	DOS				

↑, ↓ : Increase or decrease trend.  
 Arabic number : Sen's estimator of slope.  
 T<sub>max</sub> : Maximum air temperature.  
 T<sub>min</sub> : Minimum air temperature.  
 Pre : Precipitation.  
 DOS : Duration of sunshine.

월과 10월의 최고기온의 경우 연간 0.05℃, 0.06℃ 씩 각각 증가하는 경향을 나타냈으며, 일조시간의 경우에는 7~9월에 연간 2.41시간, 2.55시간, 2.22시간 씩 각각 감소하는 경향이 나타났다. 그렇지만 최저기온과 강수량의 경우 뚜렷한 경향성을 나타내지 않았다(Table 3).

배추의 특성은 호냉성 작물로서 생육적온은 15~20℃이고, 결구적온은 15~16℃이다. 생육초기에는 비교적 높은 온도와 강한 광에 유리하지만, 결구기에는 상대적으로 낮은 온도와 약한 광 아래서 8시간 정도의 일조시간이 필요하다. 배추는 생육기간이 짧기 때문에 비교적 많은 수분을 요구하고, 건조에 약하다(Park and Kim, 2014). 이러한 특성을 고려할 때 각 주산지의 기상이 앞으로 과거와 같은 경향성을 나타낸다면 여름배추의 경우에는 5월의 기온이 다소 높아질 수 있으며, 가을 배추의 경우 결구기에 최고기온이 점차 증가하고 있어 배추 생육에 영향을 미칠 수 있을 것이라 예상된다. 그리고 일조시간은 배추가 현재보다 일조시간이 짧아지는 시기가 많아진다면 배추 생육에 영향을 받을 것으로 예상된다(Table 4 및 Table 5).

3.2 고추 주산지의 기상요소별 경향성

고추는 2~3월에 발아기와 육묘기를, 4월에 정식 후 5~8월에 개화기를 거치게 된다. 고추의 주산지 중 홍천의 경우 1981~2010년의 2~6월 최저기온이 각각 연간 0.12℃, 0.07℃, 0.06℃, 0.06℃, 0.05℃ 씩 증가하는 경향이 나타났으며, 일조

Table 3. Trend analysis of meteorological elements in main producing areas of autumn Chinese cabbage

Region	Meteorological element	Month			
		Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Haenam	T <sub>max</sub>			↑	↑
	T <sub>min</sub>			0.05	0.06
	Pre				
	DOS	2.41	2.55	2.22	
		↓	↓	↓	

↑, ↓ : Increase or decrease trend.  
 Arabic number : Sen's estimator of slope.  
 T<sub>max</sub> : Maximum air temperature.  
 T<sub>min</sub> : Minimum air temperature.  
 Pre : Precipitation.  
 DOS : Duration of sunshine.

Table 4. Monthly weather data in main producing area of summer Chinese cabbage(1981~2010)

Region	Meteorological element	Month			
		May	Jun.	Jul.	Aug.
Gangneung	T <sub>max</sub> (°C)	21~24	21~27	23~32	25~31
	T <sub>min</sub> (°C)	11~14	15~19	17~24	18~23
	Pre (mm)	17~239	33~279	86~757	81~1,137
	DOS (hr)	135~283	93~256	46~218	64~217

T<sub>max</sub> : Maximum air temperature rage.  
 T<sub>min</sub> : Minimum air temperature rage.  
 Pre : Precipitation rage.  
 DOS : Duration of sunshine rage.

Table 5. Monthly weather data in main producing area of autumn Chinese cabbage(1981~2010)

Region	Meteorological element	Month			
		Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Haenam	T <sub>max</sub> (°C)	26~32	26~32	24~28	19~24
	T <sub>min</sub> (°C)	19~23	19~23	13~19	7~11
	Pre (mm)	42~549	36~563	16~692	0~142
	DOS (hr)	46~218	64~217	78~264	124~240

T<sub>max</sub> : Maximum air temperature rage.  
 T<sub>min</sub> : Minimum air temperature rage.  
 Pre : Precipitation rage.  
 DOS : Duration of sunshine rage.

시간은 2~8월에 각각 연간 1.25시간, 2.01시간, 2.18시간, 1.65시간, 1.88시간, 3.13시간, 2.72시간 씩 감소하는 것으로 나타났다. 또다른 주산지인 정읍의 경우는 2월의 최고기온과 2월, 3월, 5월, 6월의 최저기온이 증가하는 경향이 나타났으며, 일조시간의 경우에는 3~5월에 감소하는 경향이 나타났다. 임실의 경우는 2월의 최고기온이 증가하는 경향이 나타났으며, 4~8월의 일조시간은 감소하는 경향이 나타났다. 해남의 경우는 2월의 최고기온과 6월의 최저기온이 증가하는 경향이 나타났으며, 일조시간은 5~8월에 감소하는 경향이 나타났다. 의성의 경우는 2월의 최고기온이 증가하는 경향성이 나타났으며, 4~8월의 일조시간은 감소하는 경향을 나타냈다 (Table 6).

고추는 고온성 작물로서 생육적온은 20~30℃이며, 개화 및 과피대 적온은 18~23℃이다. 특히, 개화기 때 고온 장해를 입으면 수정 능력을 상실한 화분을 많이 형성하게 된다. 고추는

Table 6. Trend analysis of meteorological elements in main producing areas of pepper

Region	Meteorological element	Month						
		Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.
Hongcheon	T <sub>max</sub>							
	T <sub>min</sub>	↑ 0.12	↑ 0.07	↑ 0.06	↑ 0.06	↑ 0.05		
	Pre							
	DOS	↓ 1.25	↓ 2.01	↓ 2.18	↓ 1.65	↓ 1.88	↓ 3.13	↓ 2.72
Jeongeup	T <sub>max</sub>	↑ 0.09						
	T <sub>min</sub>	↑ 0.10	↑ 0.05		↑ 0.05	↑ 0.05		
	Pre							
	DOS		↓ 1.28	↓ 1.51	↓ 2.19			
Imsil	T <sub>max</sub>	↑ 0.13						
	T <sub>min</sub>							
	Pre							
	DOS			↓ 1.42	↓ 2.21	↓ 2.65	↓ 3.52	↓ 3.31
Haenam	T <sub>max</sub>	↑ 0.12						
	T <sub>min</sub>					↑ 0.03		
	Pre							
	DOS				↓ 1.76	↓ 2.51	↓ 2.41	↓ 2.55
Uiseong	T <sub>max</sub>	↑ 0.11						
	T <sub>min</sub>							
	Pre							
	DOS			↓ 1.46	↓ 1.80	↓ 2.06	↓ 2.63	↓ 2.04

↑, ↓ : Increase or decrease trend, Arabic number : Sen's estimator of slope, T<sub>max</sub> : Maximum air temperature, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature, Pre : Precipitation, DOS : Duration of sunshine.

토양의 수분 상태에 민감하지만, 광에는 비교적 둔감한 편이다(Yang *et al.*, 2014). 이러한 특성을 고려할 때 주산지의 기

상이 과거와 같은 경향성을 나타낸다면 기온의 경우 생육적 온보다 올라가서 다소 문제가 발생할 수도 있을 것으로 예상

되나, 꺾에 둔감한 특성상 일조시간의 감소가 고추 생육에 미칠 영향은 좀 더 연구가 필요할 것으로 예상된다(Table 7).

### 3.3 마늘 주산지의 기상요소별 경향성

한지형 마늘은 10월에 발아기, 12월과 1월 월동기를 거치며, 2~3월에 잎출현기, 4~6월에 쪽비대기를 거치게 된다. 난지형은 9월에 발아기, 10월에 잎신장기를 거쳐 12월과 1월 월동기, 2~3월에 쪽분화기, 4~6월에 쪽비대기를 거치게 된다.

한지형 마늘의 주산지인 서산의 경우 강수량이 11월에 연간 1.44 mm 씩 감소하는 경향이 나타났으며, 일조시간은 5월과 6월에 각각 1.40시간, 2.40시간씩 감소하는 것으로 나타났다. 의성의 경우는 1월과 2월의 최고기온과 10월 최저기온이

증가하는 경향성을 나타냈으며, 일조시간은 4~6월에 감소하는 경향을 나타냈다. 임실의 경우는 1월과 2월의 최고기온이 증가하는 경향성을 나타내며, 강수량의 경우 11월에 감소하는 경향성을 나타냈다. 그리고 일조시간은 4~6월과 12월에 감소하는 경향성을 나타냈다(Table 8).

마늘의 생육적온과 구비대적온은 18~20℃이고, 25℃ 이상에서 생육의 저하가 생긴다. 구비대를 위해서는 12시간 이상의 장일조건이 요구된다(Gwak *et al.*, 2014). 주산지의 기상이 이와 같은 경향성을 나타낸다면 서귀포의 경우 쪽비대기인 5월에 최고기온이 증가하여 마늘 생육에 영향을 미칠 것으로 예상되며, 주산지의 대부분에서 일조시간이 감소하고 있는 경향도 생육에 영향을 미칠 것으로 예상된다(Table 9).

Table 7. Monthly weather data in main producing area of pepper (1981~2010)

Region	Meteorological element	Month						
		Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.
Hongcheon	T <sub>max</sub> (°C)	2~9	8~14	15~22	21~26	24~30	26~33	32~27
	T <sub>min</sub> (°C)	-13~-3	-5~0	0~8	7~11	12~17	16~22	17~23
	Pre (mm)	1~85	11~132	13~186	18~289	35~506	123~1,244	76~822
	DOS (hr)	115~218	241~119	142~302	153~338	116~269	76~264	83~325
Jeongeup	T <sub>max</sub> (°C)	3~10	9~14	16~21	23~25	25~29	27~34	27~33
	T <sub>min</sub> (°C)	-7~0	-1~2	3~11	10~13	15~18.6	19.8~24.3	19.5~24.8
	Pre (mm)	4.5~114.4	11.4~122.0	19.0~227.5	25.8~181.8	8.8~364	6~575	78~623
	DOS (hr)	106~205	110~234	139~269	142~290	108~289	68~267	90~278
Imsil	T <sub>max</sub> (°C)	2~10	8~14	15~21	21~25	24~29	26~33	26~32
	T <sub>min</sub> (°C)	-10~-2	-4~0	0~8	6~11	12~16	18~21	17~22
	Pre (mm)	2~100	13~120	20~249	23~162	14~343	13~689	60~731
	DOS (hr)	119~211	115~265	160~298	172~303	97~292	87~246	80~304
Haenam	T <sub>max</sub> (°C)	4~11	10~13	15~20	21~24	24~28	26~32	26~32
	T <sub>min</sub> (°C)	-4~0	-1~3	2~10	9~13	15~18	19~23	19~23
	Pre (mm)	8~128	14~158	8~194	29~290	28~724	42~549	36~563
	DOS (hr)	120~226	122~297	147~326	152~331	82~308	95~338	95~343
Uiseong	T <sub>max</sub> (°C)	3~11	10~15	16~22	22~27	25~30	26~34	27~34
	T <sub>min</sub> (°C)	-1~-11	-5~0	0~8	6~10	12~16	16~22	16~23
	Pre (mm)	0~96	3~102	15~188	12~175	8~295	45~738	49~590
	DOS (hr)	92~223	122~242	150~302	167~368	119~337	49~287	99~243

T<sub>max</sub> : Maximum air temperature rage, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature rage, Pre : Precipitation rage, DOS : Duration of sunshine rage.

Table 8. Trend analysis of meteorological elements in main producing areas of northern type garlic

Region	Meteorological element	Month									
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Oct.	Nov.	Dec.	
Seosan	T <sub>max</sub>										
	T <sub>min</sub>										
	Pre									1.44	
	DOS					1.40	2.40				
Uiseong	T <sub>max</sub>	↑ 0.08	↑ 0.11								
	T <sub>min</sub>								↑ 0.09		
	Pre										
	DOS				1.46	1.80	2.06				
Imsil	T <sub>max</sub>	↑ 0.08	↑ 0.13								
	T <sub>min</sub>										
	Pre									1.23	
	DOS				1.42	2.21	2.65				1.17

↑, ↓ : Increase or decrease trend, Arabic number : Sen's estimator of slope, T<sub>max</sub> : Maximum air temperature, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature, Pre : Precipitation, DOS : Duration of sunshine.

### 3.4 양파 주산지의 기상요소별 경향성

양파는 9~10월에 유묘기, 11~12월에 활착기, 1월에 월동기, 2~4월에 경엽신장기, 5~6월에 구비대기를 거치게 된다. 양파의 주산지 중 해남의 경우, 3월, 9월과 10월의 최고기온이 각각 연간 0.12℃, 0.05℃, 0.06℃씩 증가하는 경향이 나타났으며, 6월 최저기온이 0.03℃씩 감소하는 경향이 나타났다. 일조시간은 1월, 5월과 6월, 9월에 각각 연간 1.45시간, 1.76시간, 2.51시간, 2.22시간씩 감소하는 경향이 나타났다(Table 10).

양파의 생육적온은 17℃ 전후이며, 구비대 적온은 15~20℃이다. 양파는 비교적 고온에는 약하고, 저온에 강한 작물이다. 양파 생육에는 일조시간이 12시간 정도일 때 뿌리의 증가가 왕성하고, 지상부 발육도 잘 되며, 구비대도 촉진된다(Choi *et al.*, 2013). 일조시간의 경우, Table 11과 같이 과거에도 하루

평균 12시간이 안 되는 경우가 많기 때문에 과거와 같은 경향성을 나타낸다면 구비대를 위한 일조시간의 감소는 양파의 생육에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

본 연구에서는 주요 5개 채소작물의 주산지 대상으로 과거 기상값을 이용한 기상요소별 경향성을 분석하였다. 대부분의 채소 주산지에서 최고기온과 최저기온이 증가하는 경향성이 나타났으며, 일조시간은 감소하는 경향성이 나타났다. 그렇지만 기상 데이터들이 각 작물이 자라나는 장소에서 측정되지 않았기 때문에 절대적인 기상값은 다소 차이가 날 수 있지만, 인근 지역에 속하는 기상값이기 때문에 비슷한 경향성은 나타낼 것으로 예상된다. 그리고 앞으로도 기상 변화가 계속 일어난다면 작물의 생육에 많은 변화가 생길 것으로 판단이 되며, 이에 대응하기 위한 재배방법 및 품종 개발, 재배시기 조절, 재배지역의 이동 등의 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 9. Monthly weather data in main producing area of northern type garlic (1981~2010)

Region	Meteorological element	Month									
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Oct.	Nov.	Dec.	
Seosan	T <sub>max</sub> (°C)	0~5	1~9	7~12	13~21	20~24	24~27	18~23	8~15	1~7	
	T <sub>min</sub> (°C)	-15~-5	-11~-1	-5~0	0~8	6~10	12~16	16~22	16~23	11~17	
	Pre (mm)	3~66	0~68	3~127	17~180	17~232	9~439	0~267	8~164	8~75	
	DOS (hr)	103~181	117~210	130~238	142~268	174~274	95~286	155~248	102~189	105~182	
Uiseong	T <sub>max</sub> (°C)	0~7	3~11	10~15	16~22	22~27	25~30	17~24	10~16	3~9	
	T <sub>min</sub> (°C)	-15~-5	-11~-1	-5~0	0~8	6~10	12~16	2~8	-5~2	-12~-4	
	Pre (mm)	0~98	0~96	3~102	15~188	12~175	8~295	0~99	0~120	0~43	
	DOS (hr)	110~210	92~223	122~242	150~302	167~368	119~337	131~247	115~211	113~202	
Imsil	T <sub>max</sub> (°C)	0~5	2~10	8~14	15~21	21~25	24~29	18~24	8~15	1~8	
	T <sub>min</sub> (°C)	-15~-4	-10~-2	-4~0	0~8	6~11	12~16	3~8	-3~2	-11~-3	
	Pre (mm)	15~110	2~100	13~120	20~249	23~162	14~343	2~167	7~146	3~77	
	DOS (hr)	118~212	119~211	115~265	160~298	172~303	97~292	154~284	108~244	89~220	

T<sub>max</sub> : Maximum air temperature rage, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature rage, Pre: Precipitation rage, DOS : Duration of sunshine rage

Table 10. Trend analysis of meteorological elements in main producing area of onion

Region	Meteorological element	Month									
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Haenam	T <sub>max</sub>			↑ 0.12				↑ 0.05	↑ 0.06		
	T <sub>min</sub>						↑ 0.03				
	Pre										
	DOS	1.45 ↓				1.76 ↓	2.51 ↓	2.22 ↓			

↑, ↓ : Increase or decrease trend, Arabic number : Sen's estimator of slope, T<sub>max</sub> : Maximum air temperature, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature, Pre : Precipitation, DOS: Duration of sunshine.

Table 11. Monthly weather data in main producing area of onion (1981~2010)

Region	Meteorological element	Month									
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Haenam	T <sub>max</sub> (°C)	4~11	10~13	15~20	21~24	24~28	26~32	24~28	19~24	11~17	5~11
	T <sub>min</sub> (°C)	-4~0	-1~3	2~10	9~13	15~18	19~23	13~19	7~11	0~6	-4~0
	Pre (mm)	8~128	14~158	8~194	29~290	28~724	42~549	12~417	2~167	7~146	3~77
	DOS (hr)	120~226	122~297	147~326	152~331	82~308	95~338	97~312	162~281	112~263	97~216

T<sub>max</sub> : Maximum air temperature rage, T<sub>min</sub> : Minimum air temperature rage, Pre: Precipitation rage, DOS : Duration of sunshine rage.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구 개발사업(과제번호: PJ01000702)의 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Choi C, Lee E, Kim C, Kwon Y, Ha I, Choi I, Kim S, Kim H. 2013. Agriculture technique guide 96: Onion. Rural Development Administration. Korea.
- Choi G, Choi J, Kim J. 2000. The temporal variations of summer temperature in central area of Korea during the 20th century. *Journal of The Korean Geographical Society* 35(4):519-528.
- Gwak J, Yun M, Choi I, Choi H, Hwang S, Choi C. 2014. Agriculture technique guide 117: Garlic. Rural Development Administration. Korea.
- Jung H, Kim T, Moon D, Huh T, Shin C, Lee Y, Choi Y, Kwon J, Lee H, Jeon S, Cho S, Kim M, Kim S, Kim J, Sang J, Lee D, Lee M, Kim D, Kim H. 2012. The Korean peninsula climate change prospect report. Korea Meteorological Administration. Korea.
- Jung J, Chung U, Yun J, Choi D. 2004. The observed change in interannual variations of January minimum temperature between 1951-1980 and 1971-2000 in South Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 6(4):235-241.
- Kahya E, Kalayci S. 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology* 289:128-144.
- Kim D, Kim J, Roh J, Kim J. 2012. Geographical migration of winter barley in the Korean peninsula under the RCP 8.5 projected climate condition. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 14(4):161-169.
- Kim S, Chung U, Kim S, Choi I, Yun J. 2009. The suitable region and site for 'Fuji' apple under the projected climate in South Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 11(4):162-173.
- Korean Statistical Information Service. 2014. Statistical Database. <http://kosis.kr/>
- Lee S, Heo I, Lee K, Kim S, Lee Y, Kwon W. 2008. Impacts of climate change on phenology and growth of crops: In the case of Naju. *Journal of the Korean Geographical Society* 43(1):20-35.
- Shin D, Lee M, Park J, Lee Y. 2015. A meta analysis of the climate change impact on rice yield in South Korea. *Journal of the Korean Data & Information Science Society* 26(2):355-365.
- Park S, Kim J. 2014. Agriculture technique guide 128: Chinese cabbage. Rural Development Administration. Korea.
- Yang E, Cho M, Park D, Jang Y, Shin Y, Jung D, Kwon T, Jang G, Hwang J, Cheon S, Jang B, Jee H, Choi B, Kim J, Jin Y. 2014. Agriculture technique guide 115: Pepper. Rural Development Administration, Korea.
- Yenigün K, Gümüş V, Bulut H. 2008. Trends in streamflow of the euphrates basin, Turkey. *Water Management* 6:189-198.
- Zhang X, Harvey K, Hogg W, Yuzyk T. 2001. Trends in Canadian streamflow. *Water Resources Research* 37(4): 987-998.