

## Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI)를 이용한 강원지역 극한기상특성의 변화 분석 Analysis of Extreme Weather Characteristics Change in the Gangwon Province Using ETCCDI Indices

강 건 국\* / 이 동 섭\*\* / 황 석 환\*\*\* / 김 병 식\*\*\*\*

Kang, Keon Kuk / Lee, Dong Seop / Hwang, Seok Hwan / Kim, Byung Sik

### Abstract

Interesting in abnormal climate is currently growing because of climate change. With this, an increasing number of people continue to show concern over the negative effects of such changes. In Korea, the annual average rainfall amount increased to about 19% from 1,155 mm in the 1910s to 1,375 mm in the 2000s. By the end of the 21st century, it has been projected that rainfall will further increase to about 17%. In particular, the 10-year frequency of localized heavy rain of more than 100-mm rainfall per day reached 385 days in the last 10 years. As such, it increased 1.7 times from 222 in the 1970s-80s. The extreme events caused by climate change is thus reported as having exacerbated over the years. Gangwon-province will suffer more from climate change than any other region in Korea because of its mostly mountainous terrain. It is a special region with both mountainous and oceanic climates divided alongside the eastern and western regions of the Taebaek Mountain Range. As such, this paper try to quantify using ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) the recent climate changes in this region.

**keywords** : Gangwon province, climate change, extreme event, ETCCDI indices

### 요 지

전 세계적으로 기후변화로 인한 이상기후에 대한 관심이 높아지고 있으며 이로 인한 부정적 영향에 대한 우려가 증가되고 있다. 우리나라도 기후변화로 연평균 강수량이 1910년대 1,155 mm에서 2000년대 1,375 mm로 약 19% 증가했으며 21세기말에는 약 17%가 증가할 것으로 전망하고 있다. 특히, 최근 10년간 1일 100 mm 이상 집중호우의 발생빈도는 총 385회로, 70~80년대 222회에 비해 1.7배나 증가하는 등 기후변화로 인해 극한기상의 변화가 심해지는 것으로 보고되고 있다. 강원지방의 경우 대부분 지역이 산악으로 구성되어 있어 다른 어느 지역보다 기후변화로 인한 영향을 크게 받을 것으로 예상되며, 높은 태백산맥으로 인해 영서 및 영동으로 구분되어 산악 및 해양성 기후를 모두 가지고 있는 특이한 지역이라고 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 강원지방의 기후가 최근 어떤 특성변화가 있는지 ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) 지수를 이용하여 정량화하고자 한다.

**핵심용어** : 강원도, 기후변화, 극한사상, ETCCDI지수

\* 국립강원대학교 도시·환경방재전공 석사과정 (e-mail: kang4491@kangwon.ac.kr)  
Master Course, Department of Urban & Environmental Disaster Prevention School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Samcheok, Gangwon-Do, Korea

\*\* 국립강원대학교 도시·환경방재공학 석사과정 (e-mail: dslee@suretech.com)  
Master Course, Department of Urban & Environmental Disaster Prevention School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Samcheok, Gangwon-Do, Korea

\*\*\* 한국건설기술연구원 수자원연구실 수석연구원 (e-mail: sukany@kict.re.kr)  
Senior Researcher, Water Resources Research Division, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Gyeonggi-do, Korea

\*\*\*\* 교신저자, 국립강원대학교 방재전문대학원, 소방방재학부 교수 (e-mail: hydrokbs@kangwon.ac.kr, Tel: 82-33-570-6819)  
*Corresponding Author*, Professor, Department of Urban & Environmental Disaster Prevention School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Samcheok, Gangwon-do, Korea

## 1. 서 론

산업혁명 이후 세계적인 산업화와 도시화로 인한 과도한 CO<sub>2</sub> 배출로 지구온난화를 야기 시켜 기후변화를 초래하게 되었다. 이로 인해 기상에 영향을 미쳐 인류의 삶에 재해를 유발하는 등 각종 부정적인 영향이 심각해지고 있는 것이 현실이다. 특히, 집중호우의 강도 및 발생빈도의 증가와 태풍의 대형화 등으로 인한 홍수, 토석류, 폭풍해일 등의 피해는 크게 증가할 것으로 예상되며, 강수량 변동의 폭이 확대됨에 따라 극심한 가뭄의 발생 가능성도 커질 것으로 전망된다.

대부분의 기후변화 관련 선행연구에서는 우리나라 역시 기후변화로 인해 극과 극의 자연재해의 위험에 노출되어 있음을 경고하고 있으며 IPCC 4차보고서 발표 이후로 우리나라에서도 극한강수와 가뭄, 홍수와 갈수로 대표되는 이상기후를 평가하기 위하여 지역기후모형, 그리고 통계적 상세화를 거친 전망자료에 여러 분석들이 적용되었다. 적용결과는 공통적으로 미래로 갈수록 극한강수의 크기가 커지고, 극한강수의 확률분포형 우측 이동(Sung, Jang Hyun et al, 2012a, b)을, 또한 가뭄의 심도가 증가하고, 발생빈도가 잦아지리라 전망하고 있다(Kim, Byung Sik et al, 2013). 우리나라의 경우 1990년대 이후 계획 홍수량을 초과하는 강우와 기온변화가 빈번한 것으로 나타났다. 특히 강원도 지역은 태백산맥이 위치하며 복잡한 산악지형과 동해의 영향을 직·간접적으로 받고 있고 1일 100mm 이상 집중호우의 발생빈도 또한 꾸준히 증가하고 있으며 이상기후로 인한 자연재해피해는 우리나라 전체 피해액의 약 1/3 정도를 차지하고 있다.

Kim et al. (2013)은 강원도 7개 지점의 연최고치의 강우자료를 대상으로 강우의 경향성을 분석 하였고 지속시간별 연 최고치자료를 이용하여 빈도해석을 실시하였다. Jeung et al. (2013)은 기후변화시나리오와 STARDEX 극한지수를 이용하여 기후변화가 우리나라의 강수와 기온관련 인자에 미치는 영향을 전망하고자 하였으며 Bae (2013)는 기후변화의 영향을 고려하여 도시지역의 강우특성 분석을 통해 정상성, 비정상성에 따른 확률강우량을 산정하였다. Kim (2013)은 극치강우시계열 자료 경향성 분석과 정상성 빈도분석, 극한지수를 산정하여 기후변화가 강원지방의 강우특성 및 설계강우량에 미치는 영향을 평가 하였다. Ann et al. (2013)은 기후변화 관점에서 우리나라의 극한강우 및 온도발생 특성의 시공간적 변화양상을 분석하였다.

본 논문에서는 강원지방의 기후가 최근 기후변화로 인

해 어떤 특성변화가 있는 지를 정량화하고자 한다. 강원지방의 경우 대부분의 지역이 산악지역으로 구성되어 있어 다른 어느 지역보다 기후변화로 인한 영향을 크게 받을 것으로 예상되고 있으며 특히, 태백산맥으로 영서 및 영동으로 구분되어 산악 및 해양성 기후를 모두 가지고 있는 특이한 지역이라고 할 수 있다. 이를 위해 본 논문에서는 WMO에서 제시한 ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices)지수를 이용하여 강원도 지역내에 위치하고 있는 7개 기상관측소의 관측 자료를 대상으로 분석기간을 자료를 동일하게 하기 위해 1990년 이전과 이후의 극한사상 변화를 분석하였다.

## 2. ETCCDI 극한지수

기후변화는 과거에는 발생하지 않았던 비정상적 기후로 설명되는 극한기상 사상을 유발하기도 한다. Nicholls et al. (1996)은 현재까지 세계 여러 지역에서 지구의 평균온도가 꾸준히 상승하고 있으며 이에 따라 강수량이 점차 증가하는 경향을 보인다고 하였다. 이는 온도의 변화에 따른 증기압 즉, 수증기의 변화를 측정하는 방법인 Clausius-Clapeyron 물리식 개념으로 설명할 수 있다. 기후변화는 극한강수의 발생빈도와 강도를 변화시키고 있으며(Frei et al. 1998; Cubasch et al. 2001; IPCC, 2007). 특히, Trenberth (1999)은 기후변화로 인해 극한강수의 발생빈도가 증가할 가능성이 높다고 하였다.

세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)에서는 일 단위의 시계열 자료에 대한 극치사상의 정량화에 대한 중요성을 인식하고 극치값의 분석과 관련한 가이드라인 “Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation (WMO, 2009)”를 제시하였다. WMO에서 제시하고 있는 극한지수(ETCCDI, Expert Team on Climate Change Detection and Indices)는 관측된 자료의 극치 기상 및 기후의 변화를 파악할 수 있도록 극치지수를 정의 하였고, 온도관련 극한지수 16개와 강수관련 극한지수 11개로 총 27개의 극한지수로 구성되어 있다.

이에 본 연구에서는 기후변화가 극한사상에 미치는 영향을 정량화하기 위해 WMO에서 제시한 27개 ETCCDI 지수(Expert Team on Climate Change Detection and Indices) 중 온도 관련 4개 항목(FD0, SU25, TXx, TNn)과 강우 관련 4개 항목(RX1day, RX5day, R10, R20)을 이용하였다. 본 연구에서 사용한 ETCCDI 지수는 Table 1과 같다.

### 3. 적용 및 분석

강원도는 Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 한반도 중앙 부 동측에 태백산맥을 중심으로 영동과 영서로 크게 구분되어 있으며 동경 126°46'~128°22', 북위 38°09'~39°25' 사이에 위치하며 면적은 11,091 km<sup>2</sup>이다. 본 논문에서는 앞에서 언급한 바와 같이 Table 1에 수록된 ETCCDI 지수를 이용하여 강원도내의 7개 관측소의 관측자료를 대상으로 극한지수를 산정하였다. Fig. 2는 본 논문에서 이용한 기상관측소의 위치를 나타낸 것이며 Table 2는 자료현

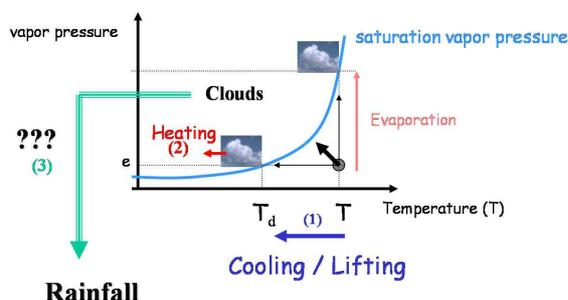


Fig. 1. Concept of Clausius-Clapeyron Theory (Nicholls etc, 1996)

황을 수록한 것이다.

본 논문에서는 강원도의 기후특성을 영동지방과 영서지방으로 나누어 극한사상의 특성변화를 분석하였다. Fig. 3부터 Fig. 9는 각 관측소별 ETCCDI의 시계열 변화를 1990년 전후를 구분하여 비교한 것을 나타낸 것이며 각 관측소별 ETCCDI 지수 변화를 분석하면 다음과 같다.

Fig. 3에서 볼 수 있듯이 강원영동지방에 위치하고 있는 속초지점의 경우 1990년 이전 폭염일수(Fig. 3(a))가

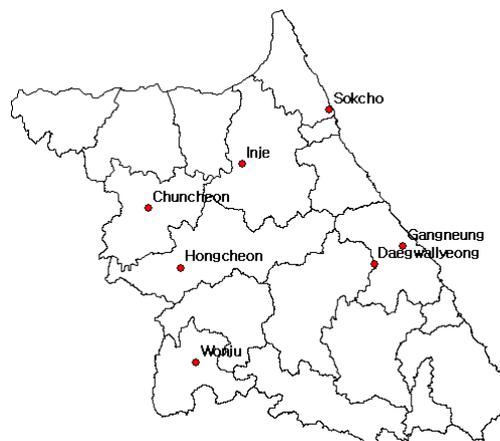


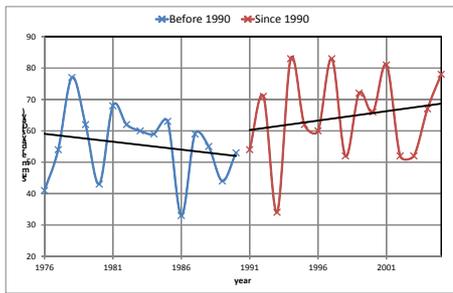
Fig. 2. Location of Weather Stations

Table 1. ETCCDI Indices Used in This Study

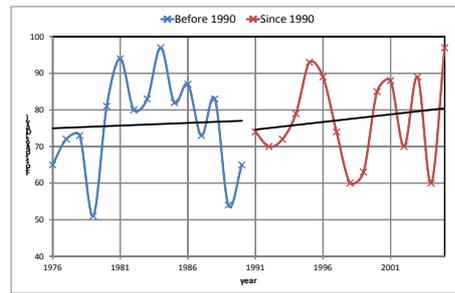
Indicator	Definision	Units
FD0	Annual count when TN(daily minimum)<0℃	Days
SU25	Annual count when TX(daily maximum)>25℃	Days
TXx	Monthly maximum value of daily maximum temp	℃
TNn	Monthly minimum value of daily minimum temp	℃
RX1day	Monthly maximum 1-day precipitation	mm
RX5day	Monthly maximum consecutive 5-day precipitation	mm
R20mm	Annual count of days when PRCP≥20mm	Days
R10mm	Annual count of days when PRCP≥10mm	Days

Table 2. Information of Weather Stations

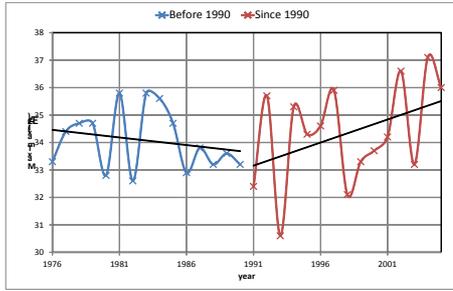
Station	period	Location(degree)	
		Latitude	Longitude
Sokcho	1976 - 2005	38° 14' 53.36''	128° 34' 0.84''
Daegwallyeong	1976 - 2005	37° 41' 2.91''	128° 45' 39.61''
Chuncheon	1976 - 2005	37° 53' 59.64''	127° 44' 15.93''
Gangneung	1976 - 2005	37° 44' 55.33''	128° 53' 35.86''
Wonju	1976 - 2005	37° 20' 4.78''	127° 56' 56.03''
Inje	1976 - 2005	38° 3' 26.09''	128° 10' 9.29''
Hongcheon	1976 - 2005	37° 40' 50.94''	127° 52' 57.25''



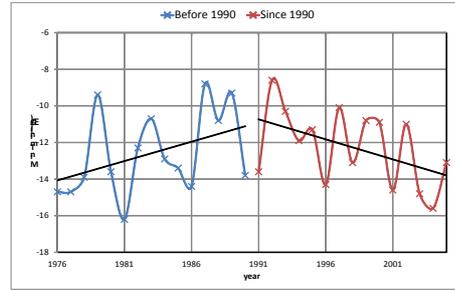
(a) SU25



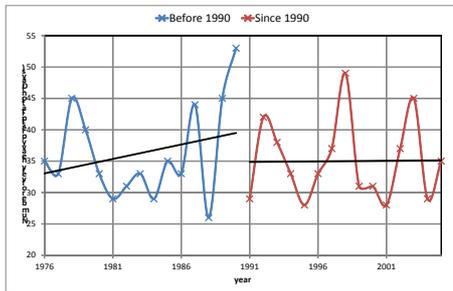
(b) FD0



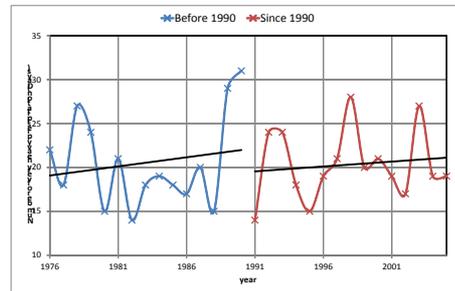
(c) TXx



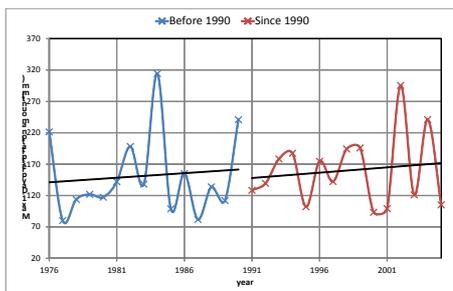
(d) TNn



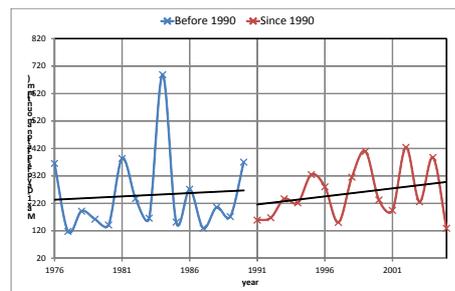
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day



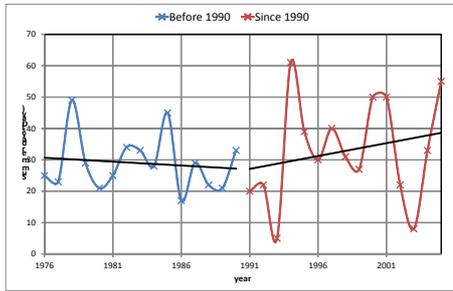
(h) RX5day

Fig. 3. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Sokcho)

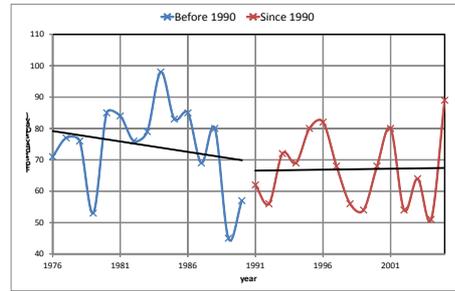
감소하는 경향이 있었으나 90년대 이후 증가하는 경향을 나타내었으며 일최고기온의 경우(Fig. 3(c))도 90년대 이후 급격히 증가하는 경향을 보여주고 있다. 반면에 동결일수(Fig. 3(b))도 계속하여 증가하고 있으며 일최저기온(Fig. 3(d))이 급격히 낮아지는 경향을 나타내었다. 강우 관련 지수의 경우 10mm 이상 발생일수의 경우는 변화가 거의 없었으나 20mm 이상발생일수, 지속시간 1일과 5일

최대강수량이 증가하는 것으로 분석되었다.

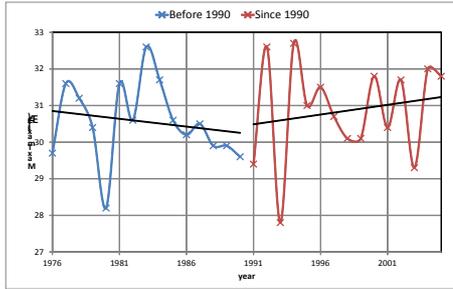
Fig. 4는 강릉지점의 분석결과를 나타낸 것으로 속초지점과 마찬가지로 폭염일수와 동결일수는 증가하고 있으며 특히 최고기온과 최저기온이 각각 급격히 상승 및 낮아지는 것으로 분석되었다. 또한 극한강우의 경우 20mm 이상 발생일수는 90년대 이전보다 감소하였으나 지속시간별 최대강수량이 증가하는 것으로 분석되었다.



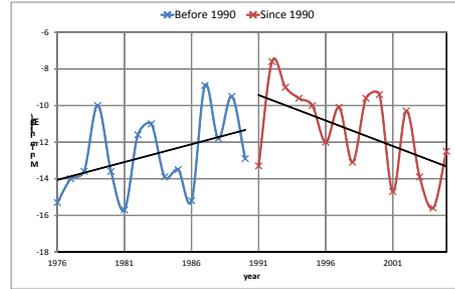
(a) SU25



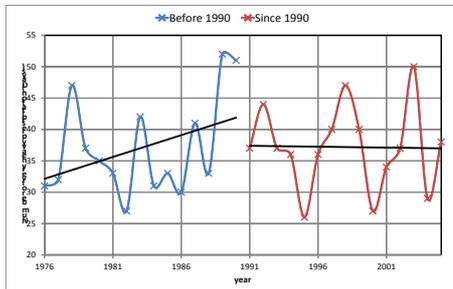
(b) FD0



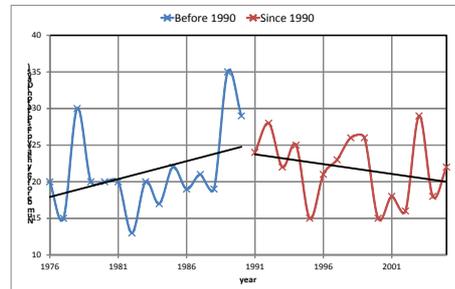
(c) TXx



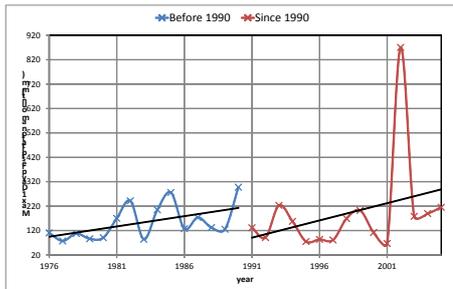
(d) TNn



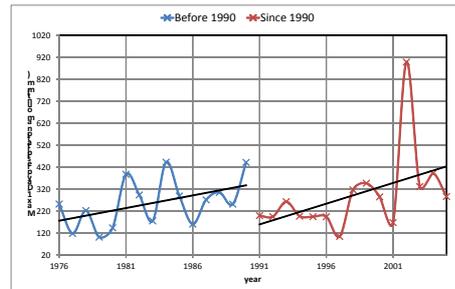
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day

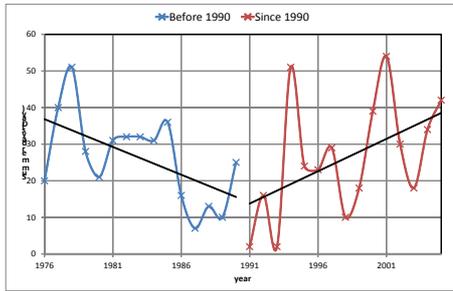


(h) RX5day

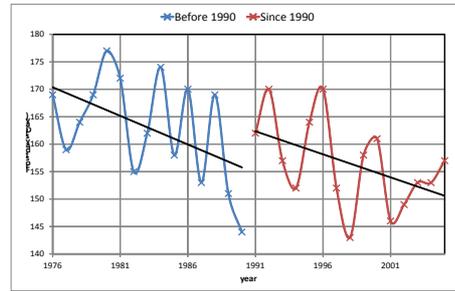
Fig. 4. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Gangneung)

Fig. 5는 대관령지점의 분석결과를 나타낸 것으로 대관령 지점의 경우 본 논문에서 사용한 관측소 중 가장 높은 곳에 위치하고 있으며 영서와 영동지방을 구분하는 지점에 위치하고 있는 관측소이다. 특히, 이 관측소의 경우 우리나라의 어느 관측소 보다 기후변화의 영향을 분명히 확인할 수 있는 지점이라고 볼 수 있다. Fig. 5를 통해 볼 수 있듯이 앞의 두 영동지역에 위치하고 있는 관측소의 결과

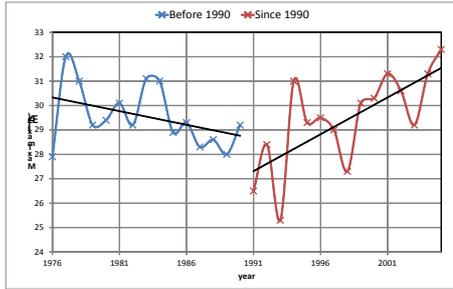
와 마찬가지로 폭염일수가 90년대 이전에는 감소하는 경향이 있었으나 90년 이후 급격히 증가하고 있으며 반면에 동결일수도 급격히 감소하고 있다. 또한 최고온도의 경우는 증가하고 최저온도는 낮아지고 있음을 확인할 수 있었다. 여기서 주목할 점은 동결일수는 감소하고 있으나 매년 최저기온은 감소하고 있다는 점이다. 즉 겨울철 기온 변화의 폭이 심해지고 있다는 점을 의미하는 것이다. 극



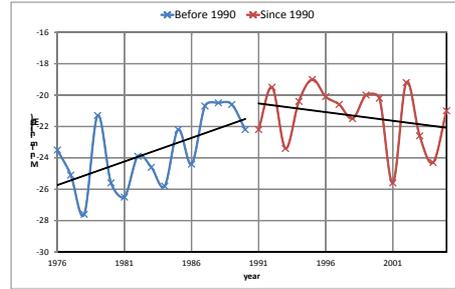
(a) SU25



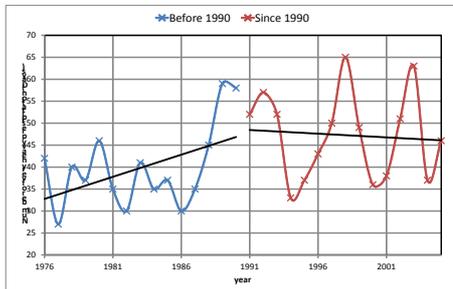
(b) FD0



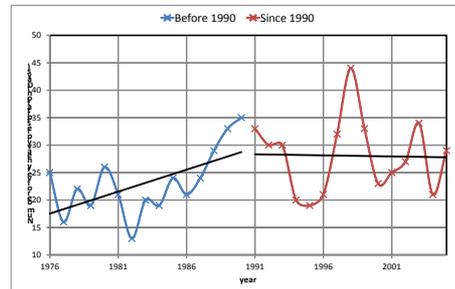
(c) TXx



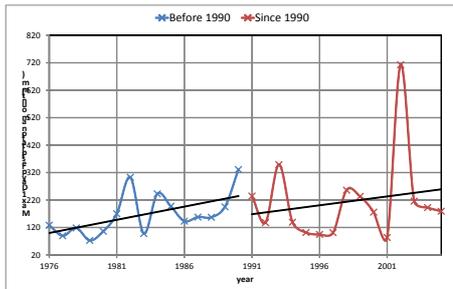
(d) TNn



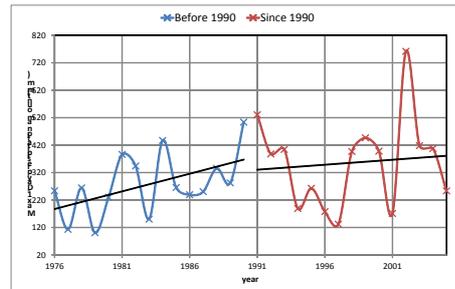
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day



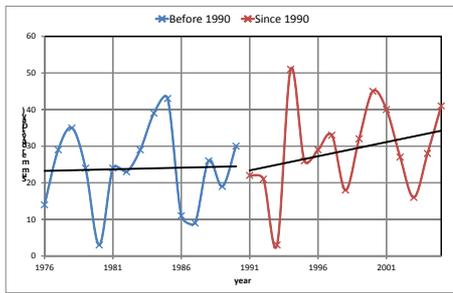
(h) RX5day

Fig. 5. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Daegwallyeong)

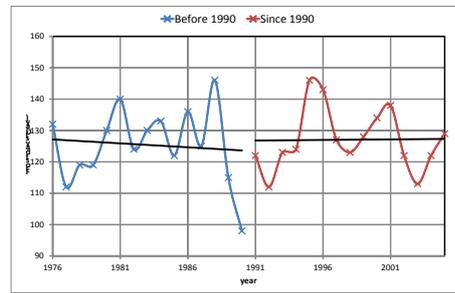
한강우의 경우도 지속시간 1일 이상의 강우량이 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

Figs. 3~5의 결과를 보면 강원영동지방의 기상특성이 과거와는 달리 급격히 변화하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 강원영동지방은 90년 이전 폭염일수는 점차 줄어들고 일 최고기온은 낮아지고 최저온도는 상승하고 있으나 90년 이후에는 전반적으로 폭염일수는 증가, 일최고기온

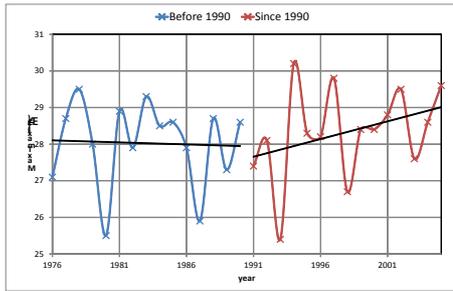
은 상승, 일최저기온도 상승하는 역전현상이 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 강원영동지방의 경우 과거 여름에는 시원하고 겨울에는 따뜻한 날씨로 대표될 수 있었으며 이로 인해 많은 피서객들이 선호하는 지역이라고 할 수 있었다. 그러나 기후변화의 영향으로 인해 여름철에는 더욱 더워지고 겨울철에는 추워지는 기후로 변화되고 있으며 극한강우의 발생이 빈도가 점차증가 됨으로써



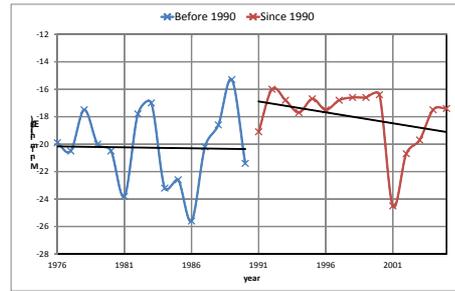
(a) SU25



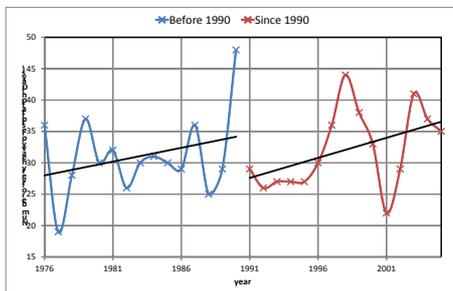
(b) FD0



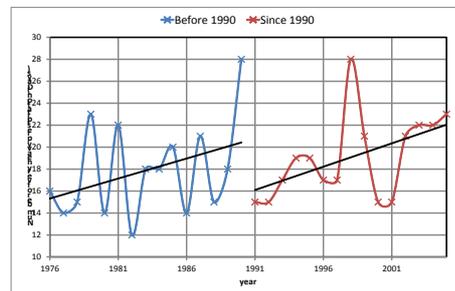
(c) TXx



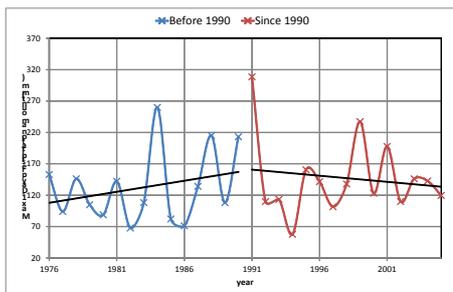
(d) TNn



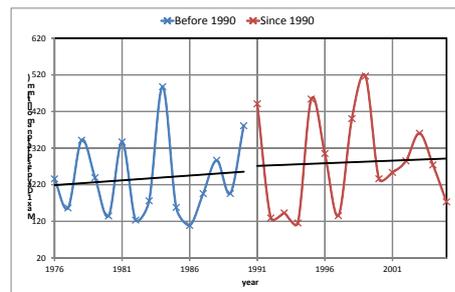
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day



(h) RX5day

Fig. 6. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Chuncheon)

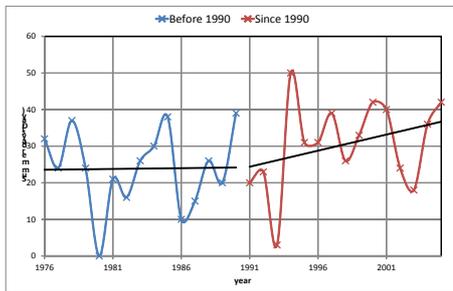
호우관련 기상재해의 위험성이 증가되고 있음을 알 수 있다.

Figs. 6~9는 강원영서지역을 대표하는 관측소들의 ETCCDI 지수의 시계열변화를 나타낸 것이다.

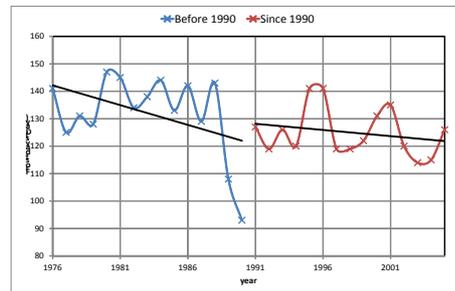
Fig. 6은 춘천지점 결과를 나타낸 것으로 90년대의 이전 이후 모두 폭염일수가 증가하고 있으나 동결일수에는 큰 변화가 없는 것으로 분석되었으며 극한강우의 경우 10

mm와 20 mm 이상 강수발생 일 수는 증가하였으나 지속 시간이 1일 최대강우량은 감소하는 것으로 분석되었다.

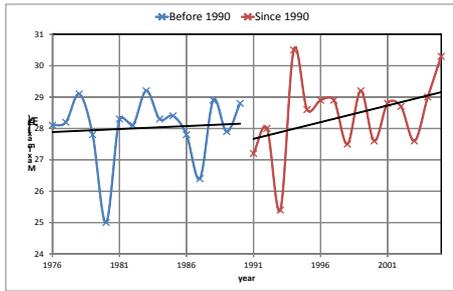
Fig. 7은 원주지점의 결과를 나타낸 것으로 폭염일수가 90년도 이후 급격히 증가하였으며 일최고기온도 증가하는 것으로 분석되었다. 반면에 최저온도는 낮아지고 있으나 동결일수는 줄어드는 것으로 분석되었다. 이는 겨울철의 기온의 편차가 심해지고 있음을 의미한다고 판단된다.



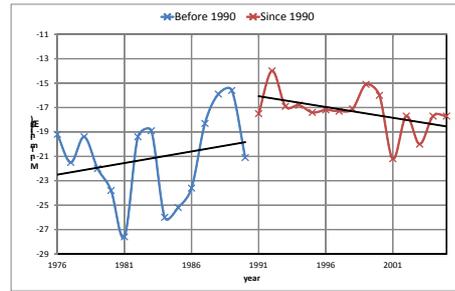
(a) SU25



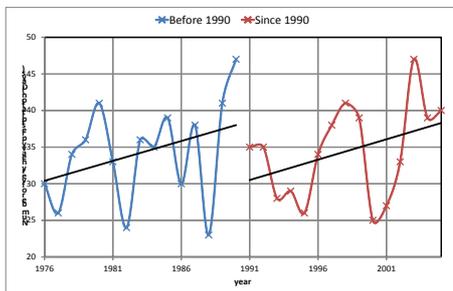
(b) FD0



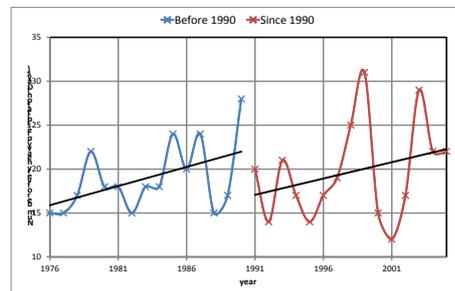
(c) TXx



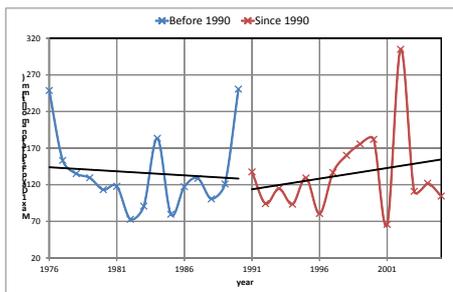
(d) TNn



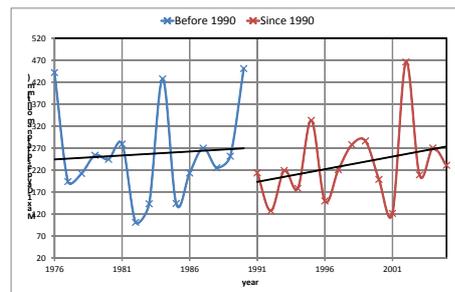
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day



(h) RX5day

Fig. 7. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Wonju)

극한강우의 경우 10 mm와 20 mm 강우이상발생일수가 급격히 증가하고 있으며 지속시간별 최대강우량도 90년 이전보다 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

Figs. 8 and 9는 인제지점과 홍천지점의 결과를 나타낸 것으로 원주와 동일한 결과로 90년 이전과 마찬가지로 폭염일수와 최고기온은 증가하고 있는 반면 동결일수는 감

소하고 있으며 최저기온은 낮아지는 것으로 분석되었다. 극한강우의 경우 10 mm와 20 mm 이상 강우발생일수가 급격히 증가하고 있으며 지속시간별 최대강우량도 90년 이전보다 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

Figs. 6~9의 결과를 요약해 보면 강원영서지방의 기상 특성은 90년 이전과 비교해 볼 때 동일한 경향성을 가지

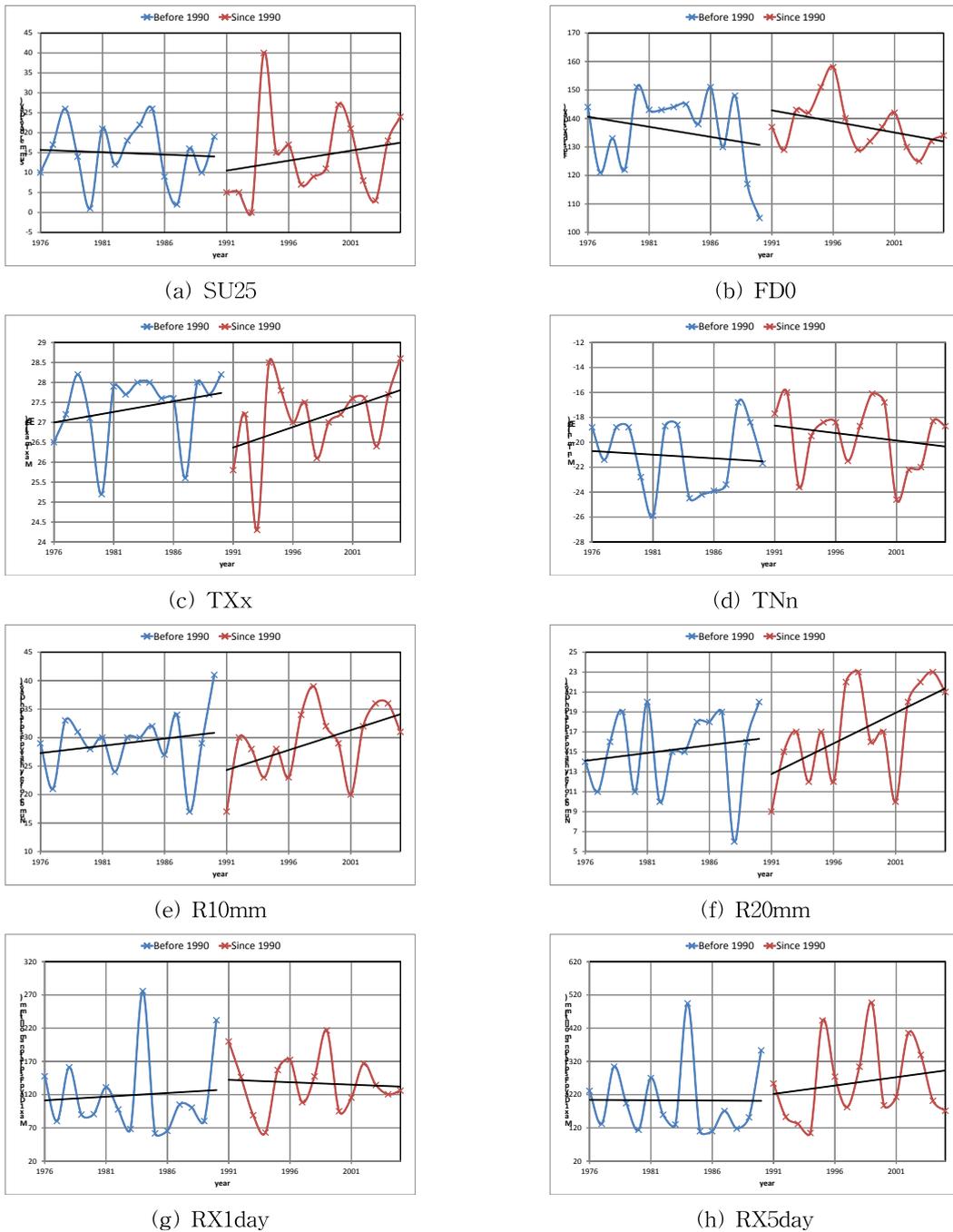
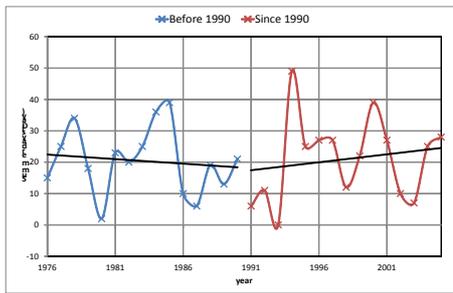


Fig. 8. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Inje)

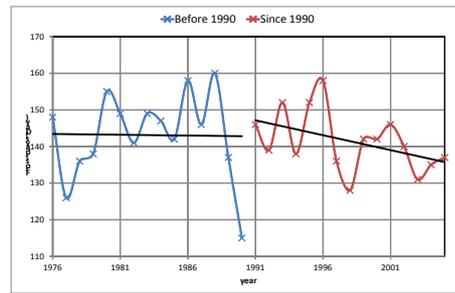
고 증가 또는 감소하는 것으로 분석되었으며 특히, 최고 기온과 폭염일수는 90년 이전과 동일하게 증가하는 경향을 보이고 있지만 동결일수는 감소하는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과를 통해 영서지방은 겨울철이 과거에 비해 따듯한 일수가 증가하고 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있으며 이는 영동지역의 결과와 상반된다고 할 수 있다.

강우관련 지수인 10mm와 20mm 이상 강우발생 일수가 급격히 증가하고 있으며 지속시간별 최대강우량도 90년 이전 보다 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

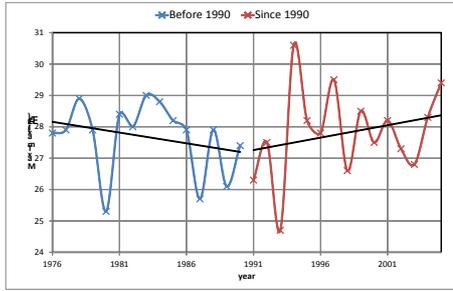
Figs. 3~9의 결과를 근거로 본다면 강원지방의 영서 및 영동지방의 극한강우는 90년도 이전부터 계속하여 전반적으로 증가하고 있다. 그러나 특이한 점은 영동지방의



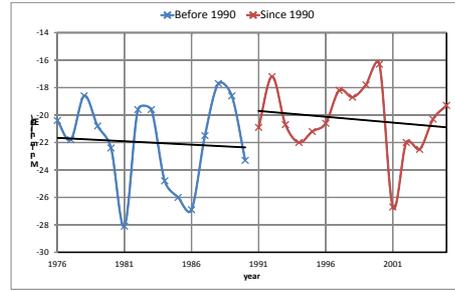
(a) SU25



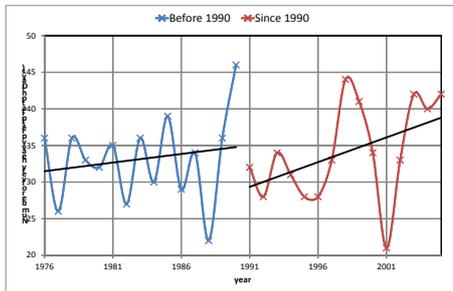
(b) FD0



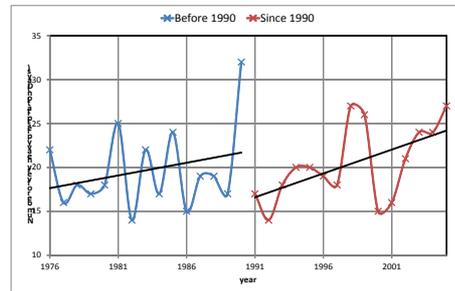
(c) TXx



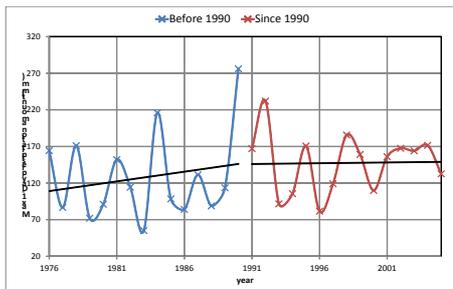
(d) TNn



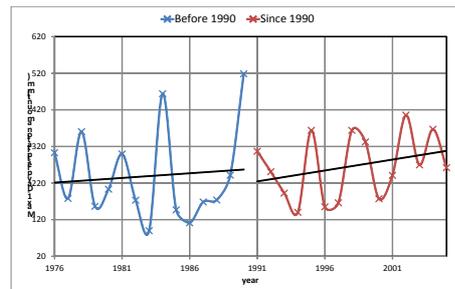
(e) R10mm



(f) R20mm



(g) RX1day



(h) RX5day

Fig. 9. Indicate a Time-series Change of the ETCCDI Index (Hongcheon)

기온 관련 기상 특성이 90년도 이전과 상이하게 변화하고 있다는 것을 알 수 있다. 특히, 강원영서 지방의 경우 겨울철의 따듯한 일수가 증가하고 여름철 폭염일수 및 기온이 증가함으로써 과거에 비해 증발로 인한 강우손실이 증가할 것이라는 것을 알 수 있으며 이는 곧 강원영서지방이 홍수 위험성뿐만 아니라 잠재적 극한가뭄의 위험성이 증가하고 있다는 점을 보여주는 것이다.

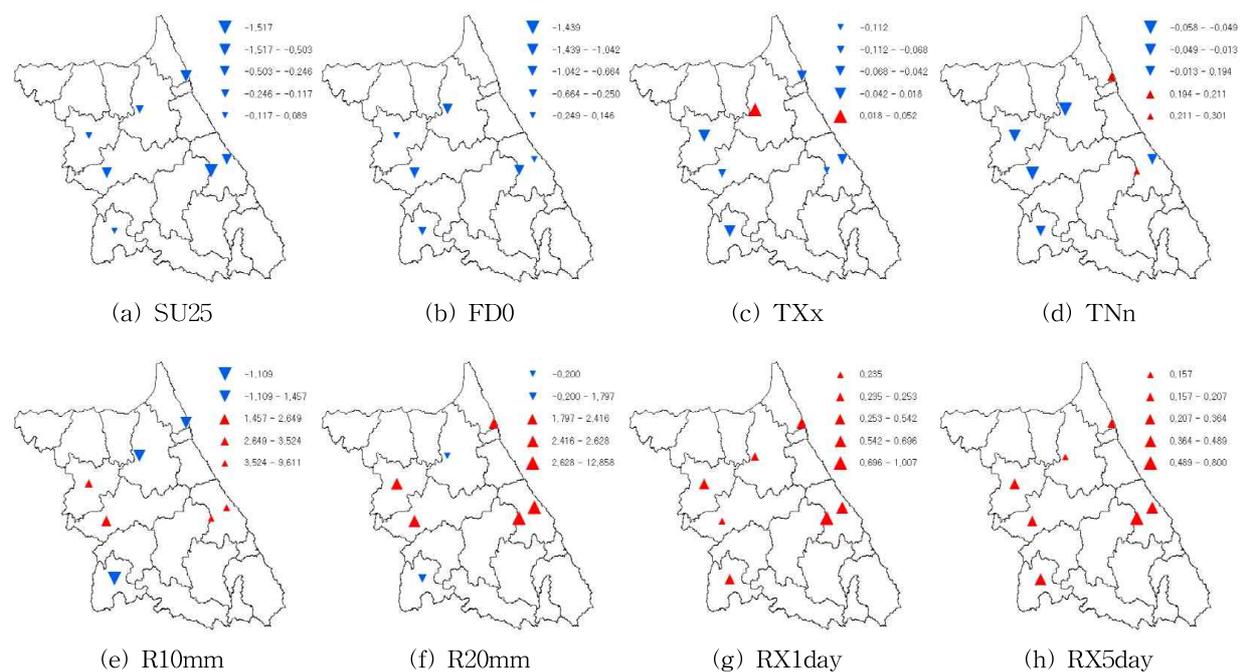
본 논문에서는 앞서서의 분석과는 다르게 각 관측소 전 기간의 자료를 대상으로 ETCCDI 분석을 실시하였으며 그 결과를 Table 3과 4에 수록하였다. 또한 ETCCDI 지수의 공간적 변화를 분석하기 위하여 Figs. 10 and 11과 같이 각 지수의 기온기의 변화를 도시하였다. Tables 3 and 4는 기온 및 강수관련 ETCCDI 지수 시계열의 기온기를 나타낸 것이다.

**Table 3. Comparison of Trend analysis for ETCCDI (Temperature)**

Station	su25		fd0		txx		tnn	
	Before	Since	Before	Since	Before	Since	Before	Since
Sokcho	-0.50	0.60	0.15	0.41	-0.06	0.17	0.21	-0.22
Daegwallyeong	-1.52	1.77	-1.04	-0.84	-0.11	0.30	0.30	-0.11
Chuncheon	0.09	0.78	-0.25	0.04	-0.01	0.10	-0.01	-0.16
Gangneung	-0.25	0.82	-0.66	0.06	-0.04	0.05	0.19	-0.28
Wonju	0.04	0.88	-1.44	-0.45	0.02	0.11	0.19	-0.18
Inje	-0.12	0.50	-0.71	-0.78	0.05	0.10	-0.06	-0.12
Hongcheon	-0.29	0.51	-0.04	-0.81	-0.07	0.08	-0.05	-0.09

**Table 4. Comparison of Trend analysis for ETCCDI (Precipitation)**

Station	rx1day		rx5day		r10mm		r20mm	
	Before	Since	Before	Since	Before	Since	Before	Since
Sokcho	0.46	0.02	0.21	0.11	1.46	1.70	2.42	5.85
Daegwallyeong	1.01	-0.17	0.80	-0.04	9.61	6.46	12.86	3.63
Chuncheon	0.44	0.64	0.36	0.43	3.52	-1.94	2.63	1.44
Gangneung	0.70	-0.03	0.49	-0.27	8.43	14.13	11.52	18.88
Wonju	0.54	0.56	0.44	0.37	-1.11	2.91	1.80	5.74
Inje	0.25	0.70	0.16	0.61	1.11	-0.73	-0.20	5.04
Hongcheon	0.24	0.68	0.29	0.54	2.65	0.21	2.55	5.96



**Fig. 10. Indicates a Spatial Variation in ETCCDI Index (Before 1990)**

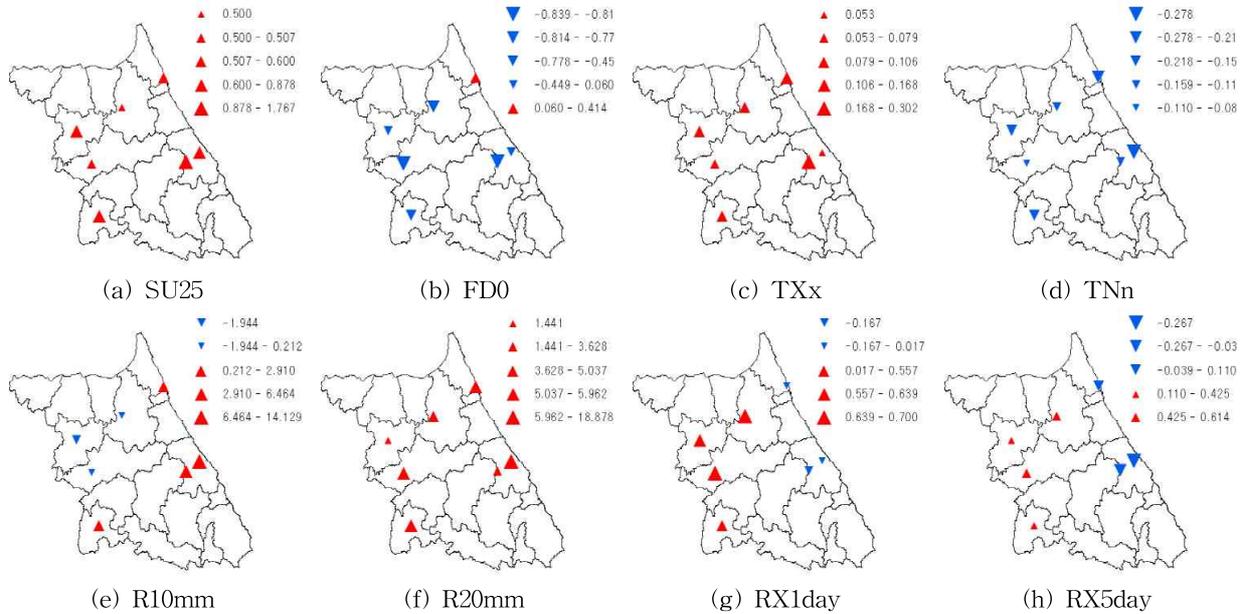


Fig. 11. Indicates a Spatial Variation in ETCCDI Index (Since 1990)

Figs. 10 and 11을 통해 보면 강원지역의 ETCCDI의 극한강우 관련 지수들은 전반적으로 전 지역에서 증가하고 있음을 알 수 있으며 최고온도와 최저온도가 증가하고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 기후변화가 강원지역의 극한기상특성에 미치는 영향을 분석하기 위해 ETCCDI 지수를 이용하여 강원지역 내에 위치하고 있는 7개 기상관측소의 1990년 이전과 1990년 이후의 일 기온 및 강수량 자료를 분석하였다. 분석을 통한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 강원영동지방의 기상특성이 과거와는 달리 급격히 변화하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 강원영동 지방은 90년 이전 폭염일수는 점차 줄어들고 일 최고기온은 낮아지고 일 최저기온은 상승하고 있으나 90년 이후에는 전반적으로 폭염일수는 증가, 일 최고기온은 상승, 일 최저기온은 상승하는 역전현상이 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 강원영동 지방의 경우 과거 여름에는 시원하고 겨울에는 따뜻한 날씨로 대표될 수 있었으며 이로 인해 많은 피서객들이 선호하는 지역이라고 할 수 있었다. 그러나 기후변화의 영향으로 인해 여름철에는 더욱 더워지고 겨울철에는 추워지는 기후로 변화되고 있으며 극한강우의 발생 빈도가 점차증가 됨으로써 호

우관련 기상재해의 위험성이 증가되고 있음을 확인할 수 있었다.

- 2) 강원영서지방은 일 최고기온과 폭염일수는 90년 이전과 동일하게 증가하는 경향을 보이고 있지만 동결일수는 감소하는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과를 통해 영서지방은 겨울철이 과거에 비해 따뜻한 일수가 증가하고 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있으며 이는 강원영동지역의 결과와 상반된다고 할 수 있다. 강우관련 지수인 10mm와 20mm 이상 강우 발생 일수가 급격히 증가하고 있으며 지속시간별 최대강우량도 90년 이전 보다 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 강원지역의 강수 및 기온 관련 기상 특성이 상이하게 변화하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 강원영서지방의 경우 겨울철의 따뜻한 일수가 증가하고 여름철 폭염일수 및 기온이 증가함으로써 과거에 비해 증발로 인한 강우손실이 증가할 것이라는 것을 알 수 있으며 이는 곧 강원영서지방이 홍수위험성 뿐만 아니라 잠재적 극한가뭄 위험성이 증가하고 있다는 점을 보여주는 것이다. 또한, 강원영동지역이 과거 기후특성과는 상반된 경향을 나타냄을 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 단순히 극한지수의 변화를 통해 강원지역의 기후특성이 어떻게 변화하고 있는지에 대하여 분석하여 보았다. 앞에서 계속 언급한 바와 같이 강원지역의 기후특성은 과거와는 달리 급변하고 있으며 이로 인한 극한홍수와 극한가뭄의

잠재적 위험성이 동시에 증가하고 있음을 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 과거자료만을 이용하여 기후변화의 영향을 분석해 보았지만 차후에는 기후변화시나리오를 통해 미래 기후변화로 인한 극한사상의 변화를 전망해 볼 필요가 있다고 판단되며 특히 영동지방의 기후변화에 대한 중점적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업(수문레이더 기반 홍수에경보 및 폭설 추정 플랫폼개발) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

### References

Ann, B.Y., Hong, S.J., Kim, B.S., and Kim, H.S. (2013). "Analysis of Extreme event using Extreme Indices and RCP 8.5 Scenario in Korean peninsula." *Korean Society of Hazard Mitigating Journal*, Vol. 2013, No. 11, pp. 320-326.

Bae, S.H. (2013). "Temporal Spatial Rainfall Characteristics in Urban Area Considering Climate Change" Kyung Pook National University

Jeung, S.J., Sung, J.H., and Kim, B.S. (2013). "Change Projection of Extreme Indices using RCP Climate Change Scenario." *Korea Water Resources Association Journal*, Vol. 46, No. 11 pp. 1089-1101, 1738-9488.

Kim, B.S., Lim, J.H., Hwang, D.J., and Shim, W.B. (2013). "Evaluation of Rainfall Characteristic and Design

Rainfall in Gangwon Area." *Korea Crisis Management Journal*, Vol. 9, No. 7, pp. 251-266.

Kim, Y.R. (2013). "Impact Assessment of Climate Change on Rainfall Characteristic and Design Rainfall in Gangwon Area" Kangwon National University Master's Thesis.

Nicholls, N.N., and Coauthors (1996). "Observed climate variability and change. Climate Change 1995." *The Science of Climate Change*, J. T. Houghton et al., Eds., Cambridge University Press, pp. 135-192.

Sung, J.H., Kang, H.S., Park, S.H., Cho, C.H., Bae, D.H., and Kim, Y.O. (2012b). "Projection of Extreme Precipitation at the end of 21st Century over South Korea based on Representative Concentration Pathways (RCP)." *Korean Meteorological Society Journal (atmosphere)*, *Korean Meteorological Society*, Vol. 22, No. 2, pp. 221-231.

Sung, J.H., Kim, B.S., Kang, H.S., and Cho, C.H. (2012a). "Non-stationary Frequency Analysis for Extreme Precipitation based on Representative Concentration Pathways (RCP) Climate Change Scenarios." *Korean Society of Hazard Mitigating Journal, Korean Society of Hazard Mitigating*, Vol. 12, No. 2, pp. 231-244.

paper number : 14-089  
 Received : 17 September 2014  
 Revised : 22 October 2014 / 24 October 2014  
 Accepted : 24 October 2014