creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000237700

2009년 2월
석사학위논문

우리나라 지역별 기온변화 특성

조선대학교 대학원

대기과학과

김 태 룡

2009년 2월 석사학위논문

우리나라 지역별 기온변화 특성

김 태 룡

우리나라 지역별 기온변화 특성

A Study on the Air Temperature Changes
and Regional Characteristics in South Korea

*2009*년 *2*월 *25*일

조선대학교 대학원

대기과학과

김 태 룡

우리나라 지역별 기온변화 특성

지도교수 류 찬 수
이 종 호

이 논문을 이학석사학위신청 논문으로 제출함

*2008*년 *10*월

조선대학교 대학원

대기과학과

김 태 룡

김태룡의 석사학위 논문을 인준함

심사위원장	조선대학교	초빙 객원교수	정 효 상 인
심사위원	조선대학교	교 수	류 찬 수 인
심사위원	기 상 청	공학박사	이 종 호 인

*2008*년 *11*월

조선대학교 대학원

목 차

List of Tables ····· iii
List of Figures ····· v
ABSTRACT ····· vii
1. 서 론 ····· 1
2. 자료 및 분석방법 ····· 4
3. 분석결과 및 토의 ····· 7
3-1 평균기온의 변화 분석 ····· 7
3-1-1. 연 평균기온 ····· 7
3-1-2. 봄철 평균기온 ····· 10
3-1-3. 여름철 평균기온 ····· 13
3-1-4. 가을철 평균기온 ····· 16
3-1-5. 겨울철 평균기온 ····· 19
3-2 최고기온의 변화 분석 ····· 21
3-2-1. 연 평균 최고기온 ····· 21
3-2-2. 봄철 평균 최고기온 ····· 23
3-2-3. 여름철 평균 최고기온 ····· 25
3-2-4. 가을철 평균 최고기온 ····· 28
3-2-5. 겨울철 평균 최고기온 ····· 30
3-3 최저기온의 변화 분석 ····· 33
3-3-1. 연 평균 최저기온 ····· 33

3-3-2. 봄철 평균 최저기온 ····· 35
3-3-3. 여름철 평균 최저기온 ····· 37
3-3-4. 가을철 평균 최저기온 ····· 39
3-3-5. 겨울철 평균 최저기온 ····· 41
3-4 일교차 변화 분석 ····· 43
3-4-1. 연 평균 일교차 ····· 43
3-4-2. 봄철 평균 일교차 ····· 46
3-4-3. 여름철 평균 일교차 ····· 48
3-4-4. 가을철 평균 일교차 ····· 50
3-4-5. 겨울철 평균 일교차 ····· 52
4. 요약 및 결론 ····· 55
5. 제언 ····· 56
6. 참고문헌 ····· 57

List of Tables

Table 2-1. Lists of the Observatory. ·····6
Table 2-2. Classified region. ·····7
Table 3-1. Decadal variation of annual mean temperature(region). ·····8
Table 3-2. Decadal variation of annual mean temperature(observatory). ·····9
Table 3-3. Decadal variation of mean temperature in spring(region). ·····11
Table 3-4. Decadal variation of mean temperature in spring(observatory). ····11
Table 3-5. Decadal variation of mean temperature in summer(region). ·····14
Table 3-6. Decadal variation of mean temperature in summer(observatory). ···14
Table 3-7. Decadal variation of mean temperature in autumn(region). ·····17
Table 3-8. Decadal variation of mean temperature in autumn(observatory). ···17
Table 3-9. Decadal variation of mean temperature in winter(region). ·····20
Table 3-10. Decadal variation of mean temperature in winter(observatory). ·20
Table 3-11. Decadal variation of annual mean max. temperature(region). ·····22
Table 3-12.Decadal variation of annual mean max. temperature(observatory). 22
Table 3-13. Decadal variation of max. temperature in spring(region). ·····24
Table 3-14. Decadal variation of max. temperature in spring(observatory). 24
Table 3-15. Decadal variation of max. temperature in summer(region). ·····26
Table 3-16. Decadal variation of max. temperature in summer(observatory). ·26
Table 3-17. Decadal variation of max. temperature in autumn(region). ·····27
Table 3-18. Decadal variation of max. temperature in autumn(observatory). ·29
Table 3-19. Decadal variation of max. temperature in winter(region). ·····31
Table 3-20. Decadal variation of max. temperature in winter(observatory). ·31
Table 3-21. Decadal Variation of annual mean min. temperature(region). ·····34
Table 3-22. Decadal variation of annual mean min. temperature(observatory). 34
Table 3-23. Decadal variation of min. temperature in spring(region). ·····36
Table 3-24. Decadal variation of min. temperature in spring(oservatory). ···36
Table 3-25. Decadal variation of min. temperature in summer(region). ·····38

Table 3-26. Decadal variation of min. temperature in summer(observatory). ·38
Table 3-27. Decadal variation of min. temperature in autumn(region). ·····40
Table 3-28. Decadal variation of min. temperature in autumn(observatory). ·40
Table 3-29. Decadal variation of min. temperature in winter(region). ·····42
Table 3-30. Decadal variation of min. temperature in winter(observatory). ·42
Table 3-31. Decadal variation of annual mean temperature range(region). ·····45
Table 3-32. Decadal variation of annual mean temperature range(observatory). ·····45
Table 3-33. Decadal variation of diurnal range in spring(region). ·····47
Table 3-34. Decadal variation of diurnal range in spring(observatory). ·····47
Table 3-35. Decadal variation of diurnal range in summer(region). ·····49
Table 3-36. Decadal variation of diurnal range in summer(observatory). ·····49
Table 3-37. Decadal variation of diurnal range in autumn(region). ·····51
Table 3-38. Decadal variation of diurnal range in autumn(observatory). ·····51
Table 3-39. Decadal variation of diurnal range in winter(region). ·····53
Table 3-40. Decadal variation of diurnal range in winter(observatory). ·····53

List of Figures

Fig. 1-1. The mean temperature change(Global and Korea). ····· 2
Fig. 1-2. Global and continental temperature change. ····· 3
Fig. 1-3. Geographical pattern of surface global warming. ····· 3
Fig. 2-1. Natural season change. ····· 5
Fig. 3-1. Variation of annual mean temperature at Chupungnyeong. ····· 9
Fig. 3-2. Variation of annual mean temperature in Metro Cities. ····· 10
Fig. 3-3. Variation of annual mean temperature at Daegu. ····· 10
Fig. 3-4. Variation of mean temperature in spring(Metro Cities). ····· 12
Fig. 3-5. Variation of mean temperature in spring(Chupungnyeong). ····· 12
Fig. 3-6. Variation of mean temperature in spring(Daegu). ····· 13
Fig. 3-7. Variation of mean temperature in summer(West Coastal). ····· 15
Fig. 3-8. Variation of mean temperature in summer(Chupungnyeong). ····· 15
Fig. 3-9. Variation of mean temperature in summer(Incheon). ····· 16
Fig. 3-10. Variation of mean temperature in autumn(Metro Cities). ····· 18
Fig. 3-11. Variation of mean temperature in autumn(Chupungnyeong). ····· 18
Fig. 3-12. Variation of mean temperature in autumn(Daegu). ····· 19
Fig. 3-13. Variation of mean temperature in winter(Chupungnyeong). ····· 21
Fig. 3-14. Variation of mean temperature in winter(Daegu). ····· 21
Fig. 3-15. Variation of annual mean max. temperature(Jeju). ····· 23
Fig. 3-16. Variation of annual mean max. temperature(Incheon). ····· 23
Fig. 3-17. Variation of max. temperature in spring(Incheon). ····· 25
Fig. 3-18. Variation of max. temperature in spring(Seoul). ····· 25
Fig. 3-19. Variation of max. temperature in summer(Chupungnyeong). ····· 27
Fig. 3-20. Variation of max. temperature in summer(Incheon). ····· 28
Fig. 3-21. Variation of max. temperature in autumn(Jeju). ····· 30
Fig. 3-22. Variation of max. temperature in autumn(Incheon). ····· 30
Fig. 3-23. Variation of max. temperature in winter(Jeju). ····· 32

Fig. 3-24. Variation of max. temperature in winter(Daegu). ·····32
Fig. 3-25. Variation of annual min. temperature at Chupungnyeong. ·····35
Fig. 3-26. Variation of annual min. temperature at Pohang. ·····35
Fig. 3-27. Variation of min. temperature in spring(Chupungnyeong). ·····37
Fig. 3-28. Variation of min. temperature in spring(Pohang). ·····37
Fig. 3-29. Variation of min. temperature in summer(Chupungnyeong). ·····39
Fig. 3-30. Variation of min. temperature in summer(Pohang). ·····39
Fig. 3-31. Variation of min. temperature in autumn(Chupungnyeong). ·····41
Fig. 3-32. Variation of min. temperature in autumn(Pohang). ·····41
Fig. 3-33. Variation of min. temperature in winter(Chupungnyeong). ·····43
Fig. 3-34. Variation of min. temperature in autumn(Daegu). ·····43
Fig. 3-35. Variation of annual mean temperature range at Jeju. ·····46
Fig. 3-36. Variation of annual mean temperature range at Chupungnyeong. ·····46
Fig. 3-37. Variation of diurnal range in spring(Jeju). ·····48
Fig. 3-38. Variation of diurnal range in spring(Chupungnyeong). ·····48
Fig. 3-39. Variation of diurnal range in summer(Pohang). ·····50
Fig. 3-40. Variation of diurnal range in summer(Incheon). ·····50
Fig. 3-41. Variation of diurnal range in autumn(Jeju). ·····52
Fig. 3-42. Variation of diurnal range in autumn(Chupungnyeong). ·····52
Fig. 3-43. Variation of diurnal range in winter(Pohang). ·····54
Fig. 3-44. Variation of diurnal range in winter(Chupungnyeong). ·····54

ABSTRACT

A Study on the Air Temperature Changes and Regional Characteristics in South Korea

Kim, Tae Ryong
Advisor : Prof. Ryu, Chan-Su Ph.D.
Department of atmospheric science
Graduate school of Chosun university

Global warming is regarded as one of the most critical issues that should be taken care of by the entire global community as it threatens the survival of mankind. South Korea, in particular, undergoes faster warming than the average rate of global warming.

South Korea has revealed various warming rates and trends being surrounded by sea on three sides and having complex terrains dominated by mountains. The rates vary according to regions and their urbanization and industrialization. Differences also derive from seasons and weather elements. Changes to the highest, mean, and lowest temperature are also different according to the characteristics of regions and observatories, which is more apparent where the force of artificial weather applies. In an urban area, temperature gaps tend to decrease as the lowest temperature rises more than the highest temperature. Meanwhile, temperature gaps grow further in a coastal or country region where the force of artificial weather is small and the force of natural weather prevails.

In this study, the investigator analyzed the changes to the weather elements of 11 observation spots that had gone through no changes in terms of observation environment since 1961, were consecutively observed, and had

the quality of their observation data monitored on an ongoing basis. Using the results, I tried to identify natural and artificial causes affecting certain spots.

Located on the east coast of the Asian Continent, South Korea sees weather changing very dynamically. Having huge influences on our weather, China has achieved very rapid industrialization for the last 30 years and produced more and more greenhouse gases and air pollution due to large-size development projects. All those phenomena affect our weather system in significant ways. Global warming continues due to various reasons with regional change differences. Thus the analysis results of the study will hopefully serve as basic data of weather statistics with which to set up countermeasures against climate changes.

1. 서 론

지구 온난화 문제는 전 국가가 공동으로 대처해야 할 중요한 과제로서, 인류의 생존을 위협하는 중요한 과제로 인식되고 있다. 특히 우리나라의 온난화 속도는 전 세계의 평균적인 온난화 속도보다 현저하게 빠르게 진행되고 있다. 기후변화정보센터 보고서[1)]에 의하면 지난 100년간 전 지구 평균기온이 0.6˚C 증가한 반면에 우리나라의 평균기온은 1.5˚C가 증가하여(Fig. 1-1) 전 지구의 온난화보다 매우 가파른 기온 상승 추이를 보이고 있다. 또 기상청의 기후변화 2007 종합보고서[2)]에 의하면 자연강제력과 인위적 강제력을 기후모델에 사용한 시뮬레이션 결과와 실제 관측값을 분석하였는데(Fig. 1-2) 인위적 강제력이 사용되었을 때는 온난화 경향이 매우 가파르게 상승하고 있음을 보여준다. 또 2000년부터 2099년까지의 온난화를 기후모델에 의해 전 지구적으로 예측한 결과(Fig. 1-3) 북극해를 중심으로 한 시베리아와 허드슨만을 비롯한 캐나나 북부지역에서 온난화 정도가 가장 높게 나타났으며, 유라시아와 아프리카, 북아메리카와 남아메리카, 호주 등 모든 대륙의 내륙 중심의 온난화 정도가 높고 해양과 해안에서는 내륙에 비해 낮게 나타났다.

우리나라는 3면이 바다인 반도로서의 특징과 산이 많은 복잡한 지형을 이루고 있어 온난화 속도와 경향이 다양하게 나타나고 있다. 이와 함께 우리나라의 온난화는 지역별로 도시화나 산업화 정도에 따라서도 그 속도가 다르게 나타나고 있을 뿐 아니라 계절별, 기상요소별로 변화경향도 차이를 보이고 있다. 이러한 변화경향을 아시아 지역 모델 결과와 비교해 보면 상대적으로 도시화나 산업화가 진행되지 않은 지역은 자연 강제력만을 사용한 모델과, 대도시를 비롯한 산업화가 진행된 지역에서는 인위적 강제력을 사용한 모델의 결과(Fig.1-2)와 매우 유사한 결과가 나타났다.

또 우리나라에서의 온난화 경향은 기상요소별로도 차이를 보이고 있다. 최고기온과 평균기온, 최저기온의 변화경향이 지역, 또는 관측소의 특성에 따라서도 다르게 나타나고 있어 전체적으로는 기온이 상승하는 중에서도 계절에 따라서는 기온이 하강하는 경향을 보이는 지역도 나타났다. 이런 현상은 인위적 기후 강제력이 작용하지 않는 전원 지역에서 두드러지게 나타나고 있다. 도시지역은 최저기온

---

1) CCIC(기후변화정보센터) 홈페이지-기후변화과학-기후변화교실-기후변화 시나리오

2) 제27차 IPCC 총회(2007. 11. 17. 스페인 발렌시아)에서 최종 승인 및 채택된 IPCC 제4차 평가보고서의 종합보고서를 기상청에서 번역

의 상승이 최고기온의 상승보다 커서 일교차가 줄어드는 경향을 보이는데 비해, 인위적 기후 강제력이 작고 자연적 기후 강제력의 지배를 받는 해안 지역이나 전원 지역에서는 일교차가 커지는 현상도 나타나고 있다. 이는 1993년에 미국 기상학회에서 발표한 'Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature' [3]와 배치되는 현상으로 기후변화의 복잡성을 보여주는 흥미로운 현상이다.

본 연구에서는 1961년 이후 관측환경이 변하지 않고 연속관측과 품질관리가 지속된 11개 지점에 대해서 포인트 변화분석을 하여 특정 지점에 영향을 주는 자연적 원인과 인위적 원인을 유추할 수 있도록 하였다. 또 지점별 분석 외에 우리나라를 특성별로 6개의 지역으로 구분하여 지역별 온난화 경향을 비교함으로써 도시화와 산업화, 해류 등 외적 변화에 따른 온난화가 별개로 미치는 영향을 비교할 수 있도록 분석하였다.

우리나라는 아시아 대륙의 동안에 위치하고 전 세계에서 매우 역동적으로 변화하는 지역에 들어 있다. 우리나라가 포함된 동아시아지역은 최근 30년 동안 매우 빠르게 산업화가 진행되어 온실기체의 배출이 늘어나고 있으며, 대규모의 개발로 대기오염도 함께 증가하고 있다[4]. 이런 현상은 우리나라 기후계의 변화에 적지 않은 영향을 주고 있음에 틀림없다. 여러 가지 원인에 의해 온난화가 진행되고 있지만 지역에 따라 변화 경향은 차이가 있는 만큼 분석된 자료는 기후변화 대응 전략을 수립할 수 있는 기후통계학적 기초 자료로서 활용될 수 있기를 기대한다.

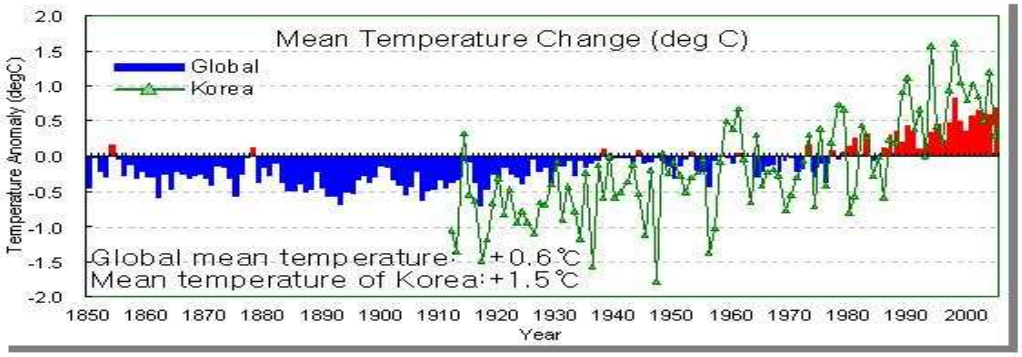
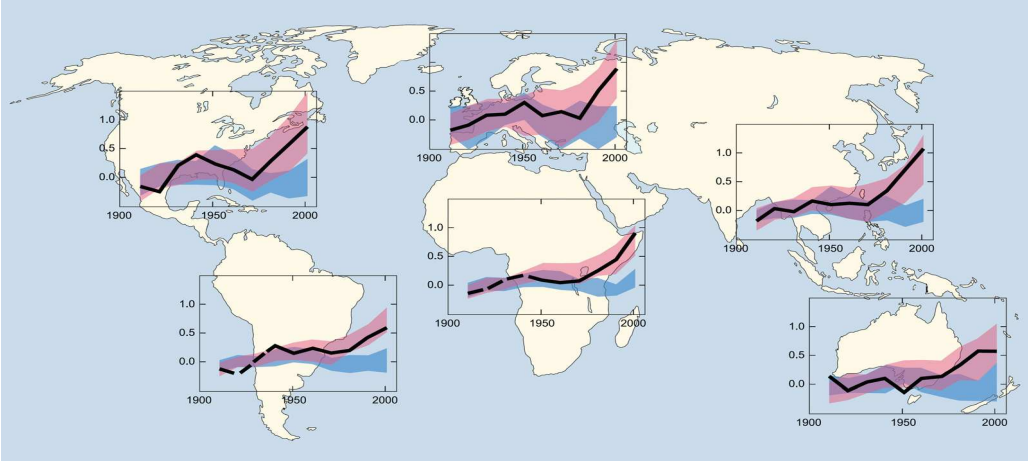


Fig. 1-1. The mean temperature change(Global and Korea).

3) Thomas R. Karl외 5인, 1993, Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature, *Bulletin of the American Meteorological Society*, p1007~1023

4) 국립기상연구소 홈페이지 기후연구과의 '미래 기후변화 전망에 관한 연구'



models using only natural forcings

models using both natural and anthropogenic forcings

Fig. 1-2. Global and continental temperature change(page 6, summary for Policy makers, Climate Change 2007: Synthesis Report).

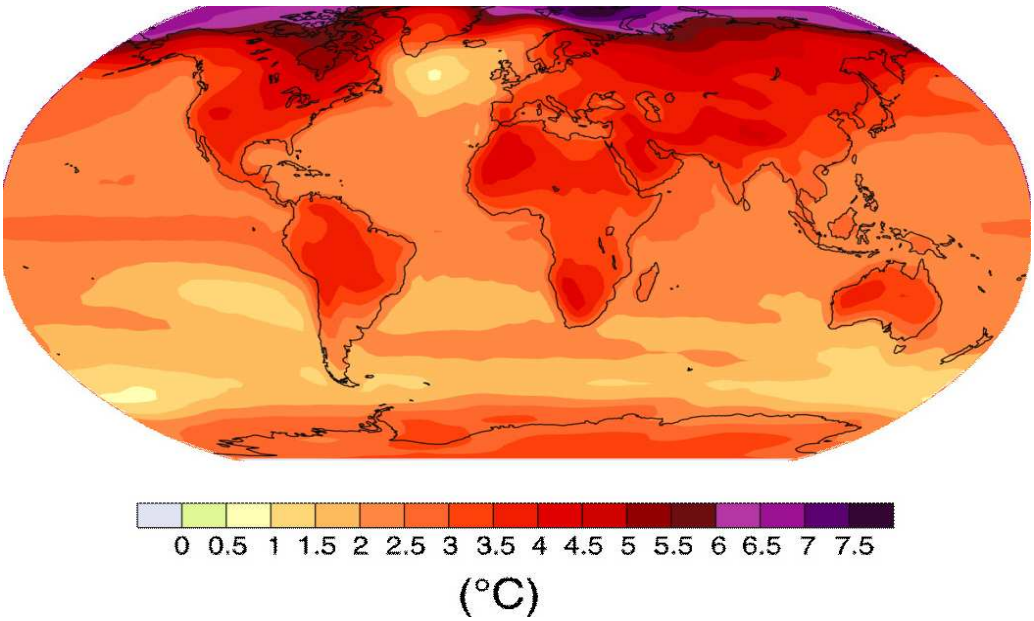


Fig. 1-3. Geographical pattern of surface global warming(page 9, summary for policy makers, Climate Change 2007: Synthesis Report).

2. 자료 및 분석방법

기상청 종합기상정보시스템(COMISⅢ)에 구축된 기후 DB를 이용하여 일별 기온(최고기온, 평균기온, 최저기온, 일교차)을 추출하였다. 자료는 기상청에서 품질관리를 거치고, 관측방법과 통계방법이 체계를 갖춘 1961년부터 2007년까지 47년간의 자료를 사용하였다. 이 조건에 맞는 11개 관측소는 지점 분석을 하고, 지역별 특성을 분석하기 위한 자료로서는 관측소 이전이나 주변 환경의 급격한 변화 등이 있었으나 관측기간이 오래되어 지역 대푯값으로 사용하는데 무리가 없다고 추정되는 지점의 자료를 포함하여 지역 평균값으로 사용하였다(Table 2-1).

분석요소는 평균기온, 최고기온, 최저기온 및 일교차이며, 분석과정은 지점별 자료는 일별 자료를 이용하여 월별 자료를 산출하고, 월별 자료를 이용하여 계절별 자료와 연 자료를 산출하였다. 지역별 자료는 해당지점의 일별자료를 평균하고 월별자료 없이 직접 계절별, 연별 자료를 산출하였다. 이에 따라 전원지역으로 분류한 추풍령은 지점자료와 지역 자료 간에는 반올림에 따른 차이가 있고, 회귀식의 기울기 값에서도 약간의 차이가 발생했다. 따라서 전원지역에 대한 지역별 분석에서는 지점분석 자료를 이용하였다. 이들 자료들을 이용하여 각 지점과 지역별로 기온요소에 대한 연별, 계절별 시계열 변화도를 만들었다. 지점별 시계열 변화는 1년 단위의 기본 시계열 외에 3년, 5년 단위의 이동평균값을 이용한 경년변화도를 추가했으며, 지점과 지역에 대해 각각의 1차 회귀식을 산출하여 변화경향 및 강도를 알 수 있는 기울기와 기준값인 절편을 구했다. 지역별 시계열 분석에서 사용한 전국 자료는 60개 지점에서 연속관측이 이루어진 1973년부터 자료를 이용해 전 지점의 평균값을 산출해서 사용했다.

지점 분석 대상 지점: 1960년 이전은 관측지점별로 관측개시 연도가 일정하지 않거나 관측방법의 차이(일 3회 관측, 6회 관측 등)로 작지만 일 평균기온 산출 자체에서의 오차 발생 가능성이 있으므로 배제하고, 1961년 이후 2007년까지 47년간 관측소가 이전하지 않고 연속적으로 관측한 자료를 보유한 강릉, 서울, 인천, 울릉도, 추풍령, 포항, 대구, 전주, 울산, 부산, 제주의 11개 관측소를 지점 분석 대상으로 선정했다.

지역 구분 : 지역적인 특성을 분석하기 위해 지형적 위치와 도시화 정도에 따라 지역을 6개 유형으로 구분하고, 11개 기본 분석지점 외에 통계적으로 분석 타당성이 있는 지점 5소를 추가하여 16지점을 6개 유형의 지역으로 구분하였다(Table

2-2). 해안지점은 바다가 육안으로 보이는 해안가에 있거나, 직선거리 5Km 이내의 지점(강릉)으로 선정하였고 전원지역은 산업화나 도시화가 이루어지지 않아 환경의 변화가 거의 없는 지점을 선정했는데 추풍령만 해당되는 것으로 판정되었으며, 대도시 지역은 산업화, 도시화가 진행되며 주변 환경의 변화가 큰 지점들을 선정했다. 선정하는 방법은 기후학적인 조건보다 주로 지리적인 위치만을 고려했다.

계절구분 : 계절구분 방법은 일상적으로 사용되는 태양력에 의한 월단위로 구분했다. 이에 따라서 봄은 3월 ~ 5월, 여름은 6월 ~ 8월, 가을은 9월 ~ 11월, 그리고 겨울은 12월부터 익년 2월까지로 구분해서 정의했다.

최근에는 동식물 계절, 정량적 기온에 의한 구분 방법도 사용하며 계절 시기가 달라지고 있다는 보고서도 많이 나오고 있다. 즉 봄과 여름이 빨라지고, 가을과 겨울은 늦어진다는 연구 보고서들인데[5](Fig. 2-1), 본 연구는 같은 기간 기온의 상승률을 규명하기 위한 것이므로 계절에 대한 기상학적인 고려는 제외했다.

분석방법 : 각 지점, 지역별로 1961년부터 2007년 까지 10년 단위의 평균값을 산출하였는데 2000년대는 2001년부터 2007년까지 7년간의 자료를 사용하였다. 각 지점별 분석에서는 기준 1년 단위의 변화추이와 함께 3년, 5년의 이동평균값을 이용한 변화추이도 분석하였다. 이에 따르면 매년보다 3년, 5년 이동평균에 의한 변화율이 보다 크게 나타났다. 또 회귀방정식을 이용하여 산출한 기울기는 1961년부터 2007년까지 47년간의 자료를 이용한 것이므로 기존에 발표되었던 논문들에 비해서는 최근의 변화 경향이 상대적으로 강하게 반영되었다. 연, 계절별 회귀방정식을 이용하여 20년 후(2020년대, 2021~2030년), 50년 후(2050년대, 2051~2060년)의 예상되는 10년 단위의 기간평균 기온과 예상 일교차를 산출하였다.

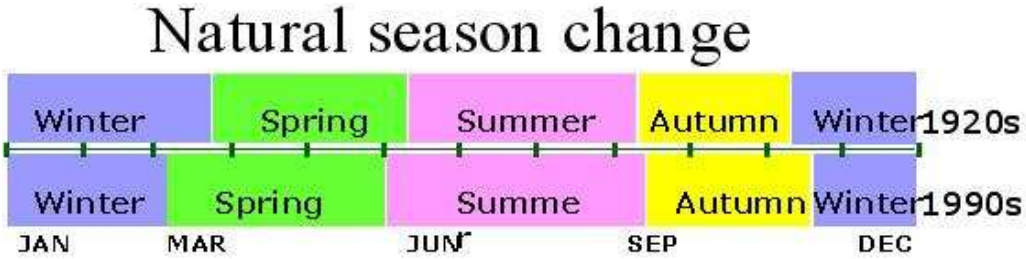


Fig. 2-1. Natural season change.

5) CCIC(기후변화정보센터) 홈페이지-기후변화과학-기후변화교실-기후변화 시나리오

Table 2-1. Lists of the Observatory.

Start date Obs.	Station	Lat.(N)	Long.(E)	Obs. field height(m)	Thermo. height(m)	Remarks
1968.01.01	Sokcho	38.25	128.56	18	1.8	관측소 이전
		강원도 고성군 토성면 봉포리				
1911.10.03	Gangneung	37.75	128.89	26	1.7	
		강원도 강릉시 용강동				
1907.10.01	Seoul	37.57	126.97	86	1.5	
		서울특별시 종로구 송월동				
1904.08.29	Incheon	37.49	126.63	55	1.4	
		인천광역시 중구 전동				
1938.08.10	Ulleungdo	37.48	130.90	221	2.1	
		경상북도 울릉군 울릉읍 도동리				
1937.01.11	Chupungnyeong	36.22	127.99	242	1.5	
		충청북도 영동군 추풍령면 관리				
1944.07.17	Pohang	36.03	129.38	1	1.6	
		경상북도 포항시 남구 송도동				
1968.01.01	Gunsan	35.99	126.71	25.57	1.5	관측소 이전
		전라북도 군산시 내흥동				
1907.01.31	Daegu	35.89	128.62	57	1.5	
		대구광역시 동구 신암동				
1918.06.23	Jeonju	35.82	127.15	53	1.5	
		전라북도 전주시 완산구 남노송동				
1932.01.06	Ulsan	35.56	129.32	35	1.5	
		울산광역시 중구 북정동				
1904.04.09	Busan	35.10	129.03	69	1.7	
		부산광역시 중구 대청동1가				
1968.01.01	Tongyeong	34.85	128.44	31	1.5	관측소 이전
		경상남도 통영시 정량동				
1904.04.08	Mogpo	34.82	126.38	38	1.5	관측소 이전
		전라남도 목포시 연산동				
1942.03.01	Yoesu	34.74	127.74	66	1.5	관측환경 변화
		전라남도 여수시 중앙동				
1923.05.01	Jeju	33.51	126.53	19.97	1.8	
		제주특별자치도 제주시 건입동				

Table 2-2. Classified region.

Type	Region	Basic Station	Addition Station
W	West Coastal	인천(INC)	군산(GUS), 목포(MOP)
E	East Coastal	강릉(GAN), 포항(POH)	속초(SOC)
S	South Coastal	부산(BUS)	여수(YES), 통영(TOY)
R	Rural	추풍령(CHP)	
I	Islands	울릉도(ULR), 제주(JEJ)	
M	Metro Cities	서울(SEL), 대구(DAG), 전주(JNJ), 울산(ULS)	

3. 분석결과 및 토의

3-1. 평균기온의 변화 분석

3-1-1. 연평균기온

연평균기온은 전국이 2.59℃/100년의 비율로 상승하였으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시지역으로 3.21℃/100년이었고, 상승률이 가장 낮은 지역은 전원지역(추풍령)으로 0.63℃/100년의 상승률을 보여 변화가 거의 없는 것으로 분석되었다. 이에 따라 현재는 대도시와 전원지역의 연평균기온 차이가 2.1℃에서 50년 후에는 3.4℃, 100년 후에는 4.7℃의 차이를 보일 것으로 분석되었다.

한편 서해안 지역은 2.12℃/100년, 동해안 지역은 2.11℃/100년, 남해안 지역은 2.22℃/100년, 그리고 제주도, 울릉도의 도서지역은 2.14℃/100년으로 비슷한 상승률을 기록했다. 이들 지역은 산업화, 도시화에 의한 영향보다 해류의 변화, 해수면 온도의 변화와 기압계에 따른 바람의 변화 등 자연 강제력에 의한 기후변화를 주로 받는 것으로 분석된다(Table 3-1 & 3-2).

각 지점별로 분석하면, 대도시 지역의 대구가 4.07℃/100년의 상승률로 가장 높았고 이어서 포항, 인천, 울산, 서울의 순서로 높은 상승률을 보였다. 상승률이 높은 지역은 모두 공업화와 도시의 팽창이 빠르게 이루어진 곳이라는 공통점이 있다. 포항은 동해안 지역으로 분류되었지만 70년대 이후 포항제철 공단의 조성과

이에 따른 도시의 팽창으로 인한 것으로 보여 지며, 서해안 지역으로 분류된 인천도 외곽의 대규모 산업공단의 조성, 수도권 확대에 따른 도시화가 영향을 주게 된 것으로 분석된다(Table 3-2). 이에 반해 추풍령은 0.69℃/100년의 상승률로 전 지구 온난화에 따른 기온 상승률과 거의 같았고, 울릉도, 전주, 제주, 부산, 강릉은 2~3℃/100년의 비교적 낮은 상승률을 나타냈다. 이 중 울릉도와 제주, 부산은 해양의 영향을 받은 것으로 볼 수 있으나 전주는 외곽에 산업공단이 확대됨에도 불구하고 관측소가 위치한 시내 중심부는 이런 영향을 적게 받고 주변 환경도 큰 변화가 없기 때문인 것으로 추정된다(Fig.3-1, 3-2, & 3-3).

Table 3-1. Decadal variation of annual mean temperature(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		12.5	12.7	13.9	11.6	13.6	12.7
1970'S	12.2	12.5	12.7	14.1	11.6	13.7	12.9
1980'S	12.3	12.7	12.8	14.2	11.6	13.8	13.1
1990'S	12.6	13.1	13.4	14.6	11.8	14.3	13.7
2000'S	12.9	13.2	13.4	14.7	11.8	14.3	13.9
00-60		0.7	0.7	0.8	0.2	0.7	1.2
a / b	2.59 / 11.71	2.12 / 12.26	2.11 / 12.45	2.22 / 13.73	**0.69** / 11.45	2.14 / 13.41	**3.21** / 12.45
2020'S	13.4	13.6	13.8	15.2	11.9	14.8	14.5
2050'S	14.2	14.3	14.5	15.8	12.1	15.4	15.5

Table 3-2. Decadal variation of annual mean temperature(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	12.4	11.7	11.3	11.9	11.6	13.1	13.0	13.0	13.2	13.9	15.3
1970'S	12.7	11.9	11.4	12.1	11.6	13.4	13.3	12.9	13.5	14.2	15.3
1980'S	12.7	12.1	11.6	12.2	11.6	13.8	13.6	12.9	13.8	14.4	15.4
1990'S	13.4	12.8	12.2	12.6	11.8	14.4	14.2	13.4	14.2	14.9	16.0
2000'S	13.3	12.9	12.7	12.6	11.8	14.5	14.5	13.8	14.7	14.8	16.2
00-60	0.9	1.2	1.4	0.7	0.2	1.4	1.4	0.8	1.5	0.9	0.9
a / b	2.96 / 12.12	3.5 / 11.34	3.75 / 10.85	2.05 / 11.73	**0.69** / 11.45	3.99 / 12.81	**4.07** / 12.66	2.23 / 12.58	3.62 / 12.91	2.6 / 13.74	2.48 / 14.96
2020'S	14.0	13.6	13.3	13.1	11.9	15.4	15.3	14.0	15.3	15.4	16.6
2050'S	14.9	14.7	14.4	13.7	12.1	16.6	16.5	14.7	16.3	16.2	17.3

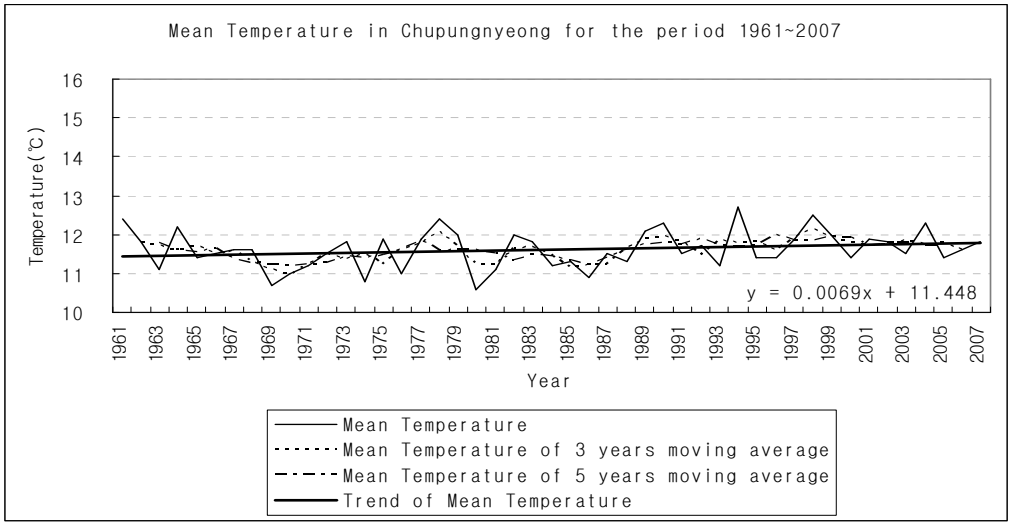


Fig. 3-1. Variation of annual mean temperature at Chupungnyeong.

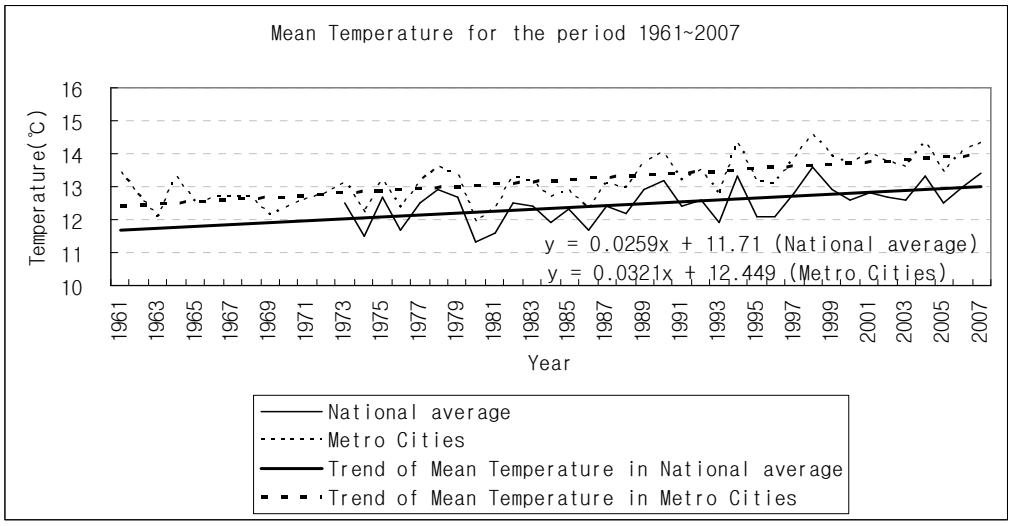


Fig. 3-2. Variation of annual mean temperature in Metro Cities.

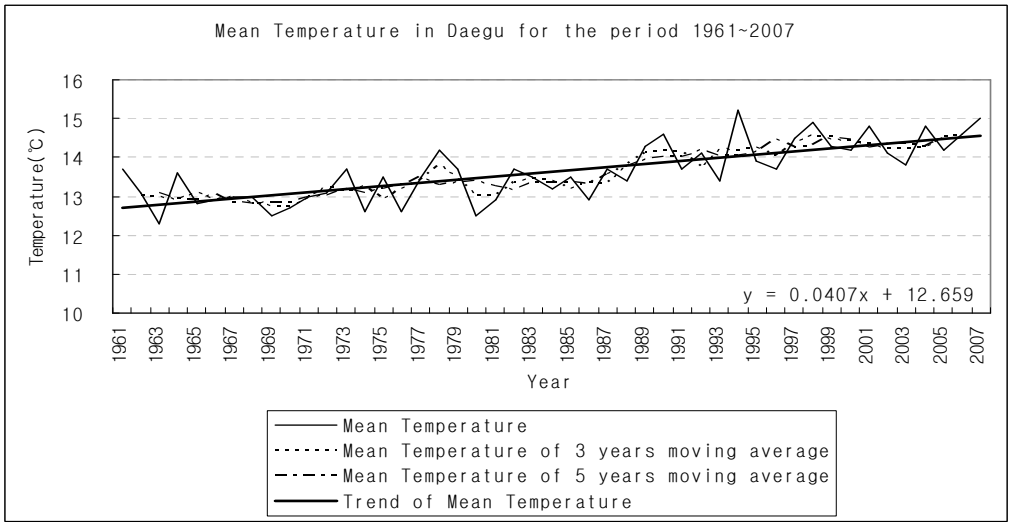


Fig. 3-3. Variation of annual mean temperature at Daegu.

3-1-2. 봄철 평균기온

봄철 평균기온은 전국이 2.62℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시지역으로 3.73℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 지역은 전원지역(추풍령)으로 1.27℃/100년의 상승률로 연 평균 기온의 변화보다 지역간 차이가 적은 것으로 분석되었다. 한편 봄철의 기온변화도 연변화 경향과 비슷하게

전원지역과 대도시 지역을 제외한 지역은 비슷한 상승률이 나타났다(Table 3).

각 지점별로는, 대도시 지역의 대구가 4.79℃/100년의 상승률로 가장 높았고, 이어서 포항, 울산, 인천, 서울의 순서로 높은 상승률이 나타났다. 이에 반해 추풍령, 전주, 울릉도, 부산, 강릉, 제주의 순서로 비교적 낮은 상승률을 나타냈는데 이는 연 평균기온의 상승률 원인과 같다(Table 3-4, Fig.3-4, 3-5, & 3-6).

Table 3-3. Decadal variation of mean temperature in spring(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		10.7	11.5	12.3	11.1	11.3	11.8
1970'S	11.3	10.7	11.6	12.6	10.9	11.5	11.9
1980'S	11.5	11.1	11.8	12.8	11.4	11.8	12.4
1990'S	11.7	11.4	12.3	13.1	11.4	12.3	12.8
2000'S	12.1	11.8	12.4	13.3	11.6	12.3	13.3
00-60		1.1	0.9	1.0	0.5	1.0	1.5
a / b	2.62 / 10.84	2.69 / 10.46	2.52 / 11.30	2.48 / 12.19	**1.27** / 10.94	2.81 / 11.16	**3.73 /** 11.51
2020'S	12.5	12.2	12.9	13.8	11.8	13.0	13.9
2050'S	13.3	13.0	13.7	14.5	12.2	13.8	15.0

Table 3-4. Decadal variation of mean temperature in spring(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	11.4	11.1	9.9	9.9	11.1	11.9	12.3	12.0	11.9	12.4	12.8
1970'S	11.7	11.0	9.9	10.1	10.9	12.3	12.6	11.8	12.3	12.7	13.0
1980'S	12.0	11.6	10.4	10.4	11.4	12.9	13.3	12.1	12.7	13.0	13.2
1990'S	12.4	12.1	10.8	10.8	11.4	13.4	13.7	12.4	13.1	13.4	13.8
2000'S	12.5	12.3	11.7	10.6	11.6	13.6	14.3	12.9	13.7	13.3	14.1
00-60	1.1	1.2	1.8	0.8	0.5	1.7	1.9	0.9	1.8	0.9	1.3
a / b	3.08 / 11.23	3.66 / 10.70	4.21 / 9.46	2.36 / 9.77	**1.27** / 10.94	4.69 / 11.67	**4.79** / 12.02	2.03 / 11.69	4.32 / 11.64	2.73 / 12.29	3.31 / 12.54
2020'S	13.2	13.1	12.2	11.3	11.8	14.7	15.1	13.0	14.4	14.1	14.7
2050'S	14.2	14.2	13.5	12.0	12.1	16.1	16.6	13.6	15.7	14.9	15.7

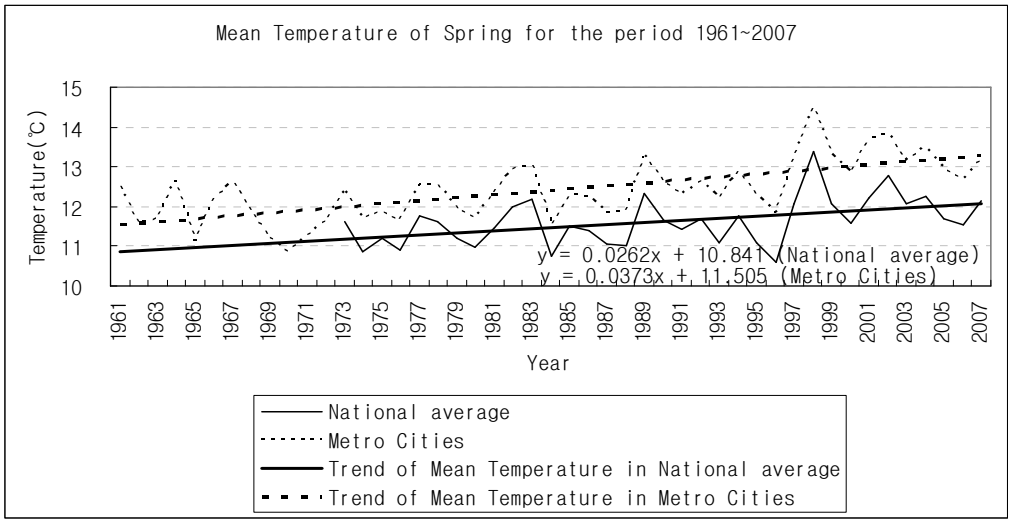


Fig. 3-4. Variation of mean temperature in spring(Metro Cities).

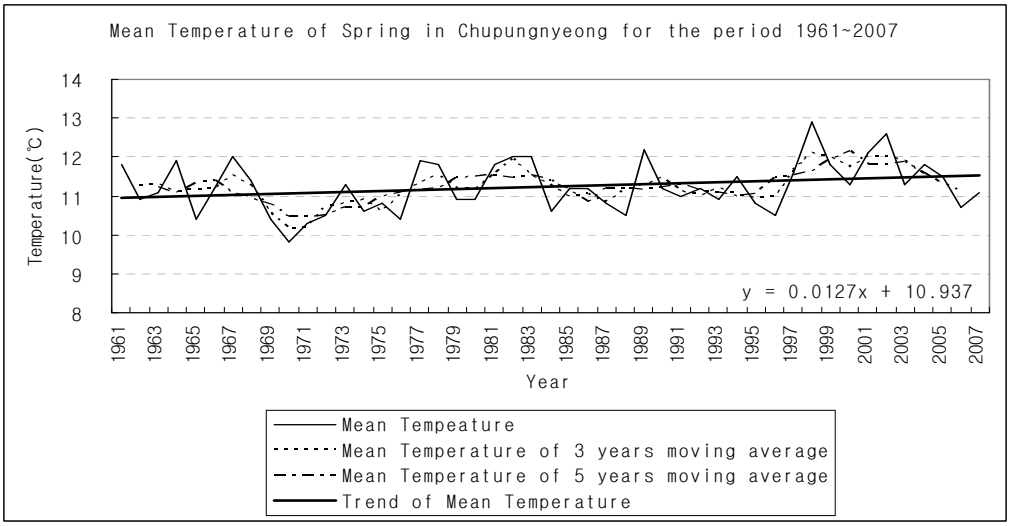


Fig. 3-5. Variation of mean temperature in spring(Chupungnyeong).

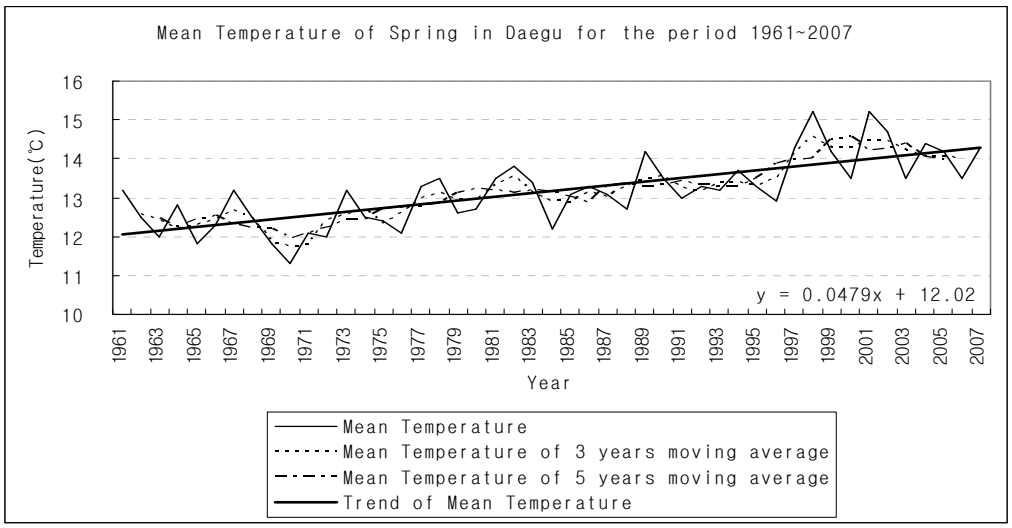


Fig. 3-6. Variation of mean temperature in spring(Daegu).

3-1-3. 여름철 평균기온

여름철 평균기온은 전국이 0.68℃/100년의 비율로 상승하였으며, 상승률이 가장 높은 지역은 서해안지역으로 1.18℃/100년이었으며, 전원지역(추풍령)은 -1.77℃/100년으로 오히려 기온이 하강하는 현상이 나타났다. 연 평균기온 상승률이 가장 높은 대도시 지역은 서해안 지역에 이어 0.98℃/100년의 상승률을 보였다(Table 3-5 & 3-6). 이에 따라 여름철은 4계절 중 기온 상승폭이 가장 작은 것으로 분석되었다. 서해안 지역을 제외한 모든 지역은 1℃/100년 미만의 미미한 상승률을 보이거나 동해안은 거의 변화가 없는 -0.03℃/100년의 변화율을 보이는 것으로 분석되었다. 예외적으로 서해안 지역의 기온 상승률이 높은 것은 기단 변화에 따른 초여름 장마기간의 강수일수가 줄어드는 현상과도 무관하지 않는 것으로 추정된다.

각 지점별로 분석한 결과, 서해안에 위치한 인천이 1.92℃/100년의 상승률로 가장 높았고 이어서 서울, 포항, 울산, 제주의 순서로 높은 상승률을 보였다. 이에 반해 추풍령은 기온이 떨어지는 경향이 뚜렷하고, 울릉도, 전주, 부산, 강릉, 대구의 순서로 비교적 낮은 상승률을 나타냈다(Fig.3-7, 3-8 & 3-9). 연 평균기온의 상승률이 가장 높은 대구의 기온 상승률이 다른 지역보다 비교적 낮게 나타난 것은 특이한 현상으로 도심 가로수와 공원지역을 조성한 녹화 영향이라는 언론의 보도가 있었다.

Table 3-5. Decadal variation of mean temperature in summer(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		23.6	23.3	23.5	23.5	23.1	24.4
1970'S	23.4	23.4	22.8	23.4	23.0	22.8	24.1
1980'S	23.6	23.7	22.8	23.7	23.0	23.1	24.4
1990'S	23.6	23.9	23.1	23.6	23.0	23.1	24.6
2000'S	23.6	23.9	23.2	23.6	22.8	23.3	24.7
00-60		0.3	-0.1	0.1	-0.7	0.2	0.3
a / b	0.68 / 23.33	**1.18** / 23.41	-0.03 / 23.03	0.32 / 23.48	**-1.77** / 23.51	0.53 / 22.93	0.98 / 24.19
2020'S	23.8	24.2	23.0	23.7	22.4	23.3	24.8
2050'S	24.0	24.5	23.0	23.8	21.9	23.4	25.1

Table 3-6. Decadal variation of mean temperature in summer(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	23.1	23.9	23.0	21.7	23.5	23.7	24.9	24.9	23.9	23.4	24.5
1970'S	23.0	23.7	22.7	21.4	23.0	23.5	24.6	24.5	23.7	23.3	24.2
1980'S	22.9	24.0	23.1	21.6	23.0	23.9	24.8	24.7	24.1	23.7	24.6
1990'S	23.3	24.5	23.6	21.5	23.0	24.0	25.0	24.9	24.0	23.6	24.7
2000'S	23.4	24.3	23.5	21.6	22.8	24.3	25.2	25.0	24.3	23.4	24.9
00-60	0.3	0.4	0.5	-0.1	-0.7	0.6	0.3	0.1	0.5	0.0	0.3
a / b	0.78 / 22.93	1.7 / 23.64	**1.92** / 22.68	0.02 / 21.54	**-1.77** / 23.51	1.64 / 23.45	0.82 / 24.68	0.37 / 24.70	1.18 / 23.70	0.55 / 23.33	1.07 / 24.31
2020'S	23.4	24.7	23.9	21.6	22.4	24.5	25.2	24.9	24.5	23.7	25.0
2050'S	23.7	25.3	24.5	21.6	21.8	25.0	25.5	25.1	24.8	23.9	25.3

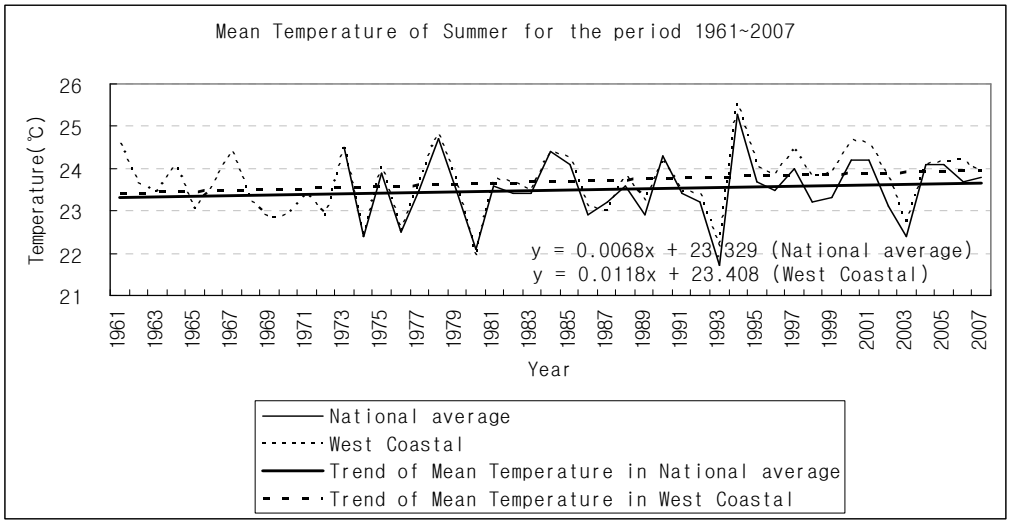


Fig. 3-7. Variation of mean temperature in summer(West Coastal).

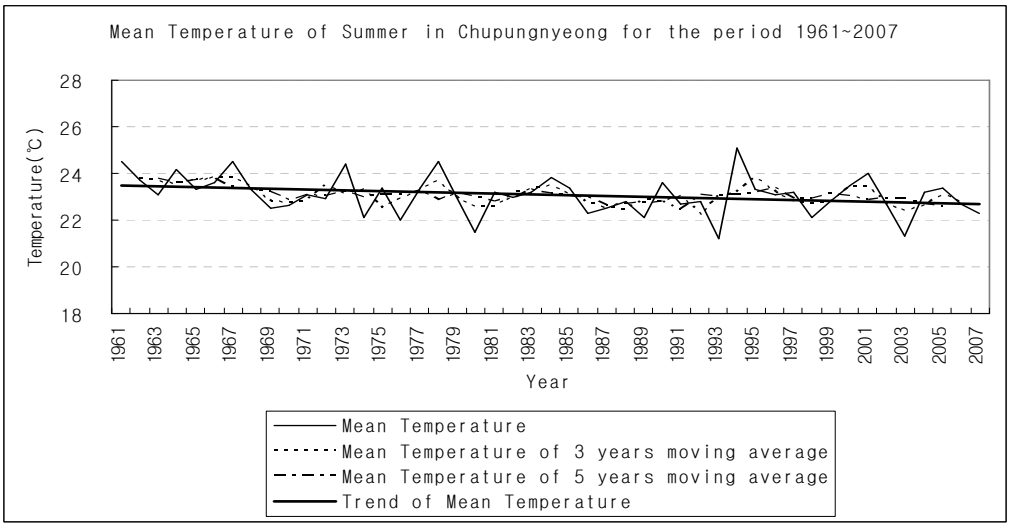


Fig. 3-8. Variation of mean temperature in summer(Chupungnyeong).

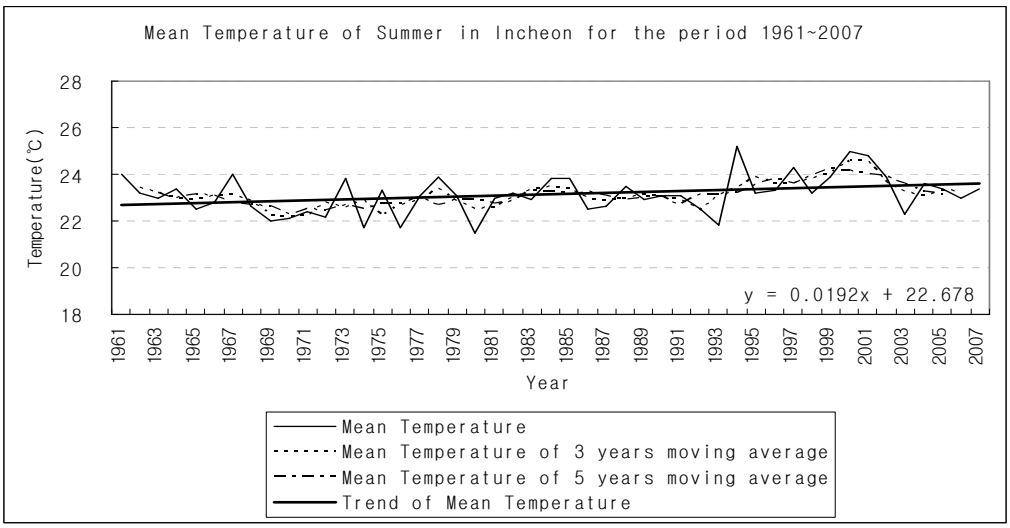


Fig. 3-9. Variation of mean temperature in summer(Incheon).

3-1-4. 가을철 평균기온

가을철 평균기온은 전국이 2.86℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시 지역으로 2.92℃/100년이었으며, 가장 낮은 지역은 전원지역(추풍령)으로 -0.14℃/100년으로 오히려 기온이 약간 하강하는 것으로 분석되었다. 가을철은 동해안 지역이 2.15℃/100년으로 대도시 지역에 이어 기온 상승률이 높은 것으로 분석되었는데, 동해상의 해수면 온도가 가을에도 높게 유지되는 현상에 따른 것으로 추정된다. 서해안과 남해안, 도서 지역은 각각 1.2℃/100년, 1.77℃/100년, 1.71℃/100년으로 비슷한 상승률을 보였다(Table 3-7 & 3-8).

각 지점별로는, 대도시 지역의 대구가 3.71℃/100년의 상승률로 가장 높았고, 추풍령을 제외한 모든 지점에서 상승하는 것으로 분석되었다(Fig.3-11 & 3-12).

Table 3-7. Decadal variation of mean temperature in autumn(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		15.2	14.7	16.6	13.1	16.2	14.6
1970'S	13.9	14.9	14.7	16.6	12.8	16.0	14.5
1980'S	13.9	15.0	14.8	16.6	12.8	16.1	14.7
1990'S	14.2	15.3	15.3	17.1	12.9	16.6	15.2
2000'S	14.5	15.6	15.3	17.2	12.9	16.7	15.6
00-60		0.4	0.6	0.6	-0.2	0.5	1.0
a / b	2.86 / 13.22	1.2 / 14.90	2.15 / 14.44	1.77 / 16.37	**-0.14 /** 12.94	1.71 / 15.88	**2.92** / 14.18
2020'S	15.1	15.7	15.8	17.5	15.1	17.0	16.1
2050'S	15.9	16.0	16.5	18.0	15.9	17.5	17.0

Table 3-8. Decadal variation of mean temperature in autumn(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	14.2	13.8	14.0	14.6	13.1	15.2	14.6	14.8	15.2	16.6	17.8
1970'S	14.5	13.8	13.9	14.6	12.8	15.3	14.6	14.4	15.3	16.7	17.4
1980'S	14.6	13.9	14.0	14.6	12.8	15.6	15.0	14.4	15.5	16.7	17.6
1990'S	15.2	14.4	14.4	15.1	12.9	16.3	15.7	14.9	16.0	17.4	18.2
2000'S	15.1	14.8	15.1	15.1	12.9	16.4	15.7	15.5	16.3	17.2	18.4
00-60	0.9	1.0	1.1	0.5	-0.1	1.2	1.1	0.8	1.1	0.5	0.6
a / b	2.76 / 14.01	2.77 / 13.44	2.58 / 13.63	1.63/ 14.38	**-0.14** / 12.94	3.68/ 14.84	**3.71** / 14.18	1.94 / 14.28	3.08 / 14.86	2.22 / 16.37	1.91 / 17.37
2020'S	15.8	15.2	15.3	15.4	12.9	17.2	16.6	15.5	16.9	17.8	18.6
2050'S	16.6	16.1	16.1	15.9	12.8	18.3	17.7	16.1	17.8	18.5	19.2

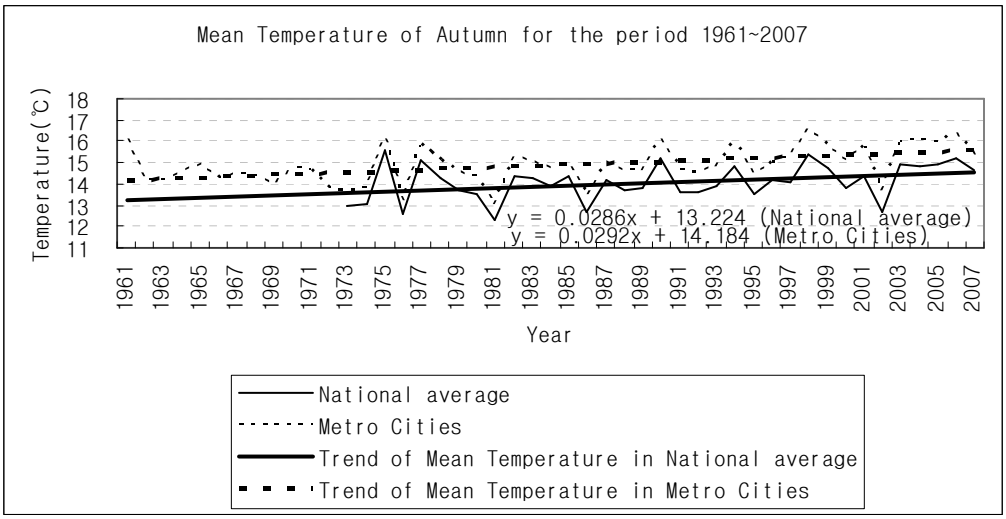


Fig. 3-10. Variation of mean temperature in autumn(Metro Cities).

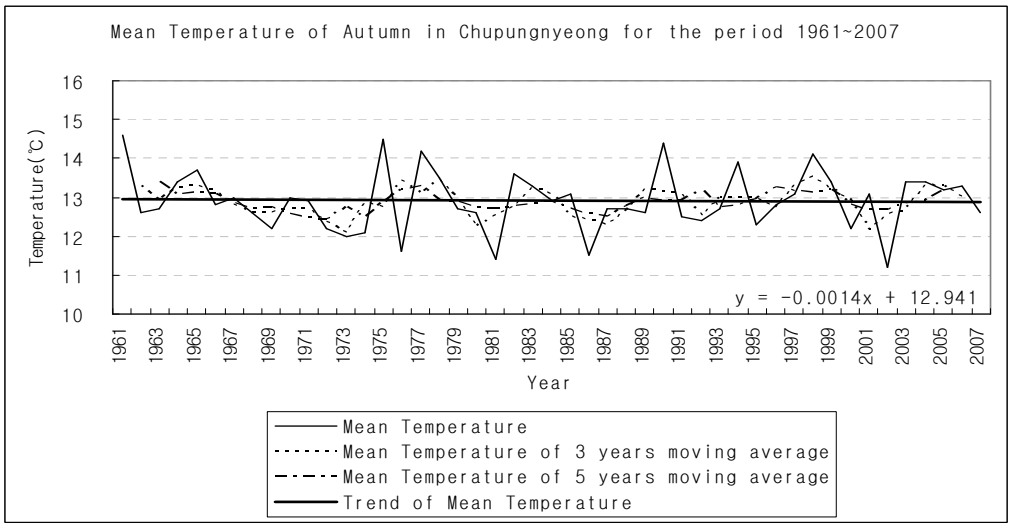


Fig. 3-11. Variation of mean temperature in autumn(Chupungnyeong).

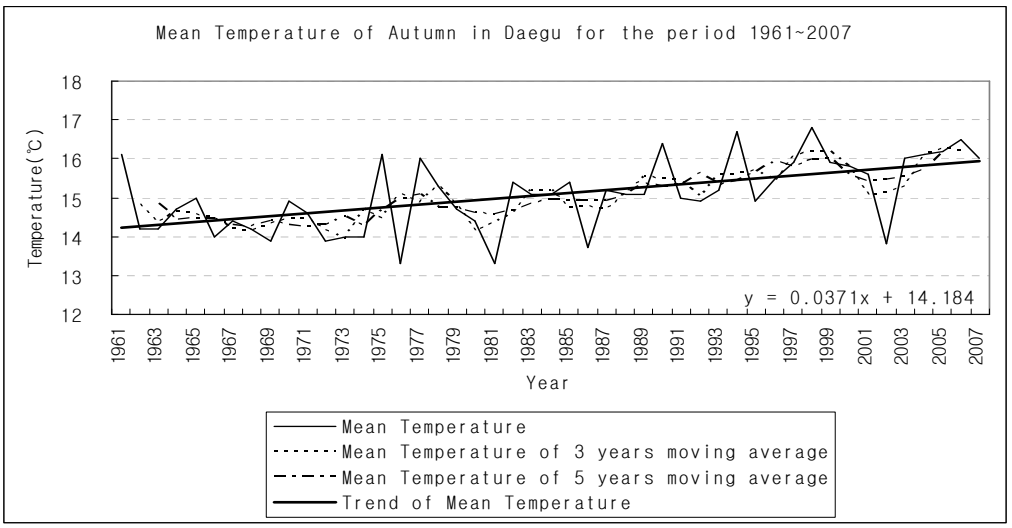


Fig. 3-12. Variation of mean temperature in autumn(Daegu).

3-1-5. 겨울철 평균기온

겨울철 평균기온은 전국이 5.74℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시 지역으로 5.78℃/100년이었으며, 가장 낮은 지역은 전원 지역(추풍령)으로 3.24℃/100년으로 분석되었다. 은 전 지역에서 가장 높은 기온 상승률을 나타나고 있는데, 1973년 이후의 전국 평균 상승률이 높게 나타난 것은 근래에 들어 기온 상승률이 급격히 높아졌는데 1980년대에서 1990년대에 이르는 10년 동안에는 전 지역에서 0.7℃~1.0℃의 급격한 상승 추세를 보였다(Table 3-9 & 3-10).

각 지점별로 분석한 결과, 대도시 지역인 대구가 6.72℃/100년의 상승률로 가장 높았고, 추풍령이 3.24℃/100년의 상승률로 가장 낮았지만 전 지점에서 상승률이 상대적으로 높았다(Fig.3-13 & 3-14).

Table 3-9. Decadal variation of mean temperature in winter(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		0.2	1.0	2.8	-1.5	3.6	0.0
1970'S	-0.1	0.8	1.5	3.6	-0.9	4.2	0.7
1980'S	0.2	0.8	1.6	3.6	-0.9	4.2	0.8
1990'S	1.0	1.6	2.6	4.6	-0.2	5.0	1.8
2000'S	1.2	1.6	2.5	4.7	-0.2	5.1	2.2
00-60		1.4	1.5	1.9	1.3	1.5	2.2
a / b	5.74 / -1.16	3.86 / 0.02	4.3 / 0.79	4.78 / 2.67	**3.24** / -1.56	3.86 / 3.47	**5.78** / -0.34
2020'S	2.6	2.5	3.6	5.8	0.6	6.0	3.4
2050'S	4.3	3.7	4.9	7.2	1.6	7.1	5.1

Table 3-10. Decadal variation of mean temperature in winter(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	0.5	-2.2	-1.9	1.4	-1.5	1.6	0.2	0.1	1.8	3.1	5.8
1970'S	1.2	-1.3	-1.2	2.1	-0.9	2.3	1.1	0.5	2.6	3.9	6.4
1980'S	1.4	-1.3	-1.1	2.2	-0.9	2.7	1.3	0.4	2.7	4.0	6.2
1990'S	2.4	-0.1	-0.1	2.9	-0.2	3.8	2.6	1.3	3.6	5.1	7.1
2000'S	2.4	0.2	0.6	3.1	-0.2	3.6	2.7	1.7	4.1	4.9	7.2
00-60	1.9	2.4	2.5	1.7	1.3	2.0	2.5	1.6	2.3	1.8	1.4
a/b	5.1/ 0.323	5.91/ -2.437	5.92/ -2.235	4.37/ 1.249	**3.24**/ -1.559	5.66/ 1.386	**6.72**/ -0.116	4.07/ -0.232	5.64/ 1.533	4.92/ 2.983	3.49/ 5.658
2020'S	3.6	1.4	1.6	4.1	0.5	5.1	4.3	2.4	5.2	6.2	7.9
2050'S	5.2	3.2	3.4	5.4	1.5	6.8	6.3	3.6	6.9	7.7	9.0

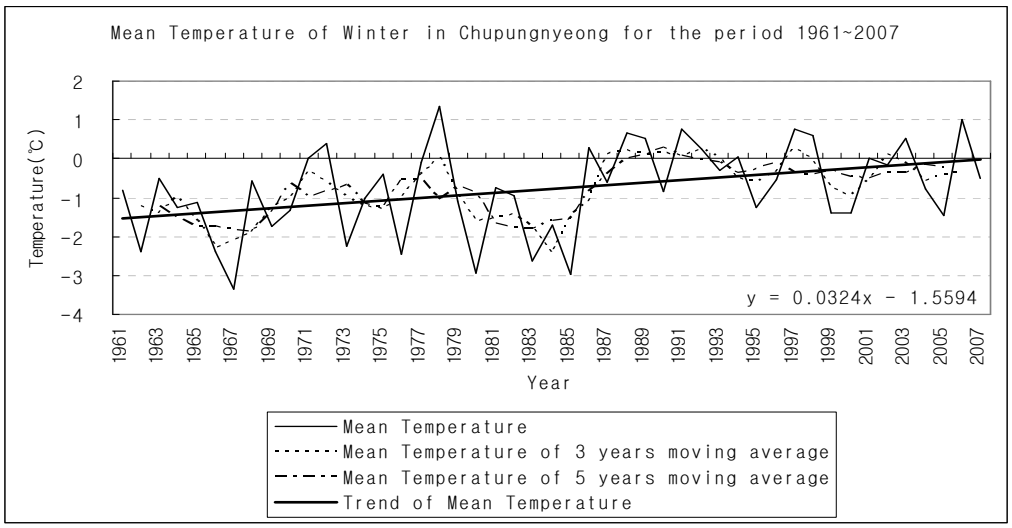


Fig. 3-13. Variation of mean temperature in winter(Chupungnyeong).

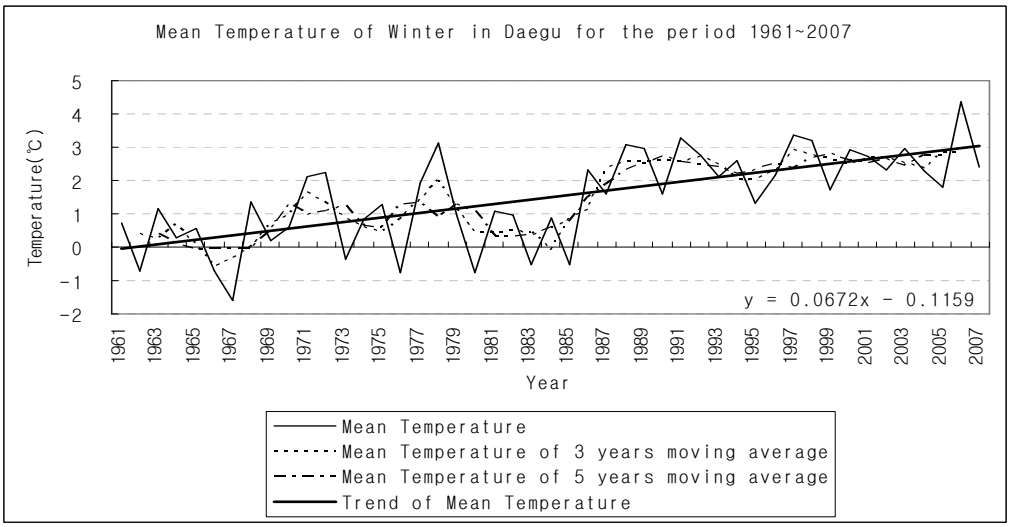


Fig. 3-14. Variation of mean temperature in winter(Daegu).

3-2. 최고기온의 변화 분석

3-2-1. 연평균최고기온

연평균최고기온은 전국이 2.86℃/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 남해안지역으로 3.13℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 지역

은 동해안지역으로 1.70℃/100년의 상승률을 보였다(Table 3-11 & 3-12).

각 지점별로는, 서해안 지역의 인천이 4.67℃/100년의 상승률로 가장 높았고, 부산, 대구, 포항, 전주, 추풍령의 순서로 높은 상승률을 보였다. 연 평균기온의 상승률이 가장 낮은 추풍령이 11개 지점 중 6위를 차지하여 최고기온은 도시화의 영향을 조금 받는 것으로 추정된다. 반면에 제주는 1.78℃/100년의 상승률로 가장 낮고, 서울, 강릉, 울릉도, 울산의 순서로 낮은 상승률을 기록하였다(Fig.3-15 & 3-16).

Table 3-11. Decadal variation of annual mean max. temperature(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		16.7	17.1	17.7	16.8	16.9	18.0
1970'S	17.7	16.9	17.1	18.1	17.0	17.0	18.2
1980'S	17.9	17.1	17.1	18.4	16.9	17.1	18.4
1990'S	18.3	17.7	17.7	18.8	17.6	17.6	18.8
2000'S	18.4	17.7	17.7	18.8	17.7	17.7	18.9
00-60		1.0	0.6	1.1	0.9	0.8	0.9
a / b	2.86 / 17.17	2.9 / 16.50	**1.7** / 16.90	**3.13 /** 17.58	2.62 / 16.49	2.01 / 16.74	2.66 / 17.78
2020'S	19.0	18.4	18.0	19.6	18.2	18.0	19.5
2050'S	19.9	19.3	18.5	20.6	19.0	18.7	20.3

Table 3-12. Decadal variation of annual mean max. temperature(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	16.9	16.4	15.4	15.2	16.8	17.8	18.5	18.3	18.7	18.0	18.7
1970'S	17.2	16.7	15.6	15.5	17.0	18.4	18.9	18.4	18.7	18.3	18.6
1980'S	17.2	16.7	15.7	15.5	16.9	18.5	19.3	18.5	19.0	18.8	18.6
1990'S	17.8	17.4	16.7	16.1	17.6	18.9	19.7	18.9	19.3	19.2	19.1
2000'S	17.6	17.2	17.2	16.0	17.7	18.9	19.6	19.3	19.6	19.0	19.4
00-60	0.7	0.7	1.8	0.8	0.9	1.1	1.0	1.1	0.9	1.0	0.6
a / b	2.46 / 16.69	2.44 / 16.23	**4.67** / 14.88	2.53 / 14.98	2.62 / 16.49	3.04 / 17.71	3.24 / 18.34	2.72 / 17.93	2.58 / 18.35	3.36 / 17.77	**1.78** / 18.36
2020'S	18.3	17.8	17.9	16.6	18.2	19.7	20.4	19.7	20.0	19.9	19.5
2050'S	19.0	18.6	19.3	17.4	19.0	20.6	21.4	20.5	20.8	21.0	20.0

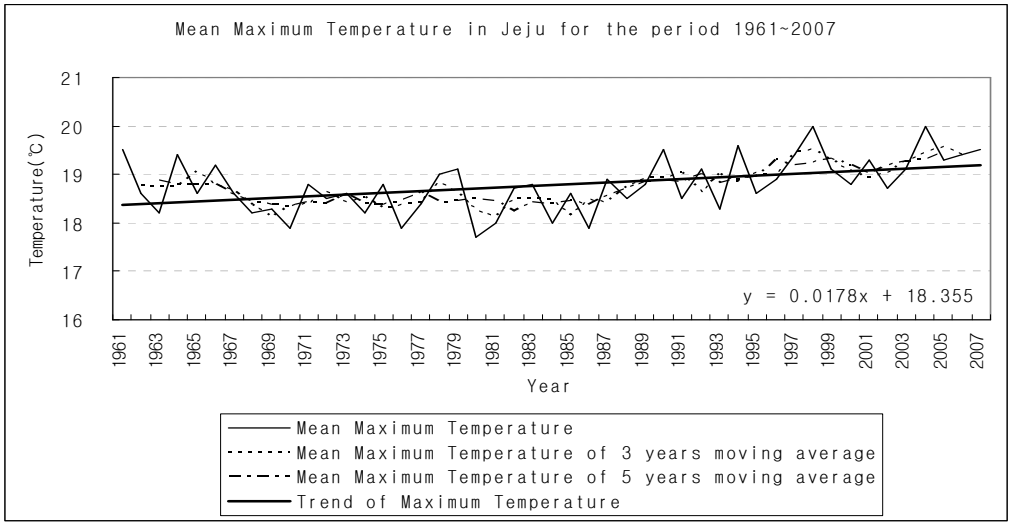


Fig. 3-15. Variation of annual mean max. temperature(Jeju).

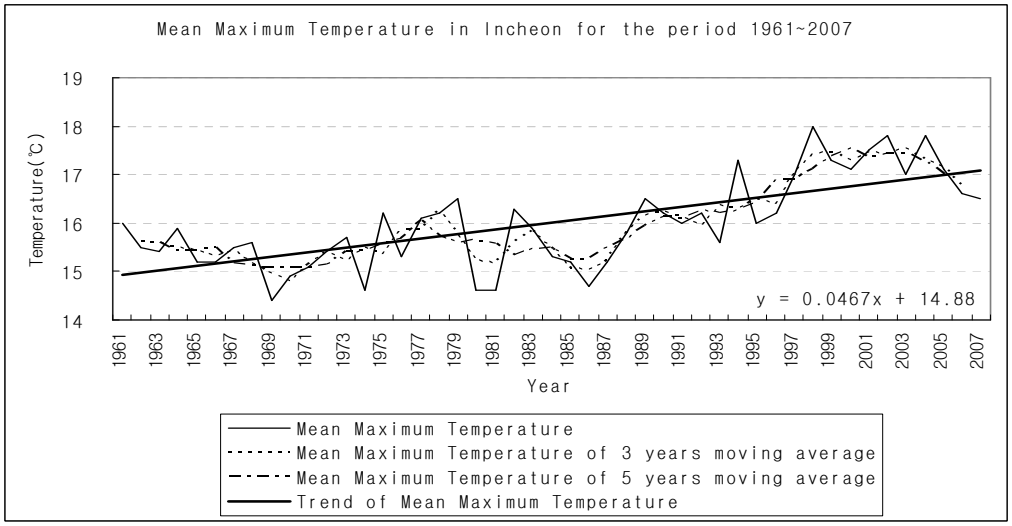


Fig. 3-16. Variation of annual mean max. temperature(Incheon).

3-2-2. 봄철 평균최고기온

봄철 평균최고기온은 전국이 3.51℃도/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 서해안 지역으로 4.19℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 지역은 동해안지역으로 2.68℃/100년의 상승률을 보이는 것으로 분석되었다 (Table 3-13 & 3-14).

각 지점별로는, 서해안 지역의 인천이 5.88℃/100년의 상승률로 가장 높았고, 대구, 포항, 부산, 울산, 추풍령, 울릉도의 순서로 높은 상승률을 보였다. 한편 서울이 2.45℃/100년의 상승률로 11개 도시 중 가장 낮았으며, 제주, 전주, 강릉의 순서로 낮은 상승률을 기록했다. 봄철의 최고기온은 전국이 모두 2℃/100년 이상의 상승률을 보였는데 인천과 서울은 인접지역이면서도 상승률에 큰 차이를 보였다(Fig.3-17 & 3-18).

Table 3-13. Decadal variation of max. temperature in spring(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		15.3	16.2	16.3	16.9	15.1	17.6
1970'S	17.1	15.3	16.3	16.8	17.1	15.3	17.7
1980'S	17.6	16.0	16.5	17.3	17.5	15.5	18.3
1990'S	17.8	16.4	17.0	17.5	17.9	16.1	18.6
2000'S	18.2	16.9	17.3	17.7	18.4	16.2	18.9
00-60		1.6	1.1	1.4	1.5	1.1	1.3
a / b	3.51 / 16.64	**4.19** / 14.96	**2.68 /** 15.97	3.55 / 16.24	3.6 / 16.62	3.17 / 14.81	3.51 / 17.35
2020'S	18.9	17.7	17.7	18.5	19.0	16.9	19.6
2050'S	20.0	18.9	18.5	19.6	20.2	17.8	20.7

Table 3-14. Decadal variation of max. temperature in spring(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	16.2	16.4	14.4	13.4	16.9	16.8	18.4	18.0	17.6	16.6	16.7
1970'S	16.6	16.5	14.4	13.8	17.1	17.6	18.7	18.1	17.7	16.9	16.7
1980'S	16.9	16.9	14.8	14.2	17.5	18.0	19.5	18.5	18.4	17.6	16.8
1990'S	17.2	17.3	15.8	14.8	17.9	18.4	19.8	18.7	18.5	17.9	17.4
2000'S	17.3	17.2	16.8	14.5	18.4	18.6	20.1	19.3	19.1	17.9	17.9
00-60	1.1	0.8	2.4	1.1	1.5	1.8	1.7	1.3	1.5	1.3	1.2
a/b	3.14 / 16.04	**2.45** / 16.25	**5.88** / 13.71	3.56 / 13.25	3.6 / 16.62	4.44 / 16.78	4.58 / 18.13	2.95 / 17.77	3.85 / 17.29	3.86 / 16.42	2.79 / 16.37
2020'S	18.1	17.8	17.5	15.6	19.0	19.7	21.1	19.7	19.8	18.9	18.2
2050'S	19.0	18.6	19.3	16.6	20.0	21.0	22.5	20.6	20.9	20.1	19.0

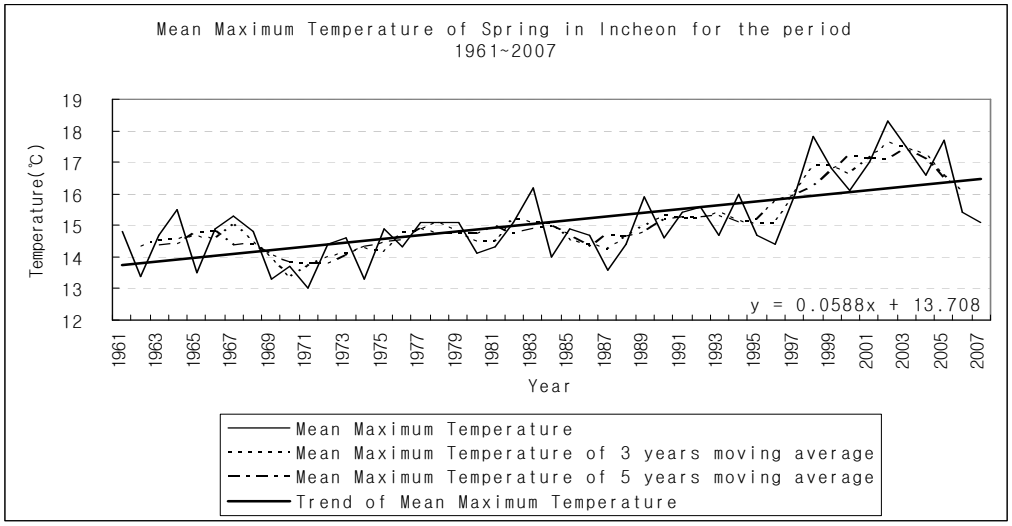


Fig. 3-17. Variation of max. temperature in spring(Incheon).

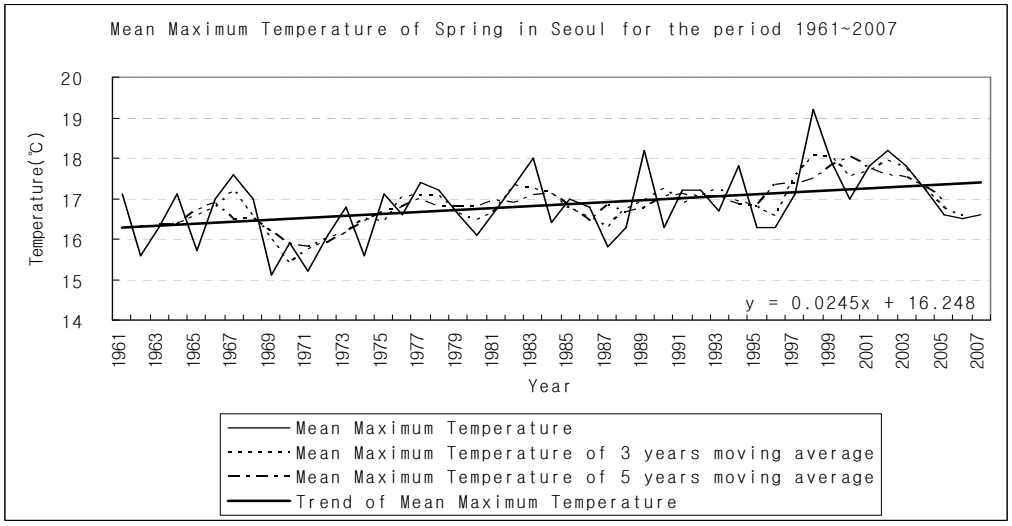


Fig. 3-18. Variation of max. temperature in spring(Seoul).

3-2-3. 여름철 평균최고기온

여름철 평균최고기온은 전국이 0.53℃/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 서해안 지역으로 1.96℃/100년이었으며 동해안 지역은 -0.87℃/100년, 전원지역(추풍령)은 -0.6℃/100년으로 오히려 기온이 약간 하강하는 현상을 보였다. 대도시 지역은 0.06℃/100년, 도서 지역은 0.19℃/100년, 남해

안 지역은 0.99℃/100년으로 1℃/100년 미만의 낮은 상승률을 기록했다. 이에 따라 여름철이 4계절 중 최고기온 상승폭이 가장 작은 것으로 분석되었는데 예외적으로 서해안 지역의 기온 상승률이 높은 것은 기단 변화에 따른 초여름 장마기간의 강수일수가 줄어드는 현상과도 무관하지 않는 것으로 추정된다(Table 3-15 & 3.16).

각 지점별로는, 서해안 지역의 인천이 3.46℃/100년의 상승률로 가장 높았고(Fig. 3-20), 이어서 부산과 제주가 각각 1.34℃/100년의 상승률을 기록했다. 이에 반해 추풍령(Fig. 3-19)은 -0.6℃, 울산 -0.5℃, 대구 -0.4℃, 강릉 -0.02℃로 기온이 약간 낮아지는 경향을 보였으며, 서울, 전주, 울릉도 및 포항은 1℃/100년 미만의 비교적 상승률이 낮았다. 연평균기온의 상승률이 높은 대구와 울산은 여름철의 최고기온은 하강 경향을 보였다.

Table 3-15. Decadal variation of max. temperature in summer(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		27.3	27.2	26.7	28.4	26.5	29.1
1970'S	28.0	27.2	26.6	26.7	27.8	26.0	28.8
1980'S	28.3	27.7	26.5	27.1	27.8	26.3	29.1
1990'S	28.2	27.9	26.7	27.0	28.0	26.2	29.0
2000'S	28.3	27.8	27.0	26.9	28.2	26.5	29.1
00 - 60		0.5	-0.2	0.2	-0.2	0.0	0.0
a / b	0.53 / 28.04	**1.96** / 27.14	**-0.87** / 26.97	0.99 / 26.65	-0.6 / 28.17	0.19 / 26.23	0.06 / 28.99
2020'S	28.4	28.4	26.4	27.3	27.9	26.4	29.0
2050'S	28.5	29.0	26.1	27.6	27.7	26.4	29.0

Table 3-16. Decadal variation of max. temperature in summer(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	27.0	28.3	26.5	24.9	28.4	27.9	29.9	29.6	28.7	26.5	28.0
1970'S	27.0	28.1	26.4	24.5	27.8	27.9	29.6	29.3	28.1	26.5	27.4
1980'S	26.8	28.3	26.9	24.7	27.8	27.9	29.9	29.6	28.4	27.2	27.8
1990'S	27.1	28.8	27.8	24.7	28.0	27.7	29.8	29.7	28.0	27.0	27.8
2000'S	27.1	28.2	27.5	25.0	28.2	28.1	29.7	29.8	28.6	26.9	28.0
00-60	0.0	-0.1	1.0	0.1	-0.2	0.2	-0.2	0.1	0.0	0.4	0.0
a / b	-0.02 / 27.00	0.68 / 28.18	**3.46** / 26.17	0.14 / 24.70	**-0.6** / 28.17	0.08 / 27.86	-0.4 / 29.88	0.57 / 29.45	-0.5 / 28.45	1.34 / 26.48	1.34 / 26.48
2020'S	27.0	28.6	28.4	24.8	27.8	27.9	29.6	29.8	28.1	27.4	27.4
2050'S	27.0	28.8	29.5	24.8	27.6	27.9	29.5	30.0	28.0	27.8	27.8

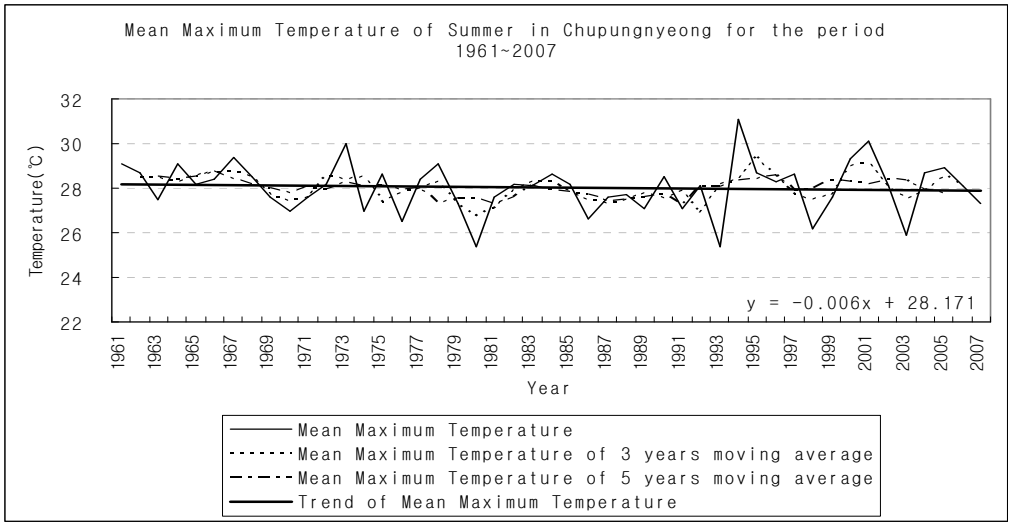


Fig. 3-19. Variation of max. temperature in summer(Chupungnyeong).

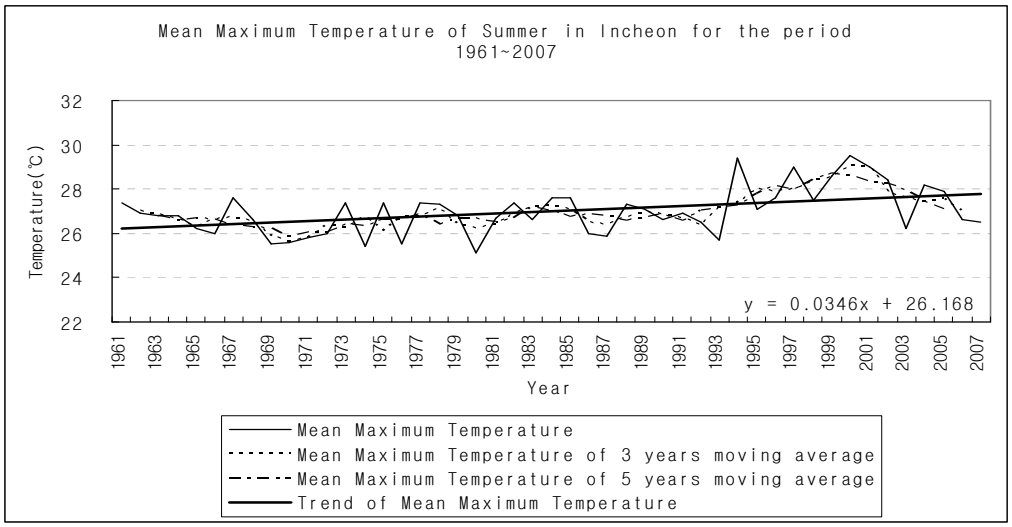


Fig. 3-20. Variation of max. temperature in summer(Incheon).

3-2-4. 가을철 평균최고기온

가을철 평균최고기온은 전국이 3.09℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 남해안 지역으로 2.61℃/100년이었으며 이어서 대도시 지역이 2.27℃/100년, 전원지역(추풍령)이 2.26℃/100년으로 나타났는데 이는 전국의 상승률보다 낮은 수치이다. 이런 현상이 발생한 이유는 1973년 이후 기온 상승률이 높아지고, 신설 관측소가 주로 비도시 지역에 많이 설치되었는데 가을철 최고기온은 추풍령과 같은 전원지역에서 기온 상승률이 높게 나타난 것과 같다. 상승률이 낮은 지역은 도서 지역으로 1.44℃/100년을 기록했으며 서해안과 동해안 지역은 1.69℃/100년와 1.73℃/100년으로 비슷한 상승률을 기록했다(Table 3-17 & 3-18).

각 지점별로 분석한 결과, 서해안 지역의 인천이 3.13℃/100년의 상승률로 가장 높았고 이어서 부산, 대구, 포항, 추풍령이 높게 나타났다(Fig.3-22). 한편 제주(Fig. 3-21)가 0.95℃/100년으로 상승률이 낮게 나타났으며, 서울, 울릉도, 강릉, 울산이 상대적으로 낮게 나타났다. 가을철의 평균 최고기온은 전 지점에서 상승하나 지점간의 편차는 크지 않았다.

Table 3-17. Decadal variation of max. temperature in autumn(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		19.8	19.2	20.5	18.5	19.5	20.0
1970'S	19.8	19.6	19.2	20.9	18.7	19.4	20.1
1980'S	19.8	19.7	19.2	20.9	18.5	19.3	20.2
1990'S	20.2	20.1	19.8	21.4	19.3	19.9	20.7
2000'S	20.3	20.2	19.6	21.4	19.3	20.0	20.7
00-60		0.4	0.4	0.9	0.8	0.5	0.7
a / b	3.09 / 19.09	1.69 / 19.50	1.73 / 18.98	**2.61** / 20.40	2.26 / 18.29	**1.44** / 19.25	2.27 / 19.78
2020'S	21.1	20.6	20.1	22.1	19.9	20.2	21.3
2050'S	22.0	21.1	20.6	22.9	20.7	20.6	21.9

Table 3-18. Decadal variation of max. temperature in autumn(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	18.9	18.9	18.5	17.9	18.5	19.8	20.2	20.3	20.7	20.8	21.2
1970'S	19.2	18.8	18.5	18.1	18.7	20.5	20.6	20.3	20.8	21.0	20.6
1980'S	19.2	18.7	18.3	17.9	18.5	20.3	20.7	20.3	20.9	21.4	20.7
1990'S	19.8	19.2	19.1	18.6	19.3	20.8	21.3	20.8	21.3	21.9	21.2
2000'S	19.4	19.3	19.8	18.5	19.3	20.7	20.9	21.3	21.3	21.6	21.4
00-60	0.5	0.4	1.3	0.6	0.8	0.9	0.7	1.0	0.6	0.8	0.2
a / b	1.86 / 18.86	1.42 / 18.62	**3.13** / 18.02	1.83 / 17.75	2.26 / 18.29	2.52 / 19.8	2.56 / 20.14	2.44 / 20.00	1.96 / 20.50	2.94 / 20.64	**0.95** / 20.77
2020'S	20.1	19.5	20.0	18.9	19.8	21.4	21.8	21.5	21.8	22.5	21.4
2050'S	20.6	20.0	21.0	19.5	20.4	22.2	22.6	22.3	22.4	23.4	21.7

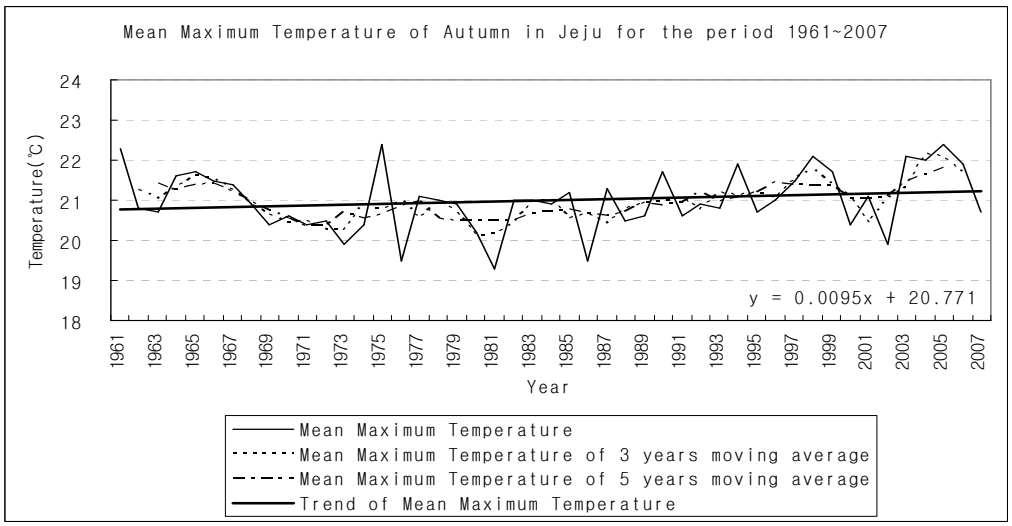


Fig. 3-21. Variation of max. temperature in autumn(Jeju).

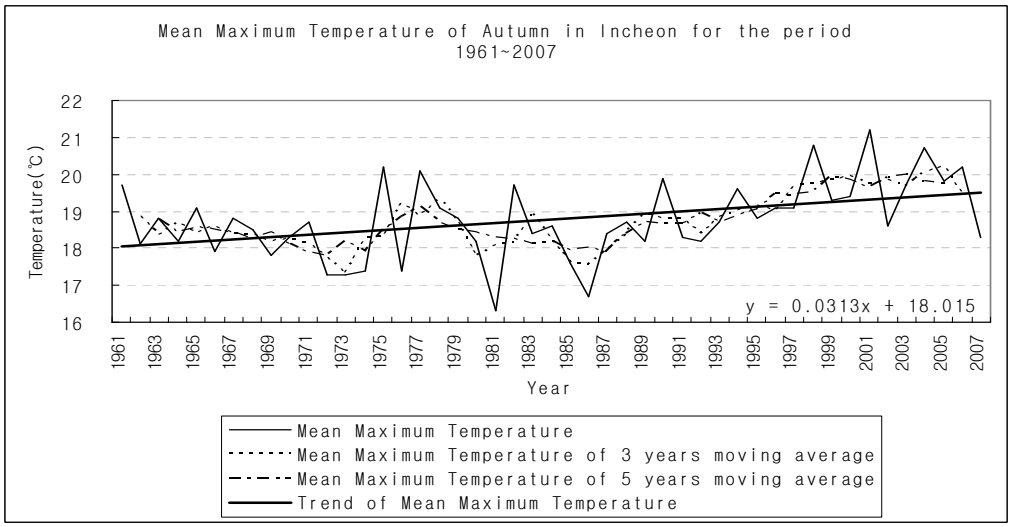


Fig. 3-22. Variation of max. temperature in autumn(Incheon).

3-2-5. 겨울철 평균최고기온

겨울철 평균 최고기온은 전국이 6.06℃/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 큰 지역은 남해안 지역으로 5.87℃/100년이었으며 이어서 대도시 지역이 5.32℃/100년, 전원지역(추풍령)이 4.7℃/100년으로 나타났는데 이는 전국의 상승률보다 낮은 수치이다. 이런 현상은 가을철과 마찬가지로 1973년 이후 기온

상승률이 높아지고, 신설 관측소가 주로 비도시 지역에 많이 설치되었는데 겨울철의 최고기온도 추풍령과 같은 전원지역에서 기온 상승률이 높게 나타난 것과 같다. 상승률이 낮은 지역은 동해안 지역으로 3.82℃/100년을 기록했으며 서해안과 도서 지역은 4.24℃/100년와 3.87℃/100년의 상승률을 기록했다(Table 3-19 & 3-20).

이를 다시 각 지점별로 분석해 보면 대구가 6.0℃/100년의 상승률로 가장 높았고 이어서 인천, 부산, 서울, 강릉, 추풍령, 울산, 포항, 전주, 울릉도 순으로 높게 나타났다(Fig.3-23). 한편 제주가 3.98℃/100년으로 상승률이 낮게 나타났으나 겨울철의 평균 최고기온은 전 지점에서 상승하고 지점간의 편차는 크지 않았다 (Fig. 3-23).

Table 3-19. Decadal variation of max. temperature in winter(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		4.3	5.6	7.0	3.1	6.6	5.0
1970'S	5.2	4.9	6.0	7.9	4.0	7.2	5.7
1980'S	5.6	5.0	6.2	8.2	3.8	7.1	5.8
1990'S	6.6	5.9	7.2	9.2	5.1	8.0	6.9
2000'S	6.6	5.7	6.8	9.1	5.0	8.0	6.9
00-60		1.4	1.2	2.1	1.9	1.4	1.9
a / b	6.06 / 4.20	4.24 / 4.12	**3.82** / 5.42	**5.87** / 6.84	4.7 / 3.04	3.87 / 6.42	5.32 / 4.756
2020'S	8.1	6.9	7.9	10.7	6.3	8.9	8.2
2050'S	10.0	8.2	9.0	12.4	7.8	10.1	9.8

Table 3-20. Decadal variation of max. temperature in winter(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	5.2	2.1	2.1	4.4	3.1	6.5	5.5	4.9	7.5	7.7	8.7
1970'S	5.7	3.0	2.9	5.2	4.0	7.5	6.3	5.6	8.0	8.4	9.2
1980'S	6.0	2.8	2.6	5.2	3.8	7.7	6.8	5.5	8.3	8.8	9.1
1990'S	7.0	4.0	4.0	6.2	5.1	8.6	7.9	6.5	9.1	9.9	9.9
2000'S	6.7	4.1	4.7	6.0	5.0	8.1	7.6	6.7	9.2	9.5	9.9
00-60	1.5	2.0	2.6	1.6	1.9	1.6	2.1	1.8	1.7	1.8	1.2
a / b	4.71 / 4.95	4.98 / 1.95	5.94 / 1.73	4.50 / 4.27	4.7 / 3.04	4.59 / 6.56	**6.0** / 5.31	4.53 / 4.69	4.64 / 7.26	5.42 / 7.52	**3.08** / 8.58
2020'S	8.0	5.2	5.6	7.2	6.1	9.5	9.2	7.6	10.3	11.0	10.6
2050'S	9.4	6.7	7.4	8.5	7.5	10.9	11.0	9.0	11.7	12.7	11.5

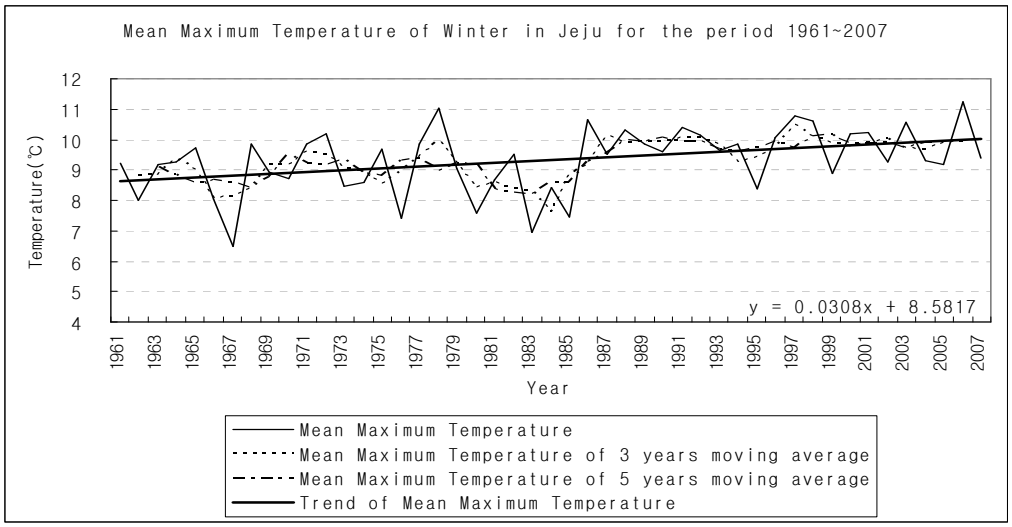
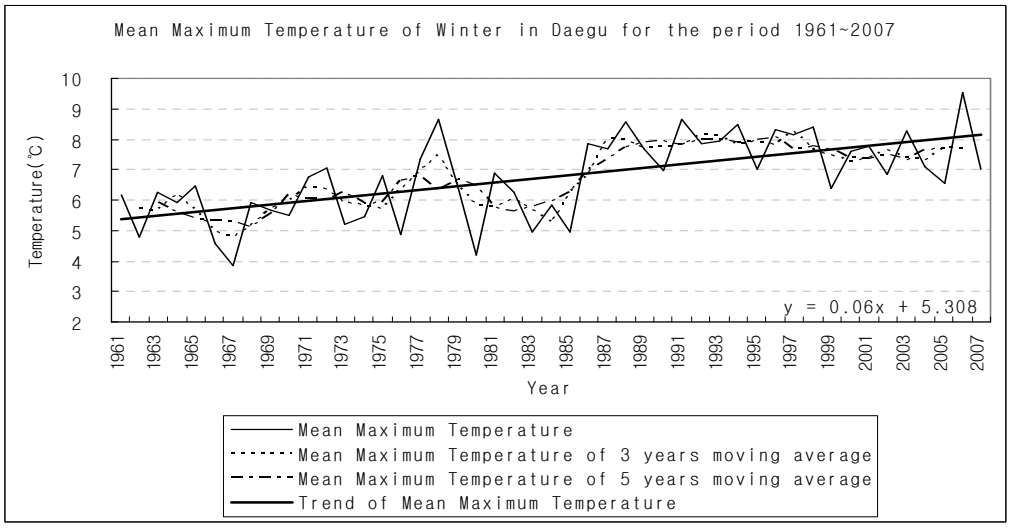


Fig. 3-23. Variation of max. temperature in winter(Jeju).



3-24. Variation of max. temperature in winter(Daegu).

60개 지점에서 연속관측이 이루어진 1973년부터 2007년까지 우리나라의 전국 연평균기온 상승률은 2.59도/100년으로 전 지구 온난화에 따른 상승률 0.65도/100년보다 4배 정도의 가파른 상승속도를 보이고 있다. 그러나 이 상승률은 1961년부터 자료를 이용한 11개 지점 평균이나 6개 지역으로 구분해 평균한 것으로 100년간

자료를 사용해 분석한 전 지구 온난화보다 상대적으로 더 높게 나타날 수 있다. 이는 기온의 상승률이 근래에 이를수록 점차 커지고 있는 영향을 받기 때문이다. 따라서 전국 자료와 지역간 비교에서는 이를 감안하여 사용하여야 하며, 이 때문에 지점과 전국 간의 비교분석은 별도로 하지 않았다. 지역별 분석은 몇 개 지점씩 묶어서 평균한 것이므로 어느 정도 평활하게 된 것으로 볼 수 있기 때문에 전국과 비교할 수 있도록 분석하였다.

또 전국의 연 평균 최고 기온 상승률은 2.86도/100년으로, 연 평균 최저기온 상승률은 2.78도/100년으로서 모두 평균기온의 상승률보다 크게 나타났다. 이러한 원인은 평균기온을 산출하는 4회 정시 평균방법이 최고기온과 최저기온을 평균하는 방법보다 낮게 나타난 때문인 것으로 분석된다. 또 최고기온이나 최저기온의 상승률이 비슷하게 나타남에 따라 연 평균 일교차는 0.07도/100년의 상승률을 보여 거의 변화가 없는 것으로 분석되었다.

계절별로 분석해 보면 겨울철의 기온 상승률이 가장 높은데 전국 평균기온은 5.74도/100년, 최고기온은 6.06도/100년, 최저기온은 5.45도/100년으로 분석되었다. 이것은 근래에 와서 겨울철의 혹한이 점차 줄어들면서 포근한 겨울이 자주 발생하고 있는 현상과 일치하고 있다. 이에 반해 여름철은 기온 상승률이 가장 낮았는데 전국 평균기온은 0.68도/100년으로 전 지구 온난화에 따른 기온 평균 상승률과 거의 같았다. 여름철의 평균 최고기온은 0.53도/100년, 최저기온은 1.48도/100년의 상승률을 보였다. 그 중 여름철 최저기온의 상승률이 상대적으로 높게 나타난 도서지역과 대도시지역을 중심으로 열대야 현상이 증가하고 있다는 것을 보여주는 것이라고 볼 수 있다.

3-3. 최저기온의 변화 분석

3-3-1. 연 평균 최저기온

연 평균 최저기온은 전국이 2.78℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시지역으로 3.62℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 전원(추풍령) 지역은 반대로 -0.92℃/100년의 하강률을 보이는 것으로 분석되었다(Table 3-21 & 3-22).

각 지점별로 분석한결과, 동해안 지역의 포항이 5.15℃/100년의 상승률로 가장 높았고 대구, 울산, 제주, 서울의 순서로 높은 상승률을 보였다. 산업화와 도시화

의 영향이 거의 없는 추풍령은 하강하는 경향을 보였지만 상승률이 낮은 다른 지역인 전주 1.61℃/100년 등 울릉도, 부산, 강릉, 인천은 모두 상승 경향을 보였다 (Fig. 3-25 & 3-26).

Table 3-21. Decadal Variation of annual mean min. temperature(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		9.2	8.7	10.7	7.1	10.6	8.3
1970'S	7.5	9.2	8.9	10.8	6.8	10.8	8.4
1980'S	7.5	9.2	9.0	10.8	6.8	10.9	8.6
1990'S	7.8	9.5	9.5	11.2	6.7	11.5	9.3
2000'S	8.2	9.7	9.6	11.5	6.6	11.7	9.7
00-60		0.5	0.9	0.8	-0.5	1.1	1.4
a / b	2.78 / 6.88	1.29 / 9.00	2.39 / 8.52	1.85 / 10.54	**-0.92** / 6.99	2.9 / 10.34	**3.62** / 7.93
2020'S	8.7	9.8	10.1	11.7	6.4	12.2	10.3
2050'S	9.5	10.2	10.8	12.3	6.0	13.1	11.4

Table 3-22. Decadal variation of annual mean min. temperature(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	8.3	7.6	7.8	9.3	7.1	9.1	8.2	8.5	8.8	10.7	11.8
1970'S	8.7	8.0	8.1	9.6	6.8	9.2	8.5	8.3	9.0	10.9	11.9
1980'S	8.8	8.1	8.3	9.5	6.8	9.7	8.9	8.3	9.2	11.0	12.3
1990'S	9.3	8.8	8.7	9.9	6.7	10.7	9.6	8.8	9.9	11.6	13.1
2000'S	9.6	9.2	9.3	10.0	6.7	10.8	10.1	9.1	10.5	11.5	13.4
00-60	1.3	1.6	1.5	0.7	-0.4	1.7	1.9	0.6	1.8	0.8	1.6
a / b	3.35 / 8.05	4.07 / 7.23	3.43 / 7.51	1.76 / 9.18	**-0.92** / 6.99	**5.15** / 8.58	4.97 / 7.77	1.61 / 8.13	4.44 / 8.29	2.47 / 10.48	4.37 / 11.36
2020'S	10.2	9.9	9.7	10.3	6.4	11.9	11.0	9.2	11.2	12.1	14.2
2050'S	11.2	11.1	10.8	10.9	6.1	13.5	12.5	9.7	12.5	12.8	15.5

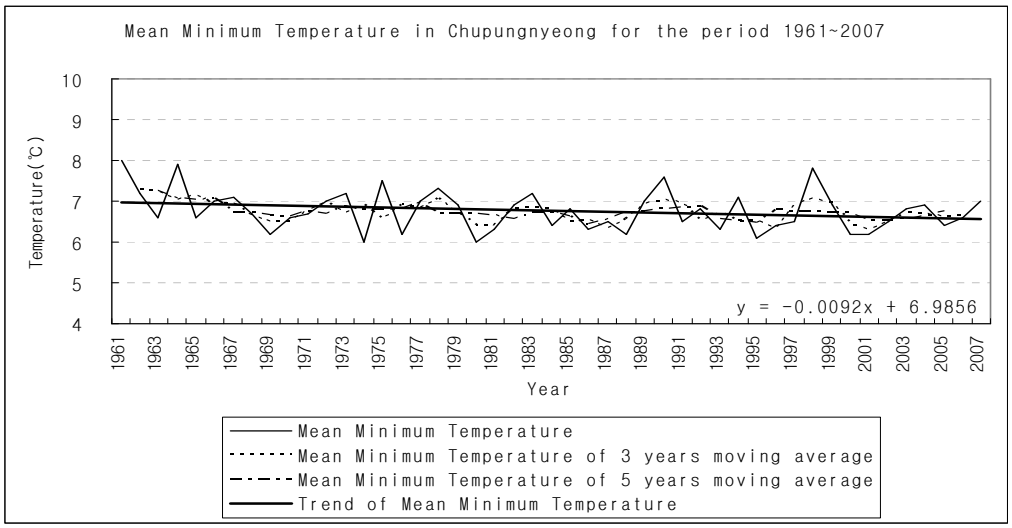


Fig. 3-25. Variation of annual min. temperature at Chupungnyeong.

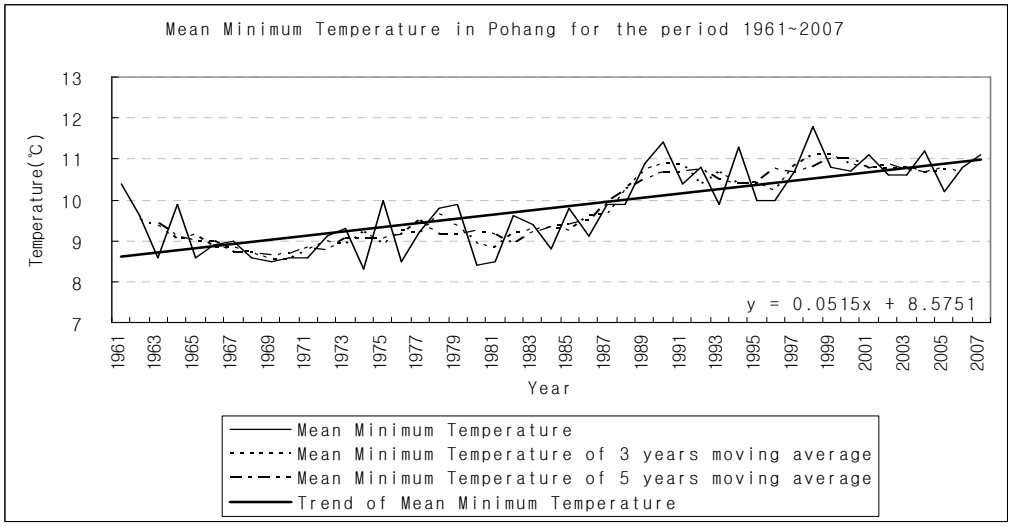


Fig. 3-26. Variation of annual min. temperature at Pohang.

3-3-2. 봄철 평균최저기온

봄철 평균최저기온은 전국이 2.44℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시지역으로 3.87℃/100년이고, 상승률이 가장 낮은 전원지역인 추풍령은 반대로 -1.27℃/100년의 하강률을 보이는 것으로 분석되었다(Table 3-23 & 3-24).

각 지점별로 분석해 보면, 동해안 지역의 포항이 5.81℃/100년의 상승률로 가장 높았고 대구, 제주, 울산, 서울의 순서로 높은 상승률을 보였다. 산업화와 도시화의 영향이 거의 없는 추풍령은 유일하게 하강하는 경향을 보였지만 상승률이 낮은 다른 지역인 전주 0.91℃/100년 등 울릉도, 부산, 강릉, 인천은 모두 상승 경향을 보였다(Fig. 3-27 & 3-28).

Table 3-23. Decadal variation of min. temperature in spring(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		7.2	7.0	8.8	5.7	7.8	6.7
1970'S	5.7	7.0	7.1	8.9	5.2	8.1	6.7
1980'S	5.9	7.3	7.4	9.1	5.4	8.5	7.2
1990'S	6.0	7.5	7.8	9.4	5.2	9.0	7.6
2000'S	6.5	7.8	8.0	9.7	5.2	9.0	8.2
00-60		0.6	1.0	0.9	-0.5	1.2	1.5
a / b	2.44 / 5.23	1.37 / 7.00	2.81 / 6.76	2.01 / 8.66	**-1.27** / 5.64	3.47 / 7.60	**3.87** / 6.30
2020'S	6.8	7.9	8.6	10.0	4.8	9.9	8.8
2050'S	7.5	8.3	9.4	10.6	4.4	10.9	10.0

Table 3-24. Decadal variation of min. temperature in spring(oservatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	6.7	6.5	6.3	6.8	5.7	7.3	6.8	6.8	6.8	8.9	8.7
1970'S	7.0	6.5	6.4	7.1	5.2	7.3	7.0	6.4	7.0	9.2	9.1
1980'S	7.2	7.0	6.9	7.2	5.4	8.3	7.7	6.6	7.5	9.4	9.7
1990'S	7.6	7.5	7.1	7.5	5.2	9.1	8.1	6.8	8.1	9.8	10.5
2000'S	8.0	8.0	7.9	7.3	5.2	9.3	8.9	7.1	8.8	9.8	10.7
00-60	1.3	1.6	1.6	0.4	-0.5	1.9	2.1	0.3	2.0	0.9	1.9
a/b	3.39/ 6.4387	4.06/ 6.0631	3.7/ 5.9803	1.60/ 6.80	**-1.27**/ 5.6409	**5.81**/ 6.8172	5.42/ 6.3117	0.91/ 6.4853	5.13/ 6.3139	2.48/ 8.7664	5.44/ 8.3858
2020'S	8.6	8.7	8.4	7.8	4.8	10.6	9.8	7.1	9.6	10.4	11.9
2050'S	9.7	9.9	9.5	8.3	4.4	12.3	11.5	7.3	11.2	11.1	13.6

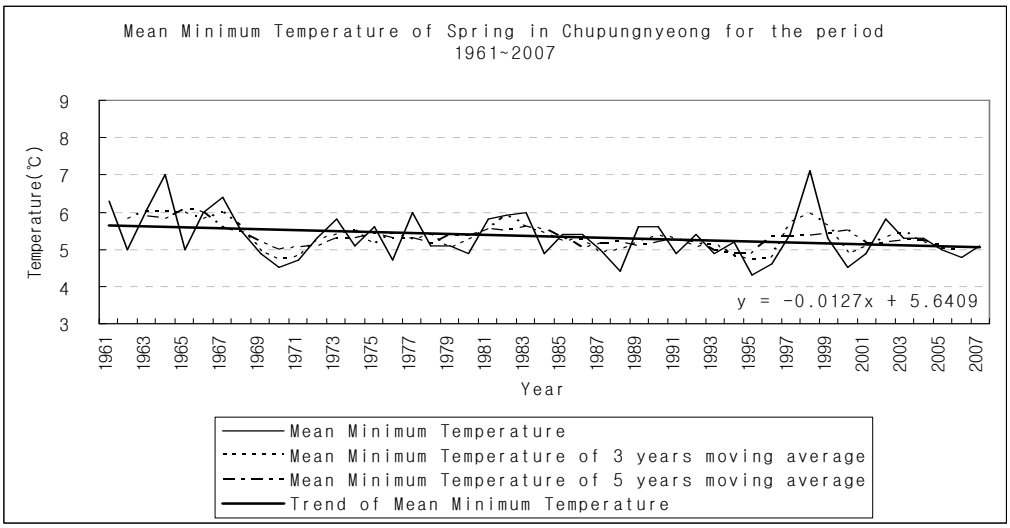


Fig. 3-27. Variation of min. temperature in spring(Chupungnyeong).

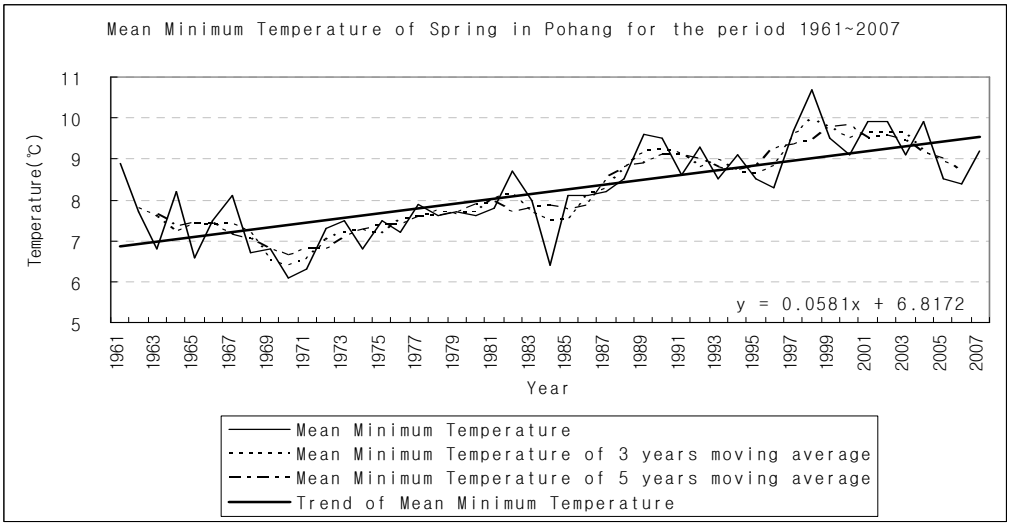


Fig. 3-28. Variation of min. temperature in spring(Pohang).

3-3-3. 여름철 평균최저기온

여름철 평균최저기온은 전국이 1.48℃/100년의 비율로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 도서 지역으로 1.49℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 전원지역인 추풍령은 반대로 -2.2℃/100년의 비율로 하강하였다(Table 3-25 & 3-26).

각 지점별로 분석해 보면, 동해안 지역의 포항이 3.01℃/100년의 상승률로 가장 높았고 제주, 울산, 서울, 대구의 순서로 높은 상승률을 보였다. 산업화와 도시화의 영향이 거의 없는 추풍령은 유일하게 하강하는 경향을 보였지만 울릉도, 전주, 부산은 0.5℃/100년으로 작지만 모두 상승률을 기록했다.

여름철 최저기온의 상승은 최근에 들어서 대도시를 중심으로 갑자기 증가하는 열대야의 발생과 관련이 있다고 판단된다(Fig. 3-29 & 3-30).

Table 3-25. Decadal variation of min. temperature in summer(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		20.9	19.9	21.1	19.5	20.3	20.6
1970'S	19.6	20.6	19.7	20.8	19.0	20.1	20.4
1980'S	19.7	20.7	19.7	21.1	18.9	20.4	20.6
1990'S	19.7	20.9	20.0	21.1	18.7	20.6	20.9
2000'S	20.0	21.1	20.2	21.1	18.6	20.8	21.1
00-60		0.2	0.3	0.0	-0.9	0.5	0.5
a / b	1.48 / 19.27	0.4 / 20.73	0.81 / 19.67	0.22 / 20.97	**-2.2** / 19.50	**1.49** / 20.05	1.48 / 20.35
2020'S	20.2	21.0	20.2	21.1	18.1	21.0	21.3
2050'S	20.7	21.1	20.4	21.2	17.4	21.5	21.8

Table 3-26. Decadal variation of min. temperature in summer(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	19.6	20.4	20.3	19.2	19.5	20.3	20.7	21.1	20.2	20.9	21.3
1970'S	19.6	20.3	19.9	19.0	19.0	20.1	20.6	20.7	20.1	20.8	21.2
1980'S	19.6	20.5	20.4	19.0	18.9	20.5	20.7	20.7	20.4	21.0	21.8
1990'S	19.9	20.9	20.5	19.1	18.7	21.1	21.1	21.0	20.7	21.2	22.2
2000'S	20.2	21.1	20.6	19.2	18.6	21.2	21.4	21.2	20.9	20.8	22.3
00-60	0.6	0.7	0.3	-0.1	-0.9	0.9	0.7	0.0	0.7	-0.1	1.0
a / b	1.58 / 19.36	1.88 / 20.20	1.14 / 20.04	0.09 / 19.08	**-2.2** / 19.50	**3.01** / 19.87	1.86 / 20.43	0.36 / 20.84	2.08 / 19.92	0.48 / 20.82	2.99 / 20.99
2020'S	20.4	21.4	20.8	19.1	18.1	21.8	21.6	21.1	21.3	21.1	22.9
2050'S	20.9	22.0	21.1	19.2	17.4	22.7	22.2	21.2	21.9	21.3	23.8

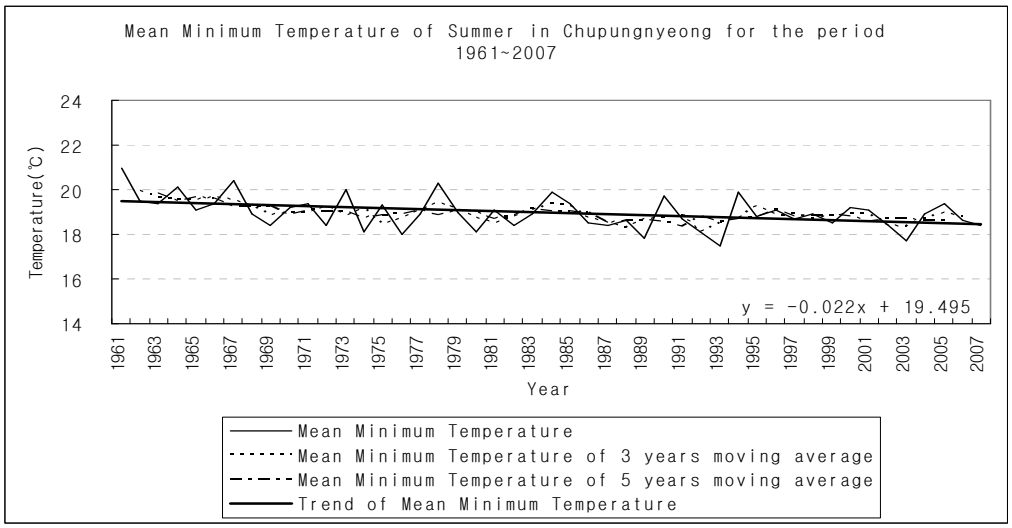


Fig. 3-29. Variation of min. temperature in summer(Chupungnyeong).

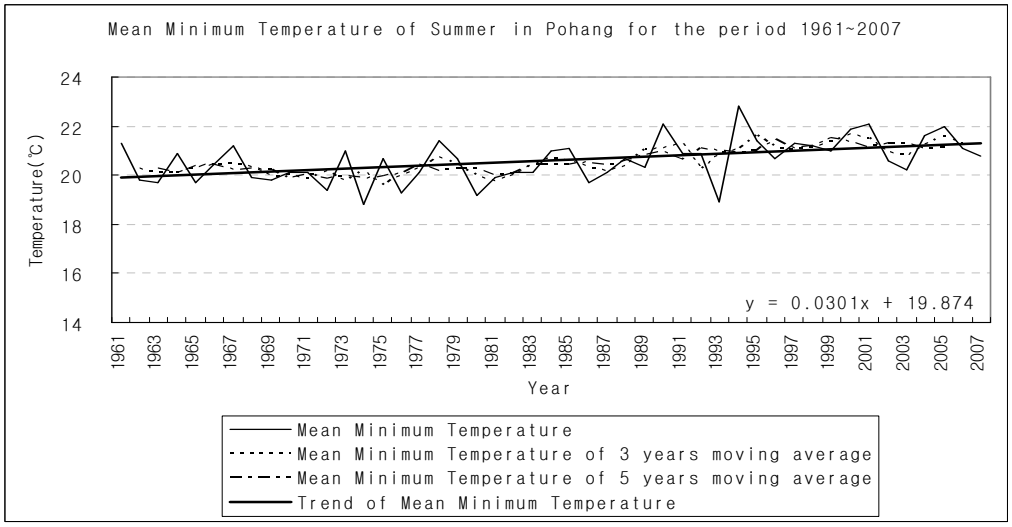


Fig. 3-30. Variation of min. temperature in summer(Pohang).

3-3-4. 가을철 평균최저기온

가을철 평균최저기온은 전국이 3.28℃/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시 지역으로 3.56℃/100년이었으며 상승률이 가장 낮은 전원(추풍령) 지역은 -1.89℃/100년의 하강률을 보이는 것으로 분석되었다(Table 3-27 & 3-28).

각 지점별로 분석해 보면, 동해안 지역의 포항이 4.89℃/100년의 상승률로 가장 높았고 대구, 제주, 울산, 서울, 강릉의 순서로 높은 상승률을 보였다. 산업화와 도시화의 영향이 거의 없는 추풍령은 유일하게 하강하는 경향을 보였지만 상승률이 낮은 다른 지역인 울릉도 1.65℃/100년 등 전주, 부산, 인천, 강릉은 모두 상승 경향을 보였다. 근래에 들어서 9월까지 지속되는 늦더위 현상은 가을철 최저기온 상승으로 이어지는 것으로 분석된다(Fig. 3-31 & 3-32).

Table 3-27. Decadal variation of min. temperature in autumn(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		11.5	10.8	13.4	8.4	13.1	10.0
1970'S	8.8	11.2	10.6	13.1	7.8	13.0	9.9
1980'S	9.0	11.2	10.9	13.2	7.8	13.2	10.1
1990'S	9.1	11.4	11.3	13.6	7.6	13.8	10.7
2000'S	9.7	11.7	11.5	14.0	7.6	14.2	11.3
00-60		0.2	0.7	0.6	-0.8	1.1	1.3
a / b	3.28 / 8.15	0.66 / 11.21	2.26 / 10.45	1.53 / 13.05	**-1.89** / 8.32	2.89 / 12.72	**3.56** / 9.47
2020'S	10.3	11.6	11.9	14.0	7.0	14.6	11.8
2050'S	11.3	11.8	12.6	14.5	6.4	15.5	12.9

Table 3-28. Decadal variation of min. temperature in autumn(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	10.2	9.4	10.1	12.1	8.4	11.2	9.7	9.9	10.8	13.4	14.2
1970'S	10.4	9.5	10.0	12.1	7.8	10.9	9.7	9.6	10.7	13.3	14.0
1980'S	10.6	9.7	10.4	12.0	7.8	11.6	10.2	9.7	10.9	13.3	14.5
1990'S	10.9	10.2	10.5	12.4	7.6	12.5	10.9	10.1	11.6	14.0	15.2
2000'S	11.4	10.9	11.3	12.7	7.6	12.8	11.3	10.6	12.2	14.0	15.7
00-60	1.2	1.5	1.2	0.6	-0.8	1.6	1.6	0.7	1.4	0.6	1.5
a/b	3.12/ 9.8965	3.76/ 8.9775	2.84/ 9.7221	1.65/ 11.824	**-1.89**/ 8.3165	**4.89**/ 10.577	4.69/ 9.188	1.97/ 9.4742	3.81/ 10.236	2.24/ 13.01	4.38/ 13.579
2020'S	11.9	11.4	11.6	12.9	7.1	13.8	12.2	10.8	12.7	14.5	16.4
2050'S	12.9	12.5	12.4	13.4	6.5	15.2	13.6	11.3	13.9	15.1	17.7

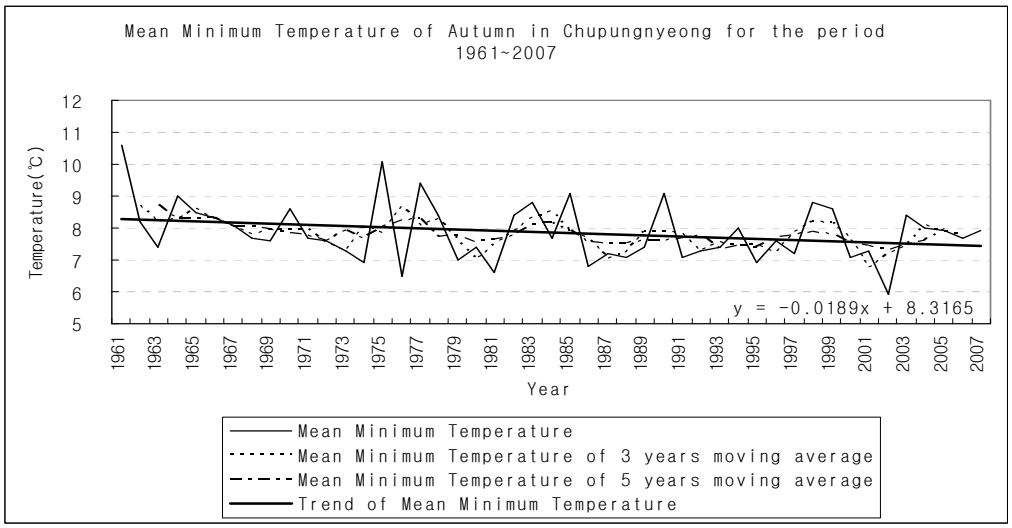


Fig. 3-31. Variation of min. temperature in autumn(Chupungnyeong).

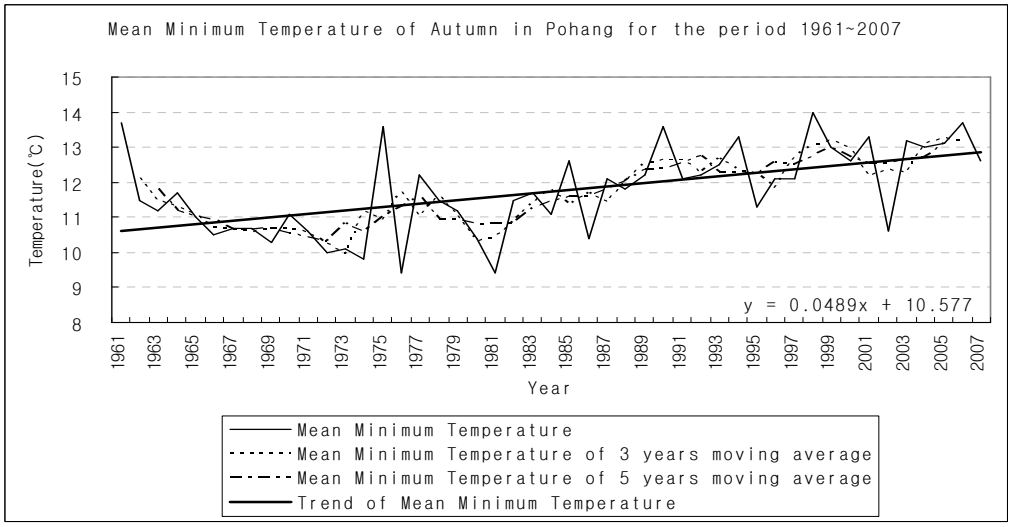


Fig. 3-32. Variation of min. temperature in autumn(Pohang).

3-3-5. 겨울철 평균최저기온

겨울철 평균최저기온은 전국이 5.45℃/100년의 기울기로 상승하고 있으며, 상승률이 가장 높은 지역은 대도시 지역으로 5.88℃/100년이고 상승률이 가장 낮은 지역은 전원(추풍령) 지역으로 1.45℃/100년의 상승률을 보이는 것으로 분석되었다(Table 3-29 & 3-30).

각 지점별로 분석해 보면 대구가 7.48℃/100년의 상승률로 가장 높았고 포항, 서울, 울산, 인천, 강릉, 제주, 부산, 울릉도, 전주, 추풍령의 순서로 높은 상승률을 보였다. 산업화와 도시화의 영향이 거의 없는 추풍령은 겨울철의 최저기온도 낮은 상승률을 보였다. 현재 겨울철 최저기온은 11개 지점 중 제주와 부산, 울릉도를 제외하고 영하의 기온을 보이지만 100년 후에는 추풍령을 제외한 전 지점이 영상의 기온을 보일 것으로 예상된다(Fig. 3-33 & 3-34).

Table 3-29. Decadal variation of min. temperature in winter(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		-3.1	-2.9	-0.5	-5.5	1.0	-4.2
1970'S	-4.8	-2.5	-2.3	0.0	-5.0	1.6	-3.5
1980'S	-4.5	-2.6	-2.1	0.0	-5.1	1.6	-3.4
1990'S	-3.9	-1.9	-1.3	0.8	-4.9	2.4	-2.4
2000'S	-3.4	-1.8	-1.3	1.1	-4.7	2.7	-1.9
00-60		1.3	1.6	1.6	0.8	1.7	2.3
a / b	5.45 / -5.79	3.03 / -3.15	4.21 / -3.03	3.94 / -0.73	**1.45** / -5.41	4.09 / 0.81	**5.88** / -4.58
2020'S	-2.2	-1.2	-0.3	1.8	-4.5	3.5	-0.8
2050'S	-0.6	-0.3	1.0	3.0	-4.1	4.7	1.0

Table 3-30. Decadal variation of min. temperature in winter(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	8.4	8.1	7.5	5.3	8.6	9.0	9.8	8.7	10.2	8.0	5.9
1970'S	8.2	7.8	7.3	5.3	9.0	9.5	9.7	9.3	10.0	8.2	5.8
1980'S	8.2	7.7	6.9	5.4	8.9	9.1	9.8	9.3	10.2	8.7	5.7
1990'S	8.5	7.9	7.6	5.7	10.0	8.7	9.8	9.6	9.9	8.6	5.6
2000'S	7.9	7.4	7.5	5.2	9.7	8.3	9.0	9.4	9.4	8.2	5.2
00-60	-0.5	-0.7	0.0	0.0	1.1	-0.7	-0.8	0.7	-0.8	0.2	-0.7
a / b	-0.45 / 8.37	-1.3 / 8.12	0.19 / 7.32	0.48 / 5.28	**3.25** / 8.45	**-1.92** / 9.42	-1.47 / 10.03	1.51 / 8.89	-1.64 / 10.39	1.02 / 8.11	-1.48 / 6.02
2020'S	8.1	7.3	7.4	5.6	10.6	8.2	9.1	9.9	9.3	8.8	5.1
2050'S	7.9	6.9	7.5	5.7	11.5	7.6	8.6	10.3	8.8	9.1	4.6

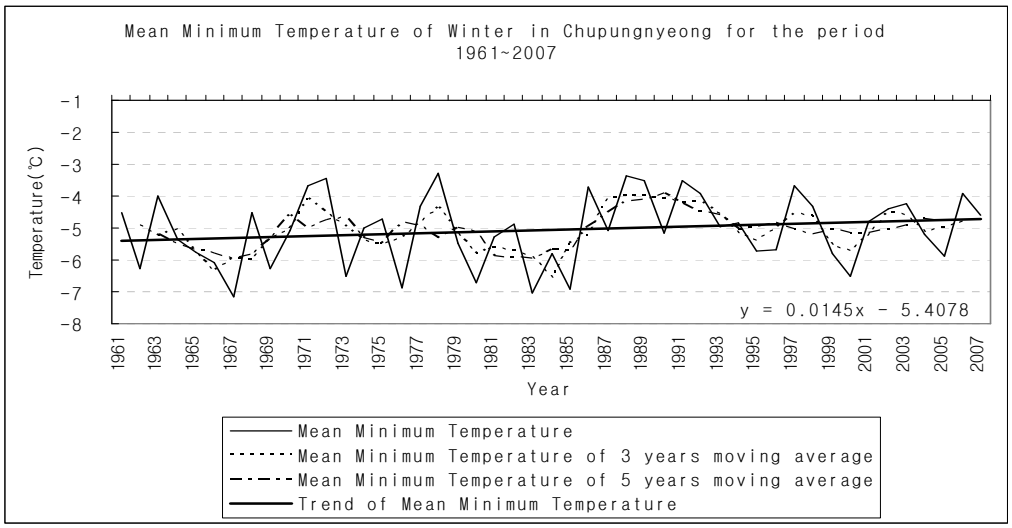


Fig. 3-33. Variation of min. temperature in winter(Chupungnyeong).

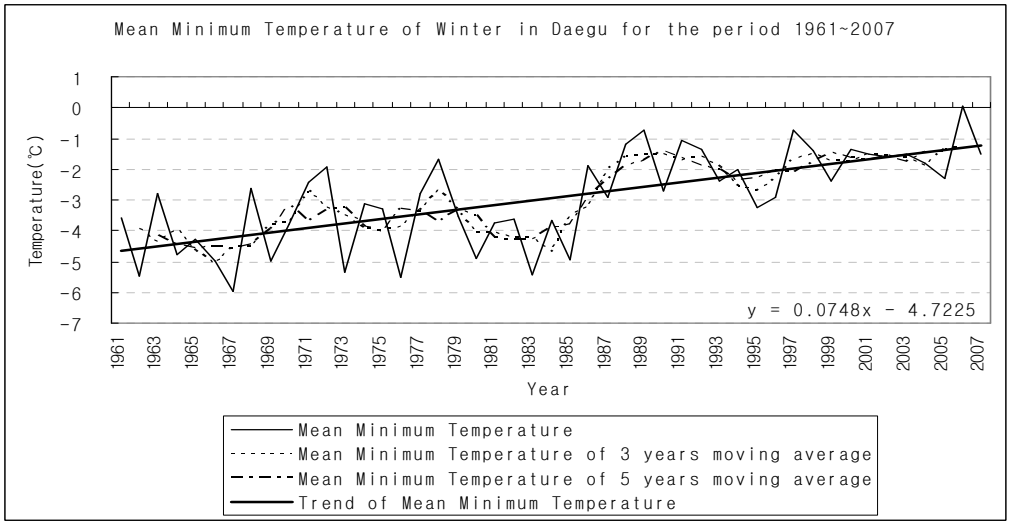


Fig. 3-34. Variation of min. temperature in autumn(Daegu).

3-4. 일교차 변화 분석

3-4-1. 연평균일교차

전국의 평균일교차는 0.07℃/100년으로 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 계절별로 차이를 보여 봄과 겨울에는 일교차가 커지고, 여름과 가을에는 일

교차가 줄어드는 것으로 분석되었으나 지역에 따라 변화추이는 차이가 커서 전원지역(추풍령)은 3.7℃/100년으로 일교차가 커지는 반면 대도시 지역은 -0.96℃/100년으로 일교차가 작아지는 것으로 분석되었다(Table 3-31 & 3-32).

각 지점별로 분석해 보면, 도서지역으로 분류된 제주가 -2.59℃/100년의 폭으로 일교차가 줄어들고 있으며, 이어서 포항 -2.11℃/100년, 울산 -1.86℃/100년, 대구 -1.73℃/100년, 서울 -1.64℃/100년, 강릉 -0.89℃/100년씩 일교차가 줄어드는 것으로 분석되었다, 그러나 의외로 일교차가 커지는 지역도 많이 나타났는데 추풍령을 비롯해 인천 1.24℃/100년, 전주 1.12℃/100년, 부산 0.89℃/100년, 울릉도 0.77℃/100년의 비율로 일교차가 커지는 것으로 분석되었다(Fig. 3-35 & 3-36). 일교차는 결국 최고기온의 상승과 최저기온의 상승, 또는 하강에 의한 차이에서 발생하는데 추풍령의 경우 최고기온이 2.62℃/100년의 비율로 상승하는데 비해 최저기온은 0.92℃/100년의 비율로 하강하고 있어 일교차의 폭은 더 커지게 된 것이다. 또 일교차가 커지는 인천의 경우에는 최고기온이 4.67℃/100년의 비율로 상승하는데 비해 최저기온의 상승은 3.43℃/100년의 비율로 상승해 일교차는 그 차이인 1.24℃/100년이 커지게 된 것이다. 일반적으로 최저기온의 상승폭이 최고기온의 상승폭보다 크기 때문에 일교차가 줄어 들 것으로 예상하지만 산업화, 도시화가 이루어지지 않거나 해상의 영향을 받는 곳은 일교차가 커지는 현상이 많았다. 전국 평균이 작지만 일교차가 커지는 것으로 분석 된 것은 1973년 이후 창설 된 관측소들은 주로 비도시화 지역이 많았기 때문인 것으로 추정된다. 이에 대해서 기후 강제력으로 작용하는 원인을 규명하면 기후변화에 대응할 수 있는 전략이나 정책을 수립하는데 반영할 수 있을 것이다.

Table 3-31. Decadal variation of annual mean temperature range(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		7.6	8.4	6.9	9.7	6.4	9.7
1970'S	10.2	7.7	8.2	7.3	10.2	6.3	9.7
1980'S	10.3	8.0	8.1	7.5	10.1	6.1	9.7
1990'S	10.5	8.2	8.2	7.6	10.9	6.1	9.6
2000'S	10.1	8.0	8.1	7.3	11.0	6.0	9.2
00-60		0.4	-0.3	0.4	1.3	-0.4	-0.5
a / b	0.07 / 10.29	1.61 / 7.50	-0.69 / 8.38	1.28 / 7.05	**3.54** / 9.51	-0.89 / 6.40	**-0.96** / 9.85
2020'S	10.3	8.5	7.9	7.9	11.9	5.8	9.2
2050'S	10.4	9.0	7.7	8.3	13.0	5.6	8.9

Table 3-32. Decadal variation of annual mean temperature range(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	8.6	8.9	7.6	5.8	9.7	8.7	10.3	9.7	9.9	7.3	6.9
1970'S	8.5	8.7	7.6	5.9	10.2	9.3	10.3	10.1	9.7	7.3	6.6
1980'S	8.4	8.6	7.3	6.0	10.1	8.8	10.4	10.2	9.8	7.8	6.3
1990'S	8.5	8.6	8.1	6.2	10.9	8.3	10.1	10.2	9.4	7.6	6.0
2000'S	8.0	8.0	7.9	6.0	11.0	8.1	9.5	10.3	9.1	7.5	6.0
00-60	-0.6	-0.9	0.3	0.2	1.3	-0.6	-0.8	0.6	-0.8	0.2	1.6
a / b	-0.89 / 8.64	-1.64 / 9.01	1.24 / 7.37	0.77 / 5.80	**3.54** / 9.51	-2.11 / 9.14	-1.73 / 10.58	1.12 / 9.81	-1.86 / 10.06	0.89 / 7.28	**-2.59** / 6.99
2020'S	8.1	7.9	8.2	6.3	11.8	7.8	9.5	10.5	8.8	7.9	5.3
2050'S	7.8	7.4	8.5	6.5	12.9	7.1	8.9	10.9	8.3	8.1	4.5

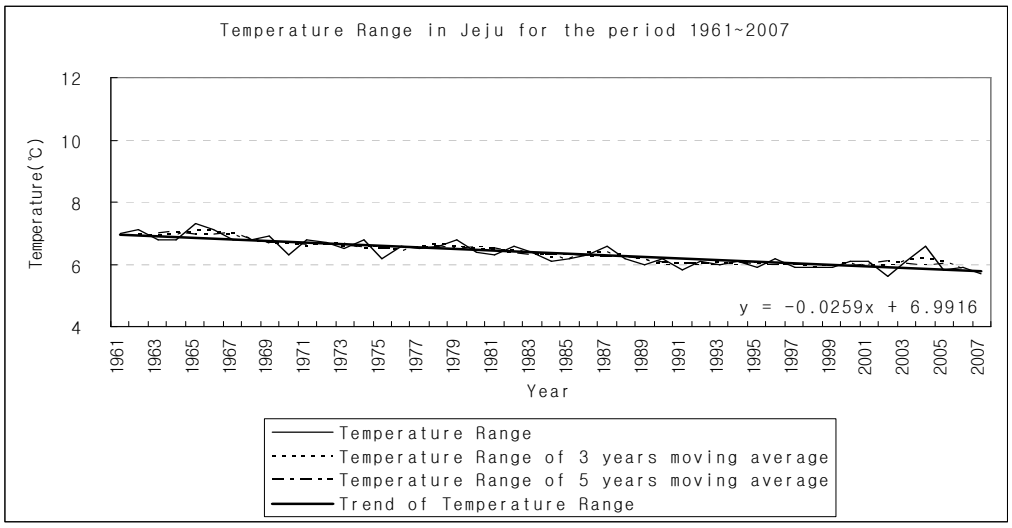


Fig. 3-35. Variation of annual mean temperature range at Jeju.

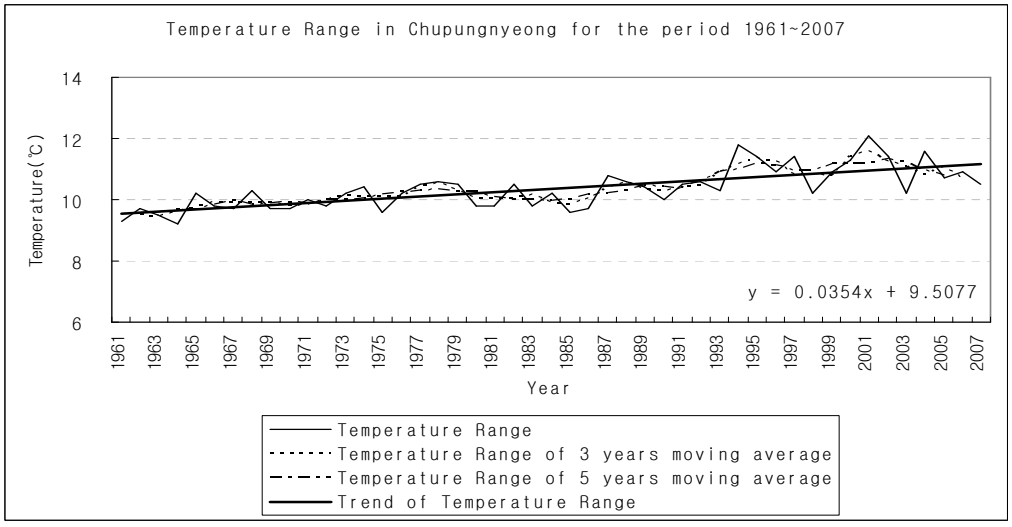


Fig. 3-36. Variation of annual mean temperature range at Chupungnyeong.

3-4-2. 봄철 평균일교차

봄철 평균일교차는 전국이 1.06℃/100년의 비율로 커지고 있으며, 전원지역(추풍령)이 4.87℃/100년의 비율로 가장 많이 커지고 있으며 이와 함께 서해안지역과 남해안지역은 일교차가 커지고 있으나, 대도시지역은 -0.36℃/100년의 비율로 일교차가 줄어드는 것을 비롯해 동해안지역과 도서지역도 일교차가 작지만 줄어드는

경향을 보였다(Table 3-33 & 3-34).

각 지점별로 분석해 보면, 추풍령 외에 인천, 전주, 울릉도, 부산은 일교차가 커지는 것으로 분석되었고 제주 -2.65℃/100년을 비롯해 서울, 포항, 울산, 대구, 강릉은 일교차가 줄어들었다(Fig. 3-37 & 3-38).

Table 3-33. Decadal variation of diurnal range in spring(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		8.1	9.2	7.5	11.2	7.3	10.9
1970'S	11.5	8.3	9.2	7.9	11.8	7.2	11.0
1980'S	11.7	8.7	9.2	8.1	12.1	7.0	11.1
1990'S	11.9	9.0	9.1	8.2	12.7	7.1	10.9
2000'S	11.7	9.1	9.3	7.9	13.2	7.2	10.7
00-60		1.0	0.1	0.4	2.0	-0.1	-0.2
a / b	1.06 / 11.40	2.81 / 7.97	-0.13 / 9.22	1.54 / 7.57	**4.87** / 10.98	-0.31 / 7.21	**-0.36** / 11.05
2020'S	12.1	9.8	9.1	8.6	14.2	7.0	10.8
2050'S	12.4	10.6	9.1	9.0	15.8	6.9	10.7

Table 3-34. Decadal Variation of diurnal range in spring(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	9.5	10.0	8.1	6.6	11.2	9.5	11.6	11.2	10.8	7.7	8.0
1970'S	9.6	10.0	8.0	6.7	11.8	10.3	11.7	11.7	10.7	7.7	7.6
1980'S	9.7	9.9	7.9	7.0	12.1	9.7	11.9	11.9	10.9	8.2	7.1
1990'S	9.6	9.8	8.6	7.2	12.7	9.2	11.6	11.9	10.5	8.2	6.9
2000'S	9.3	9.2	8.9	7.2	13.2	9.3	11.2	12.1	10.4	8.1	7.1
00-60	-0.2	-0.8	0.8	0.6	2.0	-0.2	-0.4	0.9	-0.4	0.4	-0.8
a /b	-0.25 / 9.60	-1.61 / 10.19	2.18 / 7.73	1.97 / 6.45	**4.87** / 10.98	-1.37 / 9.96	-0.85 / 11.82	2.03 / 11.28	-1.28 / 10.98	1.38 / 7.65	**-2.65** / 7.98
2020'S	9.4	9.1	9.1	7.7	14.1	9.1	11.3	12.6	10.1	8.5	6.3
2050'S	9.4	8.7	9.8	8.3	15.6	8.7	11.0	13.2	9.8	9.0	5.5

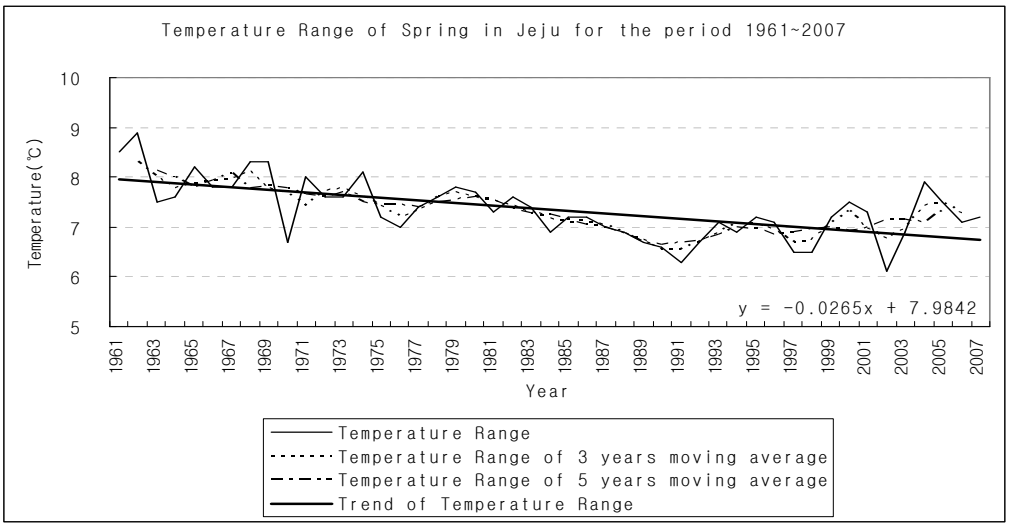


Fig. 3-37. Variation of diurnal range in spring(Jeju).

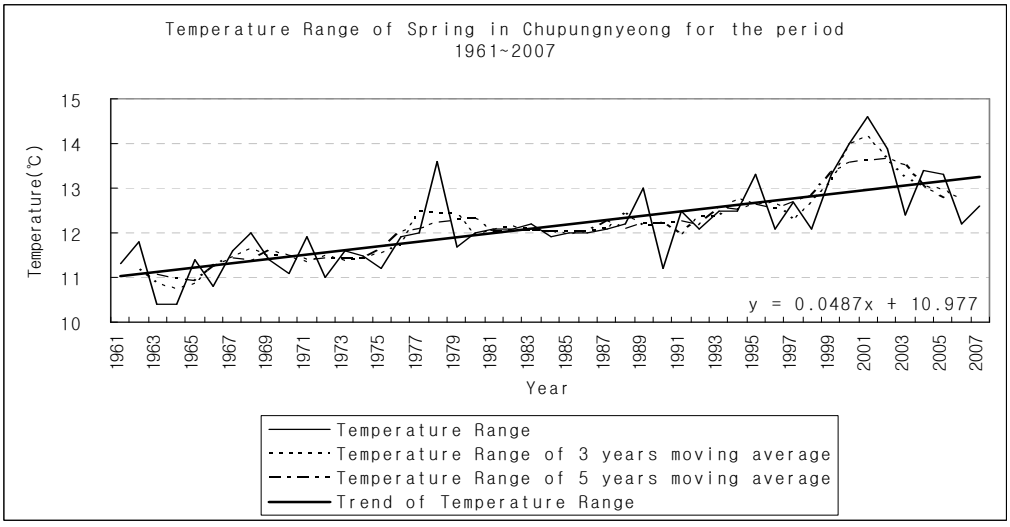


Fig. 3-38. Variation of diurnal range in spring(Chupungnyeong).

3-4-3. 여름철 평균일교차

여름철 평균일교차는 전국이 -0.94℃/100년의 비율로 작아지고 있으나, 전원지역(추풍령)은 1.6℃/100년의 비율로 커지고 있으며 이와 함께 서해안지역과 남해안지역도 일교차가 커지고 있는 것으로 분석되었다. 한편 동해안 지역은 -1.68℃/100년의 비율로 일교차가 작아지는 것을 비롯해 대도시 지역과 도서 지역도 일교

차가 줄어드는 경향을 보였다(Table 3-35 & 3-36).

각 지점별로 분석해 보면, 인천이 2.32℃/100년의 폭으로 커지고 있으며 추풍령과 부산, 전주, 울릉도도 일교차가 커지는 것으로 분석되었고, 포항 -2.93℃/100년을 비롯해 제주 -2.81℃/100년, 울산 -2.59℃/100년, 대구 -2.26℃/100년을 비롯해 강릉, 서울은 일교차가 줄어드는 것으로 분석되었다(Fig. 3-39 & 3-40).

Table 3-35. Decadal variation of diurnal range in summer(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		6.4	7.3	5.6	8.8	6.2	8.5
1970'S	8.5	6.7	6.9	5.9	8.9	5.9	8.4
1980'S	8.6	7.0	6.8	6.1	9.0	5.9	8.5
1990'S	8.5	7.1	6.7	5.9	9.3	5.6	8.1
2000'S	8.3	6.7	6.8	5.8	9.5	5.8	7.9
00-60		0.3	-0.5	0.2	0.7	-0.4	-0.6
a / b	-0.94 / 8.77	1.55 / 6.42	**-1.68** / 7.31	0.77 / 5.68	**1.6** / 8.68	-1.3 / 6.18	-1.42 / 8.64
2020'S	8.2	7.4	6.2	6.2	9.8	5.3	7.7
2050'S	7.9	7.9	5.7	6.4	10.3	4.9	7.3

Table 3-36. Decadal variation of diurnal range in summer(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	7.5	7.8	6.3	5.7	8.8	7.6	9.2	8.5	8.5	5.7	6.7
1970'S	7.5	7.8	6.5	5.5	8.9	7.8	9.0	8.6	8.0	5.7	6.3
1980'S	7.2	7.8	6.5	5.6	9.0	7.4	9.2	8.9	8.0	6.2	6.1
1990'S	7.2	7.8	7.3	5.6	9.3	6.6	8.6	8.7	7.3	5.8	5.7
2000'S	6.9	7.1	6.9	5.8	9.5	6.9	8.3	8.6	7.8	6.1	5.7
00-60	-0.6	-0.7	0.6	0.1	0.7	-0.7	-0.8	0.1	-0.7	0.4	-1.0
a / b	-1.59 / 7.64	-1.2 / 8.00	**2.32** / 6.13	0.04 / 5.61	1.6 / 8.68	**-2.93**/ 7.99	-2.26/ 9.45	0.21 8.61	-2.59 / 8.54	0.86 / 5.67	-2.81 / 6.79
2020'S	6.6	7.2	7.6	5.6	9.7	6.1	8.0	8.7	6.9	6.2	5.0
2050'S	6.1	6.9	8.3	5.6	10.2	5.2	7.3	8.8	6.1	6.5	4.1

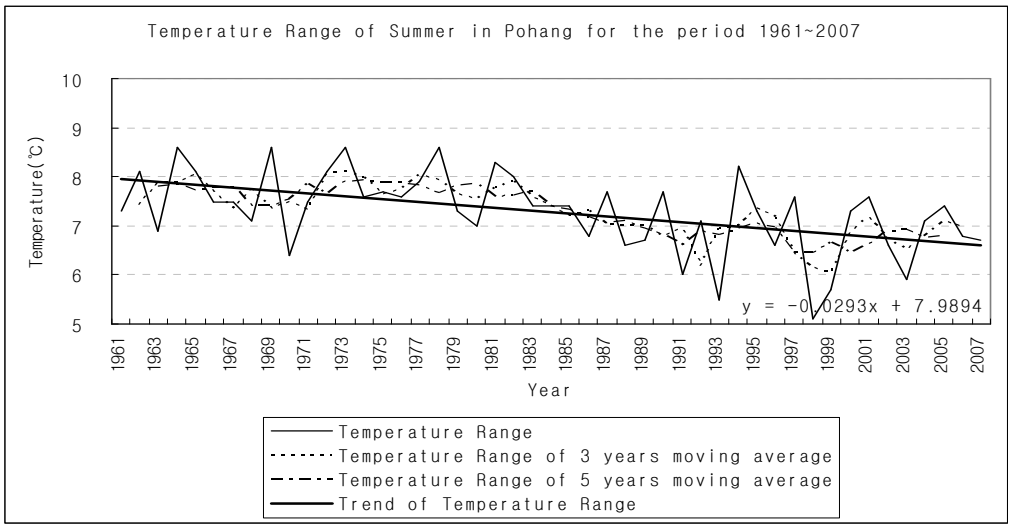


Fig. 3-39 Variation of diurnal range in summer(Pohang).

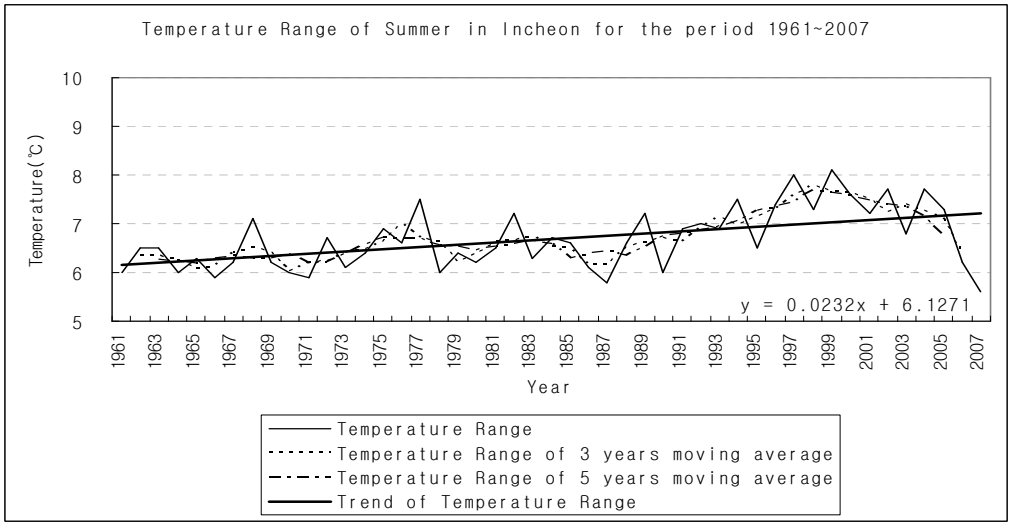


Fig. 3-40 Variation of diurnal range in summer(Incheon).

3-4-4. 가을철 평균일교차

가을철 평균일교차는 전국이 -0.2℃/100년의 작은 비율로 작아지고 있으나, 전원지역(추풍령)은 4.15℃/100년의 비율로 커지고 있으며 이와 함께 서해안지역과 남해안지역도 일교차가 커지고 있는 것으로 분석되었다. 한편 도서 지역은 -1.45℃/100년의 비율로 일교차가 작아지는 것을 비롯해 대도시 지역과 도서 지역도

일교차가 줄어드는 경향을 보였다(Table 3-37 & 3-38).

각 지점별로 분석해 보면, 추풍령을 비롯한 부산, 전주, 인천, 울릉도는 일교차가 커지는 것으로 분석되었고, 제주 -3.43℃/100년을 비롯해 포항 -2.38℃/100년, 서울 -2.34℃/100년, 대구 -2.12℃/100년을 비롯해 울산, 강릉은 일교차가 줄어드는 것으로 분석되었다(Fig. 3-41 & 3-42).

Table 3-37. Decadal variation of diurnal range in autumn(region).

Decade	National average	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		8.3	8.4	7.1	10.1	6.4	10.1
1970'S	10.9	8.5	8.5	7.7	10.9	6.4	10.3
1980'S	10.8	8.5	8.3	7.7	10.6	6.1	10.0
1990'S	11.1	8.7	8.5	7.9	11.7	6.1	10.0
2000'S	10.6	8.5	8.1	7.4	11.7	5.8	9.5
00-60		0.2	-0.3	0.3	1.6	-0.6	-0.6
a / b	-0.2 / 10.94	1.02 / 8.29	-0.54 / 8.53	1.09 / 7.34	**4.15** / 9.98	**-1.45** / 6.53	-1.21 / 10.30
2020'S	10.8	9.0	8.2	8.1	12.9	5.6	9.5
2050'S	10.8	9.3	8.0	8.4	14.3	5.2	9.1

Table 3-38. Decadal variation of diurnal range in autumn(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	8.8	9.5	8.4	5.8	10.1	8.6	10.5	10.4	9.9	7.5	7.0
1970'S	8.9	9.3	8.4	6.0	10.9	9.6	10.9	10.7	10.1	7.7	6.7
1980'S	8.6	9.0	7.9	6.0	10.6	8.6	10.5	10.5	10.0	8.1	6.3
1990'S	8.9	9.0	8.6	6.2	11.7	8.3	10.5	10.7	9.7	8.0	6.0
2000'S	8.0	8.4	8.5	5.8	11.7	7.9	9.6	10.6	9.2	7.6	5.7
00-60	-0.8	-1.1	0.1	0.0	1.6	-0.7	-0.9	0.2	-0.7	0.1	-1.3
a / b	-1.25 / 8.96	-2.34 / 9.64	0.29 / 8.29	0.19 / 5.92	**4.15** / 9.98	-2.38 / 9.22	-2.12 / 10.95	0.47 / 10.48	-1.85 / 10.27	0.69 / 7.63	**-3.43** / 7.19
2020'S	8.1	8.1	8.5	6.0	12.7	7.7	9.6	10.8	9.1	8.1	5.0
2050'S	7.8	7.4	8.6	6.1	13.9	7.0	8.9	10.9	8.5	8.3	3.9

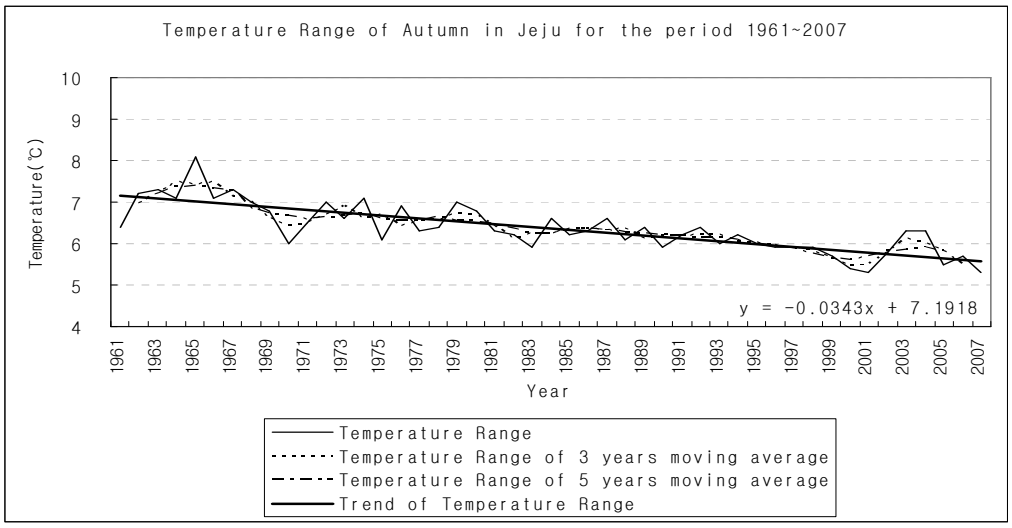


Fig. 3-41 Variation of diurnal range in autumn(Jeju).

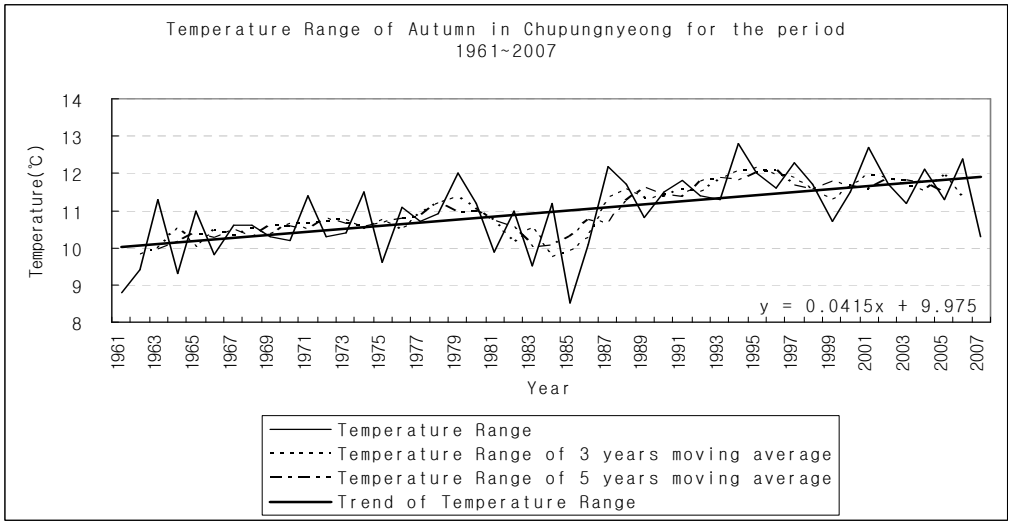


Fig. 3-42 Variation of diurnal range in autumn(Chupungnyeong).

3-4-5. 겨울철 평균일교차

겨울철 평균일교차는 전국이 0.61℃/100년의 비율로 커지고 있으나, 대도시 지역은 -0.56℃/100년의 비율로 작아지고 있으며 이와 함께 동해안 지역과 도서 지역도 일교차가 작아지고 있는 것으로 분석되었다. 한편 전원지역(추풍령)은 3.25℃/100년의 비율로 일교차가 커지는 것을 비롯해 남해안 지역과 서해안 지역도

일교차가 커지는 경향을 보였다(Table 3-39 & 3-40).

각 지점별로 분석해 보면, 추풍령을 비롯한 전주, 부산, 울릉도, 인천은 일교차가 커지는 것으로 분석되었고, 포항 -1.92℃/100년을 비롯해 대구, 울산, 제주, 서울, 강릉은 일교차가 줄어드는 것으로 분석되었다 (Fig. 3-43 & 3-44).

Table 3-39. Decadal variation of diurnal range in winter(region).

Decade	All over country	West Coastal	East Coastal	South Coastal	Rural	Islands	Metro Cities
1960'S		7.3	8.5	7.5	8.6	5.6	9.2
1970'S	10.1	7.4	8.3	7.9	9.0	5.6	9.2
1980'S	10.1	7.6	8.3	8.2	8.9	5.6	9.3
1990'S	10.4	7.9	8.5	8.4	10.0	5.6	9.3
2000'S	10.0	7.5	8.1	8.0	9.7	5.2	8.8
00-60		0.2	-0.4	0.5	1.1	-0.4	-0.4
a / b	0.61 / 9.99	1.22 / 7.27	-0.38 / 8.45	1.93 / 7.56	**3.25** / 8.45	-0.22 / 5.60	**-0.56** / 9.33
2020'S	10.4	8.1	8.2	8.8	10.7	5.5	9.0
2050'S	10.6	8.4	8.1	9.4	11.8	5.4	8.8

Table 3-40. Decadal variation of diurnal range in winter(observatory).

Decade	GAN	SEL	INC	ULR	CHP	POH	DAG	JNJ	ULS	BUS	JEJ
1960'S	8.4	8.1	7.5	5.3	8.6	9.0	9.8	8.7	10.2	8.0	5.9
1970'S	8.2	7.8	7.3	5.3	9.0	9.5	9.7	9.3	10.0	8.2	5.8
1980'S	8.2	7.7	6.9	5.4	8.9	9.1	9.8	9.3	10.2	8.7	5.7
1990'S	8.5	7.9	7.6	5.7	10.0	8.7	9.8	9.6	9.9	8.6	5.6
2000'S	7.9	7.4	7.5	5.2	9.7	8.3	9.0	9.4	9.4	8.2	5.2
00-60	-0.5	-0.7	0.0	0.0	1.1	-0.7	-0.8	0.7	-0.8	0.2	-0.7
a / b	-0.45 / 8.37	-1.3 / 8.12	0.19 / 7.32	0.4 8/ 5.28	**3.25** / 8.45	**-1.92** / 9.42	-1.47 / 10.03	1.51 / 8.89	-1.64 / 10.39	1.02 / 8.11	-1.48 / 6.02
2020'S	8.1	7.3	7.4	5.6	10.6	8.2	9.1	9.9	9.3	8.8	5.1
2050'S	7.9	6.9	7.5	5.7	11.5	7.6	8.6	10.3	8.8	9.1	4.6

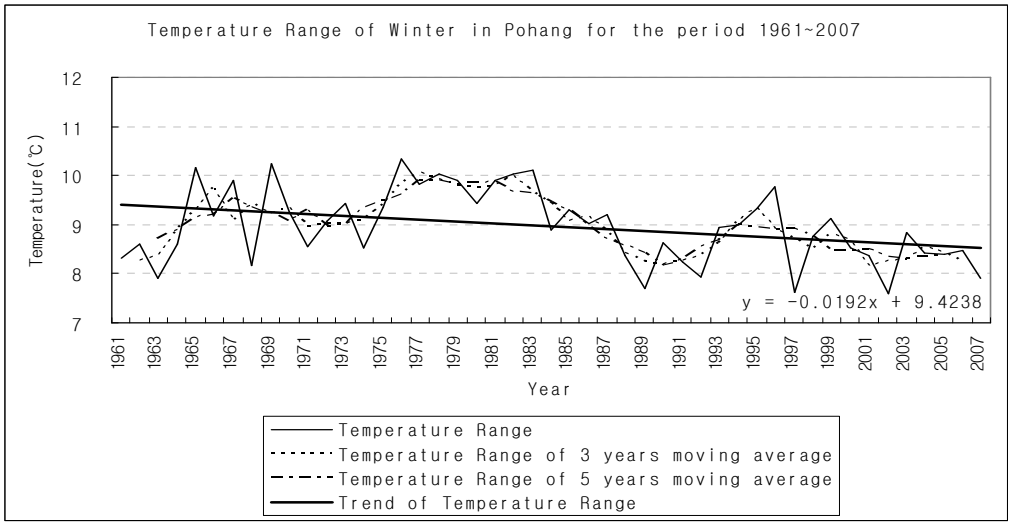


Fig. 3-43 Variation of diurnal range in winter(Pohang).

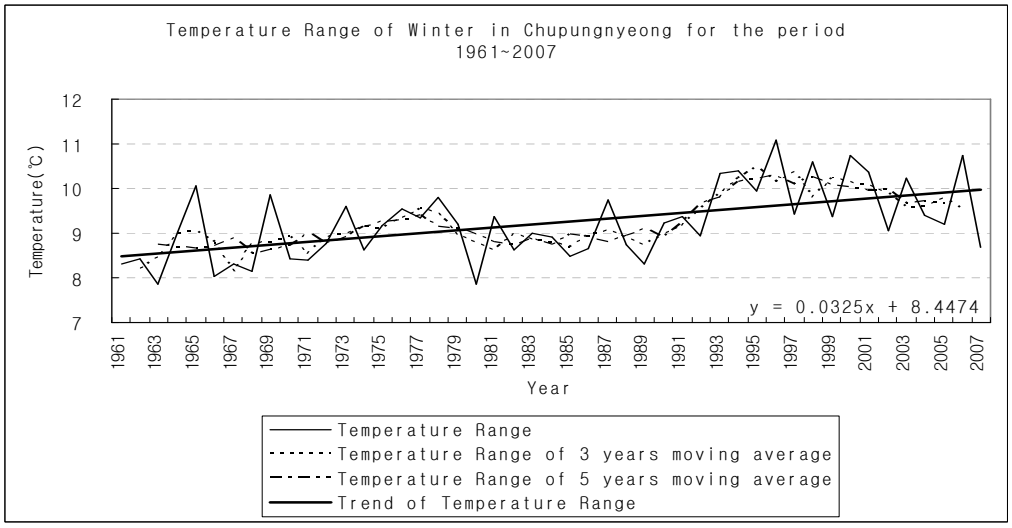


Fig. 3-44 Variation of diurnal range in winter(Chupungnyeong).

4. 요약 및 결론

전 지구 온난화에 따른 기후변화는 누구도 의심치 않으나 변화양상은 지역에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 또 기후요소별, 계절별로도 변화추이는 다르게 나타나고 있다. 그 변화 경향을 요약하면;

1. 전국 60개 관측소의 평균값을 이용하여 자료를 분석한 결과 연 기온의 변화 중 상승률이 가장 큰 요소는 최고기온으로 +2.86℃/100년의 폭으로 상승하는 추이를 보였으며, 최저기온은 +2.78℃/100년, 평균기온은 +2.59℃/100년의 폭으로 상승하는 추이를 보이는 것으로 분석되었다. 기온 요소간의 편차는 크지 않으며 대체로 상승하는 경향을 보였는데 이는 전 지구 온난화에 따른 상승률 0.65℃/100년보다 7배 정도 큰 상승률이다.

2. 계절별로는 겨울철의 기온 상승률이 가장 높고, 여름철이 가장 낮은 것으로 분석되었다. 기온 요소간의 편차는 크지 않은 반면에 계절에 따라 봄철에는 +2.44℃/100년(최저) ~ +3.51℃/100년(최고)이고, 여름철에는 +0.53℃/100년(최고) ~ +1.48℃/100년(최저), 가을철은 +2.86℃/100년(평균) ~ +3.28℃/100년(최저), 겨울철에는 +5.45℃/100년(최저) ~ +6.06℃/100년(최고)의 상승률을 보여 계절별 편차가 크게 나타났다. 계절별 변화 추이에 의하면 우리나라의 온난화는 겨울철 기온의 상승에 의해 주도되고 있는 것으로 분석되었으며 여름철에는 상대적으로 기온 상승률이 작은 것으로 분석되었다. 이에 따라 겨울철의 혹한은 줄어드는 대신에 여름철의 혹서는 큰 변화를 보이지 않았다. 다만 지역적으로 변화 추이가 다르기 때문에 일률적으로 여름철 기온 상승이 작다고 단정하기 어렵고, 대도시 지역은 최저기온의 최고값이 높아지는 경향이 있어 열대야 발생 빈도가 높아지고 있다.

3. 지역별로는 대도시지역의 상승률이 가장 높고, 전원지역의 상승률이 낮은 것으로 분석되었다. 그러나 지역간의 상승률 차이는 계절에 따라 상대적 차이가 다른 양상으로 나타났다. 대도시와 전원지역의 차이 외에도 서해안지역, 동해안지역, 남해안지역 및 도서지역은 계절에 따라 순위가 바뀌는 경우가 많았다. 지점별로는 인천, 전주, 포항 등은 대도시적인 측면과 해안지역으로서의 특성이 복합적으로 나타났다.

4. 전 지구 온난화와 관련하여 Thomas R. Karl은 연구된 대부분의 지역에서 최저기온의 상승률이 최고기온의 상승률보다 3배 정도 높게 나타남으로써 일교차가

줄어들고, 줄어드는 일교차만큼 평균기온이 상승한다는, 즉 온난화가 진행된다고 그의 논문 'Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature'[6]에서 발표했지만 우리나라의 경우 최고기온의 상승률이 최저기온의 상승률보다 오히려 높게 나타났다. 특히 인천과 전주는 대도시 지역의 환경적인 특성을 가지고 있음에도 불구하고 최고기온의 상승률이 높게 나타나는 현상을 보였다. 이는 서해의 영향이 온난화의 진행에 나타나는 불균형적인 기온상승을 해소해 주는 역할을 하는 것으로 분석된다. 이에 대해서는 계속적인 조사와 연구가 필요하다.

5. 제언

본 연구에서는 기온 변화를 중심으로 단순 통계적 분석에 의해 기후변화 추이를 조사하고 그 변화량을 해석하는데 그쳤지만, 기후변화에 영향을 미치는 자연적 강제력과 인위적 강제력의 변수 및 변수간의 상호 작용 및 영향에 대한 구체적 원인 규명을 위한 연구가 필요하다. 아울러 앞으로 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 범위를 넓혀 전 세계적으로 구체적인 분석과 연구가 있어야 식량, 물자원의 확보와 미래의 성장에 기여할 수 있게 될 것이다.

또한, 본 연구에서는 주로 기온의 변화경향 분석에 중점을 두었다. 강수량의 변화, 그 중 강수강도의 강화추세와 같은 의미 있는 결과가 도출되었지만 지역별 표준편차가 크기 때문에 이에 대한 변화 분석은 과제로 남겨두었다.

---

6) Thomas R. Karl외 5인, 1993, Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature, *Bulletin of the American Meteorological Society*, p1007~1023

" Monthly mean maximum and minimum temperatures for over 50% (10%) of the Northern (Southern) Hemisphere landmass, accounting for 37% of the global landmass, indicate that the rise of the minimum temperature has occurred at a rate three times that of the maximum temperature during the period 1951-90(0.84℃ versus 0.28℃). The decrease of the diurnal temperature range is approximately equal to the increase of mean temperature. The asymmetry is detectable in all seasons and in most of the regions studied. The decrease in the daily temperature range is partially related to increases in cloud cover. Furthermore, a large number of atmospheric and surface boundary conditions are shown to differentially affect the maximum and minimum temperature. Linkages of the observed changes in the diurnal temperature range to large-scale climate forcings, such as anthropogenic in sulfate aerosols, greenhouse gases, or biomass burning (smoke), remain tentative. Nonetheless, the observed decrease of the diurnal temperature range is clearly important, both scientifically and practically.

6. 참고문헌

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 2007년 기후특성, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 8월 및 여름철 기후특성, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 식목일 기온 과거보다 높아졌다, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 올해 4월 기후특성, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 올해 5월 및 봄철(3~5월) 기후특성, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

기상청 자료관리서비스팀, 2008, 올해 9월 기후특성, *기상청 홈페이지 열린행정*, 보도자료, www.kma.go.kr

신임철, 김태룡, 이은정, 김은희, 김은숙, 박연옥, 배선희, 이희일, 2007, '한반도의 2007년 8월과 여름의 기후특성 및 8월과 여름의 장기 기후변화', *Atmosphere*, KMS 17(4), 471-481

Boo.K.O., Chun,Y.S., Park,J.Y., Cho,H.M., and Kwon,W.T., 1999, The horizontal distribution of air temperature in Seoul using automatic weather station data. *J. of Korean Meteorological Society*, 35, 335-343

CCIC, 2008, 기후변화 시나리오, *CCIC 홈페이지 기후변화과학,* 기후변화교실 , www.climate.go.kr

Easterling,D.R., Horton,B., Jones,P.D., Peterson,T.C, Karl,T.R., Parker,D.E., Salinger,M.J., Razuvayer,V., Plummer,N., Jameon,P., and Folland,C.K., 1997, Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, 277, 364-367

Hu,Q., Tawaye,Y., and Feng,S., 2004, Variations of the northern Hemisphere atmospherics :1948-2000. *J. of Climate*, 17, 1975-1986.

IPCC, 2008, Fourth Assessment Report. Climate Change 2007; Synthesis Report, *Summary for Policymakers*, 3-9

Jones,P.D., Wigley,T.M.L., and Wright,P.B., 1986, Global temperature variations between 1861 and 1984, *Nature*, 322, 430-434.

Osborn,T.J., Briffa,K.,R., 2007, Response to comment on the spatial extent of 20th-century warmth in the context of the past 1200 years. *Science*, 316, 1844b

Plantico, M.S., Karl,T.R., Kukla,G., Gavin,J., 1990, Is recent change across the United States related to rising levels of anthropogenic greenhouse gases?, *Journal of Geophysical Research*, 95, 16617-16637

Rusticucci,M. and Barrucand,M., 2004, Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina, *J. of Climate*, 17, 4098-4107

Thomas,R.Karl, G.Kukla and J.Gavin, 1984, Decreasing Diurnal Temperature Range in the United States and Canada from 1941 through 1980. *JOURNAL OF CLIMATE AND APPLIED METEOROLOGY*, 23(11), 1489-1504

Thomas,R.Karl, Knight.R.W., Kukla,G., Plummer,N., Razuvayer,V., Gallo, K.P., Lindseay,J., Charlson,R.J., and Peterson,T.C., 1993, Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 74, 1007~1023

Yun Jin I., 2006: Climate change impact on the flowering season of Japanese Cherry(*Prunus serrulata var: spontanea*) in Korea during 1941-2100. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology,* 8, 68-76.

감사의 글

지난 2년간은 나에게 매우 보람차고 행복한 시간이었습니다. 정규적인 학업을 마친지 30년이 더 지난 후에 다시 학업을 시작한다는 것이 하나의 도전처럼 생각되었습니다. 과연 내가 이를 제대로 마칠 수 있을까 하는 의구심이 들기도 했지만 그래도 기상청에서 업무를 수행하는데 필요한 무언가의 부족함을 채울 수 있으리라는 기대감으로 용기를 내어 시작하였습니다. 그래서 일단 시작했던 것이 어느새 4학기를 모두 마치고 1차적인 목표를 달성할 수 있게 되어 무한한 보람과 뿌듯함을 느낍니다. 주말을 이용한 수업은 본연의 업무에 전연 지장을 주지 않았고, 오히려 수업기간에 익힌 지식들을 담당업체제의 효과를 보여주는 매우 훌륭한 체계라고 생각하며 앞으로 협력체제의 강화를 위해무에 활용하는 좋은 기회이기도 했습니다. 이 과정은 개인에 대한 역량 향상 뿐 아니라 학관협력 계속해서 노력할 것입니다.

이런 좋은 기회를 알려 주고 지원을 권유하신 이종호 교수님께 감사드리며, 부족한 나에게 다시 공부할 수 있도록 기회를 주시고 지속적인 격려와 가르침을 주신 류찬수 교수님께 깊이 감사드립니다. 수문기상과 재해대책, 그리고 대기환경에 대해 눈을 뜨게 해 주시고 졸문을 보완하도록 지도해 주신 오완탁 박사님께도 감사드립니다. 많은 자료들과 열정적인 강의로 열대기상학을 지도해 주신 정효상 교수님, 실제적인 경험과 학문을 조화시켜 기후학과 항공기상학을 강의해 주신 정병옥 박사님, 응용기상학의 무한한 활용 가능성을 일깨워 주신 오성남 박사님께도 감사드립니다. 그리고 논문을 정리해준 김진아 조교에게도 감사드립니다.

또 논문을 작성하기 위한 기후자료들을 바쁜 중에도 COMIS에서 추출해 제공해 준 김은희 연구원과 논문작성에 많은 도움과 조언을 해 주신 신임철 연구관님과 모든 자료관리서비스팀 직원들께도 감사드립니다.

아울러 학업을 계속할 수 있도록 배려해 주신 최광연 기상산업정보화국장님과 모든 기상인력개발과 직원들께도 무한한 감사를 드립니다.

앞으로도 업무와 학문을 연계하여 기후변화에 대응할 수 있는 실질적인 도움이 되는 정책이나 전략수립에 기여할 수 있도록 더욱 더 연구하고 노력하겠습니다.

저작물 이용 허락서

학 과	대기과학과	학 번	20077198	과 정	석사
성 명	한글 김 태룡 한문 金 泰 龍 영문 Kim, Tae Ryong				
주 소	서울특별시 송파구 방이동 89				
연락처	E-mail : trkim@kma.go.kr				
논문제목	한글 : 우리나라 지역별 기온변화 특성				
	영문 : A Study on the Air Temperature Changes and Regional Characteristics in South Korea				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대( )

2009년 2월

저작자: 김 태 룡 (인)

조선대학교 총장 귀하