발 간 등 록 번 호
11-1360000-000813-12

한국기후변화백서

2011.12

기상청 Korea Meteorological Administration

KMA

한국기후변화백서
2011.12
기상청 Korea Meteorological Administration

발간사

지구촌 곳곳에서 집중호우, 가뭄, 태풍, 폭염, 폭설 등 이상기후 및 자연재해는 매년 대규모의 인적 피해와 경제적 손실이 동시다발적으로 발생하고 있으며, 그 규모와 피해액도 꾸준히 증가하고 있습니다. IPCC는 지난 2011년 우간다에서 열린 제 34차 총회에서『극한현상 및 재해의 위험관리 특별보고서(SREX) 요약집』을 승인하였습니다. 이 보고서에 따르면 21세기 후반 폭염 증가 가능성과 해수면 고도 상승으로 인해 피해 가능성이 90%가 넘고, 집중호우 증가 가능성은 66%에 달하며, 가뭄 역시 남미 지역 등에서 더 빈번하게 일어날 것으로 예상됩니다. 이러한 극한사상의 증가는 물관리, 식량안보, 보건, 관광 등 다양한 분야에 영향을 주는 요인으로 작용할 것입니다.

따라서 여러 위험을 동시에 고려한 기후변화 적응정책 수립 및 재해위험관리에 관심이 집중되고, 이러한 기조로 재해위험관리를 위하여 기후정보 활용의 중요성이 크게 대두되면서, 자연재해로부터 인명과 재산의 손실, 사회·경제적 혼란을 줄이기 위한 국제공동체 간의 협력 또는 국가적인 대응 역시 중요한 시점입니다.

이에 국가적으로 기후변화 대응 및 적응대책 수립을 위한 중요한 기초자료로서 기후정보 수요가 증가함에 따라 전국 행정구역별로 현재 기후변화를 진단하고 미래기후 전망결과를 함께 수록한 11권의 지역별 기후변화보고서를 발간하였으며, 이를 종합적으로 정리한「한국기후변화백서」를 발간하게 되었습니다. 본 백서에서는 세계기상기구(WMO)에서 권고하는 표준방법으로 관측자료에 대한 발전된 분석과 엄격한 평가를 통해 한반도 기후변화의 특징을 과학적으로 제시하고, 고해상도 기후변화 시나리오를 기반으로한 21세기 한반도 지역별 미래 기후를 전망정보를 담고 있습니다. 이 보고서를 근간으로 중앙부처·지자체별로 기후변화 대응체계 정비·보완, 위험관리능력의 향상 등을 위한 기후변화 과학 정보로 크게 활용되기를 기대합니다.

2011. 12.

기상청장 조 석 준

목 차

표목차 iv
그림목차 v
요약 viii

Ⅰ. 서론 1
1. 우리나라 자연 및 인문환경 4
2. 조사연구 방법 6

Ⅱ. 우리나라 기후 13
1. 기온 15
2. 강수 20
3. 바람 24
4. 기타 기후요소 25
5. 극값 25
6. 극한기후지수 27

Ⅲ. 우리나라 기후변화 35
1. 기온 40
2. 강수 43
3. 현상일수 44
4. 극값 51
5. 극한기후지수 52

Ⅳ. 우리나라 미래 기후변화 전망 ····· 55

1. 미래 기온과 강수량 전망 ····· 57
2. 미래 기온과 강수량 변화경향 ····· 61

Ⅴ. 기후변화 대응 방향 ····· 75

1. 기후변화의 부문별 영향 ····· 77
2. 기후변화와 적응정책 추진방향 ····· 82
3. 결론 및 제언 ····· 85

참고문헌 ····· 87

부록 ····· 89

1. 관측지점정보 ····· 90
2. 우리나라의 월별 기온, 강수 ····· 91
3. 우리나라의 연도별 극값 발생일 및 지점 ····· 92
4. 광역시·도별 기온, 강수량 증감현황 ····· 95
5. 광역시·도별 미래 기후변화 전망 ····· 97

표목차

표 1. 우리나라의 연, 계절별 기온과 강수량 ····· viii
표 1–1. 최근 10년간 기상관련 자연재해 인명 손실과 재산피해 ····· 3
표 1–2. 우리나라의 인구와 인구밀도 변화 ····· 5
표 1–3. 우리나라의 토지 이용현황 ····· 6
표 1–4. 광역시·도별 분석을 위해 사용된 지점 ····· 7
표 1–5. 장별 분석에 사용된 상세항목 ····· 9
표 1–6. 극한기후지수 정의 ····· 9
표 2–1. 우리나라의 연, 계절별 평균기온 ····· 15
표 2–2. 우리나라의 연, 계절별 강수량 ····· 20
표 2–3. 우리나라의 극값 ····· 26
표 3–1. 우리나라의 기온과 강수량 증감현황 ····· 37
표 3–2. 우리나라의 연, 계절별 평균기온 변화율 ····· 40
표 3–3. 우리나라의 연, 계절별 강수량 변화율 ····· 43
표 4–1. 우리나라의 연평균기온 미래 전망 ····· 61
표 4–2. 서울특별시의 연평균기온 미래 전망 ····· 63
표 4–3. 광역시별 연평균기온 미래 전망 ····· 64
표 4–4. 도별 연평균기온 미래 전망 ····· 66
표 4–5. 우리나라의 연강수량 미래 전망 ····· 68
표 4–6. 서울특별시의 연강수량 미래 전망 ····· 69
표 4–7. 광역시별 연강수량 미래 전망 ····· 70
표 4–8. 도별 연강수량 미래 전망 ····· 72
표 5–1. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(건강분야) ····· 77
표 5–2. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(재난/재해분야) ····· 78
표 5–3. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(농업분야) ····· 79
표 5–4. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(산림분야) ····· 79
표 5–5. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(해양/수산업분야) ····· 80
표 5–6. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(물관리분야) ····· 81
표 5–7. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(생태계분야) ····· 81
표 5–8. 기후변화 적응대책 수립 관련 부서 ····· 83
부록 표 1. 관측지점정보 ····· 90
부록 표 2. 우리나라의 월별 평균, 최고, 최저기온 및 강수량 ····· 91
부록 표 3. 우리나라의 일강수량 최다값 발생일 및 지점 ····· 92
부록 표 4. 우리나라의 일최고기온의 연최고값 발생일 및 지점 ····· 93
부록 표 5. 우리나라의 일최저기온의 연최저값 발생일 및 지점 ····· 94

부록 표 6. 광역시·도별 기온, 강수량 증감현황 ····· 95
부록 표 7. 광역시·도별 기간별 평균기온과 강수량 30년 평균값 ····· 97

그림목차

그림 1. 지점별 클라이모그래프 ····· ix
그림 2. 광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 기온 및 강수량 증감현황 ····· x
그림 3. 우리나라의 연평균기온 변화 ····· xi
그림 4. 우리나라의 연평균최저기온 변화 ····· xi
그림 5. 우리나라의 연강수량 변화 ····· xi
그림 6. 광역시·도별 연평균기온 미래 전망 ····· xii
그림 7. 광역시·도별 연강수량 미래 전망 ····· xiii
그림 8. 우리나라의 연평균기온 미래 전망 ····· xiv
그림 9. 우리나라의 연강수량 미래 전망 ····· xiv
그림 1-1. 우리나라의 광역시·도별 행정구역 ····· 4
그림 1-2. 우리나라의 지형도 ····· 4
그림 1-3. 광역시·도별 인구 ····· 5
그림 1-4. 분석지점 ····· 6
그림 1-5. 우리나라의 시나리오 해당격자 ····· 8
그림 2-1. 우리나라의 연평균기온 ····· 15
그림 2-2. 광역시·도별 연평균기온 ····· 16
그림 2-3. 광역시·도별 연평균기온편차 ····· 16
그림 2-4. 광역시·도별 계절별 평균기온 ····· 17
그림 2-5. 광역시·도별 계절별 평균기온편차 ····· 18
그림 2-6. 광역시·도별 여름철 평균최고기온 ····· 19
그림 2-7. 광역시·도별 겨울철 평균최저기온 ····· 19
그림 2-8. 우리나라의 연강수량 분포 ····· 20
그림 2-9. 광역시·도별 연강수량 ····· 21
그림 2-10. 광역시·도별 연강수량편차 ····· 21
그림 2-11. 광역시·도별 계절별 강수량 ····· 22
그림 2-12. 광역시·도별 계절별 강수량편차 ····· 23
그림 2-13. 지점별 바람장미 ····· 24
그림 2-14. 지점별 연평균상대습도 ····· 25
그림 2-15. 지점별 연평균일조시간 ····· 25
그림 2-16. 지점별 최고기온 95퍼센타일 ····· 27

그림 2–17. 지점별 최고기온 99퍼센타일 ····· 27
그림 2–18. 지점별 최저기온 1퍼센타일 ····· 28
그림 2–19. 지점별 최저기온 5퍼센타일 ····· 28
그림 2–20. 지점별 강수량 95퍼센타일 ····· 28
그림 2–21. 지점별 강수량 99퍼센타일 ····· 28
그림 2–22. 지점별 일최저기온 0℃ 미만 일수 ····· 29
그림 2–23. 지점별 연극한기온교차 ····· 29
그림 2–24. 지점별 온난야율 ····· 30
그림 2–25. 지점별 식물성장가능기간 ····· 30
그림 2–26. 지점별 최대열파지속일수 ····· 30
그림 2–27. 지점별 10mm 이상 강수일수 ····· 30
그림 2–28. 지점별 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 ····· 31
그림 2–29. 지점별 5일 최다강수량 ····· 31
그림 2–30. 지점별 일강수강도 ····· 32
그림 2–31. 지점별 95퍼센타일 강수량 비율 ····· 32
그림 3–1. 지점별 클라이모그래프 ····· 38
그림 3–2. 광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 기온 및 강수량 증감현황 ····· 39
그림 3–3. 우리나라의 연평균기온 변화 ····· 40
그림 3–4. 우리나라의 연평균최고기온 변화 ····· 41
그림 3–5. 우리나라의 연평균최저기온 변화 ····· 41
그림 3–6. 광역시·도별 연평균기온 변화율 ····· 42
그림 3–7. 광역시·도별 연평균최고기온 변화율 ····· 42
그림 3–8. 광역시·도별 연평균최저기온 변화율 ····· 42
그림 3–9. 우리나라의 연강수량 변화 ····· 43
그림 3–10. 광역시·도별 연강수량 변화율 ····· 43
그림 3–11. 지점별 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율 ····· 44
그림 3–12. 지점별 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율 ····· 44
그림 3–13. 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화 ····· 45
그림 3–14. 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화 ····· 45
그림 3–15. 지점별 연간눈일수 변화율 ····· 46
그림 3–16. 연간눈일수 변화 ····· 46
그림 3–17. 지점별 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화율 ····· 47
그림 3–18. 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화 ····· 47
그림 3–19. 지점별 연간황사일수 변화율 ····· 48
그림 3–20. 연간황사일수 변화 ····· 48
그림 3–21. 지점별 연간서리일수 변화율 ····· 49

그림 3-22. 연간서리일수 변화 ····· 49
그림 3-23. 지점별 연간얼음일수 변화율 ····· 50
그림 3-24. 연간얼음일수 변화 ····· 50
그림 3-25. 우리나라의 일강수량의 연최다값 변화 ····· 51
그림 3-26. 우리나라의 일최고기온의 연최고값 변화 ····· 51
그림 3-27. 우리나라의 일최저기온의 연최저값 변화 ····· 51
그림 3-28. 지점별 최고기온 99퍼센타일 변화율 ····· 52
그림 3-29. 지점별 최저기온 1퍼센타일 변화율 ····· 52
그림 3-30. 지점별 일최저기온 0℃ 미만 연간일수 변화율 ····· 53
그림 4-1. 광역시·도별 연평균기온 미래 전망 ····· 58
그림 4-2. 광역시·도별 연강수량 미래 전망 ····· 60
그림 4-3. 우리나라의 연평균기온 미래 전망 ····· 61
그림 4-4. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균기온 차 ····· 61
그림 4-5. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균최고기온 차 ····· 62
그림 4-6. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균최저기온 차 ····· 62
그림 4-7. 서울특별시의 연평균기온 미래 전망 ····· 63
그림 4-8. 광역시별 연평균기온 미래 전망 ····· 64
그림 4-9. 도별 연평균기온 미래 전망 ····· 66
그림 4-10. 우리나라의 연강수량 미래 전망 ····· 68
그림 4-11. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연강수량 차 ····· 68
그림 4-12. 서울특별시의 연강수량 미래 전망 ····· 69
그림 4-13. 광역시별 연강수량 미래 전망 ····· 70
그림 4-14. 도별 연강수량 미래 전망 ····· 72
그림 5-1. 기후변화에 따른 영향 사례(건강분야) ····· 77
그림 5-2. 기후변화에 따른 영향 사례(재난/재해분야) ····· 78
그림 5-3. 기후변화에 따른 영향 사례(농업분야) ····· 78
그림 5-4. 기후변화에 따른 영향 사례(산림분야) ····· 79
그림 5-5. 기후변화에 따른 영향 사례(해양/수산업분야) ····· 80
그림 5-6. 기후변화에 따른 영향 사례(물관리분야) ····· 80
그림 5-7. 기후변화에 따른 영향 사례(생태계분야) ····· 81
그림 5-8. 국가 기후변화 적응대책 분야 ····· 82
그림 5-9. 부문별 국가 기후변화 적응대책(2011~2015년) ····· 83
그림 5-10. 기후변화 적응대책 추진 절차 ····· 85

| 요 | 약 |

■ 현황

- 최근 30년(1981~2010년) 우리나라 평균기온(45개 관측소 기준)은 과거 30년(1971~2000년) 대비 0.2℃ 상승하였으며, 강수량은 3.4% 증가함.
- 연평균기온의 변화 추세는 상승(0.27℃/10년)하는 경향이 뚜렷하며, 특히 최저기온의 상승률(0.3℃/10년)이 큼. 또한 계절 중 겨울철 평균기온 상승률(0.5℃/10년)이 가장 크며 지역별로는 수도권 및 광역시에서의 기온상승 경향이 큼.
- 연강수량은 서울(147.2mm/10년)을 비롯한 수도권과 강원도에서 크게 증가하였고, 계절 중 여름철 강수량(55mm/10년)이 유의한 증가 경향을 보임.
- 현상일수는 일부 지역을 제외하고 서리일수, 얼음일수, 일최저기온 0℃ 미만 일수 등 극한저온 현상이 감소하고, 일최저기온 25℃ 이상 일수 등 극한고온 현상은 증가함. 황사일수는 서울, 인천, 충주 등 중서부지역을 중심으로 큰 증가추세를 보임.

■ 미래전망

- 연평균기온은 최근 30년(1981~2010년, 12.5℃) 대비 편차가 점차 커질 것으로 예상되어, 21세기 말(2071~2100년, 16.6℃)에 4.1℃ 상승할 것으로 전망됨.
- 연강수량은 최근 30년(1981~2010년, 1,308mm)에 비해 점차 증가하여 21세기 말(2071~2100년)에는 19.3% 증가할 것으로 전망됨.

우리나라 기후

우리나라 최근 30년(1981~2010년) 연평균기온은 12.5℃이다(표 1). 계절별 평균값은 봄철, 여름철, 가을철, 겨울철에 대하여 각각 11.7℃, 23.6℃, 14.1℃, 0.6℃이다. 우리나라 평균최고기온은 18.1℃, 평균최저기온은 7.7℃로 나타나고, 계절 평균값은 모두 여름철, 가을철, 봄철, 겨울철 순이다. 기온의 여름철과 겨울철의 계절차가 커서 평균기온에서 23.0℃, 평균최고기온에서 22.3℃, 평균최저기온에서 23.8℃로 크게 나타난다.

표 1. 우리나라의 연·계절별 기온과 강수량(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	11.7	23.6	14.1	0.6
최고기온(℃)	18.1	17.9	28.4	20.1	6.1
최저기온(℃)	7.7	6.0	19.7	9.2	−4.1
강수량(mm)	1,308	237	723	260	89

우리나라의 최근 30년(1981~2010년) 평균연강수량은 1,308mm이다(표 1). 계절별 강수량은 여름철이 723mm로 연강수량의 약 55%를 차지하고, 가을철(260mm), 봄철(237mm), 겨울철(89mm) 순으로 나타난다. 겨울철에는 강수량이 매우 적어서 연강수량의 7%에도 미치지 못한다.

우리나라 기후변화 경향

● 기후도(클라이모그래프)의 변화

기후도는 월별 평균기온과 강수량의 장기간 평균값을 이용하여 해당지역의 기후 특성을 제공한다. 우리나라의 시·도별 과거 30년(1971~2000년), 최근 30년(1981~2010년) 클라이모그래프(그림 1)를 보면 모든 지점에서 기온은 1월에 가장 낮고, 8월에 가장 높다. 기온이 가장 낮은 1월에는 남해안과 제주도·울릉도 등 섬 지방을 제외한 전국이 영하권에 포함된다. 기온이 가장 높은 8월에는 울릉도를 제외하고 24~27℃의 분포를 보이고 있다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 모든 월의 평균기온이 과거 30년(1971~2000년) 평균값보다 최근 30년(1981~2010년) 평균값이 높았다.

우리나라의 강수는 여름철에 대부분 집중되고, 겨울철에는 강수량이 매우 적다. 그러나 울릉도는 겨울철 북서계절풍의 영향으로 풍상측 사면에 눈이 많이 내려서 겨울철도 강수량이 많았다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 최근 30년(1981~2010년) 평균값이 과거 30년(1971~2000년) 평균값보다

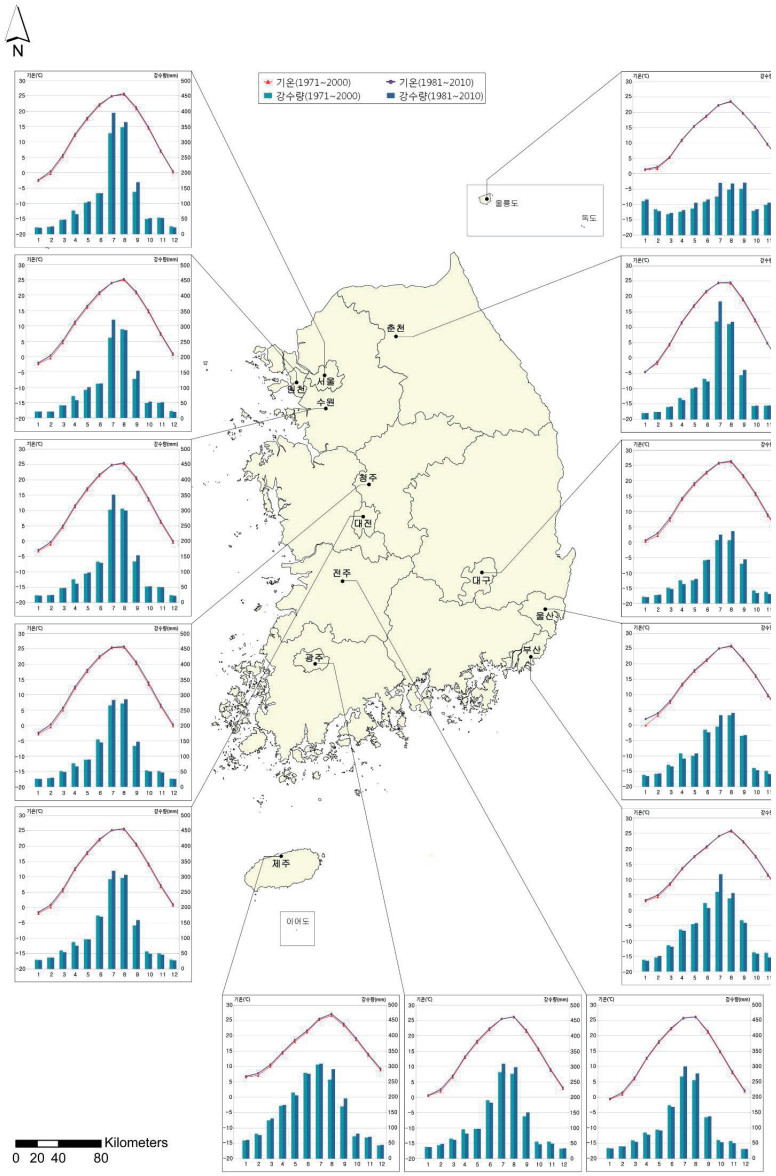
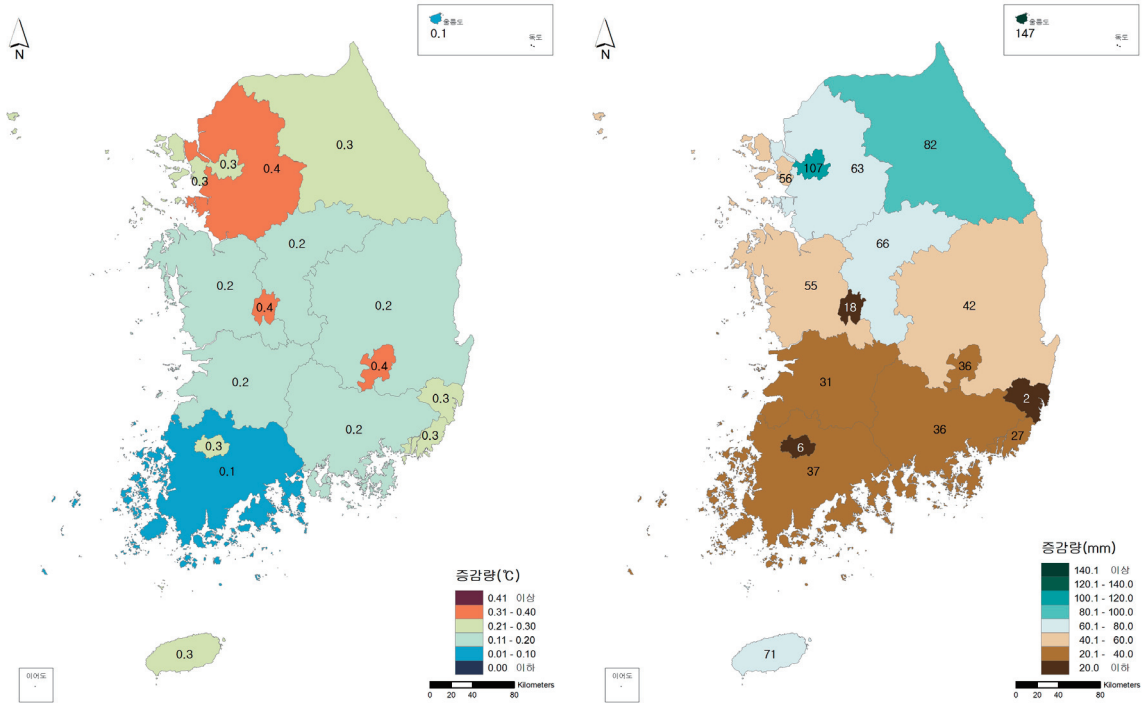


그림 1. 지점별 클라이모그래프(1971~2000년, 1981~2010년)

여름철의 강수량이 증가하고, 봄철과 가을철의 강수량은 감소하였다.

광역시·도별 과거 30년(1971~2000년) 대비 현재 30년(1981~2010년) 증감현황(그림 2)을 보면, 평균기온은 모든 광역시·도에서 0.1~0.4℃ 범위로 상승한다. 대구광역시, 대전광역시, 경기도가 0.4℃로 가장 크게, 전라남도가 0.1℃로 가장 작게 상승한다. 강수량은 모든 광역시·도에서 2~107mm로 증가한다(울릉도 147mm 증가). 서울특별시가 107mm로 가장 많이 증가하고, 울산광역시가 2mm로 가장 적게 증가한다.



(a) 평균기온 (b) 강수량

그림 2. 광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 증감현황

● 기온, 강수량의 변화

우리나라의 연평균기온(그림 3)은 1998년에 13.5℃로 가장 높고, 1980년에 11.2℃로 가장 낮다. 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 12.8℃로 가장 높고, 변화율이 0.27℃/10년으로 상승하는 경향이 뚜렷하게 나타난다.

연평균최저기온(그림 4)의 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 최근 10년(2001~2010년)에 8.1℃로 가장 높다. 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 최근 10년(2001~2010년)에 8.1℃로 가장 높다. 또한 연평균최저기온의 변화율은 0.30℃/10년으로 연평균기온 및 연평균최고기온과 비교하여 가장 큰 폭으로 상승하는 경향을 보인다.

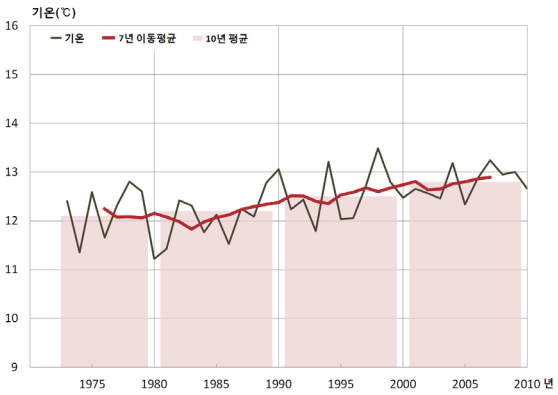


그림 3. 우리나라의 연평균기온 변화(1973~2010년)

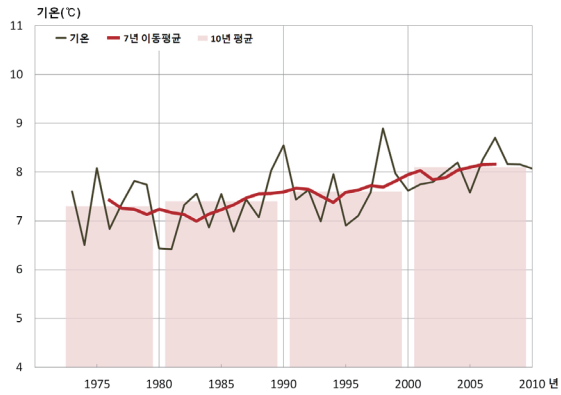


그림 4. 우리나라의 연평균최저기온 변화(1973~2010년)

우리나라의 연강수량(그림 5)은 2003년에 1,861mm로 가장 많고, 1988년에 849mm로 가장 적어서 분석기간(1973~2010년) 동안 그 변동성이 매우 크다. 10년 평균값은 최근 10년(2001~2010년)에 1,359mm로 가장 많은 것으로 나타난다. 변화경향은 증가와 감소를 반복하고 있으며, 변화율은 여름철(55.20mm/10년)을 제외하고 통계적으로 유의한 변화경향이 나타나지 않는다.

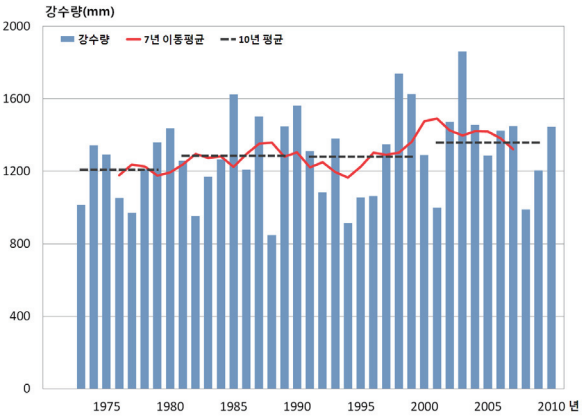


그림 5. 우리나라의 연강수량 변화(1973~2010년)

● 현상일수의 변화

61개 지점별 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율은 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았지만 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율은 중서부지역에서 증가경향이 비교적 크다.

29개 지점별 연간황사일수 변화율은 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타나지만 연간서리일수 변화율은 17개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타난다.

● 극한기후지수의 변화

61개 지점별 최저기온 1퍼센타일 변화율은 23개 지점을 제외한 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 상승경향이 나타난 반면에 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화율은 최저기온의 상승으로 대부분의 지점에서 감소하는 경향으로 나타난다.

기온과 강수량의 미래 전망

광역시·도별 최근 30년(1981~2010년)과 미래 30년별 연평균기온 전망은 그림 6과 같다. 최근 30년(1981~2010년) 광역시·도별 연평균기온은 10.7~15.9℃ 범위이고, 남부지역의 기온이 높다. 21세기 초(2011~2040년)에는 10.3~16.2℃ 범위로 전망되고, 21세기 중반(2041~2070년)에는 11.6~17.5℃ 범위로 전망되며, 남부지방을 중심으로 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다. 21세기 말(2071~2100년)에는 13.2~18.8℃ 범위로 전망되어, 대부분의 지역에서 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다.

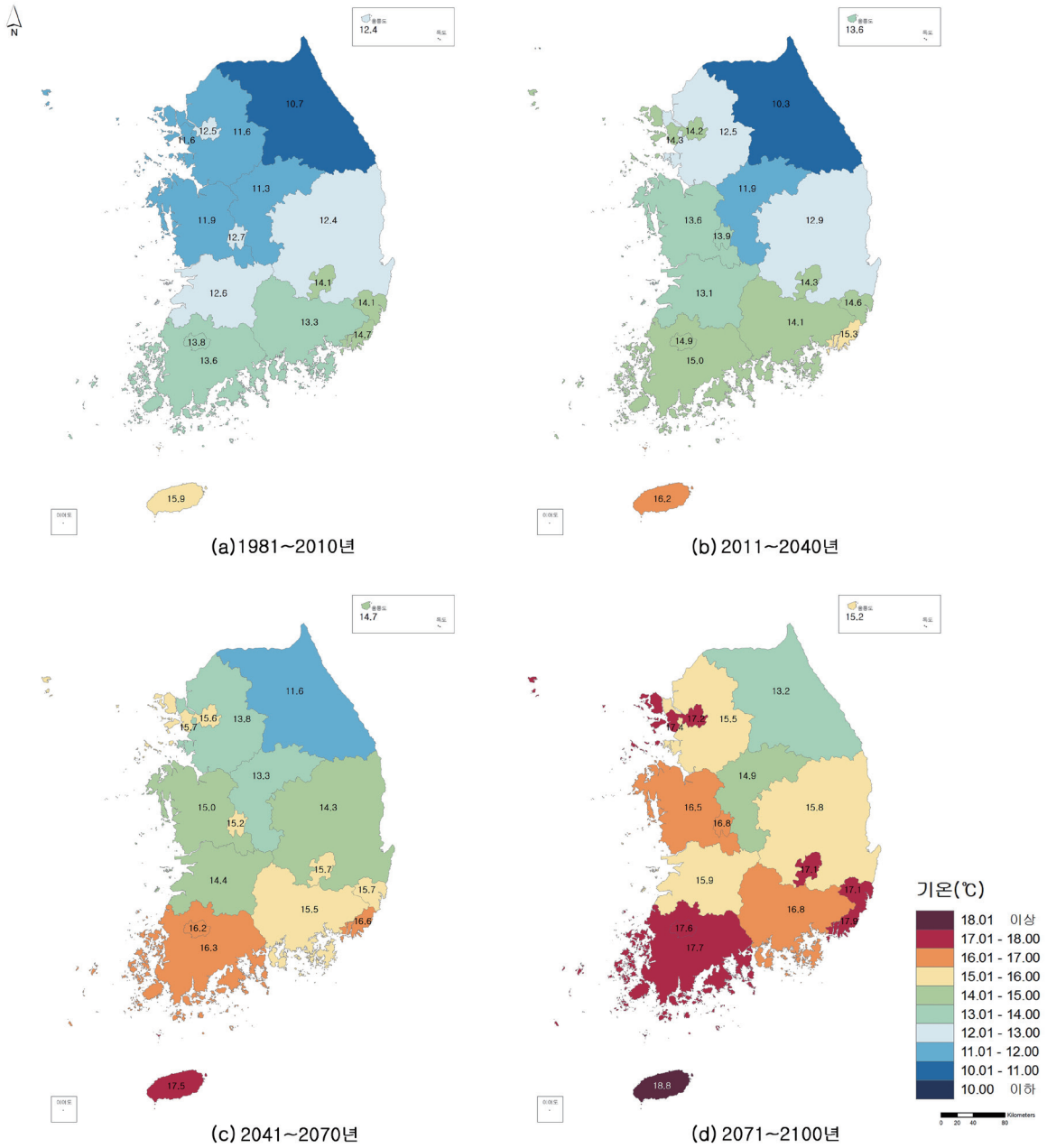


그림 6. 광역시·도별 연평균기온 미래 전망

광역시·도별 최근 30년(1981~2010년)과 미래 30년별 연강수량 전망은 그림 7과 같다. 최근 30년(1981~2010년) 광역시·도별 연강수량은 1,064~1,787mm 범위이고, 남부지방에서 1,400mm 이상인 지역이 많다. 21세기 초(2011~2040년)에는 1,173~1,869mm 범위로 전망되며, 대부분의 지역에서 최근 30년(1981~2010년)보다 증가할 것으로 전망된다. 21세기 중반(2041~2070년)에는 1,276~1,964mm 범위로 전망되고, 21세기 말(2071~2100년)에는 1,292~2,026mm 범위로 전망되며, 대부분의 지역에서 1,400mm를 넘을 것으로 전망된다.

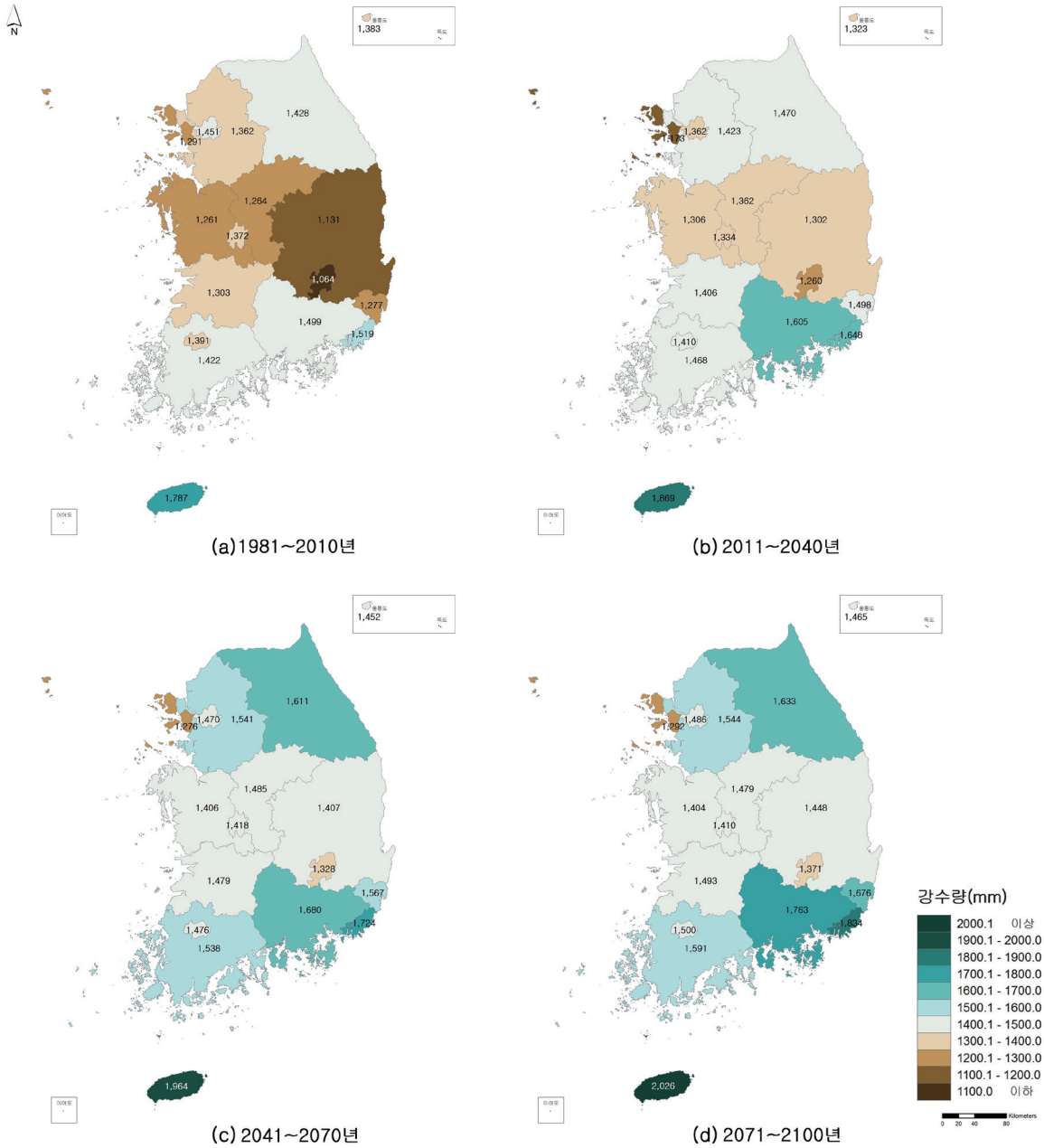


그림 7. 광역시·도별 연강수량 미래 전망

우리나라의 연평균기온 미래 전망을 살펴보면, 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균값은 지속적으로 상승할 것으로 전망되지만(그림 8), 연강수량 미래 전망은 기온보다 변동성이 커서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 9).

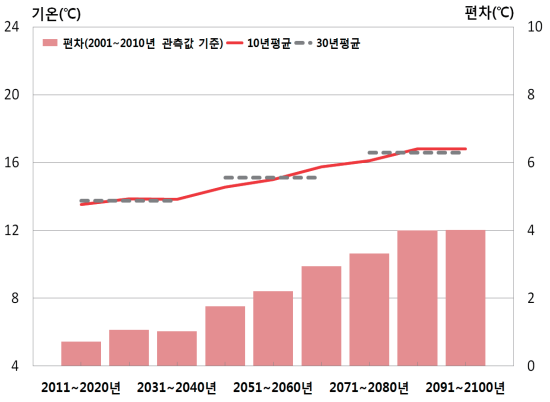


그림 8. 우리나라의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

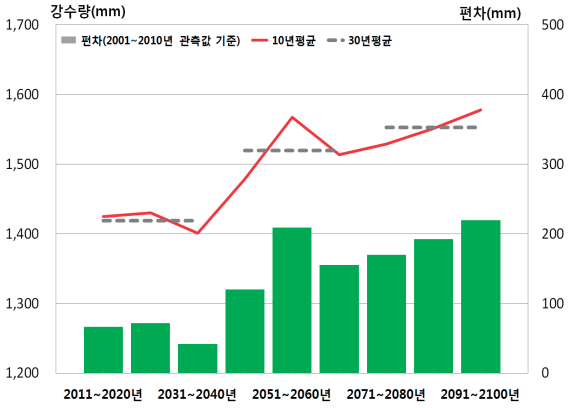
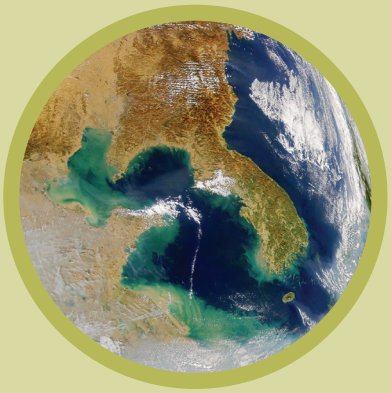


그림 9. 우리나라의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

결론 및 제언

기후변화 관련 정책으로 2010년 환경부는 기상청을 포함한 13개 부처와 함께 국가 기후변화 적응대책(2011~2015년)을 수립한 바 있으며, 기후변화의 실질적 이행주체인 지자체도 2011년부터 세부 이행계획을 수립하고 있는 중이다. 기상청은 환경부와의 협의를 통해 2012년 초에 수립예정인 광역지자체 기후변화 적용 세부시행계획부터는 본 한국기후변화백서 및 11개 지역별 기후변화보고서의 통일된 자료를 활용하여 일관성 있는 정책수립이 되도록 하였다.

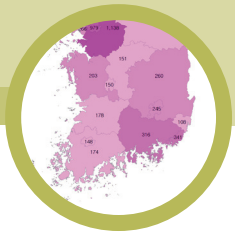
기상청에서는 2012년 말에 새로운 온실가스 시나리오(RCP)를 이용한 상세 기후변화 시나리오를 분석하여 '한반도 미래 기후전망보고서'를 발표할 예정이다. 따라서 본 보고서가 광역지자체 적응정책 수립에 활용되는 것처럼 새로운 전망 보고서도 관련 정책수립 등에 적극적으로 활용되기를 기대한다.



I. 서론

1. 우리나라 자연 및 인문환경

2. 조사연구 방법



기후변화로 인해 전 세계적으로 홍수, 폭염, 한파, 가뭄의 피해가 빈번하게 발생하고 있다. 우리나라도 예외는 아니어서 2011년 7월 26~28일 3일 동안 서울에 587.5mm(3일 연속강수량 1위)의 기록적인 집중호우로 수많은 인명손실과 엄청난 재산피해가 발생했다. 우리나라에서 가장 빈번하게 발생하는 자연재해의 유형은 호우이지만, 2010년 12월과 2011년 1월에 발생한 대설도 도로, 공항 등을 마비시켜 막대한 경제적 피해를 초래했다. 또한 극한 고온 현상으로 인한 생태계 파괴와 보건 문제도 빈번하게 보고되고 있다. 소방방재청의 통계에 따르면 최근 10년(2001~2010년)간 다양한 기상관련 재해로 인한 우리나라의 인명피해는 684명이고, 재산 손실액은 17조 440억 원에 달한다(표 1-1). 태풍과 호우가 차지하는 비율이 약 87%로 가장 높고, 그 다음이 대설이다.

이와 같은 피해를 줄이기 위해서는 적절한 기후변화 적응 및 대응 전략 수립이 필요하고, 이를 위해서는 기후변화 특성 파악이 필수적이다. 에너지 수급, 도시계획, 수자원 관리, 기후관련 자연재해 경감에 효과적으로 대응하기 위해서 기후변화에 대한 일관성 있는 정보가 포함된 기후변화보고서가 필수적이다.

미국, 영국, 오스트레일리아, 일본 등 기상 선진국에서는 기후변화에 관한 정보를 체계적이고, 과학적으로 분석하여 제공하고 있다. 우리나라에서도 기후변화에 관한 다양한 분석이 이루어졌으나, 분석에 사용하는 통계적 방법, 기후요소, 자료기간, 관측지점 등에 따라 상이한 결과가 도출되어 사용자들이 혼동할 수 있다. 그래서 기상청은 종합적인 한국의 기후변화를 평가하기 위해 우리나라를 16개 지역으로 구분하고, 지역별 기후 현황, 기후변화 경향, 미래 전망을 동일한 방법으로 분석한 지역기후변화보고서를 발간하였다. 그리고 11권의 지역기후변화보고서 내용을 비교·종합한 본 한국기후변화백서는 기후변화 관련 정책수립 과정에 참여하는 누구나 손쉽게 활용할 수 있도록 기술하였다.

본 장에서는 우리나라의 다양한 기후요소의 특징과 기후변화 경향을 파악하기에 앞서 우리나라의 주요한 자연환경과 인문환경을 포함한 지리적 특성과 분석에 사용된 자료, 통계적 방법에 대해서 제시하고자 한다.

표 1-1. 최근 10년(2001~2010년)간 기상관련 자연재해 인명 손실과 재산피해

구분	사망(인)	피해액(백만 원)
호우	236	4,574,687
강풍	12	38,548
대설	14	1,319,229
풍랑	–	69,941
태풍	418	10,245,223
폭풍설	4	796,436
합계	684	17,044,064

자료: 소방방재청, 2010

1. 우리나라 자연 및 인문환경

북반구 중위도의 유라시아대륙 동안에 위치하는 우리나라는 경위도 상으로 북위 33°~43°, 동경 124°~132° 사이에 놓여 있다. 우리나라의 동·서 폭은 약 300km, 남·북 폭은 약 1,100km이고, 3,400여 개의 부속 도서(섬)로 구성되어 있다. 총 면적은 약 22만 km^2이고, 그 중 남한의 면적은 약 10만 km^2이다. 남한은 1개의 특별시, 6개의 광역시, 8개의 도, 1개의 특별자치도로 구성되고, 특별시는 자치구로, 광역시는 자치구와 군으로, 도는 자치시와 군으로 각각 다시 나뉜다(그림 1-1).

그림 1-1. 우리나라의 광역시·도별 행정구역

1) 자연환경

우리나라는 산지가 국토의 약 70% 이상을 차지하지만, 산지의 고도가 상대적으로 높지 않다. 북쪽과 동쪽의 산지가 높고, 서쪽과 남쪽으로 가면서 고도가 낮아진다(그림 1-2). 우리나라의 하천은 낙동강, 섬진강 등 일부를 제외하고는 대부분 동쪽에서 서쪽으로 흐른다. 높은 산맥들이 동쪽으로 치우쳐 있기 때문에 황해로 유입되는 하천들은 대체로 유로가 길고, 유역면적이 넓어 유량이 많은 특징이 있다. 이로 인해 규모가 큰 평야나 분지는 황해로 유입되는 하천을 따라 분포한다. 이에 반해 동해로 유입되는 하천들은 유로가 짧고, 유역면적이 좁아 유량이 적은 특징이 있다. 우리나라의 서해안과 남해안은 수심이 낮고, 해안선이 복잡한 반면에 동해안은 수심이 깊고, 해안선이 단조롭다.

그림 1-2. 우리나라의 지형도(국토지리정보원, 2007)

우리나라는 겨울철에 한랭, 건조한 시베리아고기압의 영향을 강하게 받고, 여름철에는 주로 고온, 다습한 북태평양고기압의 영향을 받는다. 우리나라는 대기활동이 활발한 중위도에 위치하여 전선, 고기압, 저기압 등의 영향을 많이 받는 지역이다. 우리나라는 유라시아대륙의 동안에 위치하여 대륙 서안에 위치한 지역보다 대륙성 기후가 뚜렷하게 나타난다. 하지만 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 남부지역에서는 해양성 기후의 특성이 나타나기도 하며, 지형이 복잡하기 때문에 지역별로 기후의 차이가 뚜렷하다.

2) 인문환경

2010년 현재 우리나라의 총인구는 약 4,858만 명이다. 광역시·도별로는 경기도가 약 1,138만 명으로 가장 많고, 서울(약 979만 명), 부산(약 341만 명) 순으로 나타났다(그림 1-3). 수도권의 인구가 전체의 약 49%를 차지하고, 서울을 비롯한 광역시의 인구가 전체에서 약 46%를 차지하여 뚜렷한 도시 인구집중현상을 보인다.

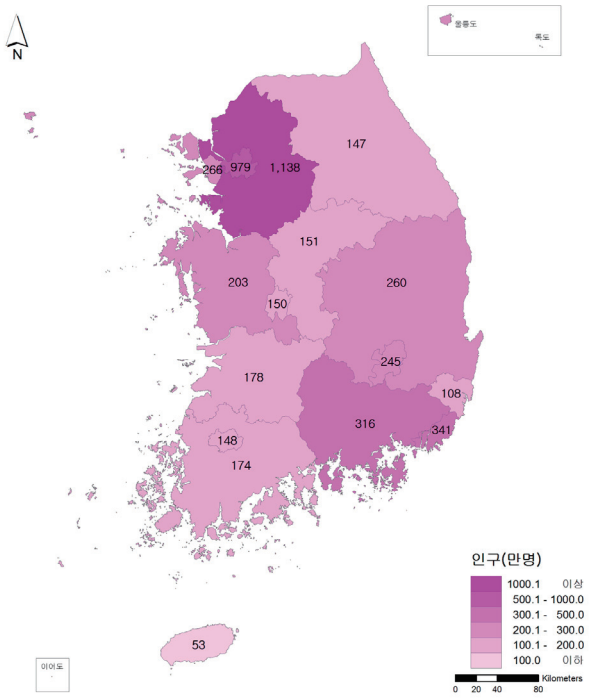


그림 1-3. 광역시·도별 인구(통계청, 2010)

우리나라의 인구변화를 보면 1990년에 약 4,300만 명에서 2000년에 약 4,600만 명으로, 2010년에 약 4,800만 명으로 증가하였다(표 1-2). 이에 따른 인구밀도도 1990년에 단위면적당 약 438명에서 2000년에 약 464명으로, 2010년에 약 486명으로 증가하였다.

우리나라의 산업구조는 1960년대 경제개발 5개년 계획의 시작과 더불어 기존의 1차 산업 중심에서 제조업을 중심으로 2차 산업이 발달하였다. 2차 산업은 1990년대 초에 정점에 달하였으며, 이후 2차 산업은 쇠퇴하고 서비스업을 중심으로 3차 산업이 지속적으로 성장하는 추세이다.

표 1-2. 우리나라의 인구와 인구밀도 변화

연도	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년
인구(만 명)	4,341	4,461	4,614	4,728	4,858
인구밀도(명/km²)	438	449	464	475	486

자료: 인구주택총조사보고서(통계청), 해당연도

우리나라에는 약 330만 개의 사업체에서 약 1,700만 명의 종사자가 근무하고 있다. 사업체 중에서는 도·소매업이 약 26.2%를 차지하여 가장 많고, 숙박 및 음식업(19.1%), 기타 개인서비스업(11.2%), 운수업(10.4%) 등이 10% 이상의 비중을 차지하고 있다. 1, 2, 3차 산업으로 보면 1차 산업은 매우 적고, 2차 산업은 12.9% 사업체에서 25.7% 종사자가 근무하고 있으며, 3차 산업은 87.1% 사업체에서 74.2% 종사자가 근무하고 있다.(한국통계연감, 2010)

우리나라의 총 토지면적은 약 99,897km^{2}이고, 지목별 면적에서는 임야가 차지하는 비율이 약 64.5%로 가장 많고 전·답(19.7%), 도로·철도(2.9%), 하천(2.8%) 순이었다(표 1-3).

표 1-3. 우리나라의 토지 이용현황

토지이용 / 요소	임야	전·답	도로·철도	하천	대지	공장	기타	총
면적(km^2)	64,472	19,716	2,930	2,837	2,706	720	6,516	99,897
비율(%)	64.5	19.7	2.9	2.8	2.7	0.7	6.7	100

자료 : 한국통계연감(통계청), 2010

2. 조사연구 방법

1) 자료

본 백서에서는 장기간의 고품질 자료를 확보하고 있는 전국 61개 지점의 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온, 일강수량 자료를 사용하였다(그림 1-4). 다양한 기후요소의 전국 평균값은 기상청의 기준에 따라 45개 지점을 사용하였고, 현상일수 중 일부(눈, 황사, 서리, 얼음)는 29개 지점을 사용하였다(표 1-4).

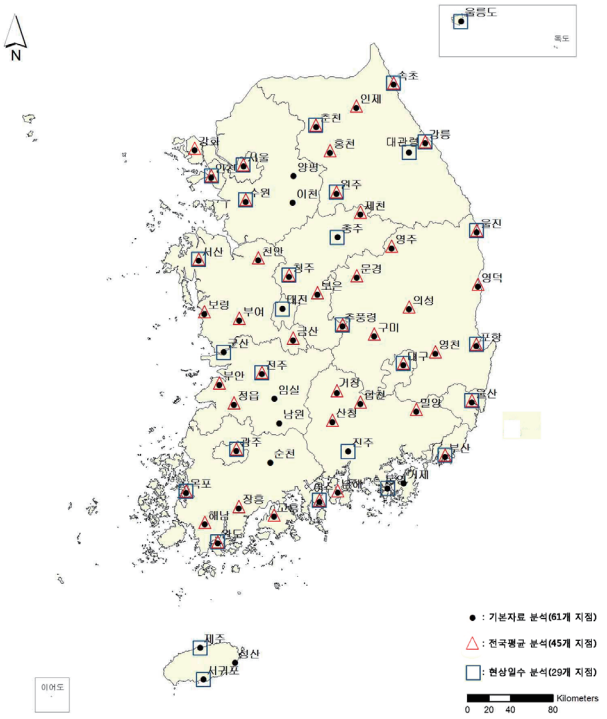


그림 1-4. 분석지점

표 1-4. 광역시·도별 분석을 위해 사용된 지점

광역시·도	관측 지점	전국평균 분석지점	광역시·도 분석지점	현상일수 분석지점	광역시·도	관측 지점	전국평균 분석지점	광역시·도 분석지점	현상일수 분석지점
서울특별시	서울	o	o	o	전라북도	군산		o	o
부산광역시	부산	o	o	o		전주	o	o	o
대구광역시	대구	o	o	o		부안	o	o	
인천광역시	인천	o	o	o		임실		o	
	강화	o	o			정읍	o	o	
광주광역시	광주	o	o	o		남원		o	
대전광역시	대전		o	o	전라남도	목포	o	o	o
울산광역시	울산	o	o	o		여수	o	o	o
경기도	수원	o	o	o		완도	o	o	o
	이천		o			순천		o	
	양평		o			장흥	o	o	
강원도	강릉	o	o	o		해남	o	o	
	속초	o	o	o		고흥	o	o	
	대관령		o	o	경상북도	울진	o	o	o
	춘천	o	o	o		포항	o	o	o
	원주	o	o	o		구미	o	o	
	울릉도		o	o		영주	o	o	
	인제	o	o			문경	o	o	
	홍천	o	o			영덕	o	o	
충청북도	청주	o	o	o		의성	o	o	
	제천	o	o			영천	o	o	
	충주		o	o	경상남도	통영		o	o
	보은	o	o			진주		o	o
	추풍령	o	o	o		거창	o	o	
충청남도	서산	o	o	o		합천	o	o	
	천안	o	o			밀양	o	o	
	보령	o	o			산청	o	o	
	금산	o	o			거제		o	
	부여	o	o			남해	o	o	
					제주특별자치도	제주		o	o
						서귀포		o	o
						성산		o	

미래전망 분석을 위해서 기상청에서 제공하는 IPCC SRES A1B 시나리오 기반의 10km 해상도 기후변화 전망자료를 이용하였고, 분석기간은 2011~2100년이다. 본 시나리오에서 남한은 공간적으로 1,006개 격자로 구성되어 있다(그림 1-5).

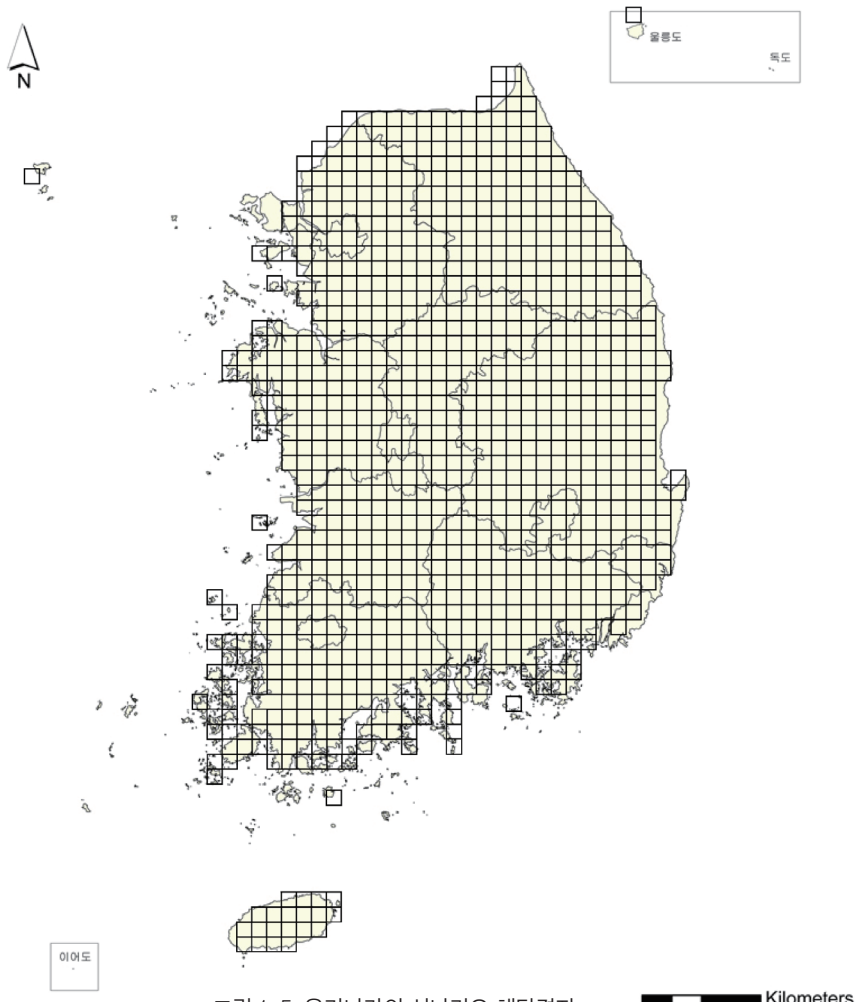


그림 1-5. 우리나라의 시나리오 해당격자

2) 분석방법

우리나라의 기온, 강수, 극값, 현상일수, 극한기후지수 등 기후특성은 최근 30년(1981~2010년) 평균값을 이용하여 파악하였다. 전국 평균은 그림 1-4에 제시된 45개 지점을 산술평균하였고, 광역시·도별 평균은 해당 지역의 자료를 산술평균하였다. 기온과 강수에 대해서는 전국 평균과 비교한 광역시·도별 편차를 연·계절별로 산출하였고, 연평균기온과 연강수량은 등치선으로도 표현하여 우리나라의 기후특성을 나타내었다. 단, 울릉도는 다른 지점과 평균하여 분석할 경우 고유의 기후적 특성이 나타나지 않을 수 있기 때문에 별도로 분석하여 함께 표현하였다. 극값은 모든 관측기간과 관측지점의 최고기온, 최저기온, 강수량, 풍속, 신적설 등에 대한 상위 5개 최대·최소값을 추출하여 분석하였다. 구체적인 분석에 사용된 기후요소, 현상일수, 극한기후지수, 극값 항목은 표 1-5와 같다.

우리나라 기후특성 파악에서 극한기후지수의 분석은 필수적이다. 기온, 강수와 관련된 각 5개의 극한기후지수를 사용하였으며 그 정의는 표 1-6과 같다. 일최저기온 0℃ 미만 일수는 한랭한 정도를 보여줄 수 있는 극한기후지수이고, 온난야율은 야간 기온의 고온 정도를 나타내는 지수이다. 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수는 강수의 부족으로 인한 가뭄 정도를 나타낼 수 있고, 5일 최다강수량과 95퍼센타일 강수량 비율은 홍수예측에 사용될 수 있는 지수이다.

표 1-5. 장별 분석에 사용된 상세항목

구분	상세항목
기후요소 (2장, 3~4장 부분분석)	기온(평균, 최고, 최저, 일교차), 강수량, 상대습도, 일조시간
주요 현상일수(3장)	일강수량 0.1mm 이상 일수, 일강수량 80mm 이상 일수, 눈일수, 일최저기온 25℃ 이상 일수, 황사일수, 서리일수, 얼음일수
극값(2장, 3장 부분분석)	일강수량, 1시간최다강수량, 일평균기온의 최고값, 일평균기온의 최저값, 일최고기온의 최고값, 일최저기온의 최저값, 최심신적설, 최심적설, 일최대풍속의 최대값, 일최대순간풍속의 최대값
극한기후지수 (2장, 3~4장 부분분석)	최고기온 95·99퍼센타일, 최저기온 1·5퍼센타일, 강수량 95·99퍼센타일, 일최저기온 0℃ 미만 일수, 연극한기온교차, 온난야율, 식물성장가능기간, 최대열파지속일수, 10mm 이상 강수일수, 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수, 5일 최다강수량, 일강수강도, 95퍼센타일 강수량 비율

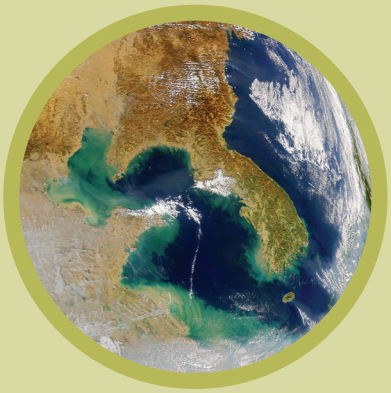
표 1-6. 극한기후지수 정의

지수	정의
일최저기온 0℃ 미만 일수	연중 일최저기온이 0℃ 미만인 날의 수로 정의
연극한기온교차	연중 가장 높았던 일최고기온과 가장 낮았던 일최저기온과의 차이로 정의
온난야율	연중 일최저기온이 1971~2000년의 일최저기온 90퍼센타일을 초과한 날의 비율로 정의
식물성장가능기간	연중 일평균기온이 5℃ 보다 높은 날이 6일 이상 지속되고 그로부터 일평균기온이 5℃ 미만인 날이 6일 이상 지속되었을 때 사이의 일수로 정의
최대열파지속일수	연중 일최고기온이 1971~2000년의 평균 일최고기온보다 5℃ 높은 날이 6일 이상 지속되었을 때의 최장기간으로 정의
10mm 이상 강수일수	연중 일강수량 10mm 이상인 날의 수로 정의
일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수	연중 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수로 정의(최대무강수지속기간이라고도 함)
5일 최다강수량	연중 5일 동안의 최다강수량으로 정의
일강수강도	연강수량을 연강수일수(일강수량 1mm 이상 강수일)로 나눈 것으로 정의
95퍼센타일 강수량 비율	연중 일강수량이 1971~2000년의 일강수량 95퍼센타일을 초과하는 강수일의 총강수량이 연강수량에서 차지하는 비율로 정의(일강수량 0.1mm 미만의 강수일은 제외)

기후변화 경향을 파악하기 위해서 7년 이동평균값과 10년 평균값을 구하였으며, 1971~2000년과 1981~2010년 값을 비교하여 나타내었다. 변화경향의 유의성 검증은 Kendal-tau를 이용하였으며, 38년 변화율은 Pearson 회귀계수를 이용하여 산출하였다. 기온과 강수는 광역시·도별로 변화율을 나타내었고, 현상일수 및 극한기후지수는 61개 분석지점별로 변화율을 파악하였다. 단, 기온과 강수의 광역시·도별 변화율에서 울릉도는 지역평균에 포함하지 않고 별도로 표현하였으며, 현상일수(눈일수·황사일수·서리일수·안개일수)에 대해서는 목측관측을 하는 29개 지점을 대상으로 분석하였다.

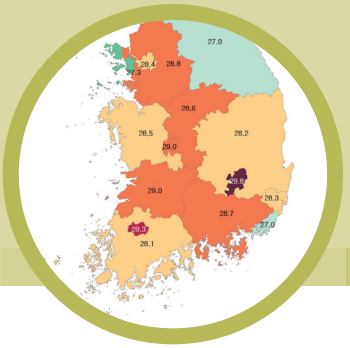
우리나라의 기후변화 미래 전망을 분석하기 위하여, 기상청에서 제공하는 2000~2100년 IPCC SRES A1B 시나리오 기반의 10km 해상도 상세 기후변화 전망자료(1,006개 격자)를 이용하여 공간적, 시간적 변화 경향을 파악하였다. 우리나라의 광역시·도별 평균기온, 강수량을 30년 간격(2011~2040년, 2041~2070년, 2071~2100년)의 평균장을 공간분포도로 나타내었다. 그리고 현재(2001~2010년 관측 평균값)와 비교한 편차장을 공간분포도로 함께 나타내었다. 또한 10년 단위 평균 시계열 분석을 통해 광역시·도별 요소별 상승값((2091~2100년)−(2011~2020년))을 나타내었다. 미래 기후변화 시나리오는 불확실성이 존재한다는 전제하에 주로 장기간의 평균을 분석하였다.

한국기후변화백서 내 단계구분도에 사용되는 범례색상은 기상청에서 제공하는 스펙트럼을 사용하였고, 1950년대 평균값은 기후통계지침에 따라 분석에서 제외하였다. 변화율을 도식화하기 위해 변화 정도에 따라 화살표의 크기를 달리 표현하였고, 양의 변화율은 붉은색을, 음의 변화율은 푸른색을 사용하였으며 결과가 통계적으로 유의하지 않은 지역의 경우에는 투명하게 표현하였다. 유효 자릿수는 기온의 경우 소수 첫째자리까지, 강수량의 경우 정수자리까지 사용하였다. 용어는 기후통계지침의 기후통계값의 명명법과 예시에 준하였으며, 계절의 정의는 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12~익년 2월)로 구분하여 분석하고, 겨울철 누년 평균 시, 첫 해 1, 2월과 마지막 해 12월은 제외하였다.



Ⅱ. 우리나라의 기후

1. 기온
2. 강수
3. 바람
4. 기타 기후요소
5. 극값
6. 극한기후지수



본 장에서는 기온, 강수 등 기후요소와 주요 현상일수, 극값 및 극한기후지수를 통하여 우리나라 최근 30년(1981~2010년)의 연, 계절별 기후특성을 분석하였다. 기온과 강수에 대해서는 전국 평균 및 광역시·도별 평균으로 나타내었고, 주요 현상일수와 극값 및 극한기후지수는 지점별 값을 제시하였다.

1. 기온

우리나라의 1981~2010년 연평균기온[1]은 12.5℃이다. 기온의 계절 평균값은 모두 여름철, 가을철, 봄철, 겨울철 순이며, 여름철과 겨울철의 계절평균기온차는 23℃ 내외로 뚜렷하다. 특히 평균최고기온은 22.3℃로 작게, 평균최저기온은 23.8℃로 크게 나타난다.

표 2-1. 우리나라의 연·계절별 평균기온(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	11.7	23.6	14.1	0.6
최고기온(℃)	18.1	17.9	28.4	20.1	6.1
최저기온(℃)	7.7	6.0	19.7	9.2	-4.1

우리나라의 연평균기온은 북서계절풍의 영향으로 겨울이 몹시 춥기 때문에 같은 위도 상에 위치한 다른 지역보다 낮다. 우리나라에서 연평균기온이 가장 높은 곳은 제주도의 서귀포(16.6℃)이고, 남동해안에서도 높게 나타난다. 고위도 지역일수록, 해발고도가 높아질수록 기온이 낮아지므로, 우리나라에서는 해발고도가 772.6m에 달하는 대관령(6.7℃)의 기온이 가장 낮게 나타난다(그림 2-1). 같은 위도 상에서는 내륙이 해안보다 기온이 낮고, 동해안이 서해안보다 기온이 높다.

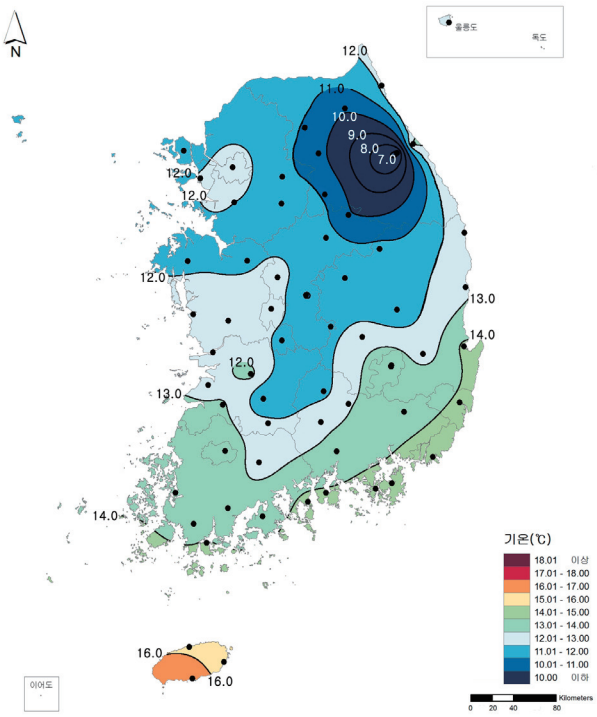


그림 2-1. 우리나라의 연평균기온(1981~2010년)

1 월별 자료는 부록 참고

광역시·도별 연평균기온 분포를 보면(그림 2-2), 남쪽에 위치한 지역에서 연평균기온이 높다. 광역시·도별로는 제주특별자치도가 15.9℃로 가장 높고 부산광역시(14.7℃), 울산광역시(14.1℃), 대구광역시(14.1℃) 순으로 나타난다. 반면에 위도가 높고, 산지가 많은 강원도가 10.7℃로 가장 낮고 충청북도(11.3℃), 인천광역시와 경기도(11.6℃) 순으로 나타난다.

우리나라 연평균기온(12.5℃)과 광역시·도별 연평균기온의 편차 분포를 보면(그림 2-3) 제주특별자치도, 부산광역시, 울산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상남도, 대전광역시, 전라북도에는 양의 편차가 나타나 우리나라의 연평균기온 보다 기온이 높은 지역에 속하고 강원도, 충청북도, 경기도, 충청남도, 인천광역시, 경상북도에서는 음의 편차가 나타나 기온이 낮은 지역에 속한다. 강원도에서 음의 편차가 가장 크고, 제주특별자치도에서 양의 편차가 가장 크게 나타나며, 두 지역의 연평균기온 차이는 5.2℃이다. 서울특별시는 우리나라 연평균기온과 같은 기온을 보인다.

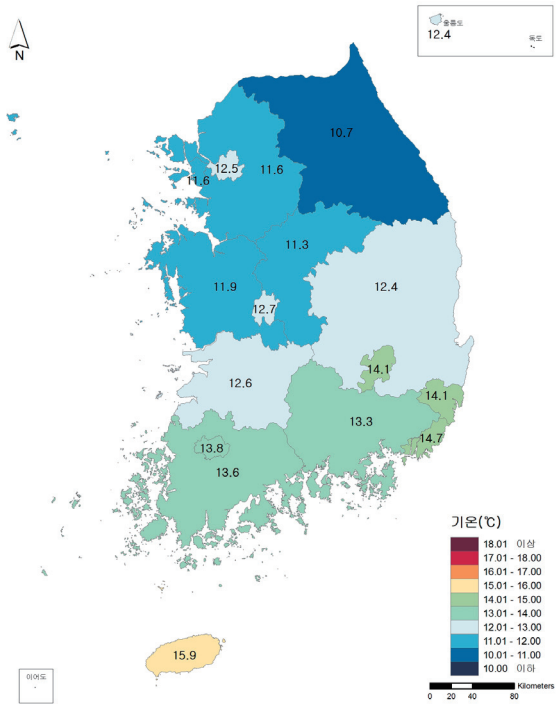


그림 2-2. 광역시·도별 연평균기온(1981~2010년)

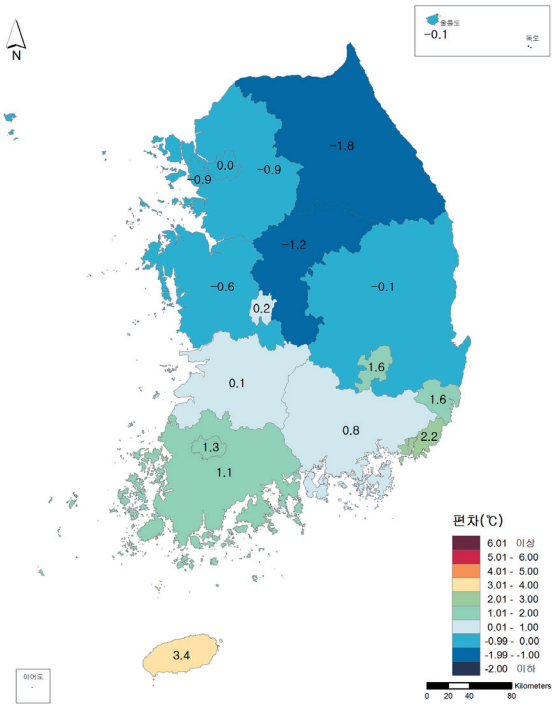


그림 2-3. 광역시·도별 연평균기온편차(1981~2010년)

계절별 평균기온 분포를 보면(그림 2-4), 봄철에는 제주특별자치도가 13.9℃로 가장 높고, 강원도가 10.3℃로 가장 낮다. 여름철에는 대구광역시가 25.0℃로 가장 높은 기온을, 강원도가 22.2℃로 가장 낮은 기온을 나타내어 기온의 지역차가 작아진다(울릉도 21.5℃). 가을철, 겨울철에는 제주특별자치도가 18.3℃, 7.0℃로 가장 높고, 강원도가 12.2℃, −1.9℃로 가장 낮다. 겨울철 평균기온은 강원도, 경기도, 충청북도, 인천광역시, 서울특별시, 충청남도에서 영하가 유지된다.

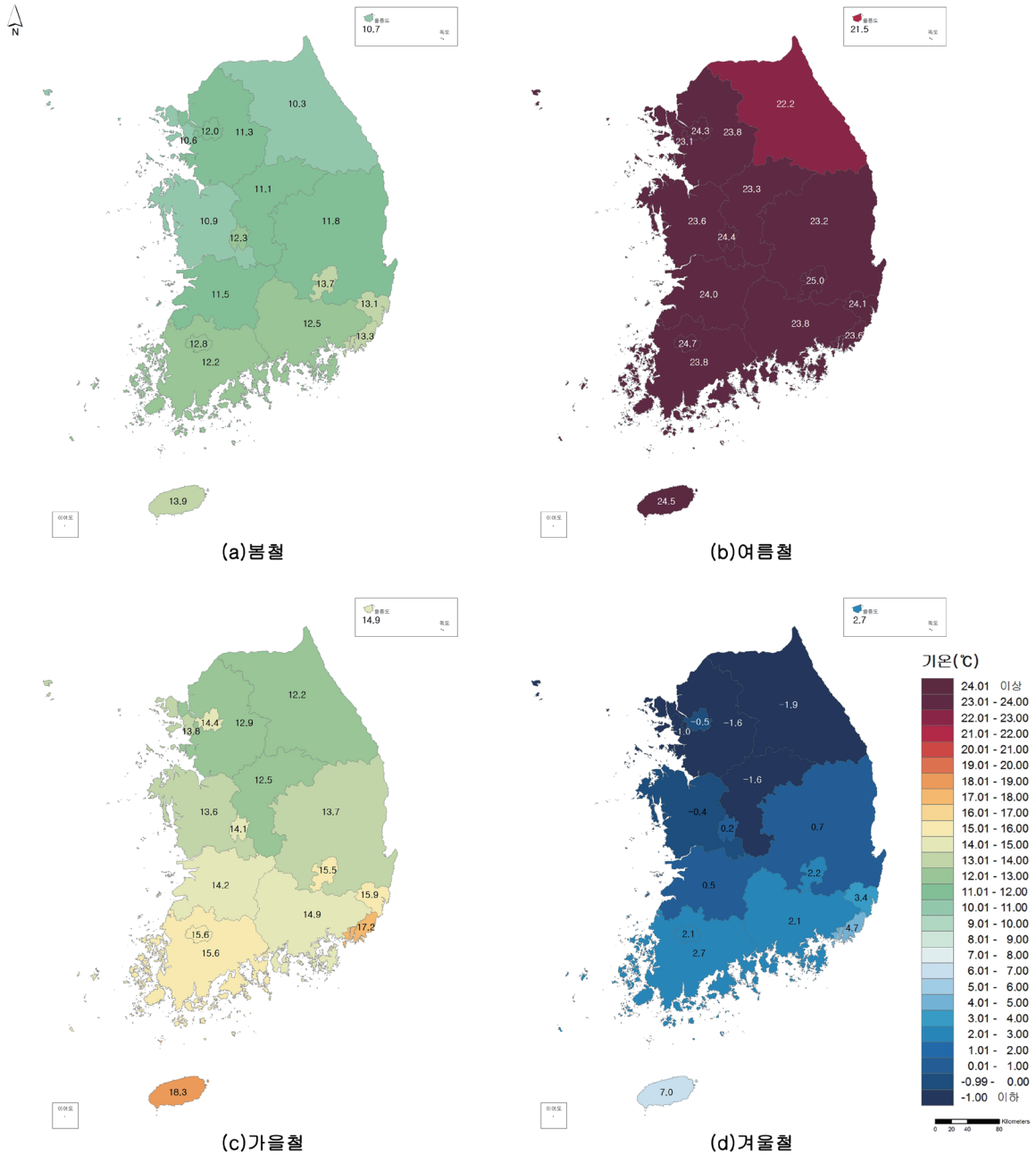


그림 2-4. 광역시·도별 계절별 평균기온(1981~2010년)

계절별 평균기온(봄: 11.7℃, 여름: 23.6℃, 가을: 14.1℃, 겨울: 0.6℃)을 이용하여 광역시·도별 평균기온편차 분포를 보면(그림 2-5), 봄철, 가을철, 겨울철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 강원도가 가장 큰 음의 편차가 나타난다. 여름철에는 대구광역시가 가장 큰 양의 편차, 강원도가 가장 큰 음의 편차가 나타나고 부산광역시는 우리나라 여름철 평균기온과 같다. 우리나라는 위도 차에 의해 겨울철 강원도·경기도와 제주도의 기온차이가 약 8℃ 이상 나타나는 등 남-북간 기온편차가 크다.

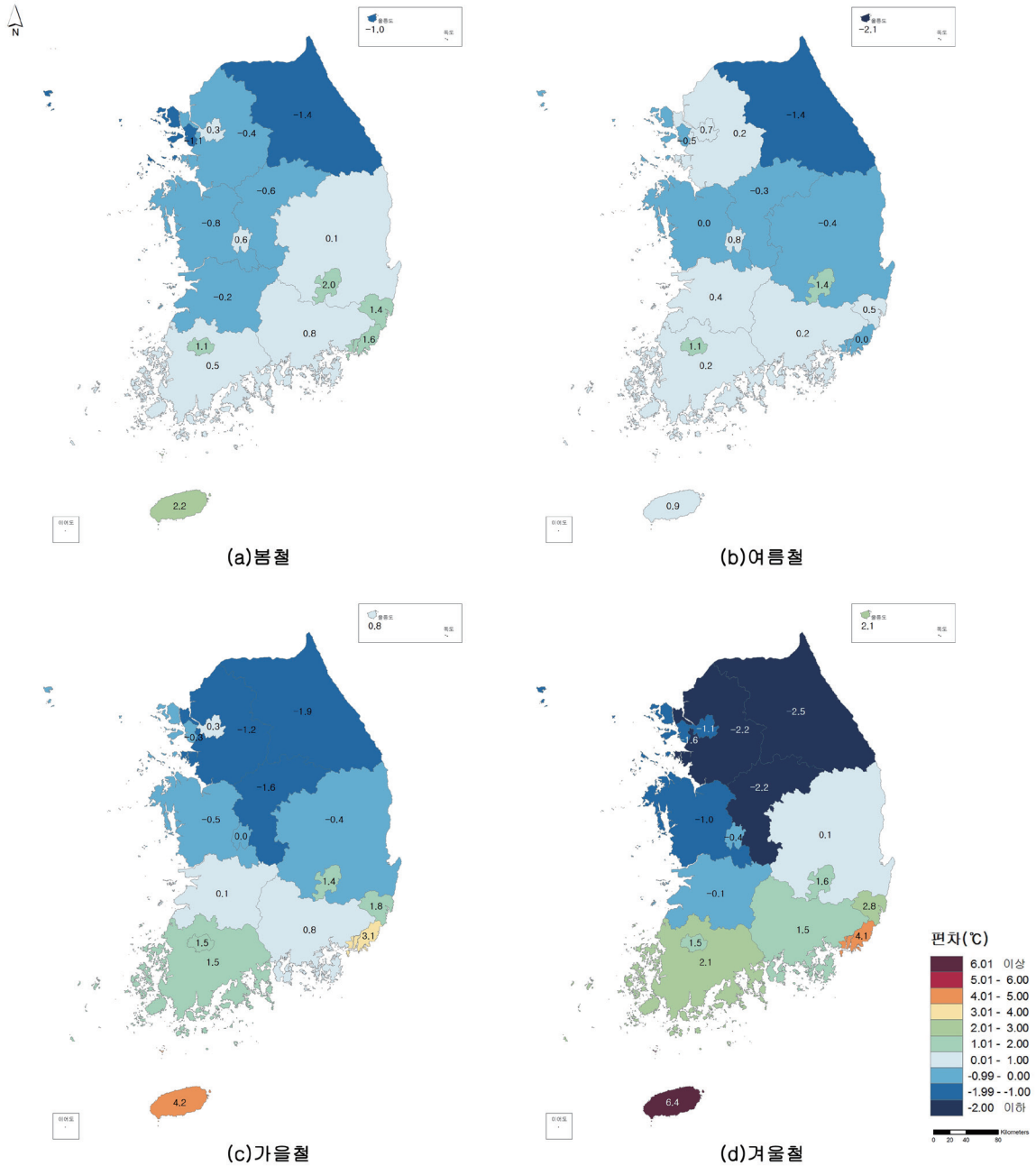


그림 2-5. 광역시·도별 계절별 평균기온편차(1981~2010년)

우리나라의 광역시·도별 여름철 평균최고기온 분포를 보면(그림 2-6), 대구광역시가 29.8℃로 가장 높고 광주광역시(29.3℃), 대전광역시와 전라북도(29.0℃) 순으로 나타나 내륙에 위치한 도시들이 높다. 반면에 강원도, 부산광역시는 27.0℃로 가장 낮고 인천광역시(27.3℃), 제주특별자치도(27.7℃) 순으로 나타난다.

우리나라의 광역시·도별 겨울철 평균최저기온 분포를 보면(그림 2-7), 제주특별자치도가 3.8℃로 가장 높고 부산광역시(0.9℃) 순으로 나타나 바다의 영향을 받는 지역이 높다. 이 두 지역을 제외한 모든 지역에서 겨울철 평균최저기온이 영하로 나타나며 내륙 산간에 위치한 강원도가 −6.8℃로 가장 낮고 경기도와 충청북도(−6.7℃), 충청남도(−5.3℃) 순으로 나타난다.

여름철 평균최고기온과 겨울철 평균최저기온에서 경기도, 충청북도 등 우리나라 북부 지역의 여름철과 겨울철 기온차는 약 35℃에 이르며 제주특별자치도, 부산광역시 등 바다의 영향을 많이 받는 지역의 경우는 약 24~26℃로 나타나 상대적으로 차이가 작다.

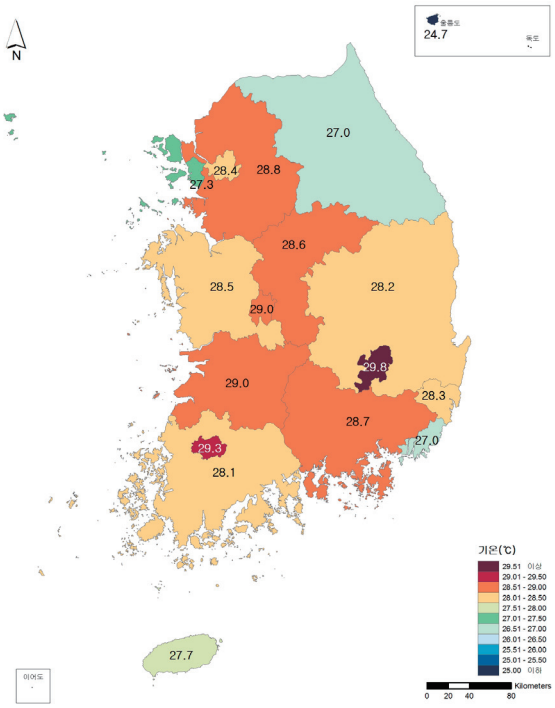


그림 2-6. 광역시·도별 여름철 평균최고기온(1981~2010년)

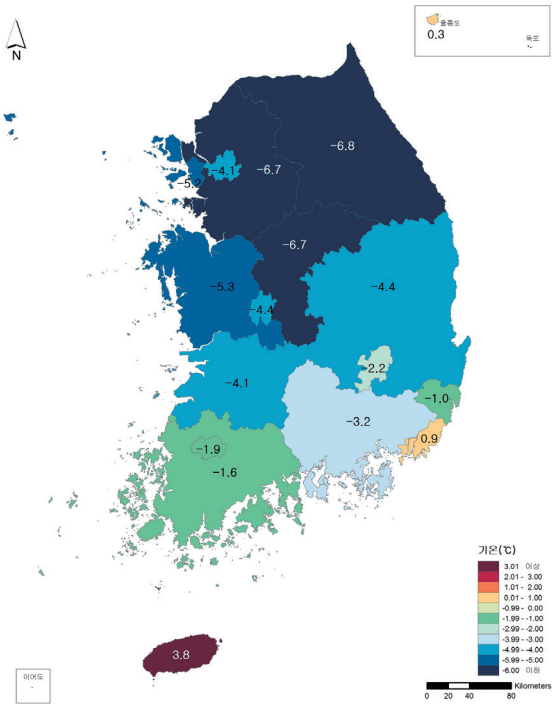


그림 2-7. 광역시·도별 겨울철 평균최저기온(1981~2010년)

2. 강수

우리나라의 연강수량[2]은 1,308mm이다. 계절별 강수량[3]은 여름철이 723mm로 연강수량의 약 55%를 차지하고, 가을철(260mm), 봄철(237mm), 겨울철(89mm) 순으로 나타난다(표 2-2). 겨울철에는 강수량이 매우 적어서 연강수량의 7%에도 미치지 못한다.

표 2-2. 우리나라의 연·계절별 강수량(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량(mm)	1,308	237	723	260	89

우리나라는 지리적으로 남북방향으로 길고, 지형이 복잡하기 때문에 강수량의 지역적 차이가 비교적 크다. 우리나라의 연강수량 분포를 보면(그림 2-8), 연강수량이 가장 많은 곳은 제주도의 성산(1,940mm)이고, 서울을 포함한 중부지방, 대관령과 남해안에서도 강수량이 많다. 서해안과 중부내륙에 걸쳐 연강수량이 적고, 특히 경상북도(의성, 1,032mm)가 가장 적은 분포를 보인다. 남부지방에 강수량이 많은 것은 장마와 태풍의 영향이 탁월하기 때문이다. 중부지방은 빈번한 저기압의 통과와 지형적인 영향으로 강수량이 많다. 경상북도는 태백산맥와 소백산맥의 풍하측에 위치하기 때문에 강수량이 적다.

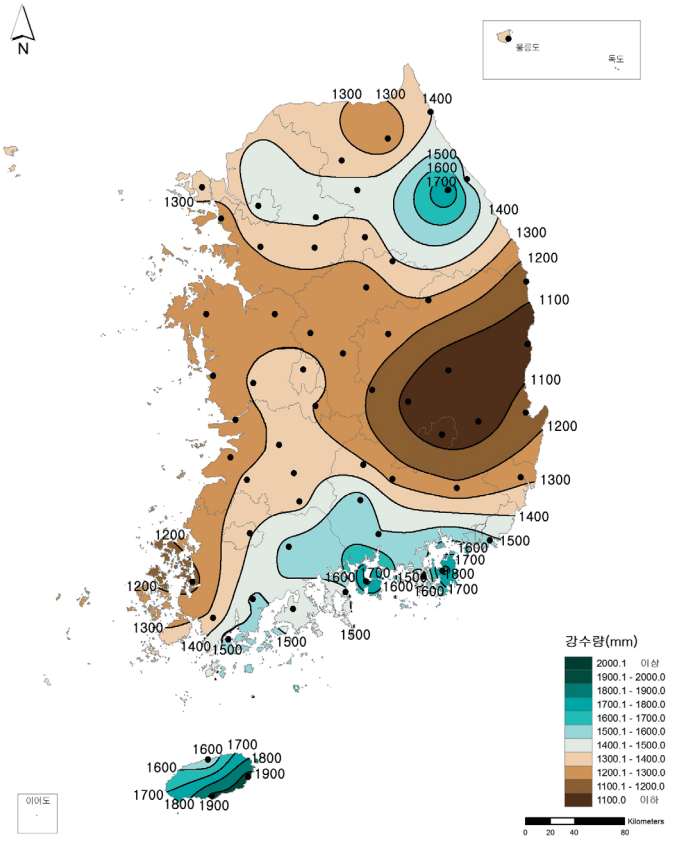


그림 2-8. 우리나라의 연강수량 분포(1981~2010년)

2 본 백서에서 강수량의 유효 자릿수로 정수를 기본으로 함

3 월별 자료는 부록 참고

우리나라의 광역시·도별 연강수량 분포를 보면(그림 2-9), 제주특별자치도를 비롯하여 남해안의 부산광역시, 경상남도, 서울특별시, 강원도, 전라남도의 연강수량이 1,400mm 이상으로 많다. 경상북도와 대구광역시는 연강수량이 1,200mm 미만으로 나타난다. 광역시·도별로는 제주특별자치도가 1,787mm로 가장 많고, 부산광역시(1,519mm), 경상남도(1,499mm), 서울특별시(1,451mm) 순으로 나타난다. 반면에 대구광역시가 1,064mm로 가장 적고, 경상북도(1,131mm), 충청남도(1,261mm) 순으로 나타난다. 연강수량이 가장 많은 제주특별자치도와 가장 적은 대구광역시의 차이는 723mm로 서울특별시 연강수량의 약 50%에 달할 정도로 크다.

연강수량편차 분포를 보면(그림 2-10) 제주특별자치도, 부산광역시, 경상남도, 서울특별시, 강원도, 전라남도, 광주광역시, 대전광역시, 경기도에서는 양의 편차가 나타나 우리나라 평균보다 연강수량이 높은 지역에 속하고 반면에 대구광역시, 경상북도, 충청남도, 충청북도, 울산광역시, 인천광역시, 전라북도에서는 음의 편차가 나타나 연강수량이 낮은 지역에 속한다. 제주특별자치도에서 양의 편차가 가장 크고, 대구광역시에서 음의 편차가 가장 크다.

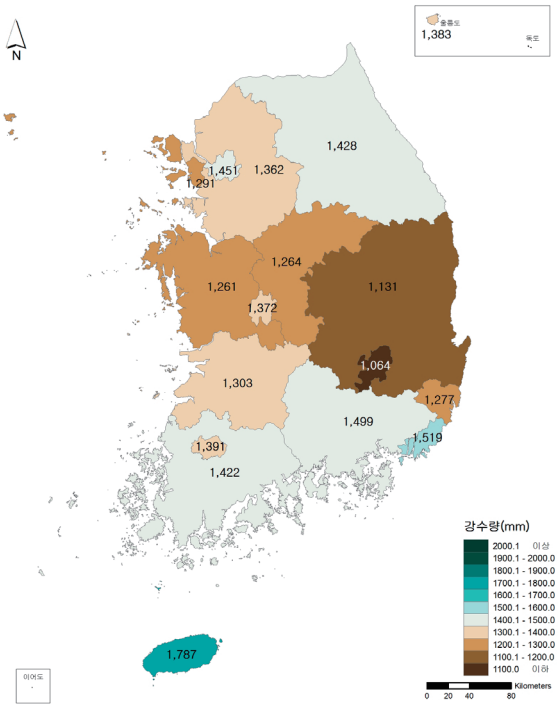


그림 2-9. 광역시·도별 연강수량(1981~2010년)

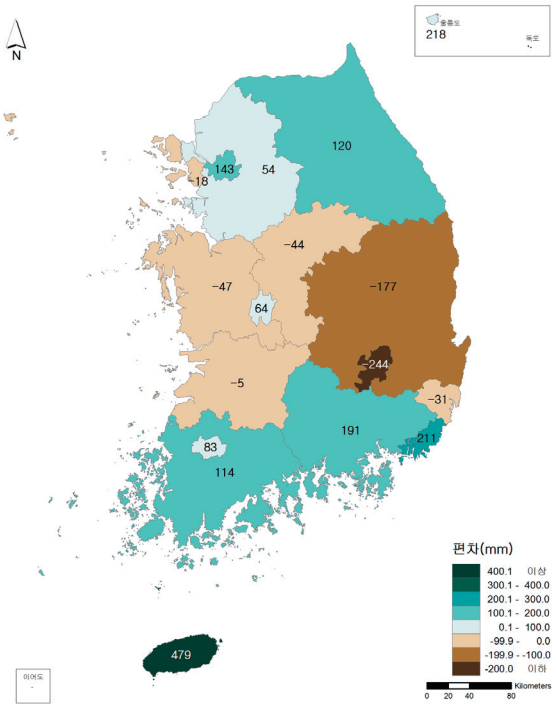


그림 2-10. 광역시·도별 연강수량편차(1981~2010년)

계절별 강수량(그림 2-11)을 보면 여름철에는 전국적으로 강수량이 많고, 겨울철에는 적다. 봄철에는 제주특별자치도가 409mm로 가장 많고, 대구광역시가 190mm로 가장 적다. 여름철에는 서울특별시가 892mm로 가장 많고, 대구광역시가 603mm로 가장 적다(울릉도 453mm). 연강수량과 여름철 강수량의 비는 서울특별시가 약 62%로 가장 높고, 경기도(60%), 인천광역시(59%) 순으로 나타나 수도권에서 비율이 높다. 가을철에는 제주특별자치도가 378mm로 가장 많고, 대구광역시가 208mm로 가장 적다. 겨울철에는 제주특별자치도가 190mm로 가장 많고(울릉도 307mm), 인천광역시가 59mm로 가장 적다.

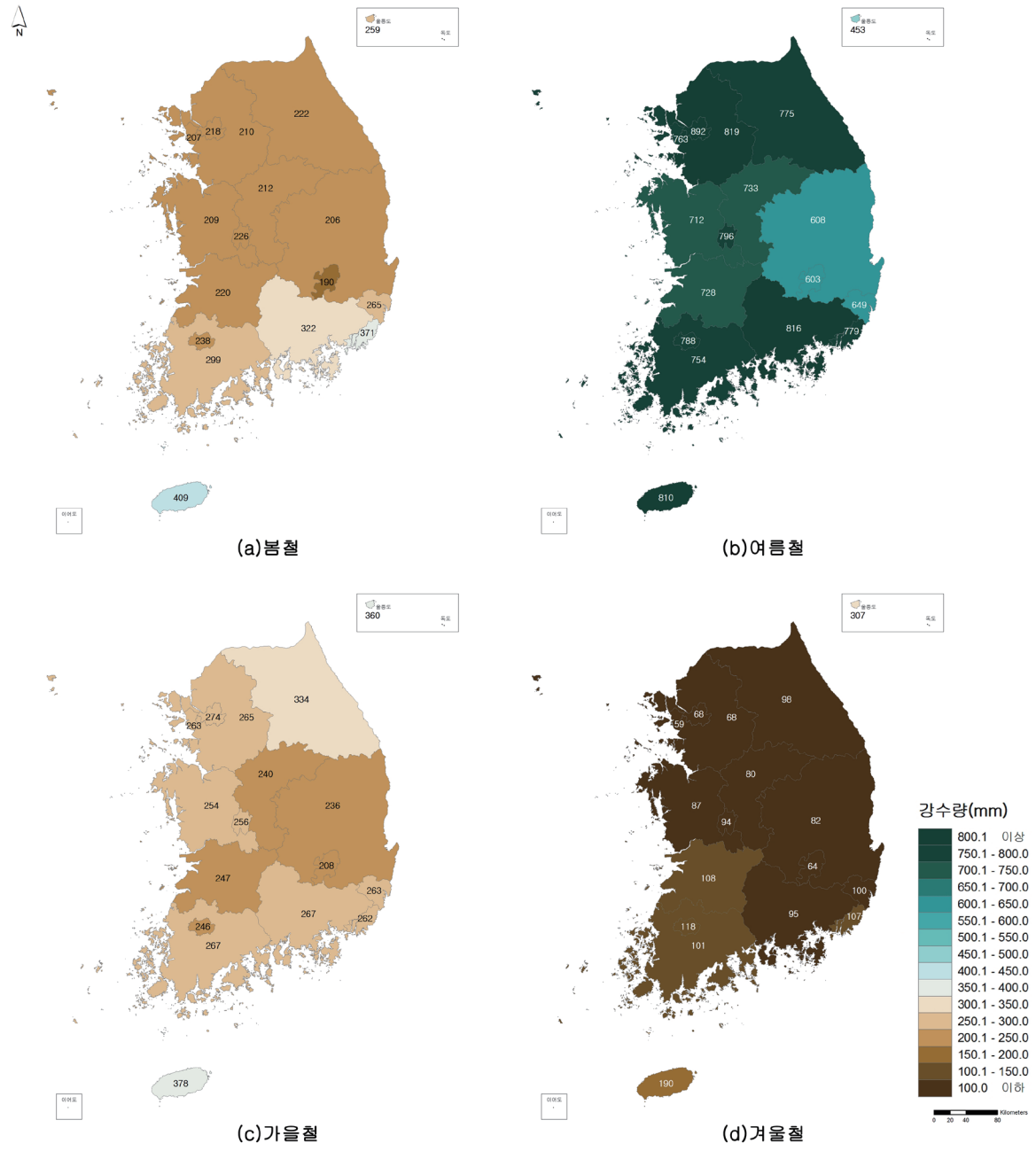


그림 2-11. 광역시·도별 계절별 강수량(1981~2010년)

우리나라 계절별 강수량(봄: 237mm, 여름: 723mm, 가을: 260mm, 겨울: 89mm)을 이용하여 광역시·도별 강수량편차 분포를 보면(그림 2-12), 봄철과 가을철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 대구광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타난다. 여름철에는 서울특별시가 가장 큰 양의 편차, 대구광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타나고, 겨울철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 인천광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타난다.

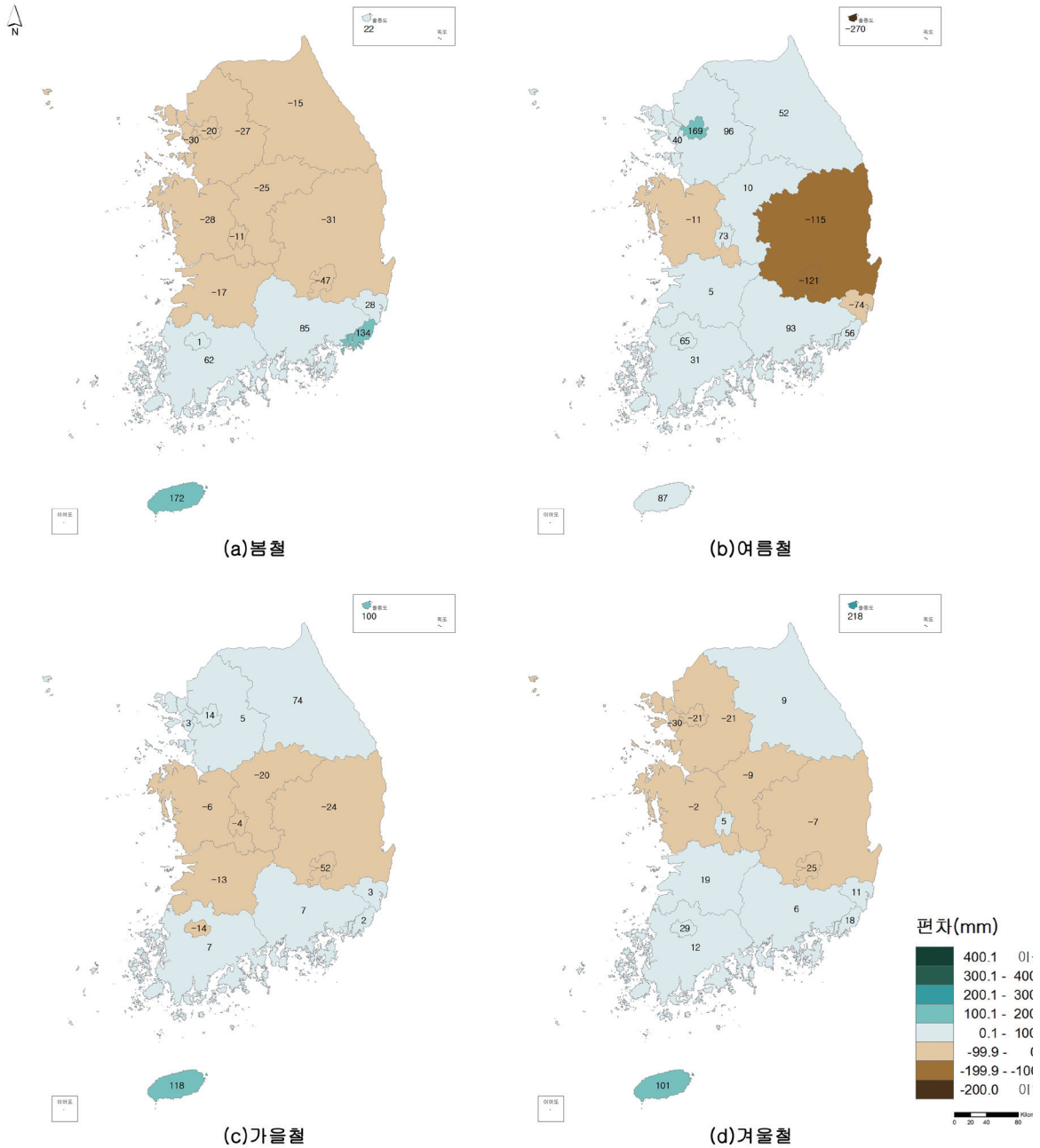


그림 2-12. 광역시·도별 계절별 강수량편차(1981~2010년)

3. 바람

풍향과 풍속은 국지성이 강하기 때문에, 광역시와 도별 도청소재지를 기준으로 표현했다. 바람장미(그림 2-13)[4]를 보면 바람은 지리적 위치와 지형의 영향을 크게 받기 때문에 지역별로 다양한 방향의 바람도 나타난다. 지점별로 차이는 있지만 주로 시베리아 고기압에서 불어오는 한랭건조한 북풍, 북서풍과 북태평양 고기압에서 불어오는 고온다습한 남풍계의 바람이 탁월하다.

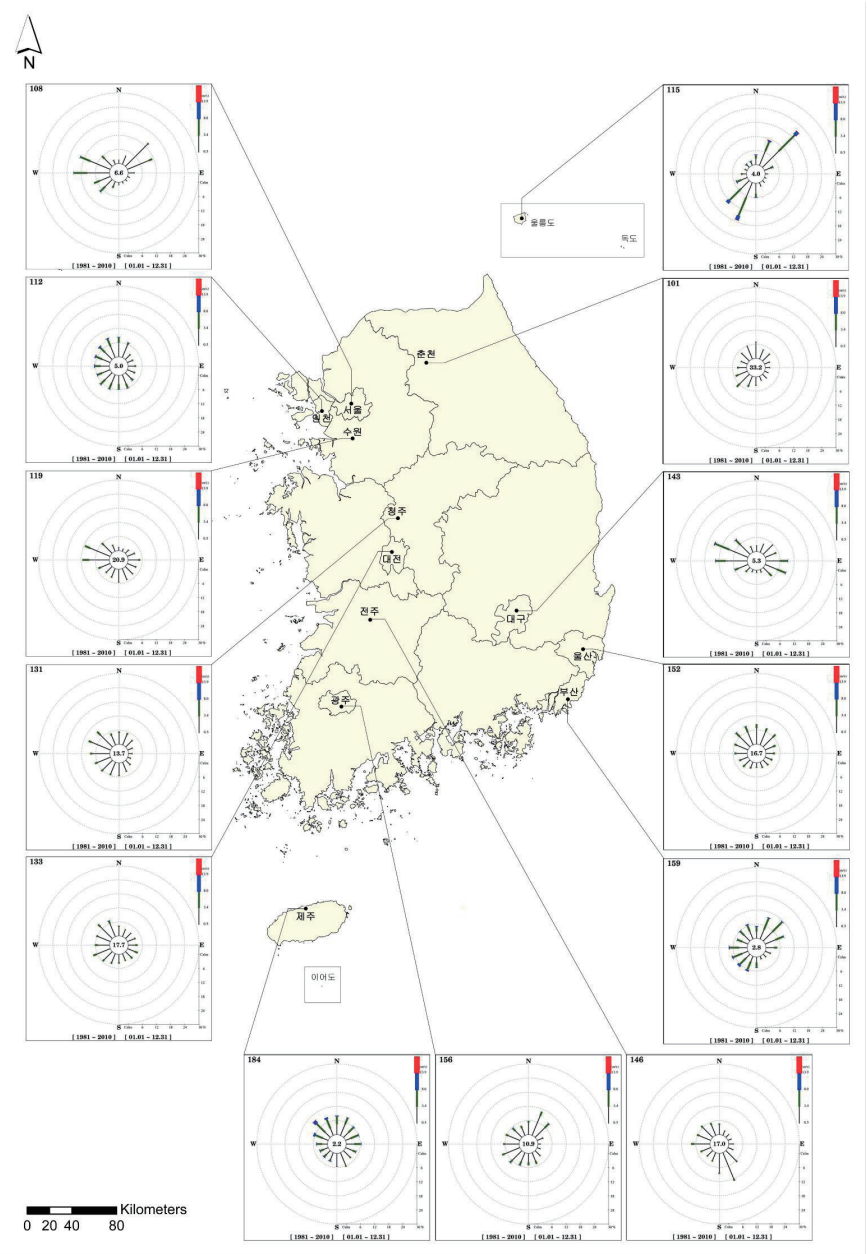


그림 2-13. 지점별 바람장미(1981~2010년)

4 특별시 및 광역시, 도청소재지에 위치한 관측지점 사용(도청소재지에 관측지점 미 존재시 또는 광역시와 중복시 생략)

4. 기타 기후요소

지점별 상대습도는 우리나라에 영향을 미치는 기단의 성질에 의해서 결정된다. 우리나라의 연평균상대습도(그림 2-14)를 보면, 지역적으로 큰 차이가 없으나, 전라남·북도와 충청남도보다 경상북도와 동해안 지역에서 상대적으로 낮게 나타난다. 특히 부안이 가장 높고, 강릉이 가장 낮다. 우리나라의 연평균일조시간(그림 2-15)을 보면, 영덕이 가장 길고, 도서지역인 제주가 가장 짧다.

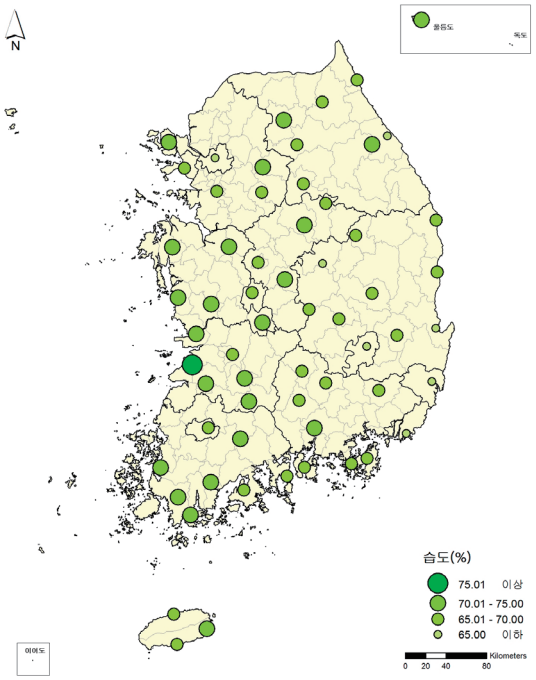


그림 2-14. 지점별 연평균상대습도(1981~2010년)

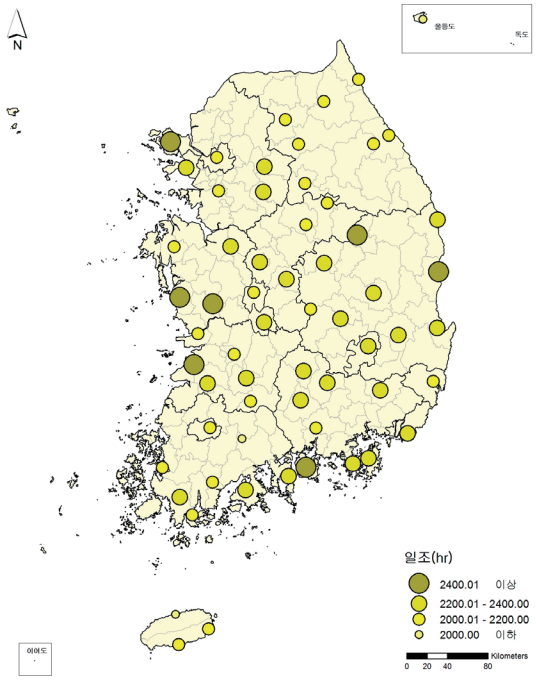


그림 2-15. 지점별 연평균일조시간(1981~2010년)

5. 극값

기후극값은 자연재해와 직접 연결되어 수많은 인명피해와 경제적 손실을 초래한다. 관측이래 일강수량 최다값은 2002년 8월 31일 한반도를 통과한 태풍 루사(Rusa)로 인한 870.5mm(강릉)이고, 1시간최다강수량의 최다값은 1998년 7월 31일에 순천(주암)에서 발생한 145.0mm이다(표 2-3). 또한 일최고기온의 최고값은 40.0℃로 1942년 8월 1일 대구에서 기록되었고, 일최저기온의 최저값은 -32.6℃로 1981년 1월 5일에 양평에서 기록되었다. 최심신적설과 최심적설의 최고값은 모두 울릉도에서 1955년 1월 20일에 150.9cm, 1962년 1월 31일에 293.6cm를 각각 기록했다. 일최대풍속의 최대값은 2003년 9월 12일에 고산에서 51.1m/s, 일최대순간풍속의 최대값은 2006년 10월 23일에 속초에서 63.7m/s를 기록했다.

표 2-3. 우리나라의 극값

항목	순위	발생장소	발생일	값
일강수량(mm)	1	강릉	2002년 8월 31일	870.5
	2	대관령	2002년 8월 31일	712.5
	3	장흥	1981년 9월 2일	547.4
	4	부여	1987년 7월 22일	517.6
	5	포항	1998년 9월 30일	516.4
1시간최다강수량(mm)	1	주암	1998년 7월 31일	145.0
	2	강화	1998년 8월 6일	123.5
	3	서울	1942년 8월 5일	118.6
	4	부여	1999년 9월 10일	116.0
		서울	1964년 9월 13일	116.0
일평균기온의 최고값(℃)	1	서울	1994년 7월 24일	33.1
	2	대구	1994년 7월 21일	32.9
	3	속초	2004년 7월 23일	32.7
		강릉	1994년 8월 7일	32.7
		강릉	1994년 8월 6일	32.7
		대구	1994년 7월 20일	32.7
		대구	1994년 7월 15일	32.7
일평균기온의 최저값(℃)	1	양평	1981년 1월 4일	−23.3
	2	양평	1981년 1월 5일	−23.0
	3	대관령	1986년 1월 5일	−21.9
	4	양평	1981년 1월 6일	−21.8
		양평	1981년 1월 3일	−21.8
일최고기온의 최고값(℃)	1	대구	1942년 8월 1일	40.0
	2	추풍령	1939년 7월 21일	39.8
	3	대구	1942년 7월 28일	39.7
	4	대구	1942년 7월 13일	39.6
		대구	1939년 7월 21일	39.6
일최저기온의 최저값(℃)	1	양평	1981년 1월 5일	−32.6
	2	양평	1981년 1월 6일	−31.0
	3	양평	1981년 1월 4일	−31.0
	4	양평	1981년 1월 3일	−30.2
	5	대관령	1974년 1월 24일	−28.9
최심신적설(cm)	1	울릉도	1955년 1월 20일	150.9
	2	울릉도	1967년 2월 12일	118.4
	3	울릉도	1954년 1월 25일	94.1
	4	대관령	1992년 1월 31일	92.0
	5	대관령	1987년 2월 3일	90.3
최심적설(cm)	1	울릉도	1962년 1월 31일	293.6
	2	울릉도	1962년 1월 30일	291.6
	3	울릉도	1962년 1월 28일	290.1
	4	울릉도	1962년 1월 27일	288.9
	5	울릉도	1962년 2월 1일	287.9
일최대풍속의 최대값(m/s)	1	고산	2003년 9월 12일	51.1
	2	울릉도	1954년 9월 14일	45.0
	3	고산	2002년 8월 31일	43.7
	4	울릉도	1952년 3월 19일	43.3
	5	고산	2007년 9월 16일	43.0

항목	순 위	발생장소	발생일	값
일최대순간풍속의 최대값(m/s)	1	속초	2006년 10월 23일	63.7
	2	제주	2003년 9월 12일	60.0
		고산	2003년 9월 12일	60.0
	4	고산	2002년 8월 31일	56.7
	5	울릉도	2007년 9월 17일	52.4

※ 관측 개시일부터 2011년 10월 31일 기준이며, 백서에 사용된 61개 지점에 한하여 극값을 보여줌.

6. 극한기후지수

최고기온의 95·99퍼센타일은 일최고기온을 내림차순으로 정렬했을 때 상위 5, 1%에 해당하는 값으로 무더위의 극한 상태를 보여줄 수 있는 지수이다. 우리나라는 주로 여름철, 특히 8월에 발생한다. 지점별 최고기온의 95퍼센타일은 해안 부근에서 낮고, 내륙과 분지에서 높게 나타난다(그림 2-16, 2-17). 최고기온 95·99퍼센타일을 보면, 대구에서 가장 높고, 해발고도가 높은 대관령에서 가장 낮다.

최저기온의 1·5퍼센타일은 일최저기온을 내림차순으로 정렬했을 때 하위 1, 5%에 해당하는 값으로 추위의 극한상태를 보여줄 수 있는 지수이다. 우리나라는 주로 겨울철, 특히 1월에 발생한다. 지점별 최저기온의 1·5퍼센타일은 고위도 지역일수록 낮아지는 경향으로, 남부해안과 제주도에서 높고, 강원도 영서에서 낮다(그림 2-18, 19).

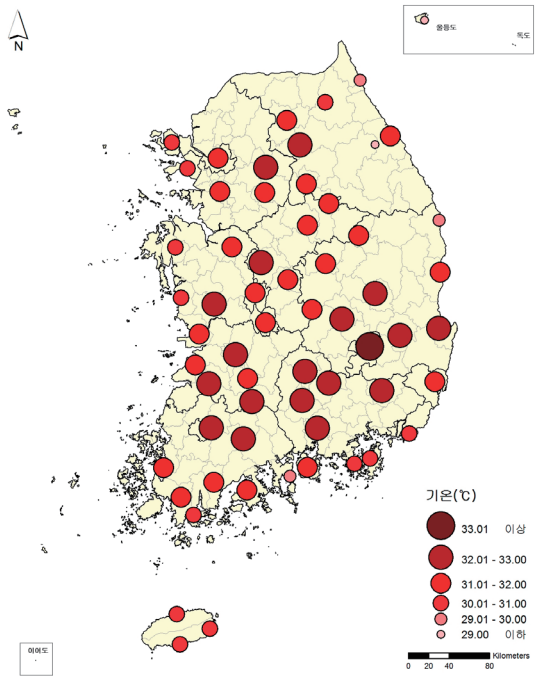


그림 2-16. 지점별 최고기온 95퍼센타일(1981~2010년)

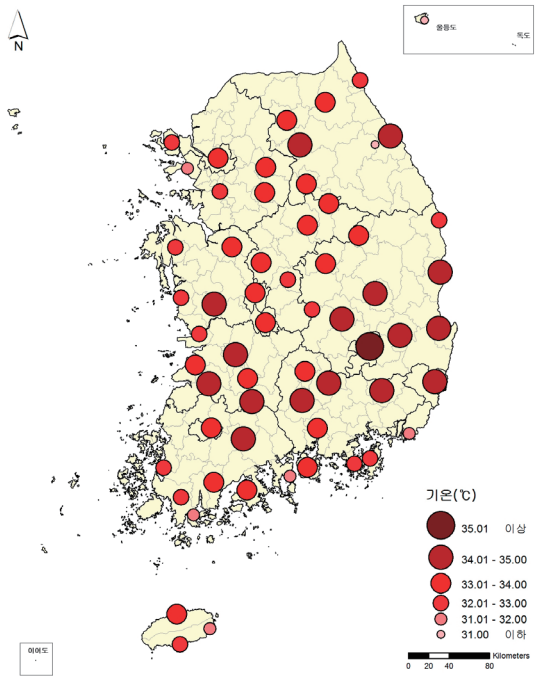


그림 2-17. 지점별 최고기온 99퍼센타일(1981~2010년)

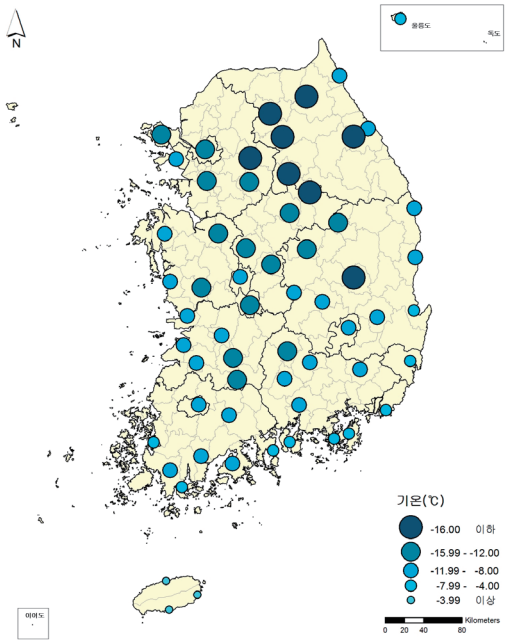


그림 2-18. 지점별 최저기온 1퍼센타일(1981~2010년)

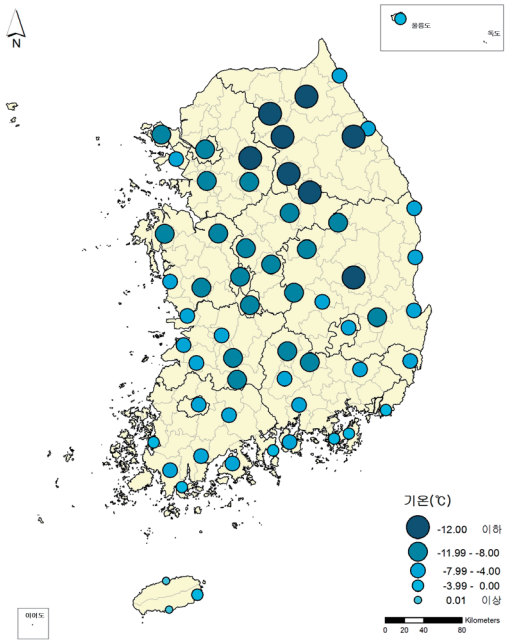


그림 2-19. 지점별 최저기온 5퍼센타일(1981~2010년)

일강수량 95·99퍼센타일은 강수량을 내림차순으로 정렬했을 때 상위 5, 1%에 해당하는 값으로 호우의 극한을 보여줄 수 있는 지수이다. 이에 해당하는 값은 주로 여름철에 발생한다. 제주, 남해안을 포함한 남부지방과 서울과 경기를 포함한 중부지방에서 상대적으로 높은 값이 나타나고 지역적 편차가 크다. 지점별 95퍼센타일은 남해에서 가장 크고 울릉도에서 가장 작으며, 99퍼센타일은 거제에서 가장 크고, 울릉도에서 가장 작다(그림 2-20, 그림 2-21).

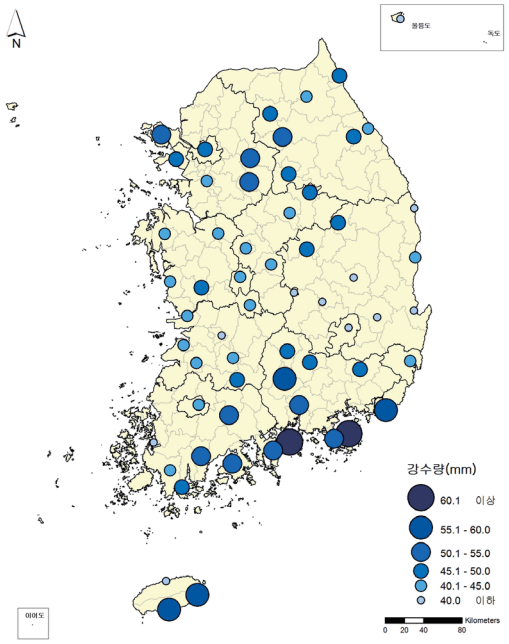


그림 2-20. 지점별 강수량 95퍼센타일(1981~2010년)

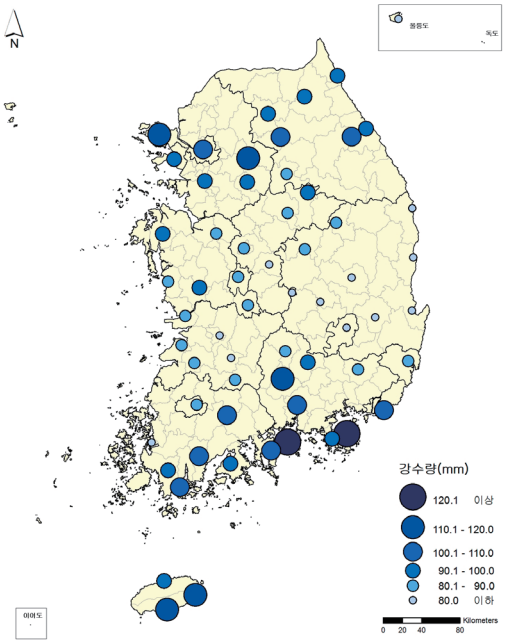


그림 2-21. 지점별 강수량 99퍼센타일(1981~2010년)

서리가 발생할 수 있는 기준인 연평균일최저기온 0℃ 미만 일수(그림 2-22)는 늦가을에서 이른 봄까지 발생하며 한랭한 정도를 보여줄 수 있는 극한기후지수이다. 지점별 일최저기온 0℃ 미만 일수를 보면 해안을 따라서 적고, 내륙에서 많다. 내륙으로 갈수록, 고도가 높을수록 그 발생일수가 많아진다. 대관령이 가장 많고, 제주가 가장 적다.

극한기온교차는 연중 기온이 가장 높은 날과 가장 낮은 날의 차이, 즉 극한 저온과 극한 고온의 차이로 산출되며 그 값이 클수록 기온의 교차가 크다. 해양의 영향이 큰 곳에서 그 값이 낮아지고, 상대적으로 건조한 내륙에서 값이 크다. 지점별 연극한기온교차(그림 2-23)를 보면 위도가 높고 내륙에 위치하는 홍천이 가장 크고, 위도가 낮고 해안에 위치하는 서귀포가 가장 작다.

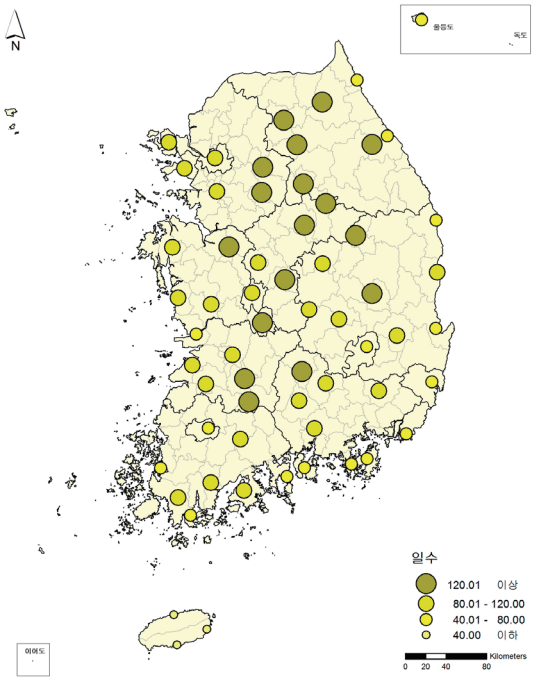


그림 2-22. 지점별 일최저기온 0℃ 미만 일수(1981~2010년)

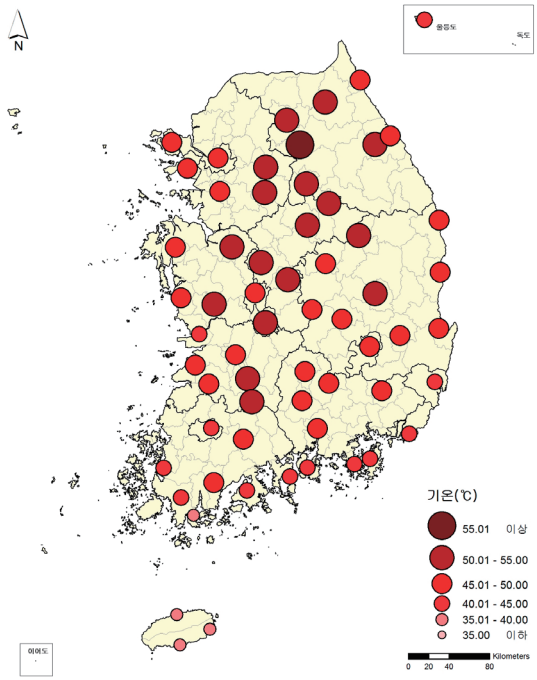


그림 2-23. 지점별 연극한기온교차(1981~2010년)

온난야율은 연중 일최저기온이 1971~2000년의 일최저기온 90퍼센타일을 초과한 날의 비율로 정의되며, 야간 기온의 고온화 정도가 클수록 높은 비율이 나타난다. 지점별 온난야율(그림 2-24)은 서귀포가 가장 높고, 문경이 가장 낮다.

일평균기온을 기준으로 산출되는 식물성장가능기간은 식물의 생장이 가능한 온도를 유지하는 기간을 누적하여 산출된다. 제주도를 포함한 남부 해안에서 많고, 위도가 높아질수록 작아진다. 지점별 식물성장가능기간(그림 2-25)은 서귀포가 가장 길고, 대관령이 가장 짧다.

최대열파지속일수는 일최고기온이 1971~2000년 평균값보다 5℃ 이상 높게 유지되는 최장기간으로 산출되며 고온상태의 지속기간을 보여주는 극한기후지수이다. 해안을 따라서 그 발생일수가 적고, 내륙에서 많아진다. 지점별 최대열파지속일수(그림 2-26)를 보면, 원주가 가장 길고, 통영이 가장 짧으며,

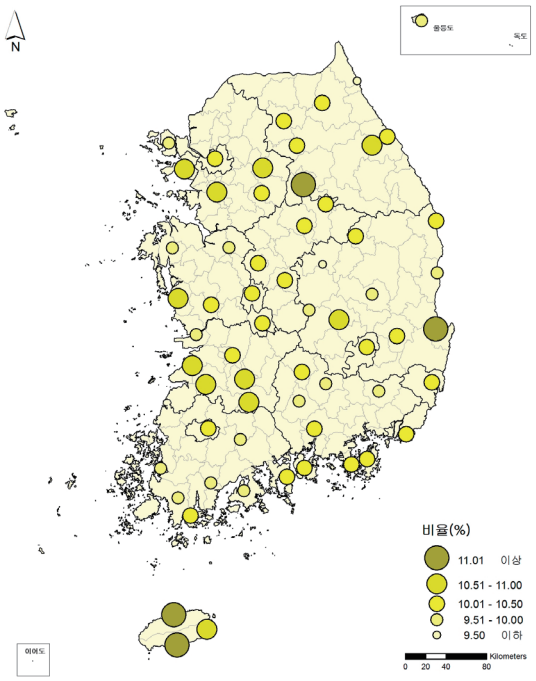


그림 2-24. 지점별 온난야율(1981~2010년)

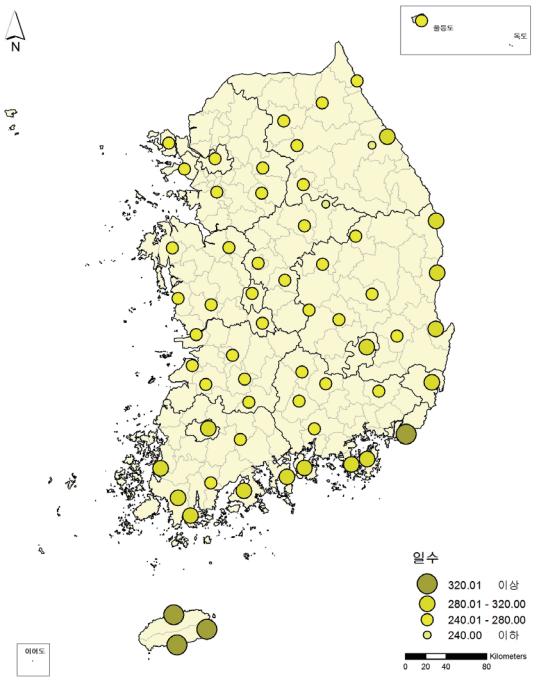


그림 2-25. 지점별 식물성장가능기간(1981~2010년)

제주도 해안지역(제주, 성산, 서귀포)에서도 짧게 나타난다.

일강수량 10mm 이상 강수일수는 강수의 강도를 보여줄 수 있는 극한기후지수이다. 연평균 10mm이상 강수일수(그림 2-27)를 보면, 제주도와 남해안, 제주도에서 40일이 넘게 발생하며 경상북도는 32일 이하로 비교적 적다.

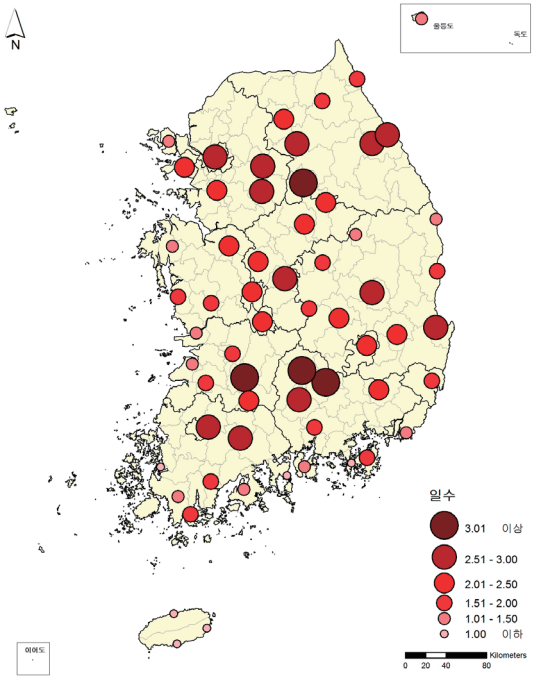


그림 2-26. 지점별 최대열파지속일수(1981~2010년)

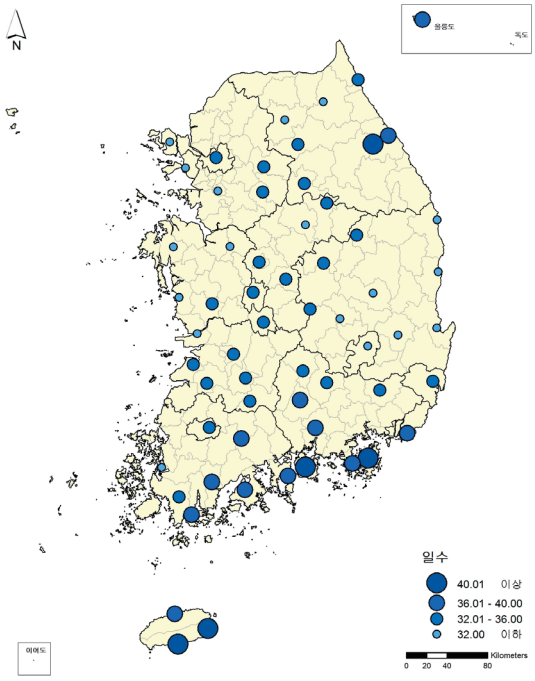


그림 2-27. 지점별 10mm 이상 강수일수(1981~2010년)

일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수는 주로 겨울철에서 그 다음해 봄철까지 나타나는 강수 부족의 척도가 될 수 있는 극한기후지수이다. 겨울철 강설이 많은 서해안에서 비교적 짧게 나타나고, 경상북·남도의 넓은 지역에서 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수가 32일 이상 나타나며, 특히 경상북도 일부 지역에서는 35일 이상 지속된다. 지점별 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수(그림 2-28)를 보면, 합천이 가장 길고, 울릉도가 가장 짧다.

일강수량을 5일간 누적하여 가장 높은 값으로 산출하는 5일 최다강수량은 호우의 극한 상태를 보여줄 수 있는 극한기후지수이다. 남해안과 제주도, 서울, 경기를 포함한 중부지방에서 300mm 이상으로 그 값이 크다. 지점별 5일 최다강수량(그림 2-29)은 대관령이 가장 많고, 영천이 가장 적다.

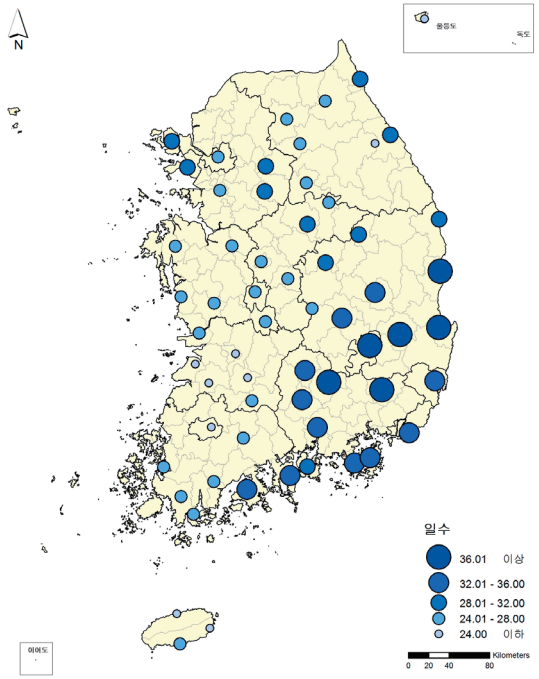


그림 2-28. 지점별 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수(1981~2010년)

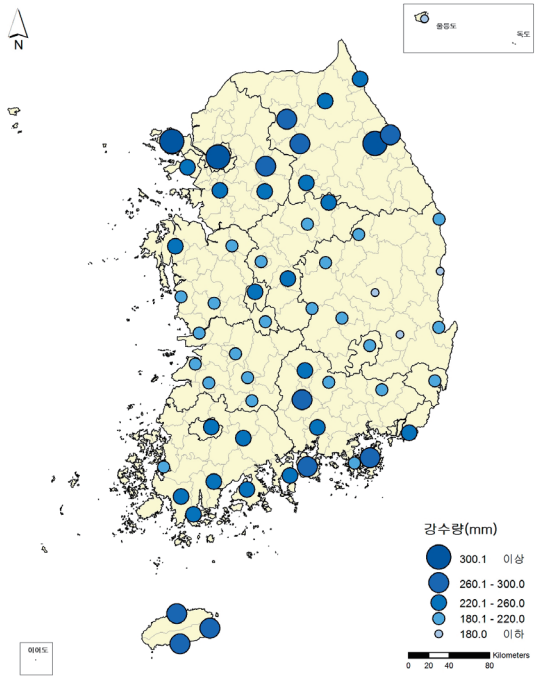


그림 2-29. 지점별 5일 최다강수량(1981~2010년)

강수강도는 연강수일수를 강수량으로 나누어 산출하는 기후지수로, 강수량이 증가하거나 강수일수가 감소하면 강해진다. 강수량이 많은 남부해안에서 20mm가 넘는 강수강도가 나타나고, 강화에서도 18mm 이상의 강수강도를 보인다. 지점별 일강수강도(그림 2-30)는 남해가 가장 강하고, 울릉도가 가장 약하다.

95퍼센타일 강수량 비율은 일강수량 상위 5%에서 내리는 강수량이 연강수량에서 차지하는 비율로 강수의 극한상태를 나타낸다. 95퍼센타일 강수량 비율(그림 2-31)은 경기도와 강원도를 포함한 중부지방에서 높다. 지점별 95퍼센타일 강수량 비율은 중부 내륙에 위치하는 춘천에서 가장 높고, 밀양에서 가장 낮다.

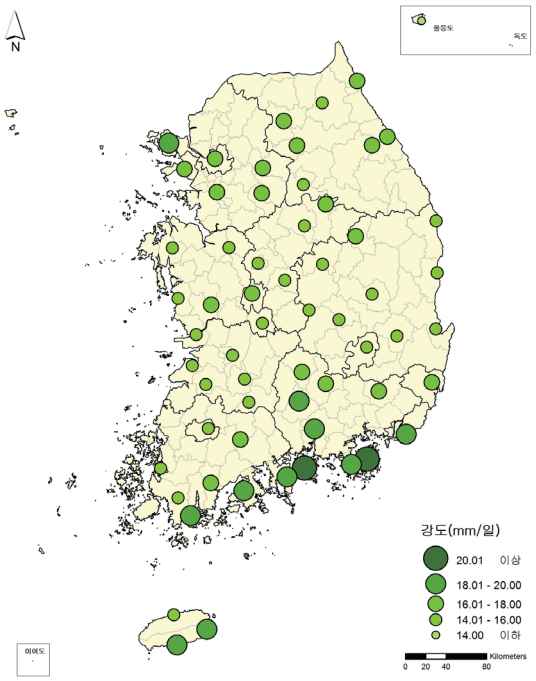


그림 2-30. 지점별 일강수강도(1981~2010년)

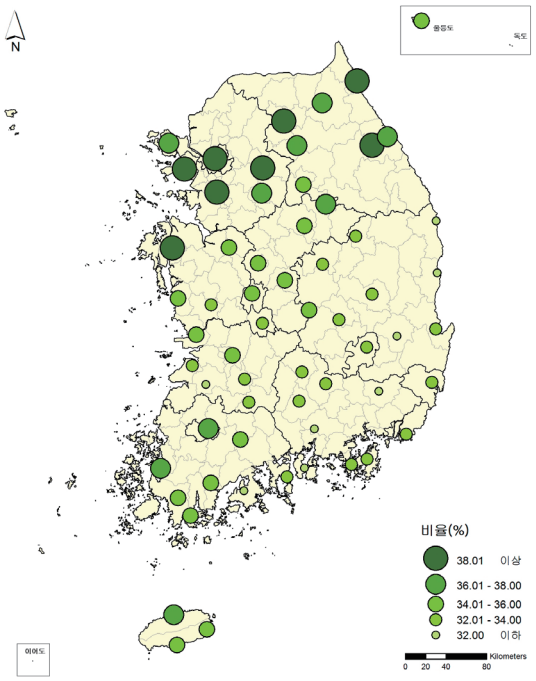
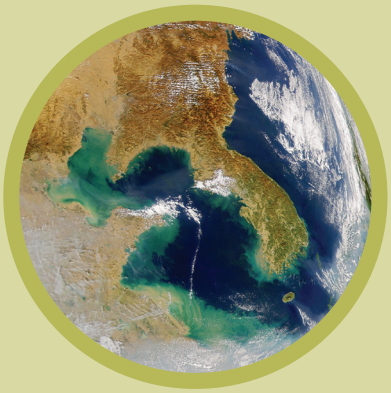
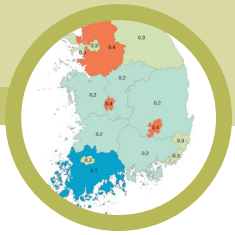


그림 2-31. 지점별 95퍼센타일 강수량 비율(1981~2010년)



Ⅲ. 우리나라의 기후변화

1. 기온
2. 강수
3. 현상일수
4. 극값
5. 극한기후지수



본 장에서는 우리나라의 기후변화 경향을 파악하기 위하여 기온, 강수를 포함한 기후요소, 현상일수, 극한기후지수 등을 분석하였다. 우선, 클라이모그래프(climograph)를 통하여 지역별, 기간별로 평균기온과 강수량을 이용하여 기후 특성을 소개하고자 한다.

클라이모그래프는 월별 평균기온와 강수량의 장기간 평균값을 이용하여 해당지역의 기후 특성을 제공한다. 우리나라의 시·도별 1971~2000년, 1981~2010년 클라이모그래프(그림 3-1)[5]를 보면 모든 지점에서 기온은 1월에 가장 낮고, 8월에 가장 높다. 기온이 가장 낮은 1월에는 남해안과 제주도·울릉도 등 섬 지방을 제외한 전국이 영하권에 포함된다. 기온이 가장 높은 8월에는 울릉도를 제외하고 24~27℃의 분포를 보이고 있다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 모든 월의 평균기온이 1971~2000년 평년값보다 1981~2010년 평균값이 높았다(부산과 대전 7월, 춘천 1월 제외).

우리나라의 강수는 여름철에 대부분 집중되고, 겨울철에는 강수량이 매우 적다. 그러나 울릉도는 겨울철 북서계절풍의 영향으로 풍상측 사면에 눈이 많이 내려서 겨울철도 강수량이 많았다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 1981~2010년 평균값이 1971~2000년 평년값보다 여름철의 강수량이 증가하고, 봄철과 가을철의 강수량은 감소하였다.

표 3-1. 우리나라의 기온과 강수량 증감현황

요소		1971~2000년(A)	1981~2010년(B)	증감형황(B-A)
기온(℃)	평균	12.3	12.5	▲0.2
	최고	17.9	18.1	▲0.2
	최저	7.4	7.7	▲0.3
강수량(mm)		1,264	1,308	▲44 (3.4%)

광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 증감현황[6](그림 3-2)을 보면, 평균기온은 모든 광역시·도에서 0.1~0.4℃ 범위로 상승하였다. 대구광역시, 대전광역시, 경기도가 0.4℃로 가장 크게 상승했고, 전라남도가 0.1℃로 가장 작게 상승했다. 최고기온도 평균기온과 마찬가지로 모든 광역시·도에서 상승하였지만, 0.1~0.3℃ 범위로 상승하여 평균기온보다는 보다 적게 상승했다. 대구광역시, 인천광역시, 광주광역시, 울산광역시, 경기도, 충청남도, 전라북도, 경상남도가 0.3℃로 크게 상승했고, 서울특별시가 0.1℃로 가장 작게 상승했다. 최저기온은 대부분의 광역시·도에서 상승하였고, 0.0~0.5℃ 범위로 지역에 따라 크게 상승했다. 대구광역시, 울산광역시, 경기도, 제주특별자치도가 0.5℃로 가장 크게 상승했고, 강원도만 상승하지 않았다. 강수량은 모든 광역시·도에서 2~107mm 범위로 증가하였다(울릉도 147mm 증가). 서울특별시가 107mm로 가장 많이 증가했고, 울산광역시가 2mm로 가장 적게 증가했다.

5 특별시 및 광역시, 도청소재지에 위치한 관측지점 사용(도청소재지에 관측지점 미 존재시 또는 광역시와 중복시 생략)

6 광역시·도별 1971~2000 대비 1981~2010년 증감현황 값은 부록 참고

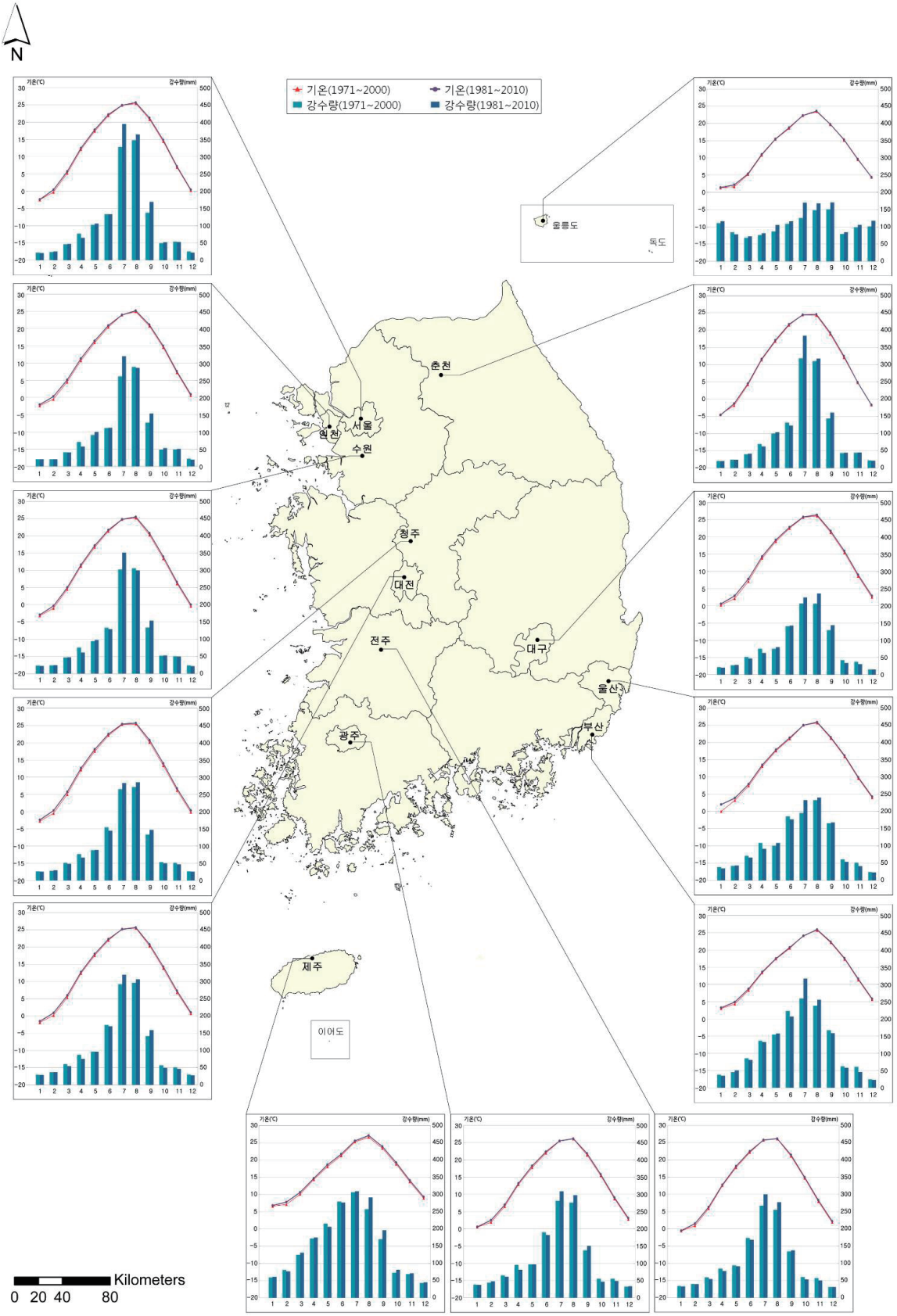
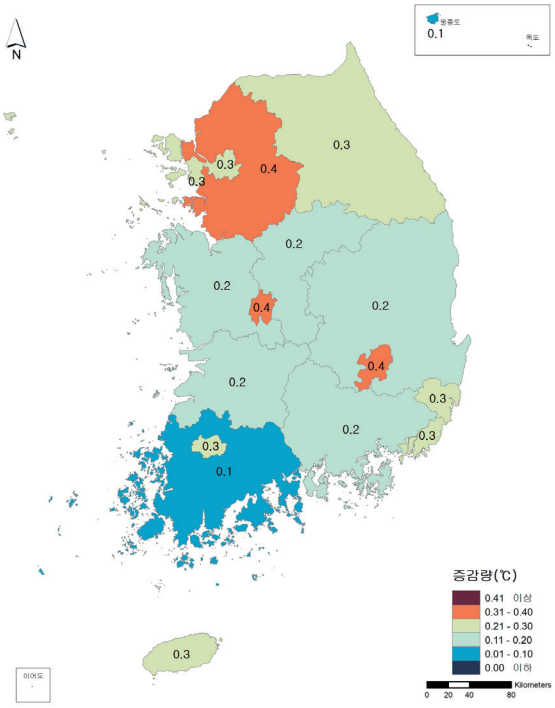
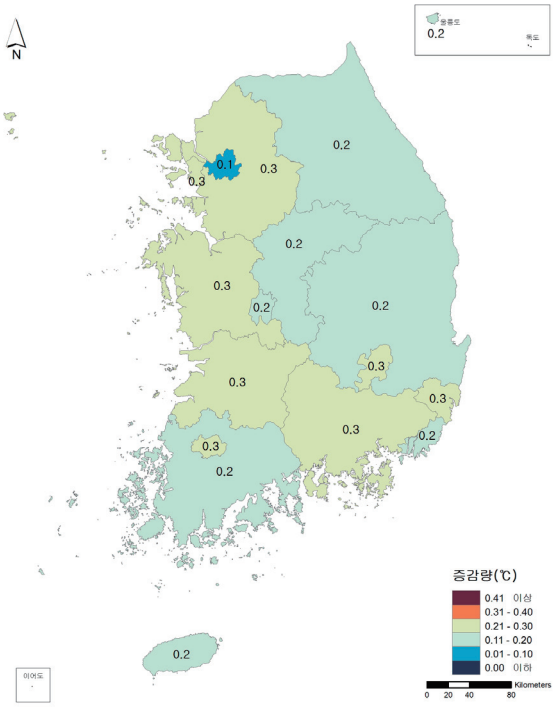


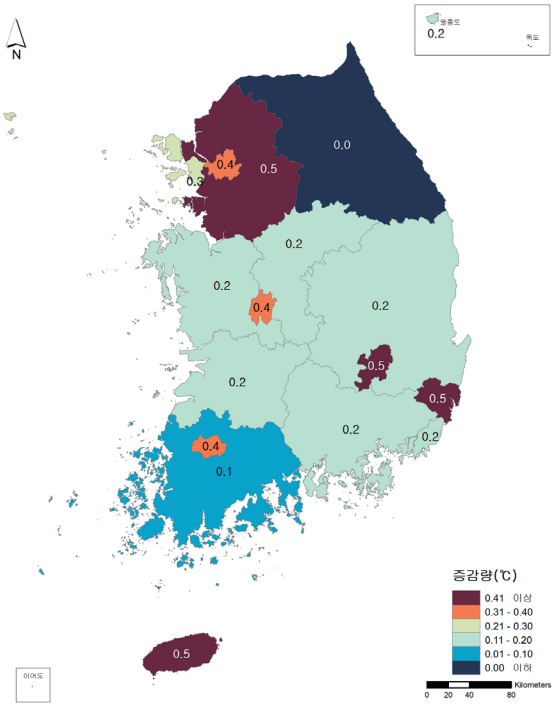
그림 3-1. 지점별 클라이모그래프(1971~2000년, 1981~2010년)



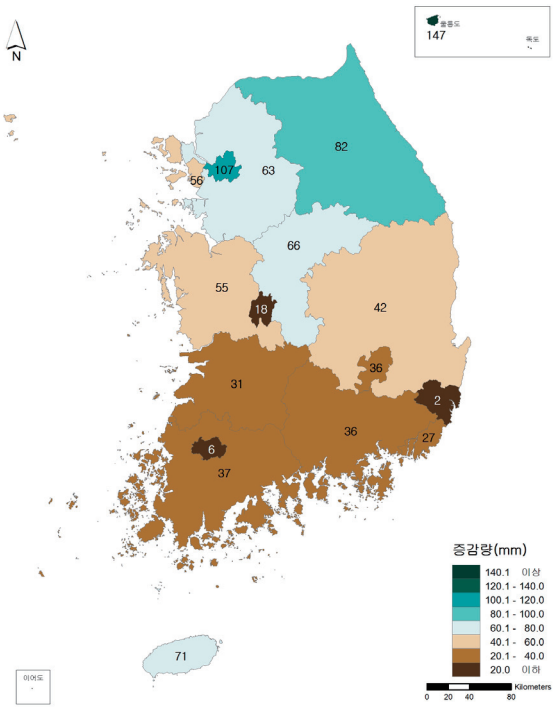
(a) 평균기온



(b) 최고기온



(c) 최저기온



(d) 강수량

그림 3-2. 광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 기온 및 강수량 증감 현황

1. 기온

기온은 전 세계적으로 가장 일관성 있는 변화경향을 보여주는 기후요소이다. 우리나라의 연평균기온(그림 3-3)은 1998년에 13.5℃로 가장 높았고, 1980년에 11.2℃로 가장 낮았다. 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 12.8℃로 가장 높았고, 변화율은 0.27℃/10년으로 상승하는 경향이 뚜렷하게 나타났다(표 3-2).

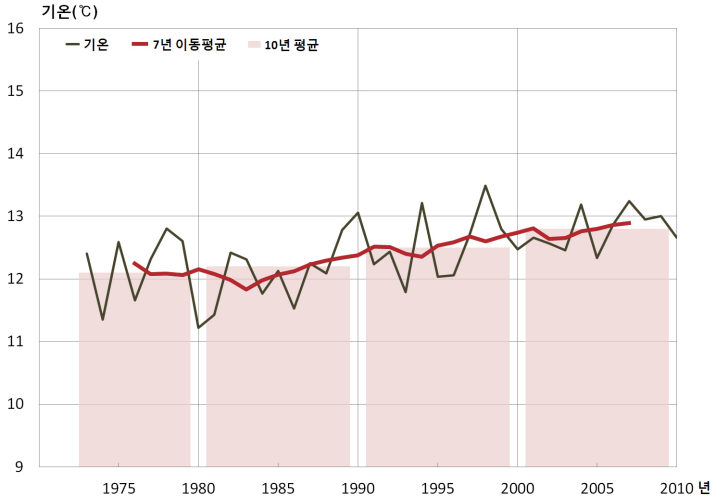


그림 3-3. 우리나라의 연평균기온 변화(1973~2010년)

연평균최고기온(그림 3-4)은 1994년에 19.1℃로 가장 높았고, 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 18.3℃로 가장 높았다. 그리고 연평균최고기온 변화율이 연평균기온 변화율(0.27℃/10년)과 같고, 상승하는 경향 역시 뚜렷하게 나타났다(표 3-2).

연평균최저기온(그림 3-5)은 1998년에 8.9℃로 가장 높았고, 1981, 1980년에 6.4℃로 낮았다. 그리고 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 8.1℃로 가장 높았다. 또한 연평균기온 및 연평균최고기온과 대비하여 연평균최저기온의 변화율이 0.30℃/10년으로 가장 큰 폭으로 상승하는 경향을 보였다(표 3-2). 즉, 우리나라의 평균기온 상승에 최저기온의 변화가 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.

계절별 기온 변화율은 여름철을 제외하고 모두 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났으며, 겨울철의 변화율은 10년에 0.5℃ 이상씩 상승하는 경향으로 사계절 중 가장 많이 상승했다.

표 3-2. 우리나라의 연, 계절별 평균기온 변화율(1973~2010년, 단위: ℃/10년)

기간 / 항목	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온	0.27**	0.24**	0.10	0.31**	0.53*
최고기온	0.27**	0.26**	0.08	0.29*	0.51*
최저기온	0.30**	0.25*	0.18	0.38**	0.52*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

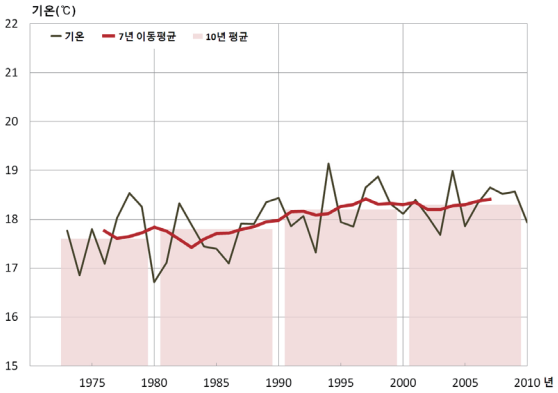


그림 3-4. 우리나라의 연평균최고기온 변화(1973~2010년)

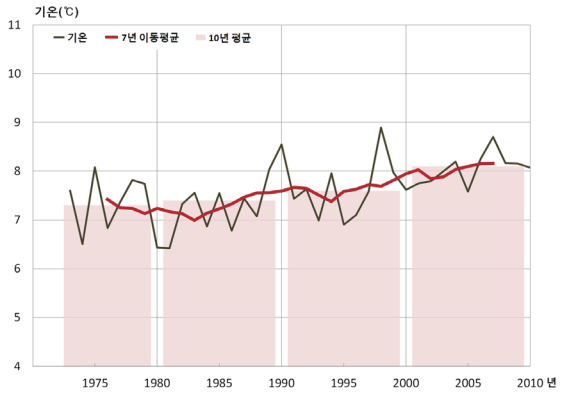


그림 3-5. 우리나라의 연평균최저기온 변화(1973~2010년)

광역시·도별 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온 변화율(그림 3-6, 3-7, 3-8)을 보면, 대부분의 지역에서 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났다.

연평균기온 변화율(그림 3-6)은 모든 광역시·도에서 상승경향으로 나타났으며, 대구광역시가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 경기도를 비롯하여 중서부지역에서 상승경향이 비교적 크고 남해안지역에서 상승경향이 비교적 작았다.

연평균최고기온 변화율(그림 3-7)은 연평균기온과 마찬가지로 모든 광역시·도에서 상승경향이 나타났으며, 경상남도가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 경상도를 포함한 남해안지역과 중서부지역에서도 상승경향이 비교적 크게 나타났다.

연평균최저기온 변화율(그림 3-8)도 모든 광역시·도에서 상승경향이 나타났으며, 연평균기온 변화율처럼 대구광역시가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 연평균기온 변화율과 비슷하게 경기도를 비롯한 중서부지역에서 상승경향이 비교적 크고 남해안지역에서 상승경향이 작았다.

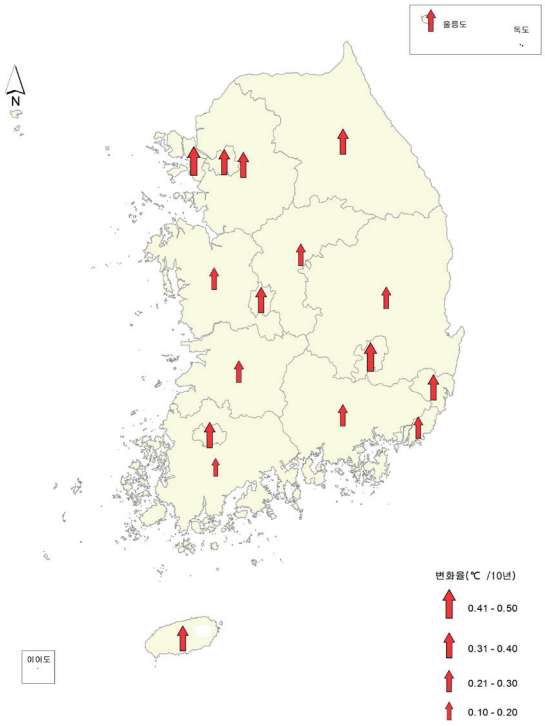


그림 3-6. 광역시·도별 연평균기온 변화율(1973~2010년)

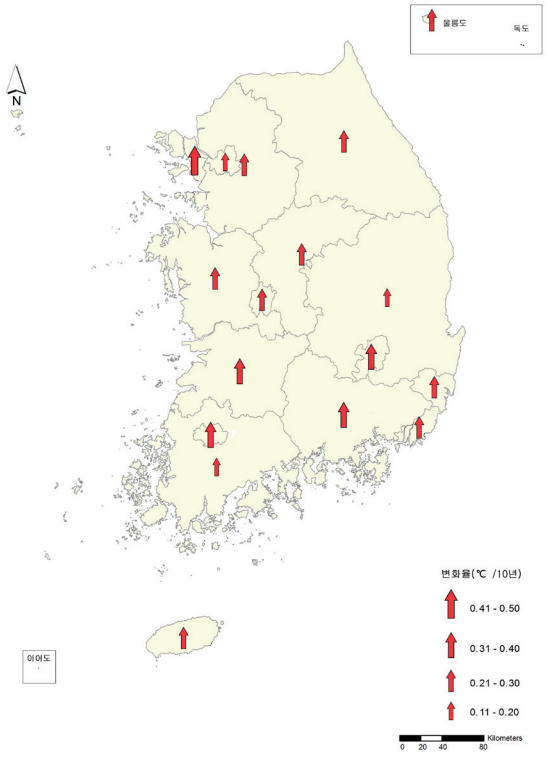


그림 3-7. 광역시·도별 연평균최고기온 변화율(1973~2010년)

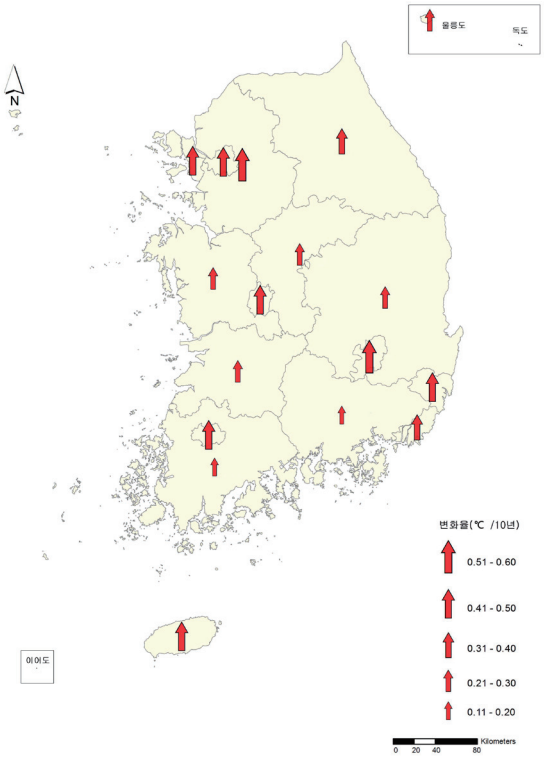


그림 3-8. 광역시·도별 연평균최저기온 변화율(1973~2010년)

2. 강수

우리나라의 연강수량(그림 3-9)은 2003년에 1,861mm로 가장 많았고, 1988년에 849mm로 가장 적어서 분석 기간(1973~2010년) 동안 그 변동성이 매우 크다. 10년 평균값은 2001~2010년에 1,359mm로 가장 많은 것으로 나타났다. 변화경향은 증가와 감소를 반복하고 있으며, 변화율(표 3-3)은 여름철(55.20mm/10년)을 제외하고 통계적으로 유의한 변화경향이 나타나지 않았다.

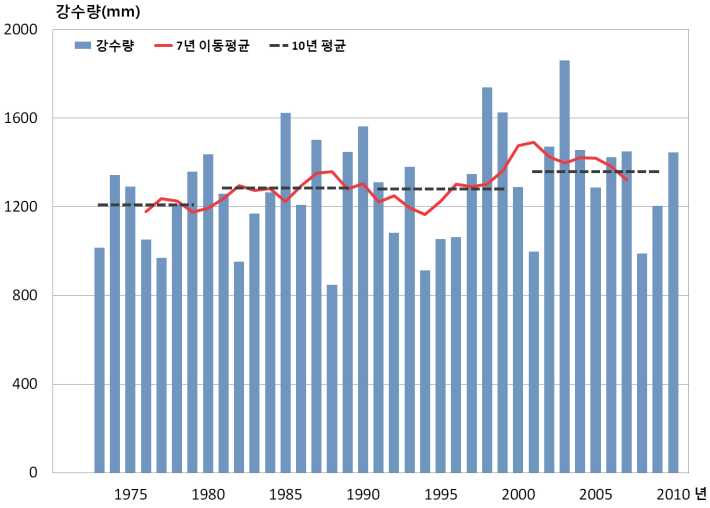


그림 3-9. 우리나라의 연강수량 변화(1973~2010년)

표 3-3. 우리나라의 연, 계절별 강수량 변화율(1973~2010년, 단위: mm/10년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량	55.45	-5.75	55.20*	6.89	0.15

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

광역시·도별 연강수량 변화율의 공간분포(그림 3-10)를 보면, 대부분의 지역에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다. 하지만 서울특별시, 경기도, 강원도, 울릉도에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났으며, 특히 서울특별시와 울릉도의 연강수량은 10년간 100mm 이상씩 증가하였다.

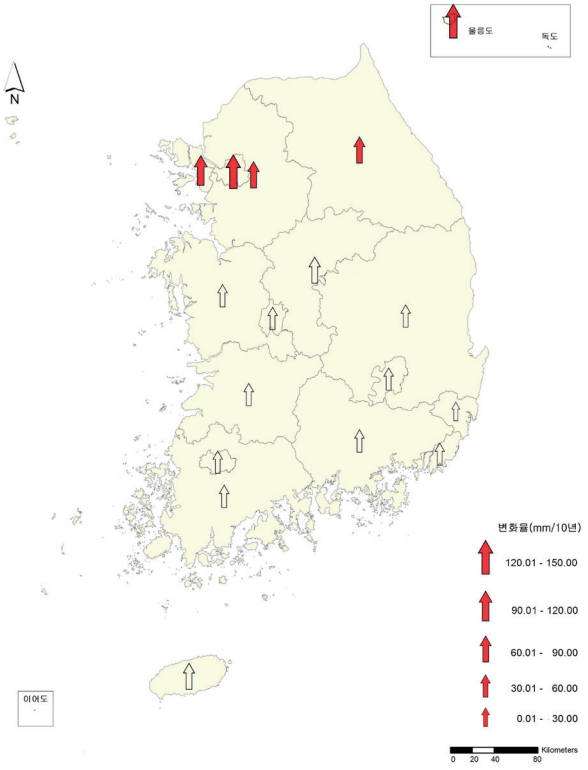


그림 3-10. 광역시·도별 연강수량 변화율(1973~2010년)

3. 현상일수

1) 일강수량 0.1mm · 80mm 이상 연간일수

61개 지점별 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율(그림 3-11)을 보면 완도, 충주, 영주 등 3개 지점을 제외한 모든 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다(그림 3-13).

일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율(그림 3-12)을 보면, 서울, 인천, 수원, 서산 등 중서부지역에서 증가경향이 비교적 크고 임실, 완도, 영주, 울릉도 등에서도 증가경향이 컸다. 나머지 지역도 증가경향이 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다(그림 3-14).

일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율보다 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율이 보다 많은 지점에서 통계적으로 유의한 증가경향을 보이고 있다.

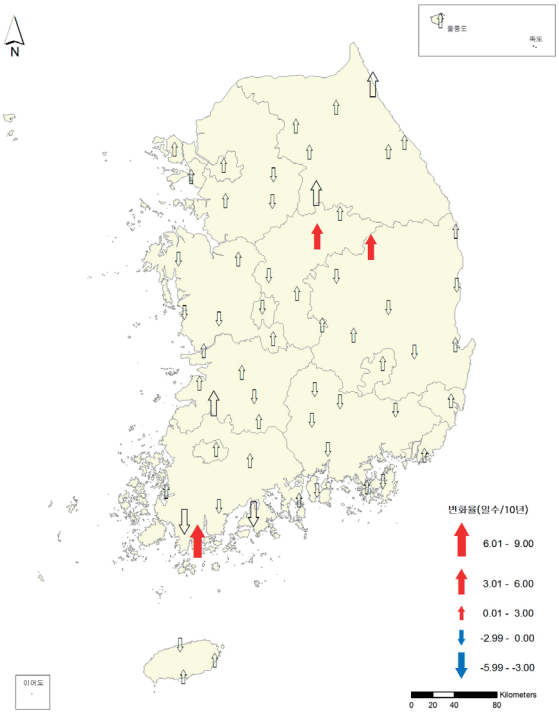


그림 3-11. 지점별 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율 (1973~2010년)

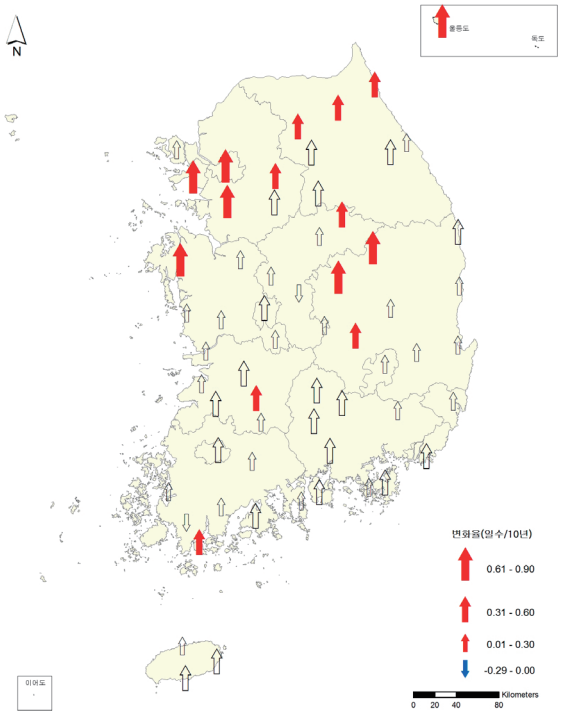
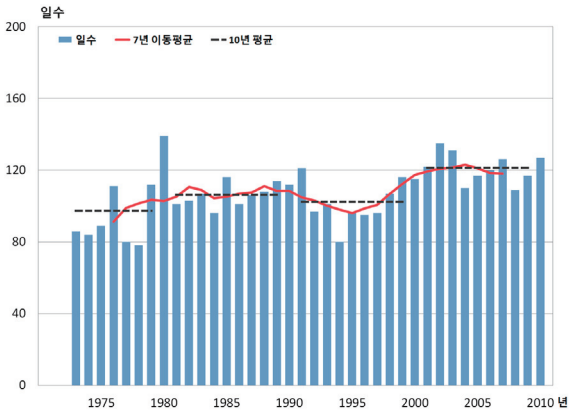
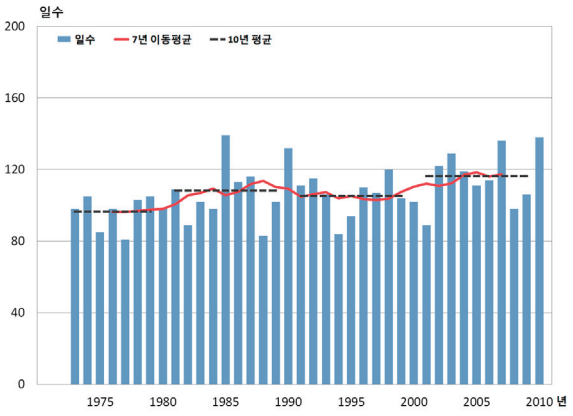


그림 3-12. 지점별 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율 (1973~2010년)

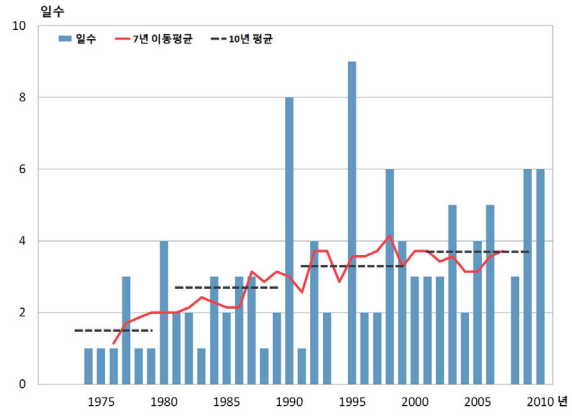


(a) 완도

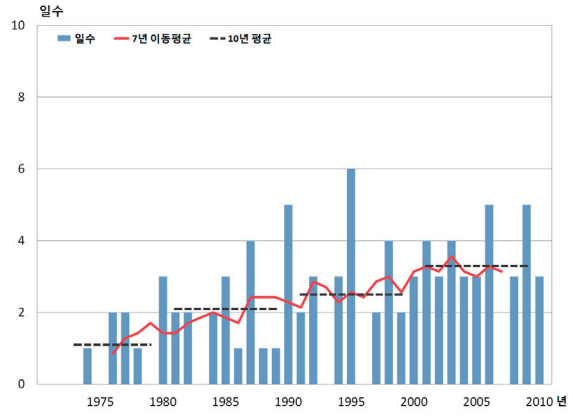


(b) 충주

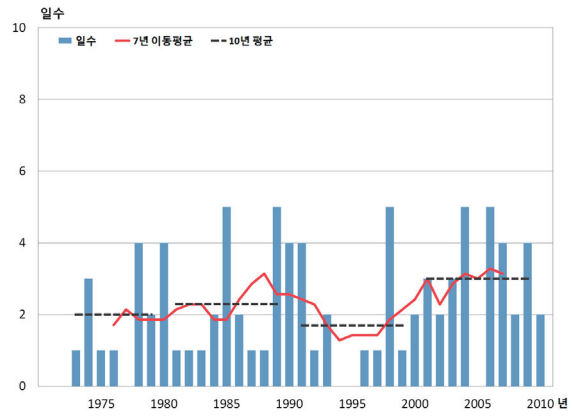
그림 3-13. 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화(1973~2010년)



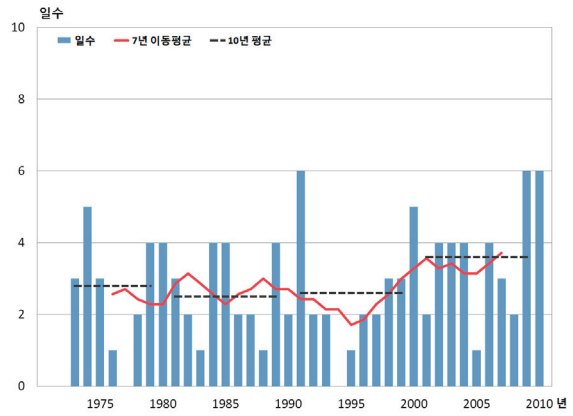
(a) 서울



(b) 인천



(c) 영주



(d) 울릉도

그림 3-14. 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화(1973~2010년)

2) 연간눈일수

지구온난화로 기온이 상승하면 일반적으로 눈일수[7]는 감소할 것으로 예측된다. 29개 지점별 연간눈일수 변화율(그림 3-15)을 보면, 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다. 충주에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났고 울릉도, 제주, 서울, 대구, 진주 등 5개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타난다(그림 3-16).

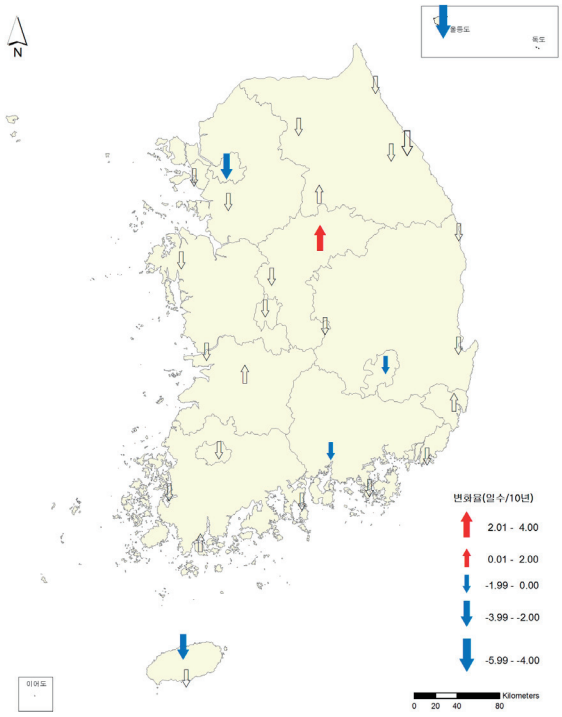
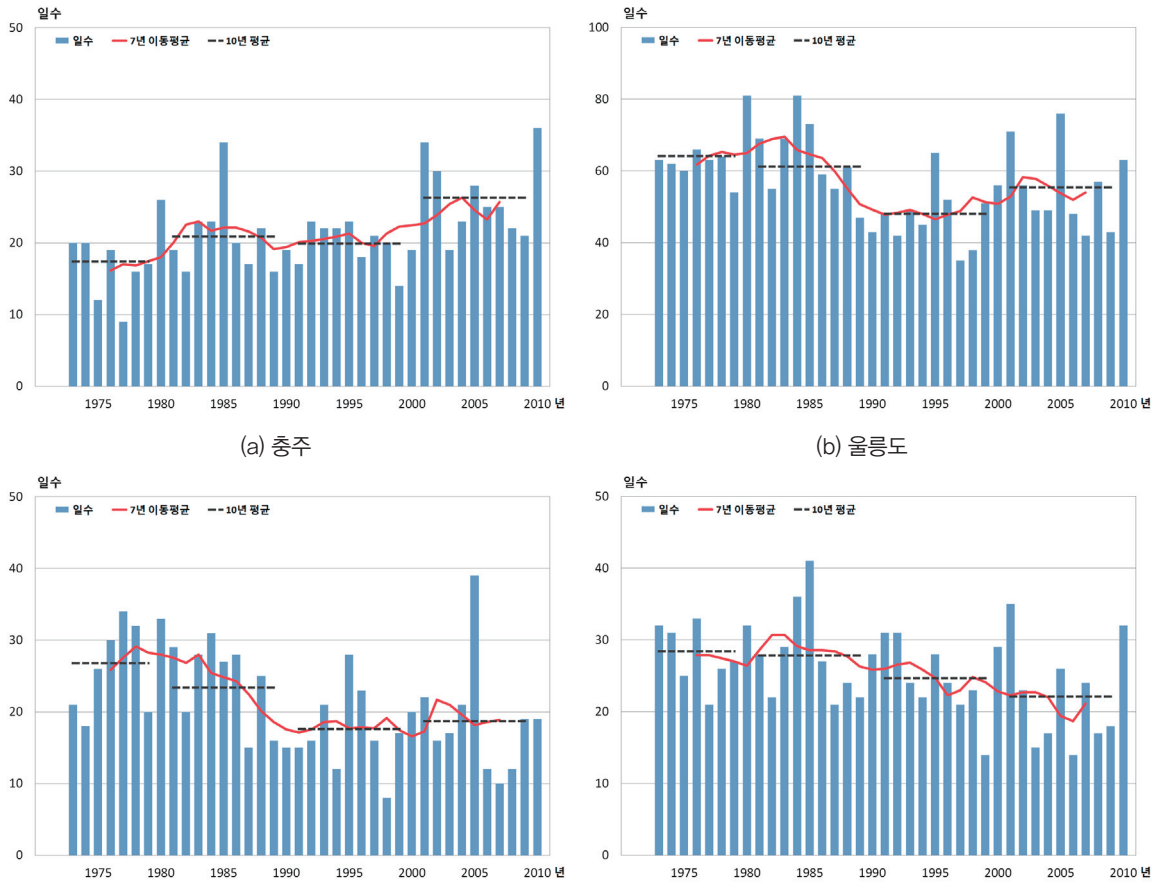


그림 3-15. 지점별 연간눈일수 변화율(1973~2010년)



(a) 충주 (b) 울릉도

(c) 제주 (d) 서울

그림 3-16. 연간눈일수 변화(1973~2010년)

7 눈일수: 눈, 진눈깨비, 소낙눈, 소낙성진눈깨비, 싸락눈, 가루눈, 눈보라가 포함된 현상일수

3) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수

기후변화로 인해 나타나는 현상 중에 가장 탁월한 현상은 야간기온의 상승이다. 일최저기온 25℃ 이상 일수는 주로 7~9월에 발생한다. 하지만 제주, 강릉, 포항, 대구 등 10개 지점에서는 6월에도 발생한 기록이 있다. 61개 지점별 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화율(그림 3-17)을 보면, 서귀포, 제주, 포항, 대구, 광주, 보령 등 12개 지점에서 증가경향이 나타난 것을 제외하면 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않는다.(그림 3-18).

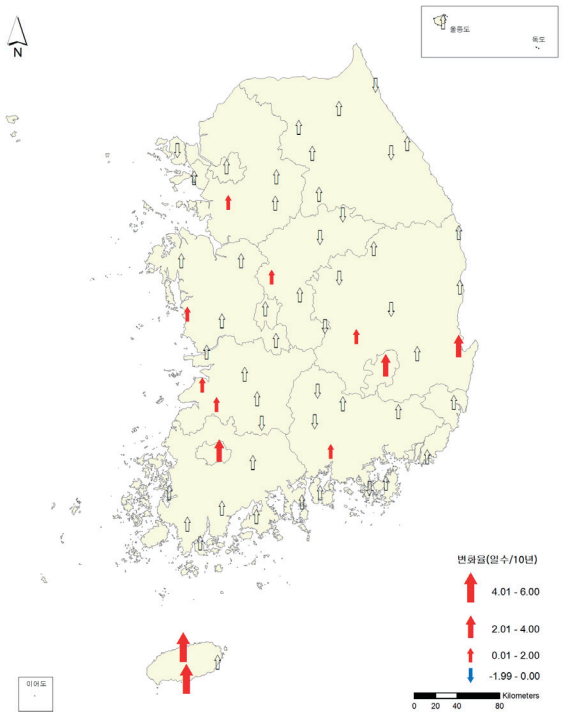
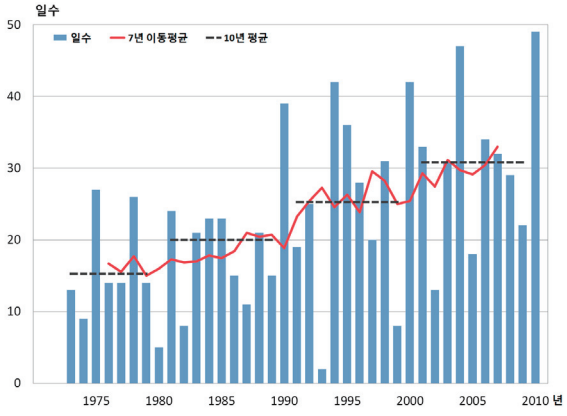
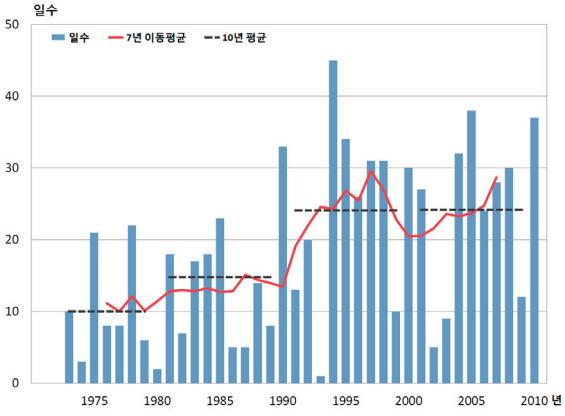


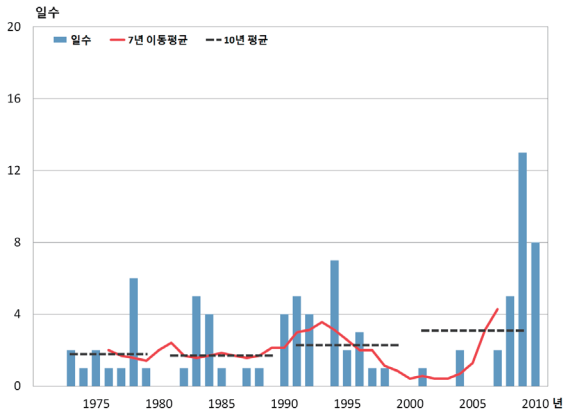
그림 3-17. 지점별 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화율 (1973~2010년)



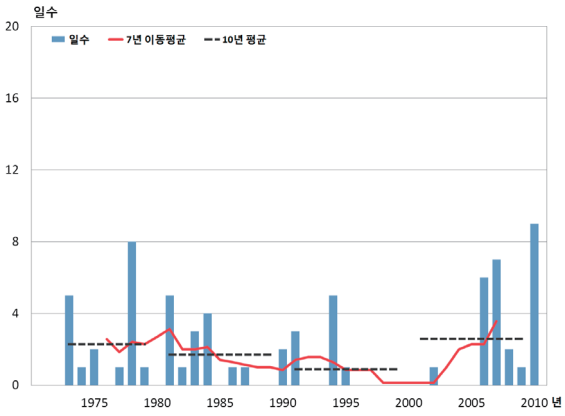
(a) 서귀포



(b) 제주



(c) 포항



(d) 대구

그림 3-18. 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)

4) 연간황사일수

황사는 보건 분야뿐만 아니라 생태, 정밀산업 등에 상당한 영향을 미치는 주요한 현상이다. 29개 지점별 연간황사일수 변화율(그림 3-19)을 보면 강릉, 제주, 서귀포, 여수 등 4개 지점을 제외한 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났다. 인천, 수원, 충주, 서울 등 중서부 지역에서 증가경향이 비교적 크게 나타난다(그림 3-20).

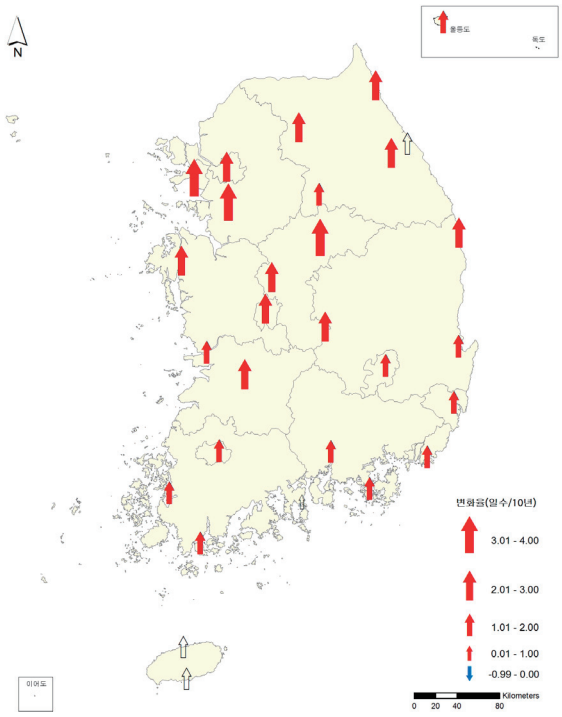
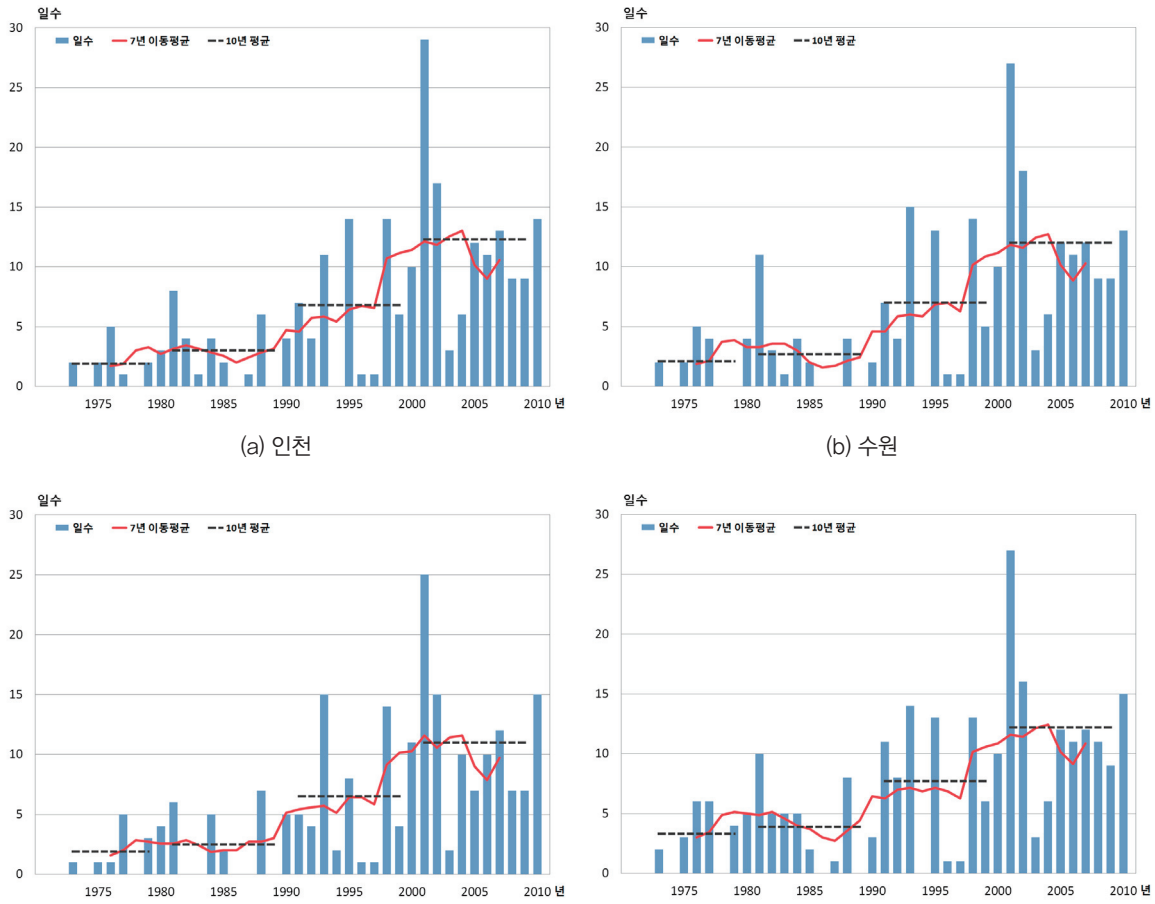


그림 3-19. 지점별 연간황사일수 변화율(1973~2010년)



(a) 인천 (b) 수원

(c) 충주 (d) 서울

그림 3-20. 연간황사일수 변화(1973~2010년)

5) 연간서리일수

지구온난화로 나타나는 기온상승으로 뚜렷하게 관측되는 현상 중에 하나가 서리일수의 감소이다. 29개 지점별 연간서리일수 변화율(그림 3-21)을 보면, 17개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타났다. 수원, 청주 등에서 감소경향이 비교적 크게 나타났다(그림 3-22). 속초는 증가하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지 않는다.

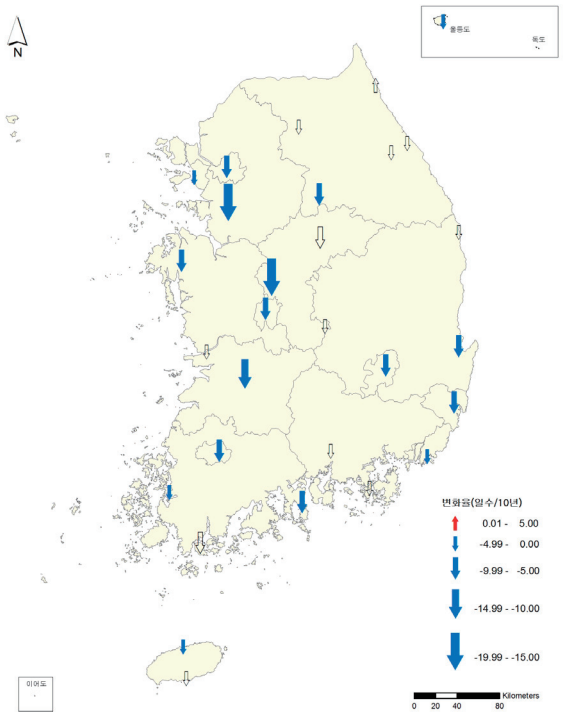
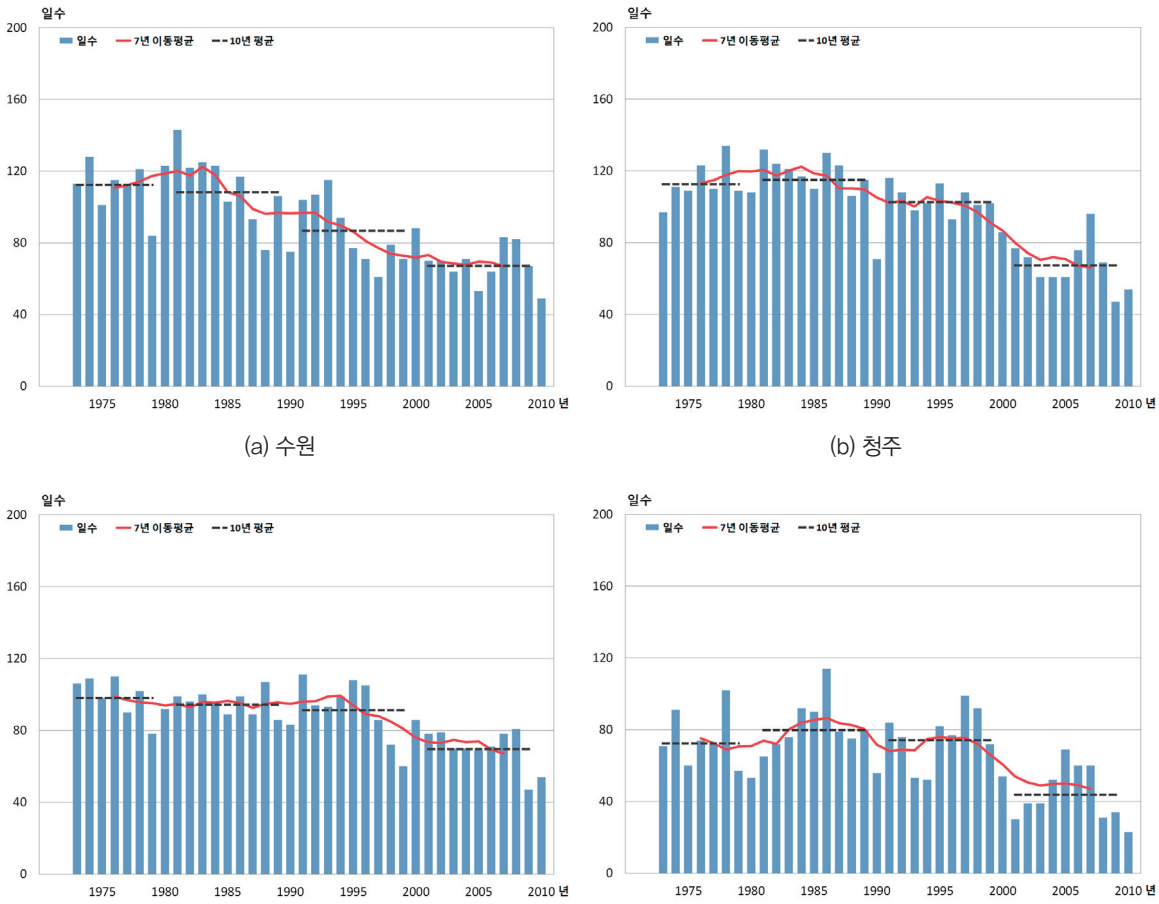


그림 3-21. 지점별 연간서리일수 변화율(1973~2010년)



(a) 수원 (b) 청주

(c) 전주 (d) 대구

그림 3-22. 연간서리일수 변화(1973~2010년)

6) 연간얼음일수

서리일수와 함께 얼음일수도 기온상승으로 인해 감소하는 경향이 보고되고 있다. 29개 지점별 연간얼음일수 변화율(그림 3-23)을 보면, 17개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타났다. 특히 강릉, 수원, 청주, 여수 등에서 감소경향이 비교적 크게 나타났다(그림 3-24). 추풍령, 진주, 군산 등에서 증가하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지 않는다.

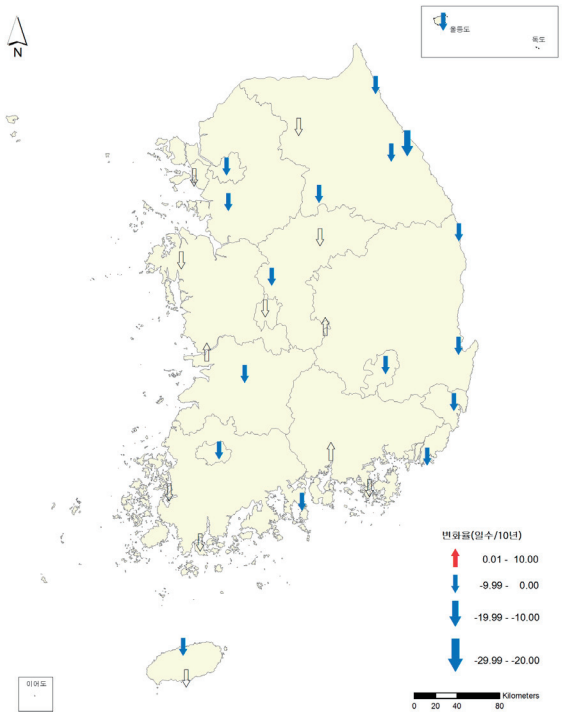
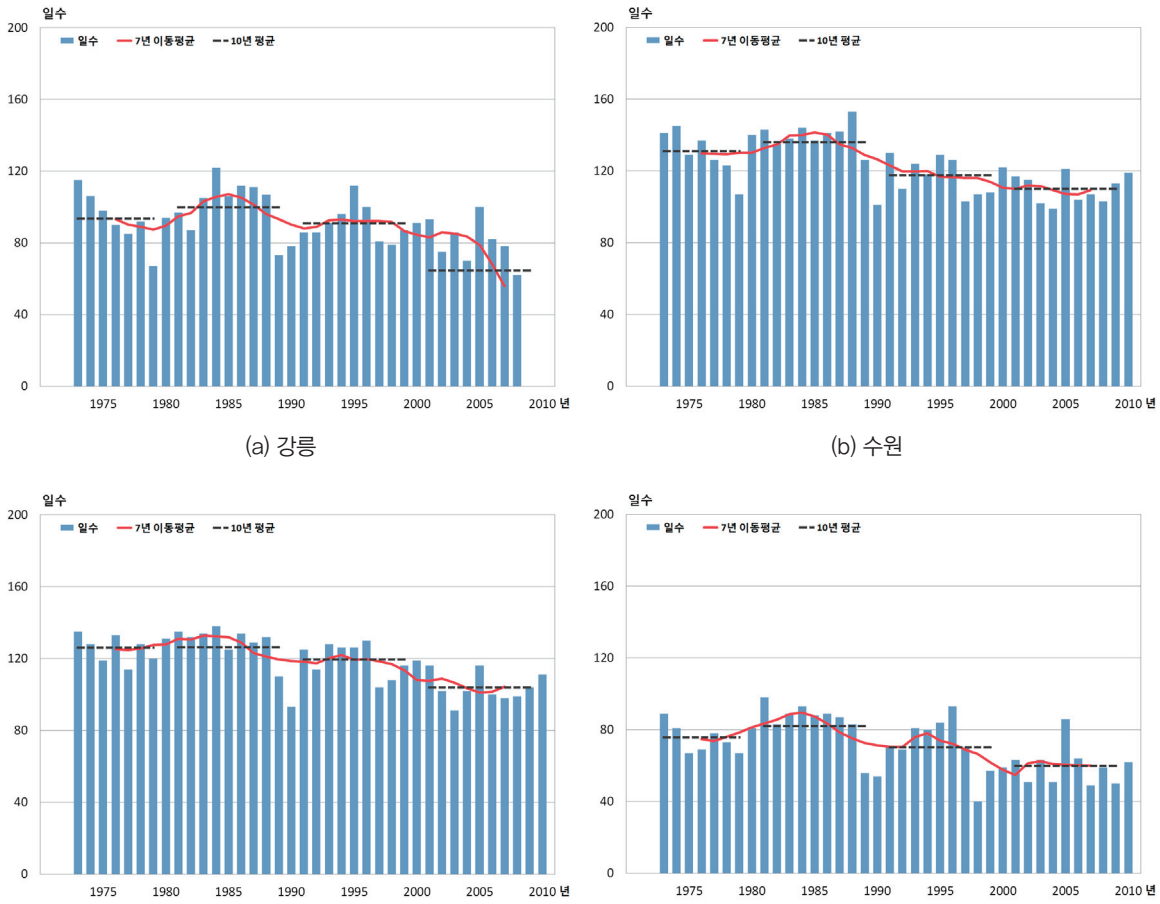


그림 3-23. 지점별 연간얼음일수 변화율(1973~2010년)



(a) 강릉 (b) 수원

(c) 청주 (d) 여수

그림 3-24. 연간얼음일수 변화(1973~2010년)

4. 극값[8]

1973~2010년 기간 동안 각 연도마다 우리나라에서 발생한 일강수량의 연최다값 변화(그림 3-25)를 보면, 2002년 8월 31일에 강릉에서 870.5mm로 가장 많았다. 10년 평균값은 2001~2010년에 362.1mm로 가장 많은 것으로 나타났다. 지점별로 보면, 대관령에서 2008년(212.5mm), 1993년(349.0mm), 1990년(330.8mm), 1982년(303.0mm)로 총 4회를 기록하여 가장 많이 나타났고, 거제(1973년, 1985년, 1999년)와 부산(1983년, 1991년, 2009년)에서 각 3회를 기록하였다.

우리나라의 연도별 일최고기온의 연최고값(그림 3-26)을 보면, 1977년 7월 31일에 대구에서 39.5℃로 가장 높았다. 10년 평균값은 1981~1990년에 37.6℃로 가장 높은 것으로 나타났다. 지점별로 보면, 대구에서 1995년(39.2℃), 1994년(39.4℃), 1992년(37.8℃), 1990년(38.5℃) 등 총 12회를 기록하여 가장 많이 나타났다.

우리나라의 연도별 일최저기온의 연최저값(그림 3-27)을 보면, 1981년 1월 5일에 양평에서 -32.6℃로 가장 낮았다. 10년 평균값은 1973~1980년에 -25.3℃로 가장 낮은 것으로 나타났다. 지점별로 보면, 대관령에서 2008년(-26.2℃), 2007년(-20.0℃), 2006년(-23.5℃), 2004년(-24.3℃), 2000년(-20.2℃) 등 총 19회를 기록하여 가장 많았고, 주로 최근에 많이 나타났다.

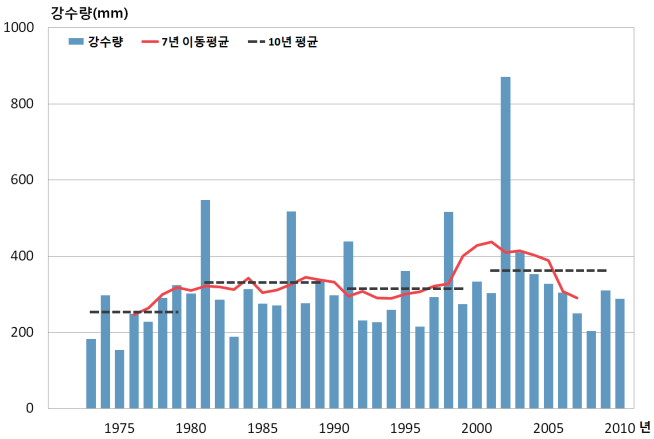


그림 3-25. 우리나라의 일강수량의 연최다값 변화(1973~2010년)

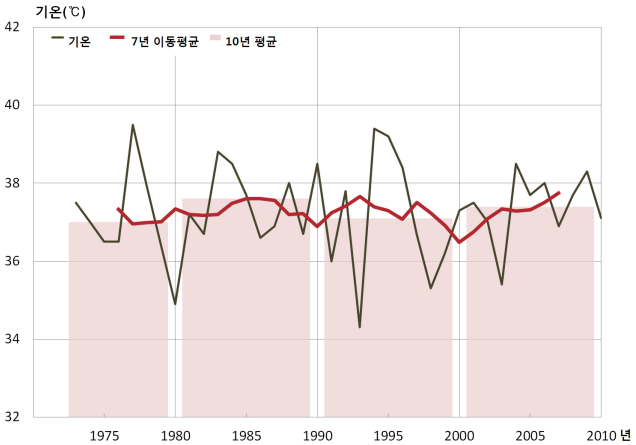


그림 3-26. 우리나라의 일최고기온의 연최고값 변화(1973~2010년)

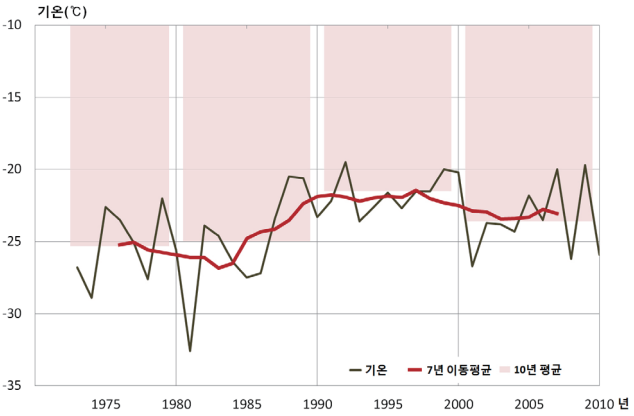


그림 3-27. 우리나라의 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)

8 연도별 극값 발생일 및 지점은 부록 참고

5. 극한기후지수

1) 최고기온 99퍼센타일

최고기온 99퍼센타일은 낮 최고기온 중에 값이 큰 상위 1%에 해당된다. 61개 지점별 최고기온 99퍼센타일 변화율(그림 3-28)을 보면, 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다. 완도, 서귀포에서 상승경향이 나타나고, 문경, 고흥에서 하강경향이 나타났다. 평균최고기온은 상승경향이 뚜렷하지만 최고기온 99퍼센타일은 변화가 탁월하지 않다.

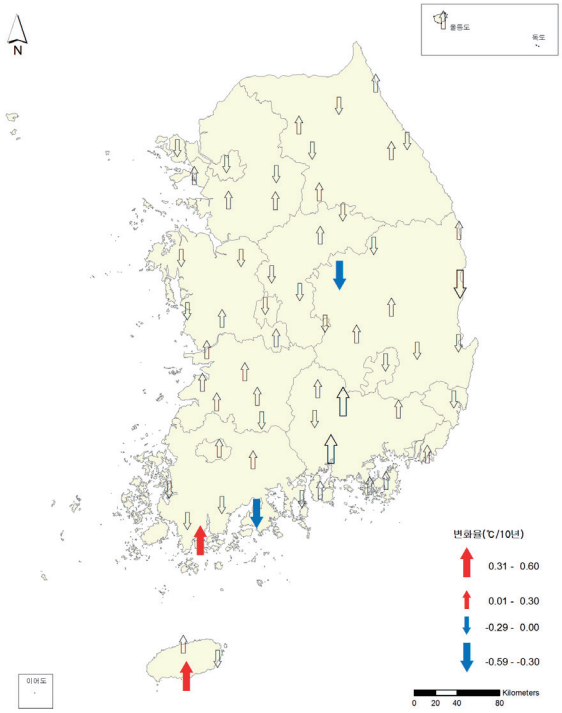


그림 3-28. 지점별 최고기온 99퍼센타일 변화율(1973~2010년)

2) 최저기온 1퍼센타일

61개 지점별 최저기온 1퍼센타일 변화율(그림 3-29)을 보면, 이천, 제천, 춘천 등 23개 지점을 제외한 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났다. 양평, 원주, 청주, 수원 등에서 상승경향이 비교적 크게 나타났다. 해남, 진주는 하강하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지 않았다. 평균최저기온의 상승으로 인해서 최저기온 1퍼센타일도 상승하였다.

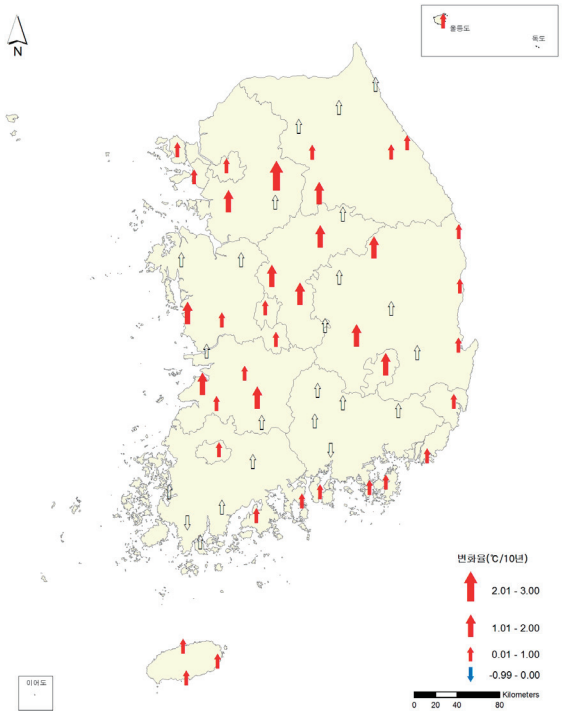


그림 3-29. 지점별 최저기온 1퍼센타일 변화율(1973~2010년)

3) 일최저기온 0℃ 미만 연간일수

최저기온의 상승으로 일최저기온 0℃ 미만 일수는 감소할 것으로 예상된다. 61개 지점별 일최저기온 0℃ 미만 연간일수 변화율(그림 3-30)을 보면, 통계적으로 유의한 경향을 보인 지점은 대부분 감소하는 경향으로 나타났다. 포항, 대구, 청주, 울산, 수원 등에서 감소경향이 비교적 크게 나타났다. 해남을 제외하고 증가경향이 나타난 지점은 통계적으로 유의하지 않았다.

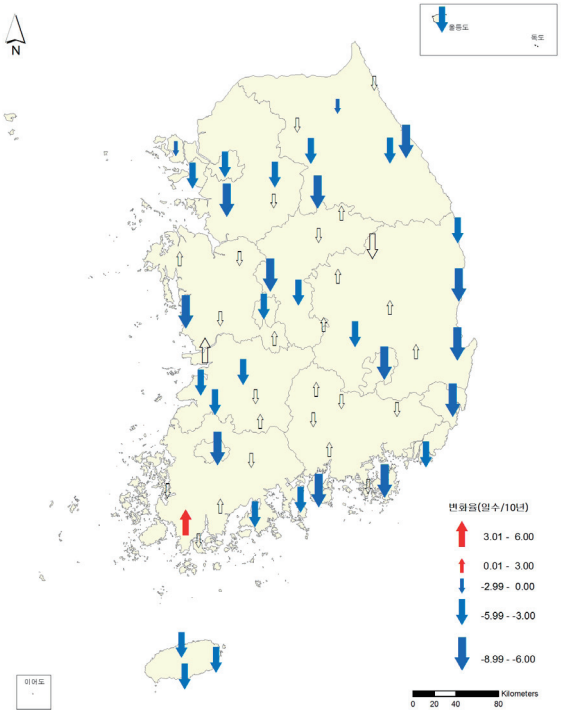
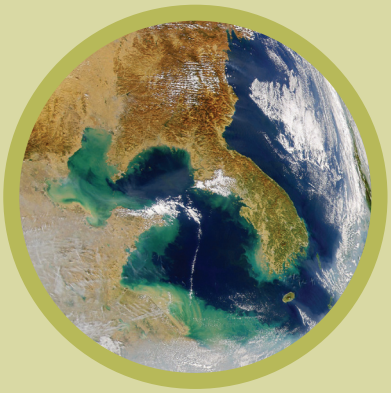


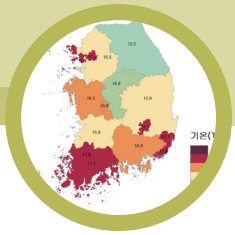
그림 3-30. 지점별 일최저기온 0℃ 미만 연간일수 변화율 (1973~2010년)



Ⅳ. 우리나라의 미래 기후변화 전망

1. 미래 기온과 강수량 전망

2. 미래 기온과 강수량 변화경향



본 장에서는 지역별 기후변화의 미래를 전망하기 위해서 IPCC SRES A1B 시나리오를 기반으로 생산된 상세 기후변화 시나리오 자료(10km)를 이용하여 우리나라의 행정구역별 기온과 강수량의 미래 전망을 분석하였다. 분석요소는 연평균기온과 연강수량이며, 현재(2001~2010년)와 비교한 편차장의 변화를 2011~2040년, 2041~2070년, 2071~2100년으로 30년씩 평균하여 공간분포도로 나타내었다. 또한 우리나라의 미래 전망을 10년씩 평균하여 시계열 변화경향을 파악하였다. 기후변화 시나리오는 많은 불확실성을 포함하고 있으므로 본 장에 기술된 수치를 활용할 경우 주의하여야 한다.

1. 미래 기온과 강수량 전망

광역시·도별 미래 30년별 연평균기온 및 현재(2001~2010년)와의 편차 전망은 그림 4-1과 같다. 2011~2040년 우리나라의 연평균기온은 10.3~16.2℃ 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 16.2℃로 가장 높고 강원도가 10.3℃로 가장 낮다. 2041~2070년은 11.6~17.5℃ 범위로 전망되고, 제주특별자치도(17.5℃), 부산광역시(16.6℃)와 전라남도(16.3℃), 광주광역시(16.2℃) 등 남부지방을 중심으로 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다. 2071~2100년은 13.2~18.8℃ 범위로 전망되고, 전라북도(15.9℃), 경상북도(15.8℃), 경기도(15.5℃), 충청북도(14.9℃), 강원도(13.2℃)를 제외한 모든 지역에서 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다.

2011~2040년 광역시·도별 연평균기온편차는 −0.2~2.5℃ 범위로 전망되고, 인천광역시가 2.5℃로 가장 크게 상승하는 반면에 대구광역시는 −0.2℃로 감소한다. 2041~2070년의 연평균기온편차는 1.2~3.9℃ 범위로 전망된다. 인천광역시가 3.9℃로 가장 크게 상승하고 제주특별자치도가 3.4℃ 상승하여 3.0℃ 이상 상승한다. 대구광역시와 울산광역시가 1.2℃로 가장 작게 상승한다. 2071~2100년은 대구광역시(2.6℃)와 울산광역시(2.6℃), 울릉도(2.6℃)를 제외한 모든 지역에서 연평균기온편차가 3.0℃ 이상으로, 기온상승 범위가 2.6~5.6℃로 전망된다. 인천광역시는 연평균기온편차가 5.6℃로 가장 크게 상승하고 제주특별자치도(4.7℃), 대전광역시(4.3℃), 전라남도와 충청남도(4.2℃), 서울특별시와 전라북도(4.1℃) 순으로 나타난다.

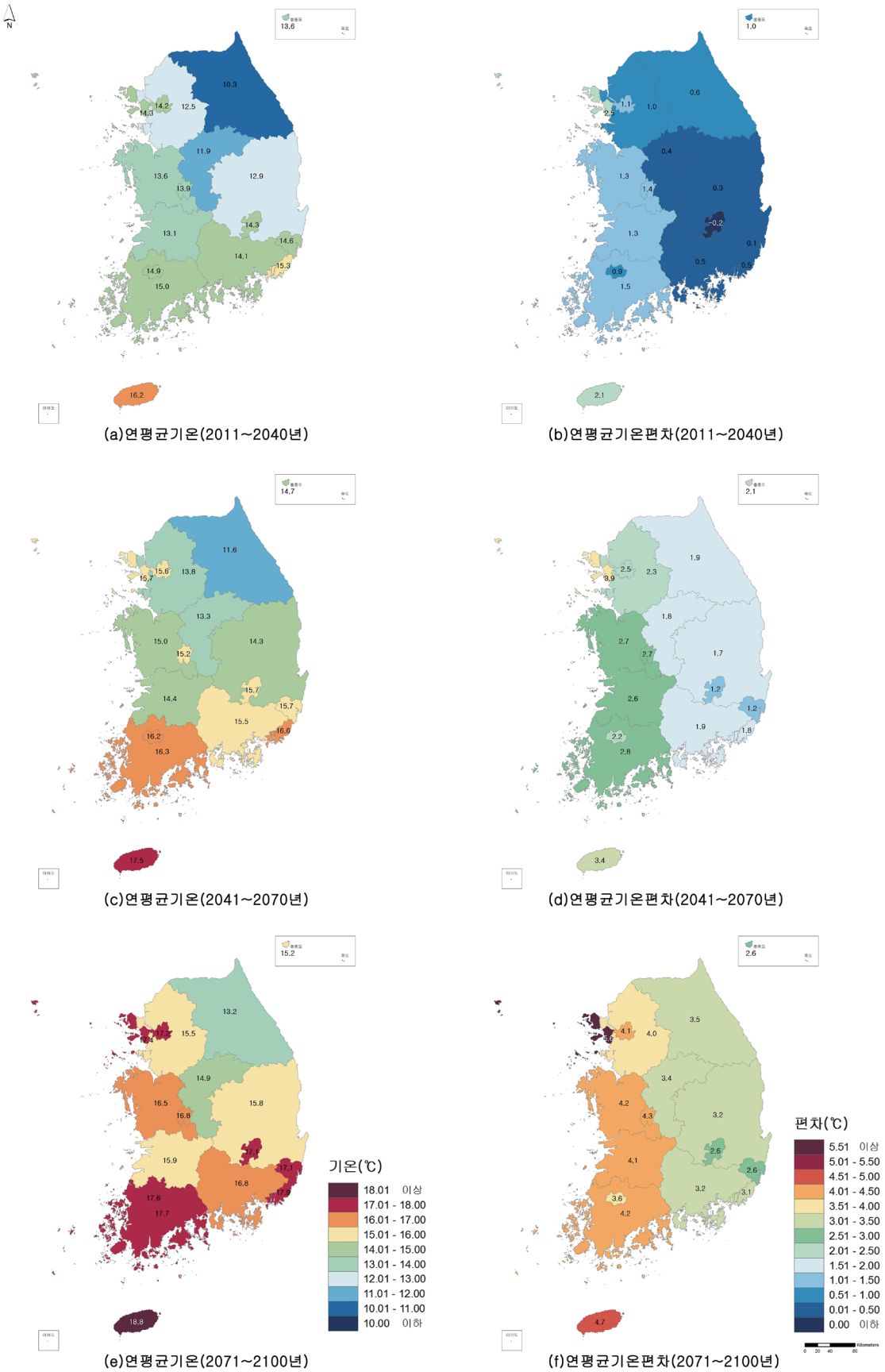


그림 4-1. 광역시·도별 연평균기온 미래 전망

광역시·도별 미래 30년별 연강수량 및 현재(2001~2010년)와 비교한 연강수량편차의 전망은 그림 4-2와 같다. 2011~2040년 우리나라의 연강수량은 1,173~1,869mm 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 1,869mm로 가장 많고 인천광역시가 1,173mm로 가장 적다. 2041~2070년 연강수량은 1,276~1,964mm 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 1,964mm로 가장 많고 인천광역시가 1,276mm로 가장 적다. 2071~2100년에는 연강수량은 1,292~2,026mm 범위로 전망되며, 역시 제주특별자치도가 2,026mm로 가장 많고 인천광역시가 1,292mm로 가장 적다.

2011~2040년 광역시·도별 연강수량편차는 -340~236mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 236mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -305mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -340mm). 제주특별자치도를 포함하여 서울특별시(-32mm), 대전광역시(-16mm) 등 3개 지역을 제외하고 모두 강수량이 증가하는 것으로 편차가 나타난다. 2041~2070년에는 -211~305mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 305mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -210mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -211mm). 제주특별자치도를 제외한 모든 지역에서 양의 편차가 나타난다. 2071~2100년에는 -198~414mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 414mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -148mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -198mm). 2041~2070년와 마찬가지로 제주특별자치도를 제외한 모든 지역에서 양의 편차가 나타난다.

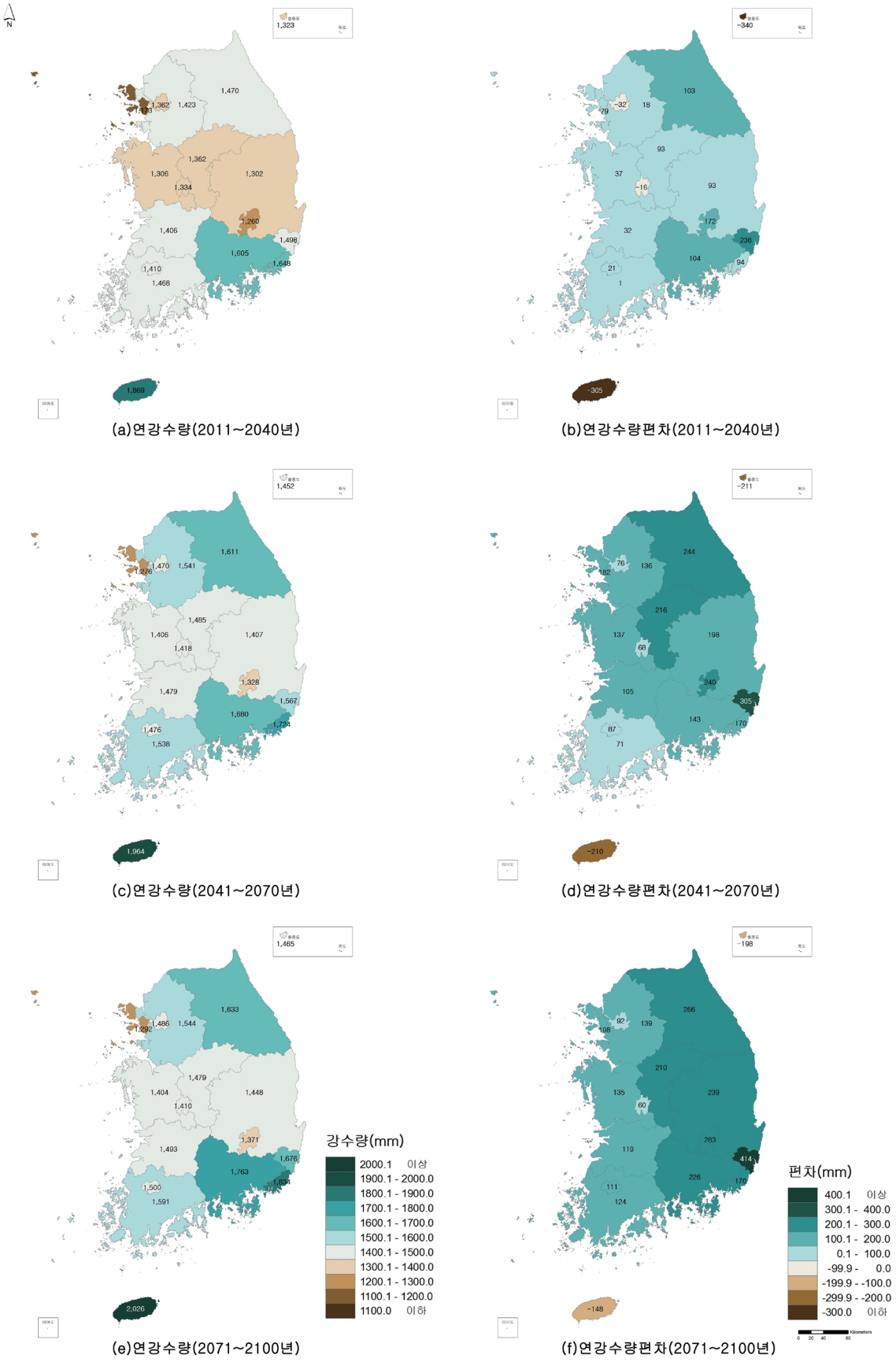


그림 4-2. 광역시·도별 연강수량 미래 전망

2. 미래 기온과 강수량 변화경향

1) 연평균기온

우리나라의 연평균기온 미래 전망을 살펴보면, 현재(2001~2010년, 12.8℃)와의 편차와 10년, 30년 평균값은 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-3). 연평균기온의 10년 평균값은 2081~2090년, 2091~2100년에 16.8℃로 가장 높아 현재(2001~2010년)와 비교하여 기온이 4.0℃ 상승할 것으로 전망된다. 또한 30년 평균도 2071~2100년에 16.6℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-1).

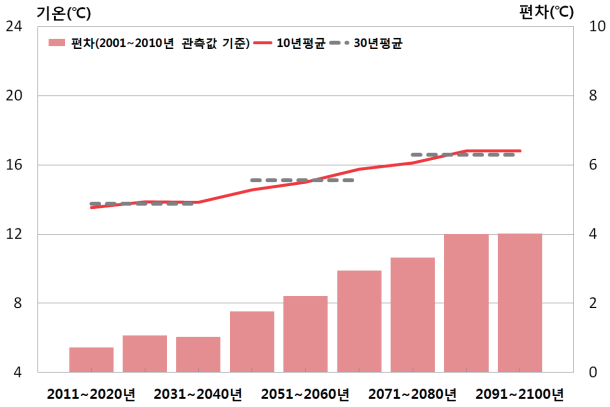


그림 4-3. 우리나라의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-1. 우리나라의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위: ℃)

기간	2001 ~2010년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
평균 기온	12.8	13.5	13.9	13.8	14.6	15.0	15.8	16.1	16.8	16.8
		13.7			15.1			16.6		

* 2001~2010년 45개 지점(전국) 관측값 평균

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균기온 차(그림 4-4)를 살펴보면, 3.0~3.5℃의 범위로 상승하여 모든 광역시·도에서 3.0℃ 이상 상승한다. 위도가 상대적으로 높은 지역이 낮은 지역보다 크게 상승한다. 서울특별시와 인천광역시가 3.5℃로 가장 크고, 울산광역시와 제주특별자치도가 3.0℃로 가장 작다.

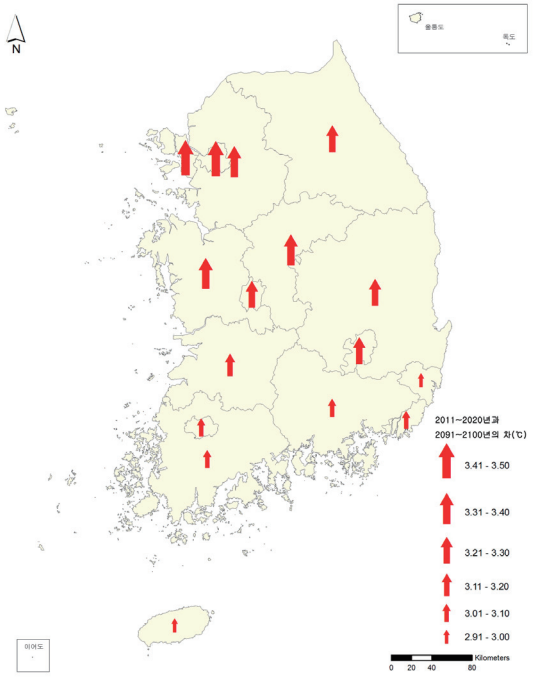


그림 4-4. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균기온 차

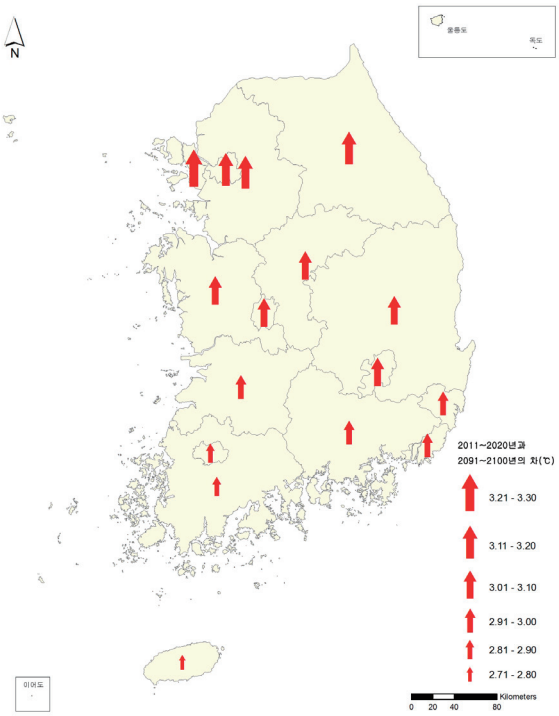


그림 4-5. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균최고기온 차

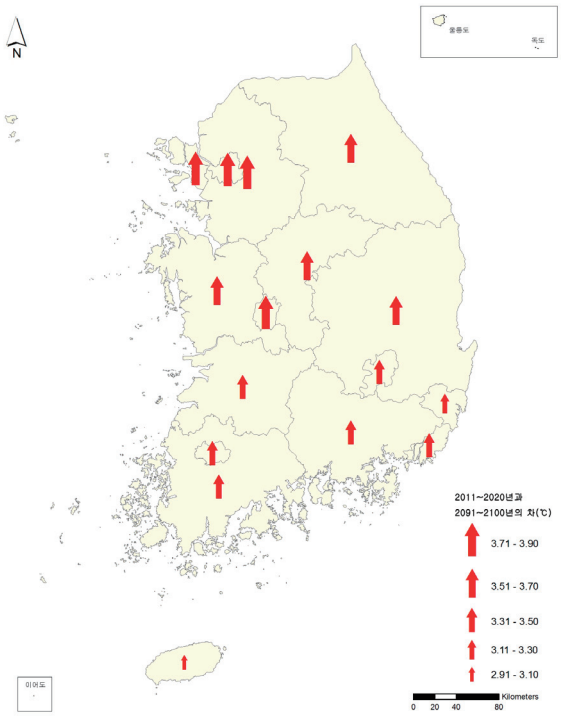


그림 4-6. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균최저기온 차

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균최고기온 차(그림 4-5)를 살펴보면, 2.8~3.3℃의 범위로 상승한다. 연평균기온과 마찬가지로 위도가 상대적으로 높은 지역이 낮은 지역보다 크게 상승한다. 인천광역시가 3.3℃로 가장 크고, 제주특별자치도가 2.8℃로 가장 작다.

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균최저기온 차(그림 4-6)를 살펴보면, 3.1~3.8℃의 범위로 상승하여 연평균기온, 연평균최고기온 대비 가장 컸다. 서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 경기도가 3.8℃로 가장 크고, 제주특별자치도가 3.1℃로 가장 작다.

서울특별시의 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-7). 연평균기온의 10년 평균값은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.5℃로 가장 높아 현재(2001~2010년)와 비교하여 4.4℃ 상승하여 전국평균(4.0℃)보다 조금 더 상승할 것으로 전망된다. 또한 30년 평균값도 2071~2100년에 17.2℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-2).

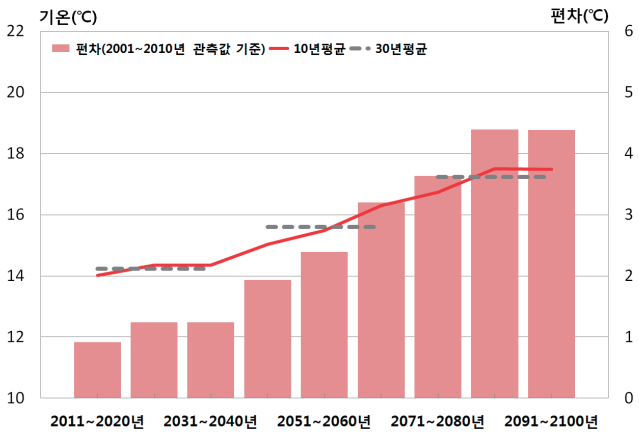


그림 4-7. 서울특별시의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-2. 서울특별시의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위: ℃)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
서울특별시	13.1	14.0	14.3	14.3	15.0	15.5	16.3	16.7	17.5	17.5
		14.2			15.6			17.2		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

광역시별 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 광역시에서 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-8). 대구광역시는 현재(2001~2010년)와의 편차에서 2031~2040년까지 음의 편차가 나타나지만 그 이후로 양의 편차가 나타나고 10년, 30년 평균값도 2041년 이후 지속적으로 상승할 것으로 전망된다.

연평균기온의 광역시별 미래 전망(표 4-3)에서 부산광역시는 2081~2090년에 18.2℃로 가장 높으나 현재(2001~2010년) 대비 3.3℃ 상승하여 서울(4.4℃)보다 작다. 30년 평균값도 2071~2100년에 17.9℃로 광역시 중에서 가장 높을 것으로 전망된다. 대구광역시의 연평균기온은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.4℃로 현재(2001~2010년) 대비 2.9℃ 상승한다.

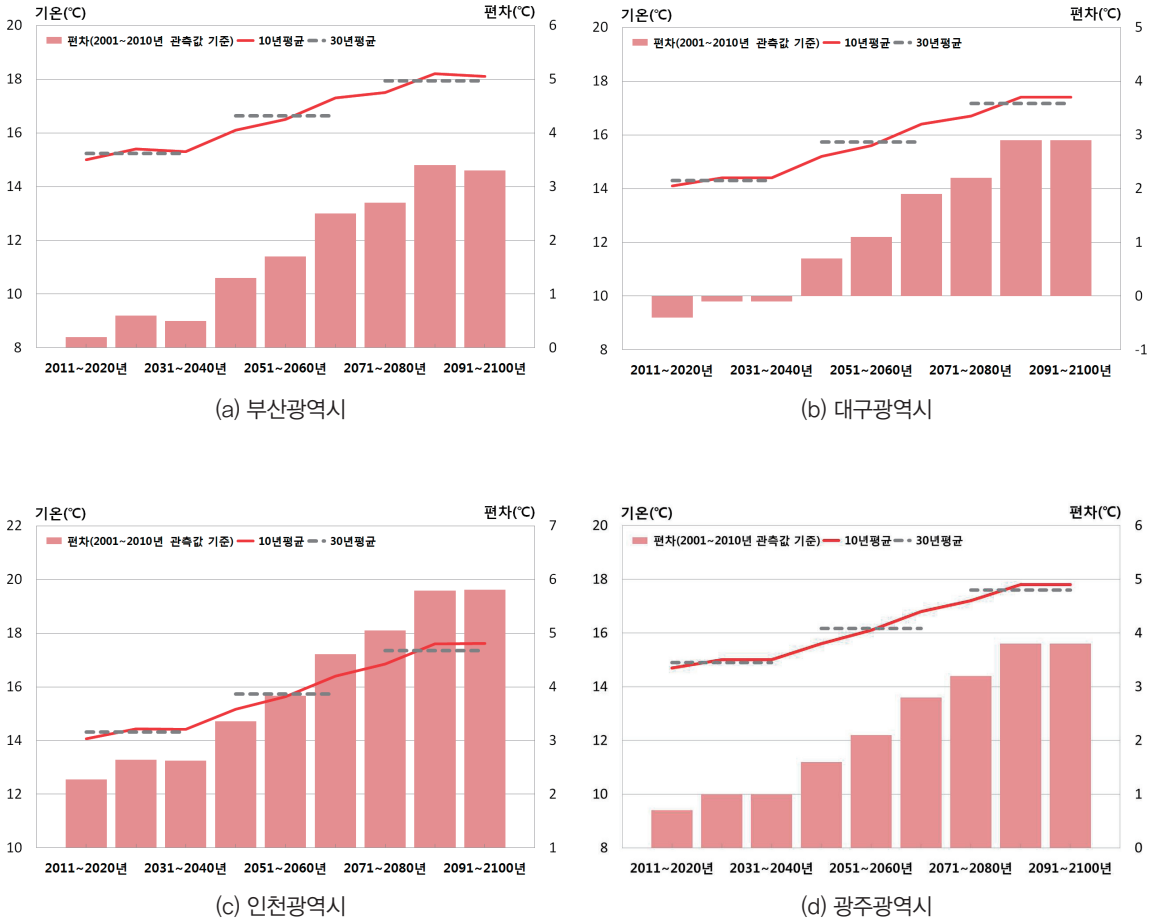
인천광역시의 연평균기온은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.6℃로 현재(2001~2010년) 11.8℃에 비해 무려 5.8℃ 상승하여 광역시 중 가장 큰 상승을 보인다. 또한 기후변화 시나리오의 처음 10년(2011~2020년)과 마지막 10년(2091~2100년)의 연평균기온을 비교한 결과, 광역시별 연평균기온 상승은 3.1~3.5℃ 범위 내에서 전망되며 그 중 인천광역시는 3.5℃로 전망되어 광역시 중에서 가장 크게 상승할 것으로 전망된다.

대전광역시도 2091~2100년에 17.0℃로, 현재(2001~2010년) 대비 기온상승이 4.0℃이상으로 전국평균 기온상승정도보다 클 것으로 전망된다. 울산광역시는 2081~2090년, 2091~2100년에 17.3℃로, 현재(2001~2010년)에 비해 2.8℃ 상승할 것으로 전망되어 광역시 중에서는 가장 작게 상승한다.

표 4-3. 광역시별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위: ℃)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
부산광역시	14.8	15.0	15.4	15.3	16.1	16.5	17.3	17.5	18.2	18.1
		15.3			16.6			17.9		
대구광역시	14.5	14.1	14.4	14.4	15.2	15.6	16.4	16.7	17.4	17.4
		14.3			15.7			17.1		
인천광역시	11.8	14.1	14.4	14.4	15.2	15.6	16.4	16.9	17.6	17.6
		14.3			15.7			17.4		
광주광역시	14.0	14.7	15.0	15.0	15.6	16.1	16.8	17.2	17.8	17.8
		14.9			16.2			17.6		
대전광역시	12.5	13.7	14.0	14.0	14.6	15.2	15.9	16.3	17.0	17.0
		13.9			15.2			16.8		
울산광역시	14.5	14.3	14.6	14.9	15.2	15.5	16.3	16.6	17.3	17.3
		14.6			15.7			17.1		

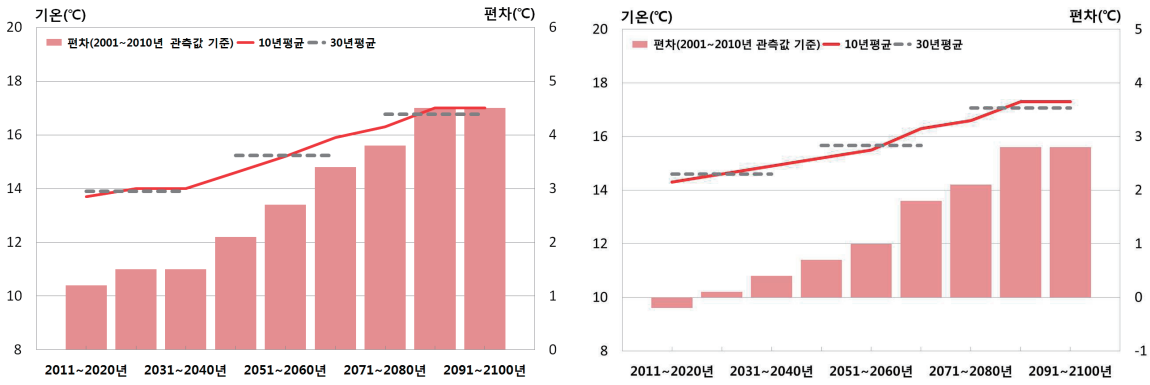
* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균



(a) 부산광역시 (b) 대구광역시

(c) 인천광역시 (d) 광주광역시

그림 4-8. 광역시별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



(e) 대전광역시 (f) 울산광역시

그림 4-8.(계속) 광역시별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

도별 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 도에서 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-9). 연평균기온은 광역시에 비해 도별 기온이 낮은 편이므로, 앞장의 공간분포(그림 4-1)에서 확인했듯이 서쪽 지역의 기온상승이 동쪽 지역보다 크다.

경기도는 2081~2090년, 2091~2100년에 15.7℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.5℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 강원도는 2081~2090년, 2091~2100년에 13.4℃로 전국 도 중에서 기온이 가장 낮으며 2000년대에 비해 기온 상승정도도 3.7℃로 크지 않을 것으로 전망된다.

충청북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 15.1℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 14.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 충청남도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.8℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 16.5℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

전라북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.1℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 전라남도는 2091~2100년에 17.9℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 17.7℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

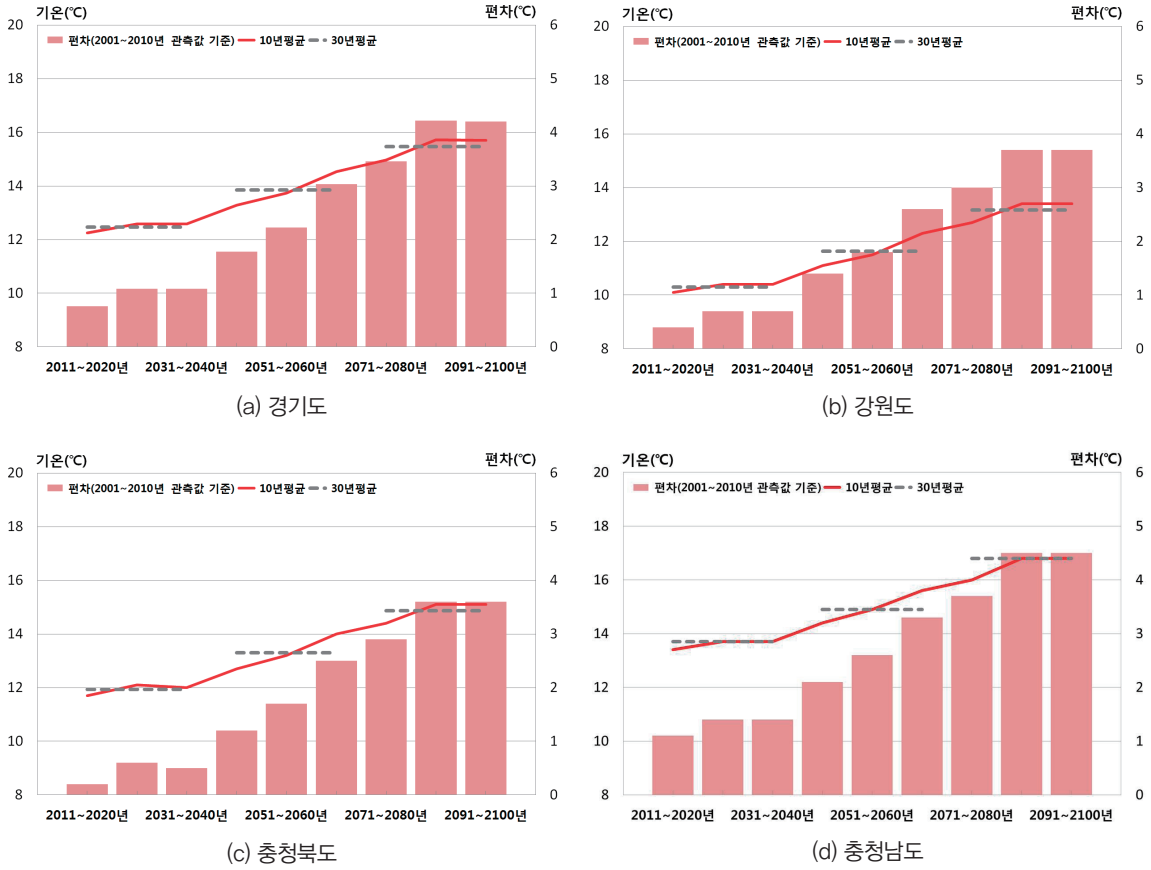
경상북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.8℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 경상남도는 2081~2090년, 2091~2100년에 17.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 16.8℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

제주특별자치도는 2091~2100년에 19.0℃로 가장 높으며, 2000년대에 비해 4.9℃ 상승하여 전국 도 중에서 가장 기온이 높은 동시에 기온 상승정도도 가장 클 것으로 전망된다.

표 4-4. 도별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위: ℃)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
경기도	11.5	12.3	12.6	12.6	13.3	13.7	14.5	15.0	15.7	15.7
		12.5			13.8			15.5		
강원도	9.7	10.1	10.4	10.4	11.1	11.5	12.3	12.7	13.4	13.4
		10.3			11.6			13.2		
충청북도	11.5	11.7	12.1	12.0	12.7	13.2	14.0	14.4	15.1	15.1
		11.9			13.3			14.9		
충청남도	12.3	13.4	13.7	13.7	14.4	14.9	15.6	16.0	16.8	16.8
		13.6			15.0			16.5		
전라북도	11.8	12.9	13.2	13.2	13.9	14.4	15.1	15.4	16.1	16.1
		13.1			14.4			15.9		
전라남도	13.5	14.8	15.1	15.1	15.8	16.3	16.9	17.3	17.8	17.9
		15.0			16.3			17.7		
경상북도	12.6	12.7	13.0	13.0	13.8	14.2	15.0	15.3	16.0	16.0
		12.9			14.3			15.8		
경상남도	13.6	13.9	14.3	14.2	14.9	15.4	16.1	16.4	17.0	17.0
		14.1			15.5			16.8		
제주특별자치도	14.1	16.0	16.3	16.3	17.0	17.5	18.1	18.4	18.9	19.0
		16.2			17.5			18.8		

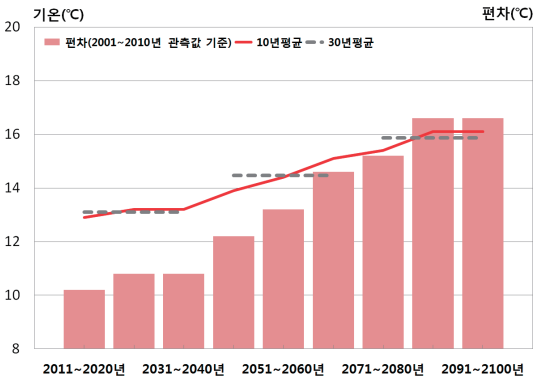
* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균



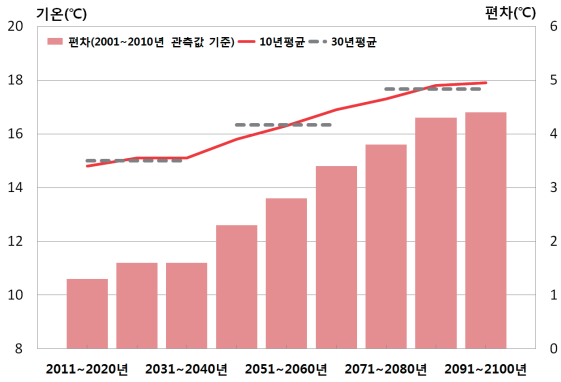
(a) 경기도 (b) 강원도

(c) 충청북도 (d) 충청남도

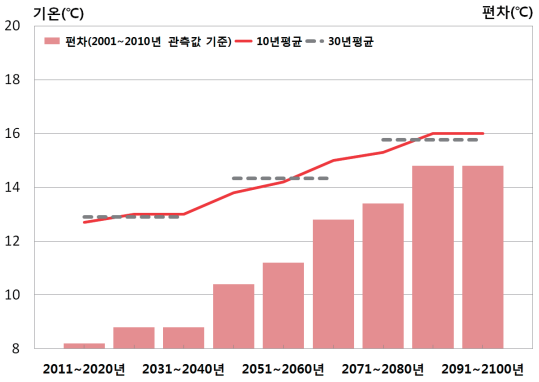
그림 4-9. 도별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



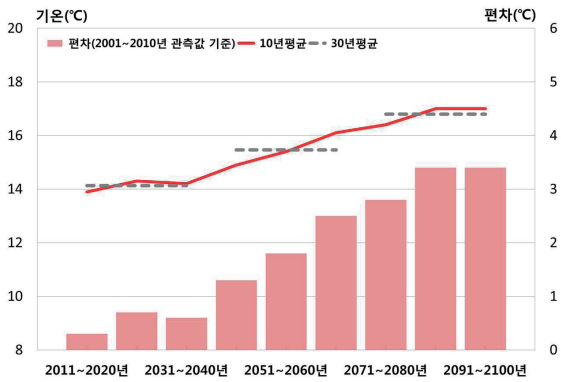
(e) 전라북도



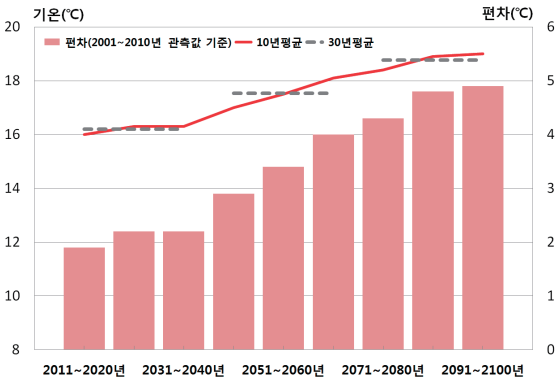
(f) 전라남도



(g) 경상북도



(h) 경상남도



(i) 제주특별자치도

그림 4-9.(계속) 도별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

2) 연강수량

우리나라의 연강수량 미래 전망을 살펴보면, 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균값은 기온보다 변동성이 커서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 4-10). 연강수량의 10년 평균값은 2091~2100년에 1,584mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,560mm로 현재(2001~2010년) 대비 15% 정도 증가할 것으로 전망된다(표 4-5).

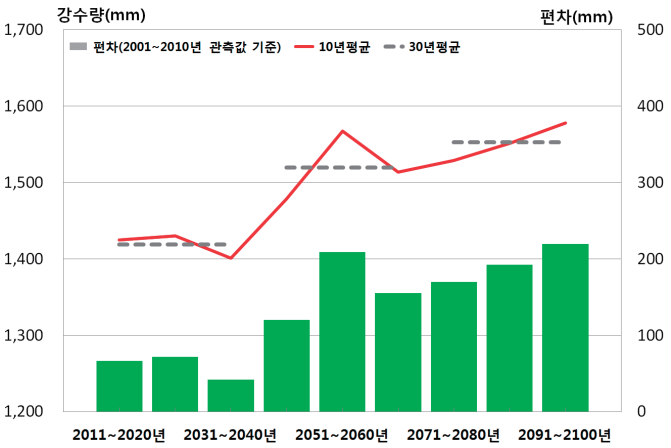


그림 4-10. 우리나라의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

표 4-5. 우리나라의 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위: mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
강수량	1,359	1,439	1,446	1,412	1,481	1,581	1,508	1,533	1,562	1,584
		1,432			1,524			1,560		

* 2001~2010년 45개 지점(전국) 관측값 평균

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연강수량 차(그림 4-11)를 살펴보면, 78~195mm의 범위로 증가한다. 서울특별시가 195mm로 가장 크게 증가하고 강원도(193mm), 경기도(189mm), 인천광역시(184mm) 순으로 나타난다. 반면에 광주광역시는 78mm로 가장 작게 증가한다.

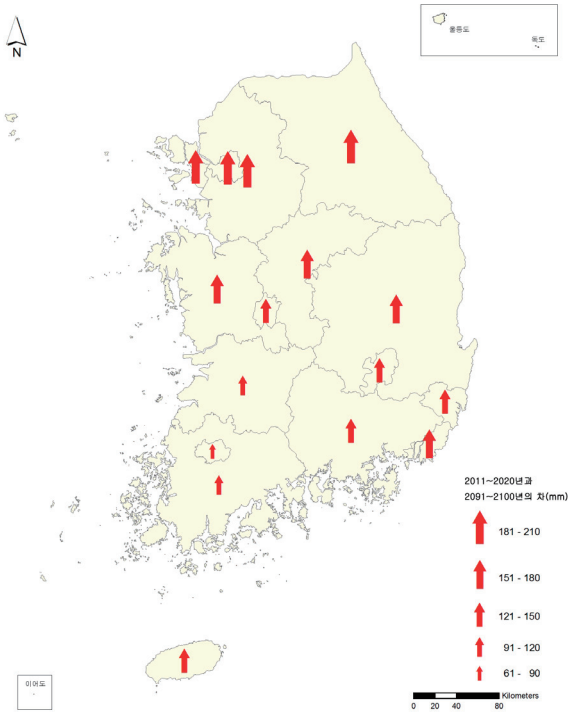


그림 4-11. 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연강수량 차

서울특별시의 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 4-12). 연강수량의 10년 평균값은 2091~2100년에 1,544mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,486mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 7% 정도 증가할 것으로 전망된다(표 4-6).

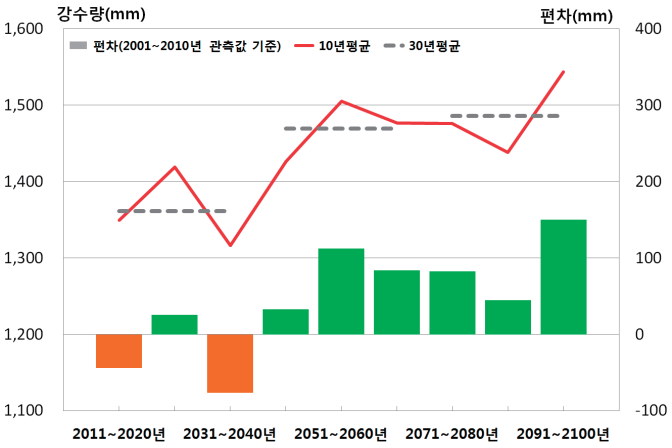


그림 4-12. 서울특별시의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

표 4-6. 서울특별시의 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위: mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
서울특별시	1,394	1,349	1,419	1,317	1,426	1,506	1,477	1,476	1,438	1,544
		1,362			1,470			1,486		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

광역시별 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 광역시에서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 4-13). 대전광역시의 편차는 2031~2040년까지 음의 편차가 나타나지만 이후로 양의 편차가 나타나고 10년, 30년 평균값과 함께 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다.

연강수량이 부산광역시에서는 2081~ 2090년에 1,886mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,834mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 대구광역시는 2091~2100년에 1,402mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,371mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

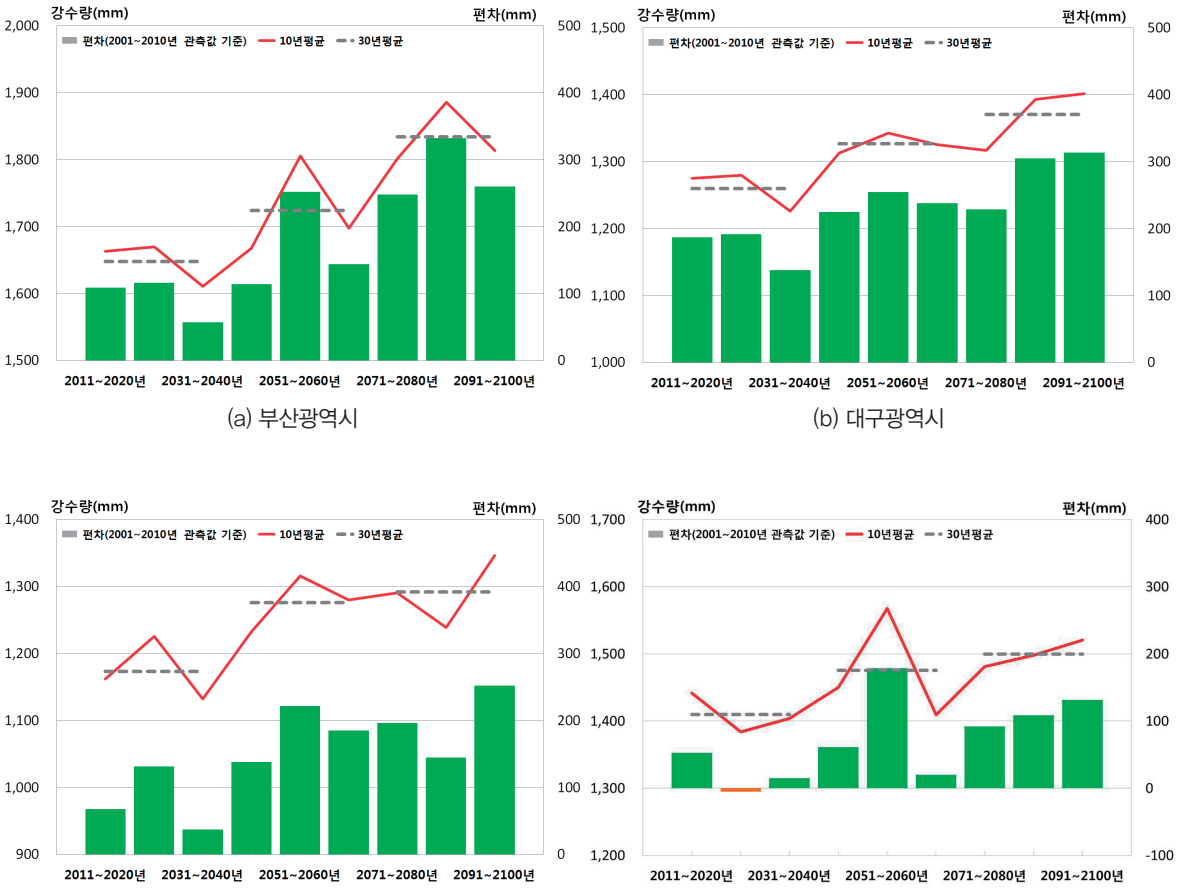
인천광역시는 2091~2100년에 1,346mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,292mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 인천광역시는 기후변화 시나리오의 2011~2020년과 2091~2100년의 차가 184mm로 광역시 중에서 가장 크다. 광주광역시는 2051~2060년에 1,568mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,500mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

대전광역시는 2091~2100년에 1,474mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,418mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 4%정도 증가하여 광역시 중에서 가장 작다. 울산광역시는 2081~2090년에 1,758mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,676mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 33%정도 증가하여 광역시 중에서 가장 클 것으로 전망된다.

표 4-7. 광역시별 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위: mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
부산광역시	1,554	1,663	1,670	1,611	1,668	1,806	1,698	1,802	1,886	1,814
		1,648			1,724			1,834		
대구광역시	1,088	1,275	1,280	1,226	1,313	1,343	1,326	1,317	1,393	1,402
		1,260			1,328			1,371		
인천광역시	1,094	1,162	1,226	1,132	1,233	1,316	1,280	1,291	1,239	1,346
		1,173			1,276			1,292		
광주광역시	1,389	1,442	1,384	1,404	1,450	1,568	1,409	1,481	1,498	1,520
		1,410			1,476			1,500		
대전광역시	1,350	1,335	1,329	1,338	1,402	1,452	1,401	1,377	1,378	1,474
		1,334			1,418			1,410		
울산광역시	1,262	1,511	1,534	1,448	1,506	1,637	1,556	1,616	1,758	1,654
		1,498			1,567			1,676		

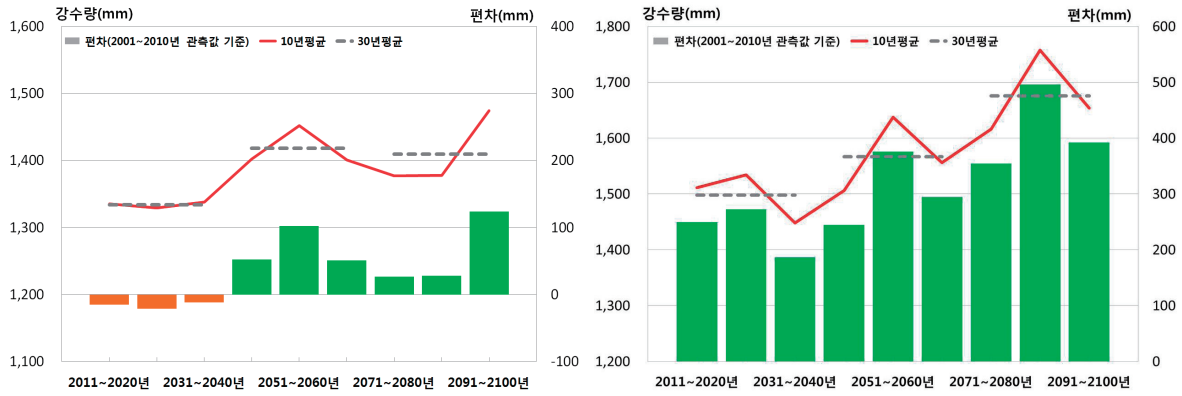
* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균



(a) 부산광역시 (b) 대구광역시

(c) 인천광역시 (d) 광주광역시

그림 4-13. 광역시별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



(e) 대전광역시 (f) 울산광역시

그림 4-13.(계속) 광역시별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

도별 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 도에서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 4-14).

제주특별자치도는 현재(2001~2010년) 연강수량에 대한 모든 기간 음의 편차를 보이고 연강수량은 10년, 30년 평균값 모두 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다.

연강수량은 경기도는 2091~2100년에 1,600mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,544mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 강원도는 2061~2070년에 1,669mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,633mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 강원도와 경기도는 기후변화 시나리오의 2011~2020년과 2091~2100년의 차가 각각 193mm, 189mm로 도 중에서 가장 크다.

충청북도는 2091~2100년에 1,523mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,485mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 충청남도는 2091~2100년에 1,455mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,406mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

전라북도는 2051~2060년에 1,545mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,493mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 전라남도는 2051~2060년에 1,654mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,591mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

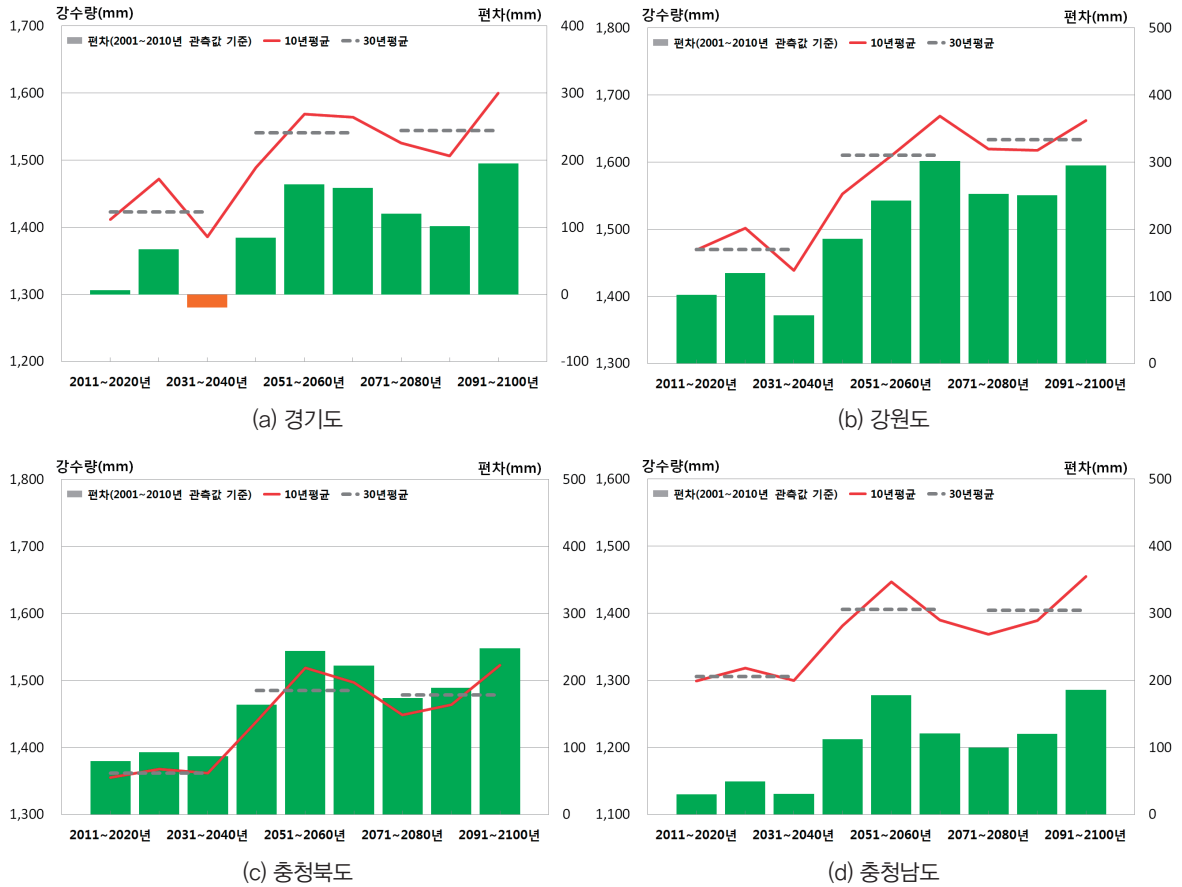
경상북도는 2091~2100년에 1,472mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,448mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 20% 증가하는 것으로 전망되어 가장 크게 증가한다. 경상남도는 2081~2090년에 1,791mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,763mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

제주특별자치도는 2051~2060년에 2,141mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 2,026mm로 전국에서 강수량이 가장 많지만, 현재(2001~2010년) 대비 약 7% 감소하는 것으로 전망되었다.

표 4-8. 도별 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위: mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
경기도	1,405	1,411	1,472	1,386	1,489	1,569	1,564	1,525	1,507	1,600
		1,423			1,541			1,544		
강원도	1,367	1,469	1,502	1,439	1,553	1,610	1,669	1,620	1,618	1,662
		1,470			1,611			1,633		
충청북도	1,275	1,355	1,368	1,362	1,439	1,519	1,497	1,449	1,464	1,523
		1,362			1,485			1,479		
충청남도	1,269	1,299	1,318	1,300	1,381	1,447	1,390	1,369	1,389	1,455
		1,306			1,406			1,404		
전라북도	1,374	1,418	1,405	1,396	1,460	1,545	1,431	1,466	1,483	1,530
		1,406			1,479			1,493		
전라남도	1,467	1,488	1,443	1,472	1,488	1,654	1,473	1,580	1,600	1,593
		1,468			1,538			1,591		
경상북도	1,209	1,316	1,314	1,275	1,386	1,426	1,409	1,408	1,464	1,472
		1,302			1,407			1,448		
경상남도	1,537	1,620	1,609	1,586	1,635	1,749	1,656	1,745	1,791	1,752
		1,605			1,680			1,763		
제주특별자치도	2,174	1,886	1,842	1,879	1,872	2,141	1,878	1,996	2,074	2,007
		1,869			1,964			2,026		

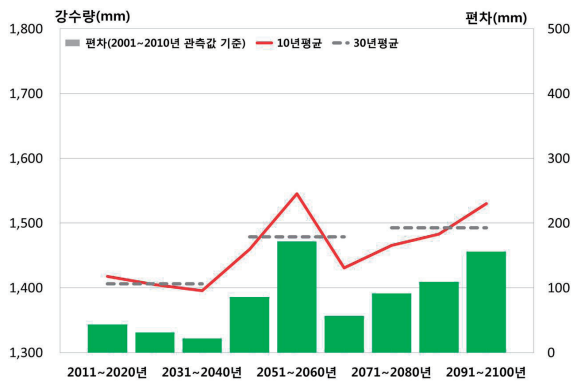
* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균



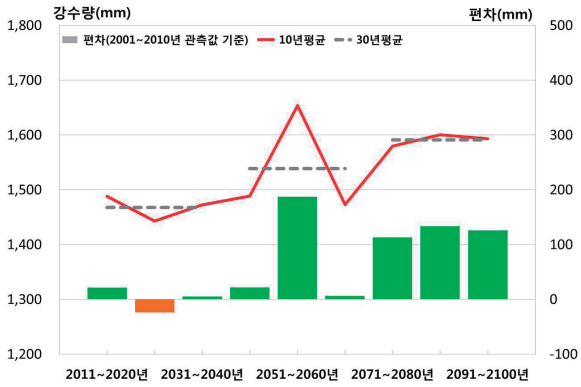
(a) 경기도 (b) 강원도

(c) 충청북도 (d) 충청남도

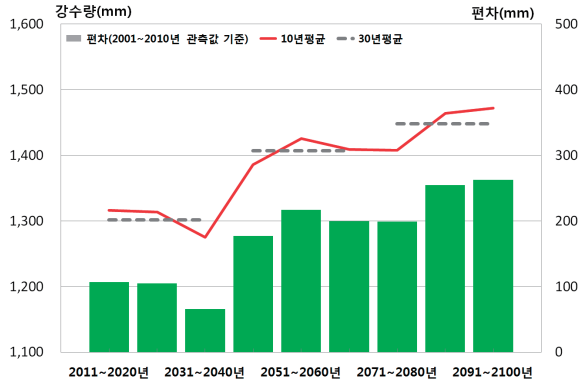
그림 4-14. 도별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



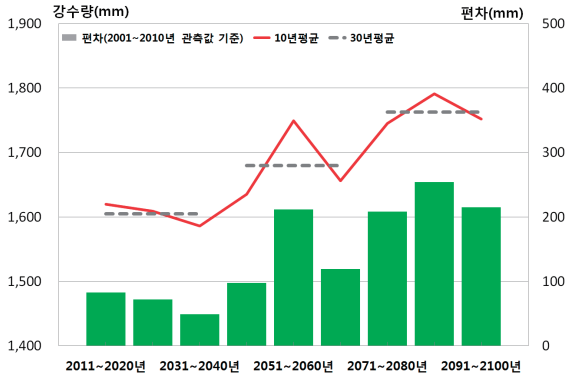
(e) 전라북도



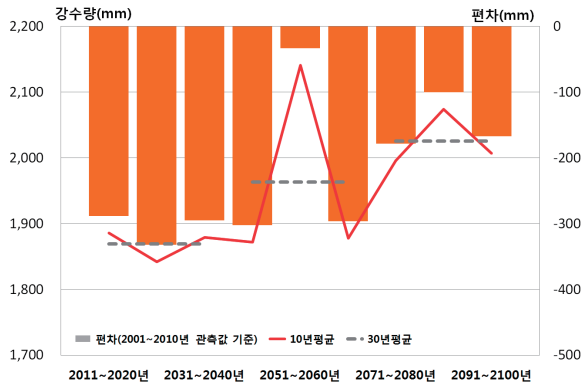
(f) 전라남도



(g) 경상북도

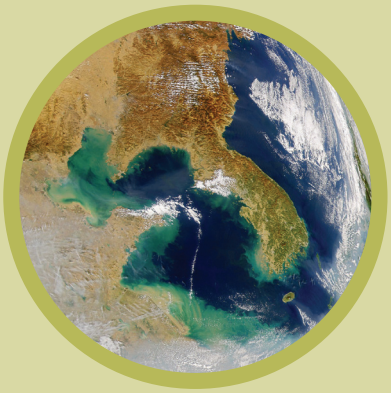


(h) 경상남도



(i) 제주특별자치도

그림 4-14.(계속) 도별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



V. 기후변화 대응 방향

1. 기후변화의 부문별 영향
2. 기후변화와 적응정책 추진 방향
3. 결론 및 제언

1. 기후변화의 부분별 영향

1) 건강

기후변화에 따른 건강 문제는 폭염이나 한파 등에 의한 직접적인 영향과 기온 상승에 따른 매개곤충과 기생충의 확대 및 증가, 대기오염 증가, 알레르기 확산으로 인한 알레르기 비염, 천식, 아토피피부염 증가 등과 같은 간접적인 영향이 있다. 이에 대비할 수 있는 건강영향평가 및 취약성평가 시스템 구축이 미비하다(그림 5-1, 표 5-1).

자료: 환경부, 2011

그림 5-1. 기후변화에 따른 영향 사례(건강분야)

표 5-1. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(건강분야)

주요 피해 사례
■ 가을철 열성 전염병인 쓰쓰가무시와 신증후군출혈열(유행성출혈열) 환자가 잇달아 발생하고, 영동, 옥천, 청원 등지서 모두 16명의 환자가 발생(동아일보, 2009년 10월) ■ 지난 2006년 도내에서 1·2군 전염병에 감염된 환자는 1,148명으로 집계됨. 이는 도민 1만명당 7.8명에 해당하는 것으로 전국 평균 2배 수준(강원도민일보, 2009년 7월) ■ 대전에서 낮 기온이 30도를 넘는 무더위가 지속되면서 폭염으로 인해 추정되는 사망사고가 발생(YTN뉴스, 2010년 8월)

2) 재난/재해

최근 기후변화는 매년 관측사상 신기록을 갱신하고 있으며, 이상기상 현상으로 인해 호우, 가뭄, 산불로 인한 피해가 급증하는 추세이다. 국토 전반의 기후변화 적응역량을 강화 시키지 못할 경우 심각한 피해 발생이 우려된다(그림 5-2, 표 5-2).

자료: 환경부, 2011

그림 5-2. 기후변화에 따른 영향 사례(재난/재해분야)

표 5-2. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(재난/재해분야)

주요 피해 사례
■ 태풍 곤파스의 초속 27m 강풍으로 가로수가 넘어지면서 전선을 덮쳐 도심 곳곳에서 정전사고가 잇따랐고, 춘천 도심과 강촌 등 외곽 지역 선로 13군데에서 정전 사고가 발생해 5000여 세대의 주민들이 불편을 겪음(뉴시스, 2010년 9월) ■ 충북 북부지역에 폭우가 쏟아지면서 침수피해가 잇따르고, 산사태가 발생하며 주택의 축대가 붕괴되면서 인근 주민들이 대피하는 소동이 벌어짐(아시아경제, 2010년 9월)

3) 농업

기후변화에 따른 온도상승으로 인해 작물의 재배지가 북상하고 있고, 원예작물의 생산과 품질에 부정적인 영향을 미치고 있다. 또한 월동해충 및 새로운 고온성 병해충의 확산이 우려되지만 이를 체계적으로 감시하고 조기에 방재할 수 있는 시스템 구축이 미비하다. 고온 스트레스에 노출된 가축은 생산성 및 축산물의 품질이 저하된다(그림 5-3, 표 5-3).

자료: 환경부, 2011

그림 5-3. 기후변화에 따른 영향 사례(농업분야)

표 5-3. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(농업분야)

주요 피해 사례
■ 충북 영동지역 과수원에 수만 마리의 여치떼가 발생해 복숭아와 사과, 포도 등의 잎과 줄기, 열매 등을 갉아 먹는 등 피해가 발생(Newsis, 2007년 5월) ■ 최근 지구온난화에 따른 기후변화의 영향 등으로 농 · 수산물의 산지 지도가 바뀌고 있는 것을 비롯 쌀 품질 저하 및 수량 감소, 과실 착색불량 · 당도 저하, 새로운 병해충 · 잡초 증가 등의 피해가 늘어나고 있음(무등일보, 2009년 1월).

4) 산림

기후변화로 인한 기온 및 CO_2 농도의 상승, 강수량의 변화는 수종별 생장과 목재 품질에 크게 영향을 미칠 것으로 전망된다. 최근 여름철 집중강우 증가로 산사태 및 산지토사재해에 의한 피해가 급증하고 있고, 산불의 위험성 증가와 대형화가 우려된다. 또한 고온, 가뭄 등으로 인하여 수목의 스트레스와 병해충 취약정도가 증가하고 있다(그림 5-4, 표 5-4).

자료: 환경부, 2011

그림 5-4. 기후변화에 따른 영향 사례(산림분야)

표 5-4. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(산림분야)

주요 피해 사례
■ 부산지역 산림토양 산성화 심각. 부산지역 산림토양의 산성화가 상당 수준 진행된 것으로 조사되어 대책마련이 시급한 것으로 나타남. 부산시가 지난해 10월부터 연말까지 3개월간 전국 자치단체 가운데 처음으로 산림토양 산성화에 대한 표본조사를 실시한 결과 산림토양의 평균 수소이온농도가 pH5.0이하인 극산성 상태인 것으로 나타남(BBS 사회, 2011년 1월). ■ 1964년 제주도 한라산에 있는 시원한 구상나무 마을은 935.4ha에 이르렀지만, 따뜻해지는 마을을 견디지 못한 나무들이 떠나면서 매년 8.84ha씩 좁아져 2008년에는 795.3ha까지 줄어듦(아시아경제, 2011년 8월)

5) 해양/수산업

기후변화로 인한 해수면 상승으로 인해 많은 적응비용이 소요될 것으로 예상된다. 또한 주요 어업

자원의 남북 분포 한계선이 북상하고 있고, 아열대 수산생물이 빈번하게 출현하고 있다(그림 5-5, 표 5-5).

자료: 환경부, 2011

그림 5-5. 기후변화에 따른 영향 사례(해양/수산업분야)

표 5-5. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(해양/수산업분야)

주요 피해 사례
■ 대표적인 한류성 어종인 명태가 30년만에 식탁에서 자취를 감춤(새전북신문, 2011년 5월). ■ 아열대 생물들이 연안어장에 터를 잡고 번식해 해조류 번식을 감소시켜 제주도 연안어장의 전복, 소라, 오분자기 등 주요 패류의 생산력을 감소시키는 원인으로 작용(연합뉴스, 2010년 9월) ■ 매년 수온이 상승하면서 전남 연근해 해역의 바다 속 생태계도 크게 변화함. 어군형성 변화가 일고 있는가 하면 제주도는 물론 아열대 해역에서 서식하는 어류들까지 거슬러 올라오고 있음(무등일보, 2009년 1월).

6) 물관리

기후변화로 인한 수온 상승과 함께 증발량, 유량 및 강우 유출량의 변화로 수질 및 수생태계에 직·간접적인 영향을 미치고 있다. 또한 강수량 편차의 심화로 인한 심각한 물부족과 이상기후로 인한 집중호우로 하천제방 및 시설물 피해가 증가하고 있다(그림 5-6, 표 5-6).

자료: 환경부, 2011

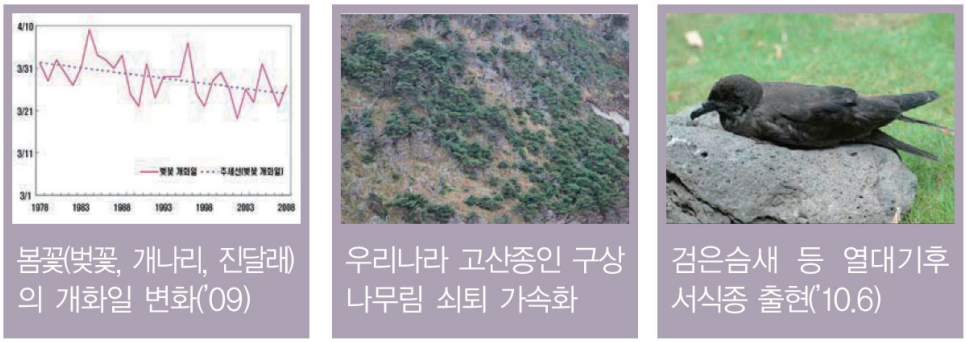
그림 5-6. 기후변화에 따른 영향 사례(물관리분야)

표 5-6. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(물관리분야)

주요 피해 사례
■ 영동 지방은 비나 눈이 오지 않은 무강수일이 34일이나 되면서 40년 만에 건조일수 최대를 기록, 산불화재에 비상이 걸림(뉴시스, 2011년 2월). ■ 부산 · 울산 · 경남은 지금 '가뭄과의 전쟁'. 경남지역의 경우 지난해 강우량이 844㎜로 2007년(1,384㎜)의 60.9%, 최근 30년 평균(1,427㎜)의 59.1%에 그침. 상수원인 남강 · 밀양 · 합천댐 저수율도 31.4%로 전년 같은 기간(63%)의 절반 수준으로, 평년(40%) 대비 8.6%가 떨어짐. 도내 23개 용수용 저수지의 저수율도 55.8%로 지난해(77.7%)와 평년(81.6%)에 비해 크게 낮아지기 때문에 남해군 10개 읍 · 면 전역이 지난해 8월부터 제한급수에 들어가는 등 섬 전체가 타 들어감(한국일보, 2009년 2월). ■ 충북지역에 가뭄으로 인해 1주일째 빨래도 하지 못하고 먹을 물도 부족한 상황으로 가뭄피해가 매우 심각한 실정(연합뉴스, 2009년 1월).

7) 생태계

기후변화로 인해 난대성 상록활엽수의 북방한계선이 북상하고 있으며, 봄꽃의 개화일이 변화하고 있다. 동시에 생태계의 먹이사슬과 그 순위가 변경되고 있다. 또한 남방계 외래종의 침투가 가속화되어 우리 고유생태계 질서에 혼란을 가져오고 있다(그림 5-7, 표 5-7).



자료: 환경부, 2011

그림 5-7. 기후변화에 따른 영향 사례(생태계분야)

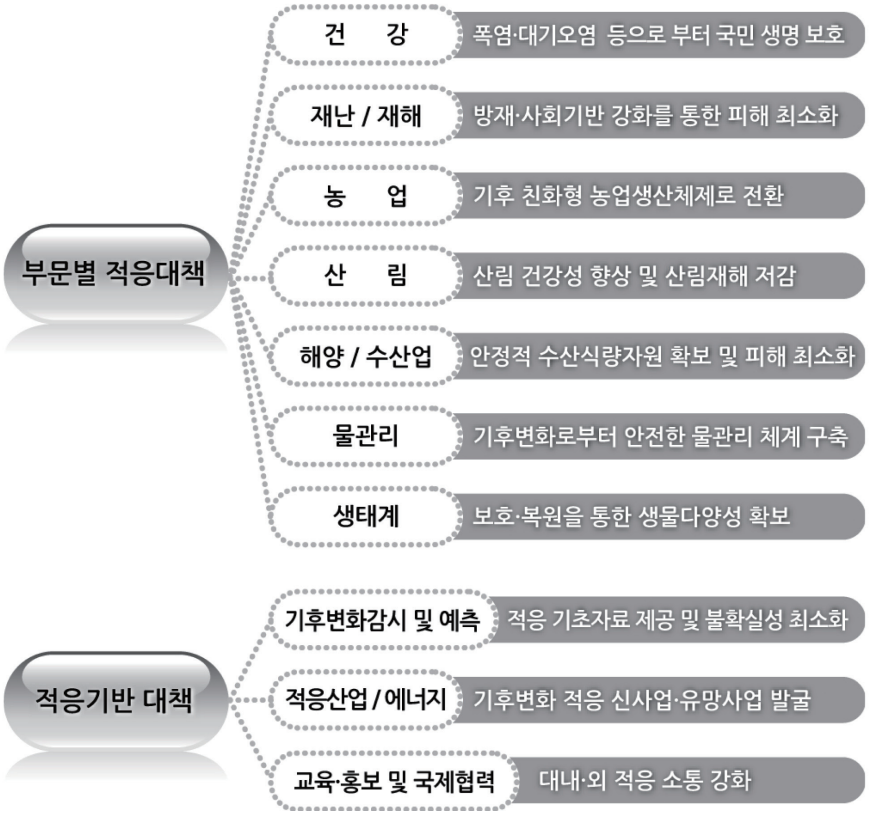
표 5-7. 기후변화에 따른 주요 피해 사례(생태계분야)

주요 피해 사례
■ 충청북도가 2006년 중국에서 유입된 이후 급속히 확산돼 포도 등 과수에 큰 피해를 입히고 있는 '꽃매미'에 시달리고 있음(Newsis, 2010년, 4월). ■ 꽃매미의 피해를 입은 산림은 춘천 · 원주지역 약 7㏊에 달함. 인도, 베트남 등 동남아시아와 중국 남부 등에 주로 서식하는 꽃매미는 경기지역과 충북 · 남, 경북 일부 지역에서 주로 피해가 발생했지만 올해 도내에서도 첫 피해가 나타난 것(강원일보, 2009년 10월) ■ 생태계 파괴범 뉴트리아가 대구 · 경북지역에도 출현하여 수생 식물의 뿌리나 줄기를 잘라 먹기 때문에 토종식물에 영향을 줄 수 있고, 또 수생곤충을 주먹이로 함으로 해서 생태계 교란이 예상(SBS, 2008년 12월)

2. 기후변화와 적응정책 추진 방향

기후변화는 자연환경뿐 아니라 산업·경제, 사회·문화 등 총체적으로 영향을 미치기 때문에, 사람들은 생활양식 전반에 걸쳐 기후변화를 직·간접적으로 경험하고 있다. 특히, 인구가 밀집된 도시지역은 기상이변에 따른 자연재해의 증가와 질병의 증가, 극심한 기온 변화로 인한 에너지 소비 급등의 문제 등 여러 위협요소에 매우 취약하게 노출되어 있다.

우리나라도 기후변화로 인한 피해를 최소화하고, 적응대책을 마련하기 위해 2010년 10월에 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리, 생태계 등 7개 부문으로 나눈 부문별 적응대책 분야와 기후변화감시 및 예측, 적응산업/에너지, 교육·홍보 및 국제협력 등 3개 부문으로 나눈 적응기반 대책 분야로 국가기후변화 적응대책을 마련하고 있다(그림 5-8, 표 5-8). 예를 들어, 건강 부문에서는 폭염, 대기오염 등에서 국민 생명을 보호하기 위한 대책마련을 준비하고 있고, 재난·재해 부문에서는 기상재해로 인한 피해를 저감하기 위해 방재인프라 구축과 강화대책을 마련하고 있다. 분야별 적응대책을 간략하게 정리하면 다음과 같다.



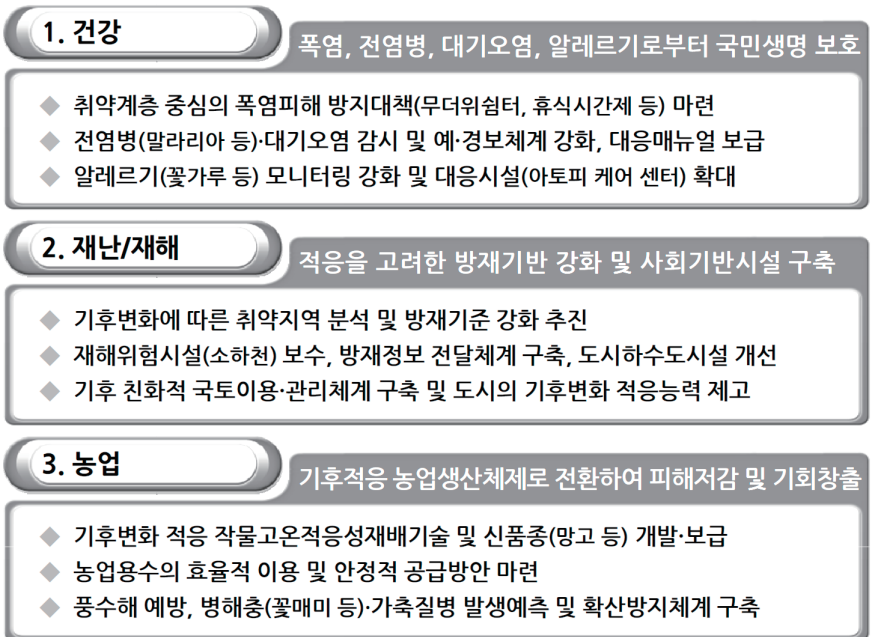
자료: 환경부, 2010

그림 5-8. 국가 기후변화 적응대책 분야

표 5-8. 기후변화 적응대책 수립 관련 부서

구분	분야		관련 정부 부처
부문별 적응대책 (7)	건강	폭염·대기오염 등으로 부터 국민 생명 보호	보건복지부 환경부
	재난 재해	방재·사회기반 강화를 통한 피해 최소화	행정안전부 국토해양부 소방방재청 환경부
	농업	기후 친화형 농업생산 체제로 전환	농림수산식품부 농촌진흥청
	산림	산림 건강성 향상 및 산림재해 저감	산림청
	해양 수산업	인정적 수산식량자원 확보 및 피해 최소화	국토해양부 농림수산식품부
	물관리	기후변화로부터 안전한 물관리 체계 구축	국토해양부 환경부
	생태계	보호·복원을 통한 생물 다양성 확보	환경부 국토해양부 농림수산식품부
적응기반 대책 (3)	기후변화감시 및 예측	적응 기초자료 제공 및 불확실성 최소화	환경부 교육과학기술부 기상청
	적응산업·에너지	기후변화 적응 신사업·유망사업 발굴	지식경제부 환경부
	교육·홍보 및 국제협력	대내·외 적응 소통 강화	관련부처

국가 기후변화 적응대책의 7개의 부문별 적응대책 분야와 3개의 적응기반 대책 분야에서는 분야별로 목표를 설정하여 세부적응대책을 수립(그림 5-9)하여 추진하고 있다.



자료: 환경부, 2010

그림 5-9. 부문별 국가 기후변화 적응대책(2011~2015년)

4. 산림 — 산림건강성·생산성 증진 및 산림재해 저감

- 한반도 생물다양성 유지를 위한 산림생물 종·자원 현지 내·외 보전
- 지역·수종별 취약성 평가 및 대책추진으로 임업생산성 유지·증진
- 산불·산사태 및 병해충으로 인한 산림피해 방지대책 추진

5. 해양/수산업 — 해수면 상승 대응 및 안정적 수산식량자원 확보

- 해수면 상승으로 인한 연안변화(해일, 침식 등) 관리체계 및 적응방안 마련
- 어장변화 감시·예측 및 미래수산자원(신품종양식·어획기술) 확보 추진
- 수산생물 감염성질병·산성화 피해(패류)저감 및 수산업 재해경감대책 수립

6. 물관리 — 홍수·가뭄 등 기후변화로부터 안전한 물관리 체계 구축

- 물관리(수량·수질) 취약성 완화를 위한 기반조성 및 시설개선 사업 추진
- 4대강 살리기 사업으로 홍수대응능력 강화, 대체수원 확보, 안정적 물공급
- 하천·호소 수질관리 강화 및 하천생태계 보전·복원

7. 생태계 — 생태계 보호·복원을 통한 한반도 생물다양성 확보

- 생태계 및 지표종 모니터링 강화 및 취약성 평가 실시
- 생물종 및 유전자원 보전·복원 및 한반도 생태계 연결사업 추진
- 외래종 및 돌발 대발생으로 인한 피해방지 및 관리대책 수립

8. 기후변화 감시예측 — 기후변화 적응 기초자료 제공 및 불확실성 저감

- 기후변화 현상 감시(지상·위성)·예측 기술 선진화 및 표준 시나리오 생산
- 독자적인 지구시스템·지역기후 모델 개발 및 상세 기후정보 생산
- IT 등 신기술(휴대폰, GIS)을 활용한 맞춤형, 실시간 기후정보 전달체계 구축

9. 적응산업/에너지 — 산업 기후변화 적응 유도 및 적응 신사업 발굴

- 산업 분야별(1차, 2차, 3차) 적응대책 수립 가이드라인 개발·보급
- 기후변화에 따른 적응 신사업 발굴·지원 및 일자리 창출
- 에너지 분야 취약성 평가 및 공급 안정성 확보

10. 교육홍보/국제협력 — 국내외 적응정책 추진기반 확립

- 기후변화 현실과 적응 필요성 및 적응 메커니즘에 대한 시민·학생 교육 강화
- 기후변화 적응교육 프로그램 개발 및 정보전달체계(CH) 구축
- 적응분야 별로 선진·개도국 및 국제기구와 협력 강화

자료: 환경부, 2010

그림 5-9.(계속) 부문별 국가 기후변화 적응대책(2011~2015년)

지방자치단체에서 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립하기 위해서는 우선적으로 미래 기후를 전망하고 그에 따른 기후변화 영향과 적응 능력을 고려한 취약성을 평가해야 한다. 그 후 취약한 부분에 대해 단기와 중·장기로 나누어 단계적인 대책이 수립되어야 한다.

정부는 다음과 같은 절차에 따라 기후변화 적응대책을 추진하고 있다(그림 5-10).

자료: 환경부, 2009

그림 5-10. 기후변화 적응대책 추진 절차

3. 결론 및 제언

서론에 언급했던 것처럼 한국기후변화백서는 우리나라 기후변화관련 과학적 근거자료를 통일된 방법으로 분석하여 일관된 형태로 제공함으로써 기후변화 관련 정책수립에 손쉽게 사용될 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

기후변화 관련 정책으로 2010년 환경부는 기상청을 포함한 13개 부처와 함께 국가 기후변화 적응대책(2011-2015)을 수립한 바 있으며, 기후변화의 실질적 이행주체인 지자체도 2011년부터 세부 이행계획을 수립하고 있는 중이다. 국가 기후변화 적응대책을 위해 각 부처는 자체적으로 기후변화 관측 자료를 분석하였으며, 서로 다른 미래 기후전망 자료를 사용하였기 때문에 정책의 일관성이 부족한 면이 있었다. 따라서 기상청은 환경부와의 협의를 통해 2012년 초에 수립예정인 광역지자체 기후변화 적응 세부시행

계획부터는 본 한국기후변화백서 및 11개 지역별 기후변화 보고서의 통일된 자료를 활용하여 일관성 있는 정책수립이 되도록 하였다.

한편 2013년 새롭게 발표될 예정인 IPCC 5차 평가보고서를 위해 기상청에서는 2011년부터 새로운 기후변화 시나리오를 생산하고 있다. 새로운 기후변화 시나리오는 전망영역·해상도에 따라 전지구, 한반도, 남한상세의 3종류가 생산되고 있으며, 최신의 온실가스 농도 증가를 반영하고, 기후변화에 따른 토지이용 상태변화 및 우리나라의 상세한 지형을 고려한 좀 더 과학적이고 현실적인 자료이다.

새로운 시나리오에 따르면 지난 2007년 IPCC 4차 평가보고서의 미래 전망보다 기후변화 속도가 더 가속될 것으로 예상된다. 즉, 2050년까지 기존 시나리오는 한반도 2℃ 상승을 전망하였지만, 새로운 시나리오는 3.2℃까지 기온상승이 될 것으로 전망되었다. 따라서 기존 국가 기후변화 적응대책은 새로운 표준화된 시나리오를 근거로 좀 더 강력한 조치들로 수정·보완될 필요가 있다. 그리고 이번에 생산된 남한 상세 시나리오의 경우 본 보고서에서 사용한 10km 해상도의 시나리오보다 100배 더 상세해진 1km 해상도를 가지므로 기초지자체에서 지역 실정에 맞는 기후변화 영향평가 및 적응정책 수립 활용에 유용할 것이다.

기상청에서는 2012년 말에 새로운 온실가스 시나리오(RCP)를 이용한 상세 기후변화 시나리오를 분석하여 '한반도 미래 기후전망보고서'를 발표할 예정이다. 따라서 본 보고서가 광역지자체 적응정책 수립에 활용되는 것처럼 새로운 전망 보고서도 관련 정책수립 등에 적극적으로 활용되기를 기대한다.

참고문헌

강원지방기상청, 2011, 지역기후변화보고서(영동, 영서)

광주지방기상청, 2011, 지역기후변화보고서(전북, 광주 · 전남)

국립기상연구소, 2002~2008, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 산출기술개발(I~IV)

국토지리정보원, 2003~2008, 한국지리지(충청편, 전라 · 제주편, 경상편, 강원편, 수도권편, 총론편)

기상청, 2011, 기후통계지침

기상청, 2011, 지역기후변화보고서(서울)

대전지방기상청, 2011, 지역기후변화보고서(인천 · 경기, 대전 · 충남, 충북)

부산지방기상청, 2011, 지역기후변화보고서(대구 · 경북, 부산 · 울산 · 경남)

소방방재청, 2010, 재해연보

이현영, 2000, 한국의 기후, 법문사

장재연 · 조승헌 · 김소연 · 조수남 · 김명석 · 백경원 · 김진희 · 전해원, 2003, 한반도 기후변화영향평가 및 적응프로그램 마련 : 기후변화로 인한 건강피해 가능성 조사 및 피해 저감정책 방향에 관한 연구, 환경부

제주지방기상청, 2011, 지역기후변화보고서(제주)

통계청, 1992, 1990인구주택총조사보고서

통계청, 1997, 1995인구주택총조사보고서

통계청, 2002, 2000인구주택총조사보고서

통계청, 2006, 2005인구주택총조사보고서

통계청, 2010, 2010인구주택총조사보고서

통계청, 2010, 한국통계연감

환경부, 2009, 지자체 업무 안내서 기후변화적응

환경부, 2010, (저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른) 국가 기후변화 적응대책 2011~2015(2010.10)

김보경 · 김병식 · 김형수, 2008, 극한지수를 이용한 극한 기상사상의 변화 분석, 대한토목학회논문집, 28(1), 41-53.

이승호 · 허인혜, 2011, 한국의 도시화에 의한 극한 기온의 변화, 대한지리학회지, 46(3), 257-276.

Bonsal, B. R., Zhang, X., Vincent L. A., and Hogg, W. D., 2001, Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada, *Journal of Climate*, 14(9), 1959-1976.

Choi, G., Kwon, W. T., Boo, K. O., and Cha, Y. M., 2008, Recent Spatial and Temporal Changes in Means and Extreme Events of Temperature and Precipitation across the Republic of Korea, *Journal of Korean Geographycal Society*, 43(5), 681-700.

Choi, Y., 2004, Trends on Temperature and Precipitation Extreme Events in Korea, *Journal of Korean Geographycal Society*, 39(5), 711-721.

Frich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank. A. M. G., and Peterson, T., 2002, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century, *Climate Research*, 19, 193-212.

Griffiths, M. L. and Bradley, R., 2007, Variations of Twentieth-Century Temperature and Precipitation Extreme Indicators in the Northeast United States, *Journal of Climate*, 20, 5401-5417.

Higgins, R. W., Leetmaa, A., and Kousky, V. E., 2002, Relationships between climate variability and winter temperature extremes in the United States, *Journal of Climate*, 15, 1555-1572.

Hundecha, Y. and B?rdossy, A., 2005, Trends in daily precipitation and temperature extremes across Western Germany in the second half of the 20th century, *International Journal of Climatology*, 25, 1189-1202.

Ross, T. and Lott, N., 2003, A Climatology of 1980-2003 Extreme Weather and Climate Event, *National Climatic Data Center Technical Report*, 2003-01, 14.

국가기상관측환경정보시스템(http://naobs.kma.go.kr)

국가통계포털(http://kosis.kr)

WMO(http://www.wmo.int)

부록

1. 관측지점정보

2. 우리나라의 월별 기온, 강수

3. 우리나라의 연도별(1973~2010년)
   극값 발생일 및 지점

4. 광역시·도별 기온, 강수량 증감현황

5. 광역시·도별 연, 계절 미래 기후변화 전망

[부록 1] 관측지점정보

부록 표 1. 관측지점정보

지점번호	관측지점	북위(°N)	동경(°E)	해발고도(m)	관측개시(년)	주소(법정동)
90	속초	38 ° 15 ′	128 ° 33 ′	18.1	1968	강원도 고성군 토성면
100	대관령	37 ° 40 ′	128 ° 43 ′	772.6	1971	강원도 평창군 대관령면
101	춘천	37 ° 54 ′	127 ° 44 ′	77.7	1966	강원도 춘천시 우두동
105	강릉	37 ° 45 ′	128 ° 53 ′	26.0	1911	강원도 강릉시 사천면
108	서울	37 ° 34 ′	126 ° 57 ′	85.8	1907	서울특별시 종로구 송월동
112	인천	37 ° 28 ′	126 ° 37 ′	68.2	1904	인천광역시 중구 전동
114	원주	37 ° 20 ′	127 ° 56 ′	148.6	1971	강원도 원주시 명륜동
115	울릉도	37 ° 28 ′	130 ° 53 ′	222.8	1938	경상북도 울릉군 울릉읍
119	수원	37 ° 16 ′	126 ° 59 ′	34.1	1964	경기도 수원시 권선구 서둔동
127	충주	36 ° 58 ′	127 ° 57 ′	115.1	1971	충청북도 충주시 안림동
129	서산	36 ° 46 ′	126 ° 29 ′	28.9	1968	충청남도 서산시 수석동
130	울진	36 ° 59 ′	129 ° 24 ′	50.0	1971	경상북도 울진군 울진읍
131	청주	36 ° 38 ′	127 ° 26 ′	57.2	1967	충청북도 청주시 흥덕구 복대동
133	대전	36 ° 22 ′	127 ° 22 ′	68.9	1969	대전광역시 유성구 구성동
135	추풍령	36 ° 13 ′	127 ° 59 ′	244.7	1935	충청북도 영동군 추풍령면
138	포항	36 ° 01 ′	129 ° 22 ′	2.3	1943	경상북도 포항시 남구 송도동
140	군산	36 ° 00 ′	126 ° 45 ′	23.2	1968	전라북도 군산시 내흥동
143	대구	35 ° 53 ′	128 ° 37 ′	64.1	1907	대구광역시 동구 신암1동
146	전주	35 ° 49 ′	127 ° 09 ′	53.4	1918	전라북도 전주시 완산구 남노송동
152	울산	35 ° 33 ′	129 ° 19 ′	34.6	1931	울산광역시 중구 북정동
156	광주	35 ° 10 ′	126 ° 53 ′	72.4	1938	광주광역시 북구 운암동
159	부산	35 ° 06 ′	129 ° 01 ′	69.6	1904	부산광역시 중구 대청동1가
162	통영	34 ° 50 ′	128 ° 26 ′	32.7	1967	경상남도 통영시 정량동
165	목포	34 ° 49 ′	126 ° 22 ′	38.0	1904	전라남도 목포시 연산동
168	여수	34 ° 44 ′	127 ° 44 ′	64.6	1942	전라남도 여수시 고소동
170	완도	34 ° 23 ′	126 ° 42 ′	35.2	1971	전라남도 완도군 군외면
184	제주	33 ° 30 ′	126 ° 31 ′	20.4	1923	제주특별자치도 제주시 건입동
188	성산	33 ° 23 ′	126 ° 52 ′	17.8	1973	제주특별자치도 서귀포시 성산읍
189	서귀포	33 ° 14 ′	126 ° 33 ′	49.0	1961	제주특별자치도 서귀포시 서귀동
192	진주	35 ° 09 ′	128 ° 02 ′	30.2	1969	경상남도 진주시 평거동
201	강화	37 ° 42 ′	126 ° 26 ′	47.0	1971	인천광역시 강화군 불은면
202	양평	37 ° 29 ′	127 ° 29 ′	48.0	1971	경기도 양평군 양평읍
203	이천	37 ° 15 ′	127 ° 29 ′	78.0	1971	경기도 이천시 부발읍
211	인제	38 ° 03 ′	128 ° 10 ′	200.2	1971	강원도 인제군 인제읍
212	홍천	37 ° 41 ′	127 ° 52 ′	140.9	1971	강원도 홍천군 홍천읍
221	제천	37 ° 09 ′	128 ° 11 ′	263.6	1971	충청북도 제천시 신월동
226	보은	36 ° 29 ′	127 ° 44 ′	175.0	1971	충청북도 보은군 보은읍
232	천안	36 ° 46 ′	127 ° 07 ′	21.3	1971	충청남도 천안시 신방동
235	보령	36 ° 19 ′	126 ° 33 ′	15.5	1971	충청남도 보령시 요암동
236	부여	36 ° 16 ′	126 ° 55 ′	11.3	1971	충청남도 부여군 부여읍
238	금산	36 ° 06 ′	127 ° 28 ′	170.4	1971	충청남도 금산군 금산읍
243	부안	35 ° 43 ′	126 ° 42 ′	12.0	1969	전라북도 부안군 행안면

지점번호	관측지점	북위(°N)	동경(°E)	해발고도(m)	관측개시(년)	주소(법정동)
244	임실	35 ° 36 ′	127 ° 17 ′	247.9	1969	전라북도 임실군 임실읍
245	정읍	35 ° 33 ′	126 ° 51 ′	44.6	1969	전라북도 정읍시 상동
247	남원	35 ° 24 ′	127 ° 19 ′	90.3	1971	전라북도 남원시 대산면
256	순천	35 ° 04 ′	127 ° 14 ′	74.4	1971	전라남도 순천시 승주읍
260	장흥	34 ° 41 ′	126 ° 55 ′	45.0	1971	전라남도 장흥군 장흥읍
261	해남	34 ° 33 ′	126 ° 34 ′	13.0	1971	전라남도 해남군 해남읍
262	고흥	34 ° 37 ′	127 ° 16 ′	53.1	1971	전라남도 고흥군 고흥읍
272	영주	36 ° 52 ′	128 ° 31 ′	210.8	1971	경상북도 영주시 풍기읍
273	문경	36 ° 37 ′	128 ° 08 ′	170.6	1971	경상북도 문경시 유곡동
277	영덕	36 ° 31 ′	129 ° 24 ′	42.1	1971	경상북도 영덕군 영해면
278	의성	36 ° 21 ′	128 ° 41 ′	81.8	1971	경상북도 의성군 의성읍
279	구미	36 ° 07 ′	128 ° 19 ′	48.9	1971	경상북도 구미시 남통동
281	영천	35 ° 58 ′	128 ° 57 ′	93.6	1971	경상북도 영천시 망정동
284	거창	35 ° 40 ′	127 ° 54 ′	221.4	1971	경상남도 거창군 거창읍
285	합천	35 ° 33 ′	128 ° 10 ′	33.1	1971	경상남도 합천군 합천읍
288	밀양	35 ° 29 ′	128 ° 44 ′	11.2	1971	경상남도 밀양시 내이동
289	산청	35 ° 24 ′	127 ° 52 ′	138.1	1971	경상남도 산청군 산청읍
294	거제	34 ° 53 ′	128 ° 36 ′	46.3	1971	경상남도 거제시 신현읍
295	남해	34 ° 48 ′	127 ° 55 ′	45.0	1972	경상남도 남해군 이동면

[부록 2] 우리나라의 월별 기온, 강수

부록 표 2. 우리나라의 월별 평균, 최고, 최저기온 및 강수량(1981~2010년)

기간 / 항목	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균기온(℃)	−1.1	1.1	5.9	12.2	17.2	21.2	24.5	25.1	20.5	14.3	7.6	1.5
최고기온(℃)	4.3	6.8	11.8	18.6	23.3	26.5	28.8	29.8	25.9	20.8	13.6	7.0
최저기온(℃)	−5.7	−3.8	0.5	6.0	11.5	16.7	21.1	21.5	16.1	9.0	2.5	−3.2
강수량(mm)	28	35	56	79	102	159	290	275	163	50	47	25

[부록 3] 우리나라의 연도별(1973~2010년) 극값 발생일 및 지점

부록 표 3. 우리나라의 일강수량 최다값 발생일 및 지점

연도	발생지점	발생일	극값(mm)	연도	발생지점	발생일	극값(mm)
1973	거제	09월 09일	209.9	1992	성산	08월 12일	296.5
1974	장흥	08월 30일	297.0	1993	대관령	08월 10일	349.0
1975	양평	07월 25일	239.8	1994	서귀포	08월 11일	304.0
1976	원주	08월 13일	248.6	1995	서귀포	07월 02일	365.5
1977	인천	07월 08일	228.4	1996	추풍령	06월 17일	215.4
1978	남해	06월 18일	291.0	1997	강화	08월 03일	293.0
1979	통영	08월 25일	340.5	1998	포항	09월 30일	516.4
1980	보은	07월 22일	302.6	1999	거제	07월 29일	387.5
1981	장흥	09월 02일	547.4	2000	수원	07월 22일	333.2
1982	대관령	08월 27일	303.0	2001	남해	06월 24일	303.0
1983	부산	08월 24일	188.6	2002	강릉	08월 31일	870.5
1984	속초	09월 02일	314.2	2003	남해	09월 12일	410.0
1985	거제	05월 05일	438.3	2004	완도	08월 18일	353.5
1986	강화	07월 24일	271.5	2005	울산	09월 06일	327.5
1987	부여	07월 22일	517.6	2006	강릉	10월 23일	304.0
1988	제천	07월 20일	276.5	2007	제주	09월 16일	420.0
1989	광주	07월 25일	335.6	2008	대관령	07월 24일	212.5
1990	대관령	09월 11일	330.8	2009	부산	07월 07일	310.0
1991	부산	08월 23일	439.0	2010	여수	07월 16일	288.0

부록 표 4. 우리나라의 일최고기온의 연최고값 발생일 및 지점

연도	발생지점	발생일	극값(℃)	연도	발생지점	발생일	극값(℃)
1973	대구	07월 17일	37.5	1992	대구	07월 29일	37.8
1974	대구	08월 20일	37.0	1993	제주	07월 12일	34.5
1975	대구	07월 24일	36.5	1994	대구 주암 영천 밀양	07월 21일 07월 24일 07월 20일 07월 20일	39.4
1976	대구	08월 22일	36.5	1995	대구	08월 14일	39.2
1977	대구	07월 31일	39.5	1996	합천	08월 03일	38.4
1978	포항	07월 06일	37.9	1997	주암	07월 23일	37.4
1979	영덕	07월 31일	36.4	1998	제주	08월 15일	37.4
1980	영덕	06월 06일	34.9	1999	춘천	08월 11일	36.2
1981	장흥	07월 19일	37.2	2000	영천	06월 19일	37.3
1982	홍천 의성	08월 11일 08월 11일	36.7	2001	포항	07월 04일	37.5
1983	산청	08월 05일	38.8	2002	인천	07월 28일	37.0
1984	영천	08월 10일	38.5	2003	울산 밀양	08월 22일 08월 04일	35.4
1985	대구	08월 07일	37.7	2004	밀양	07월 30일	38.5
1986	대구	08월 02일	36.6	2005	포항	06월 25일	37.7
1987	강릉	06월 05일	36.9	2006	합천	08월 10일	38.0
1988	대구 산청	07월 08일 08월 03일	38.0	2007	합천	08월 03일	36.9
1989	강릉	07월 20일	36.7	2008	영덕	07월 06일	37.7
1990	대구	08월 06일	38.5	2009	밀양	08월 15일	38.3
1991	남원	07월 28일	36.5	2010	강릉	08월 05일	37.1

부록 표 5. 우리나라의 일최저기온의 연최저값 발생일 및 지점

연도	발생지점	발생일	극값(℃)	연도	발생지점	발생일	극값(℃)
1973	원주	12월 24일	−26.8	1992	대관령	01월 19일	−19.5
1974	대관령	01월 24일	−28.9	1993	인제	01월 21일	−23.6
1975	대관령	02월 16일	−22.6	1994	제천	02월 10일	−22.6
1976	대관령	12월 27일	−23.5	1995	제천	01월 30일	−21.6
1977	대관령	01월 29일	−25.1	1996	제천	02월 06일	−22.7
1978	대관령	02월 15일	−27.6	1997	인제	01월 22일	−21.5
1979	원주	02월 02일	−22.0	1998	대관령	01월 24일	−21.5
1980	대관령	01월 18일	−25.6	1999	대관령	12월 21일	−20.0
1981	양평	01월 05일	−32.6	2000	대관령	02월 01일	−20.2
1982	대관령	01월 17일	−23.9	2001	홍천	01월 16일	−26.7
1983	대관령	01월 22일	−24.6	2002	제천	01월 03일	−23.7
1984	양평	01월 05일	−26.4	2003	천안	01월 06일	−23.8
1985	양평	01월 17일	−27.5	2004	대관령	01월 22일	−24.3
1986	양평	01월 05일	−27.2	2005	임실	12월 18일	−21.8
1987	인제	02월 04일	−23.4	2006	대관령	02월 04일	−23.5
1988	대관령	02월 03일	−20.5	2007	대관령	02월 02일	−20.0
1989	대관령	01월 29일	−20.6	2008	대관령	01월 25일	−26.2
1990	홍천	01월 26일	−23.3	2009	제천	01월 25일	−19.7
1991	대관령	02월 23일	−22.2	2010	제천	01월 06일	−25.9

[부록 4] 광역시·도별 기온, 강수량 증감현황

부록 표 6. 광역시·도별 기온, 강수량 증감현황(1971~2000년, 1981~2010년)

지역	요소		1971~2000년	1981~2010년	증감현황	관측지점
서울 특별시	기온 (℃)	평균기온	12.2	12.5	▲ 0.3	서울
		최고기온	16.9	17.0	▲ 0.1	
		최저기온	8.2	8.6	▲ 0.4	
	강수량(mm)		1,344	1,451	▲ 107	
부산 광역시	기온 (℃)	평균기온	14.4	14.7	▲ 0.3	부산
		최고기온	18.7	18.9	▲ 0.2	
		최저기온	11.1	11.3	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,492	1,519	▲ 27	
대구 광역시	기온 (℃)	평균기온	13.7	14.1	▲ 0.4	대구
		최고기온	19.2	19.5	▲ 0.3	
		최저기온	9.0	9.5	▲ 0.5	
	강수량(mm)		1,028	1,064	▲ 36	
인천 광역시	기온 (℃)	평균기온	11.3	11.6	▲ 0.3	인천, 강화
		최고기온	16.0	16.3	▲ 0.3	
		최저기온	7.2	7.5	▲ 0.3	
	강수량(mm)		1,235	1,291	▲ 56	
광주 광역시	기온 (℃)	평균기온	13.5	13.8	▲ 0.3	광주
		최고기온	18.8	19.1	▲ 0.3	
		최저기온	9.1	9.5	▲ 0.4	
	강수량(mm)		1,385	1,391	▲ 6	
대전 광역시	기온 (℃)	평균기온	12.3	12.7	▲ 0.4	대전
		최고기온	18.0	18.2	▲ 0.2	
		최저기온	7.5	7.9	▲ 0.4	
	강수량(mm)		1,354	1,372	▲ 18	
울산 광역시	기온 (℃)	평균기온	13.8	14.1	▲ 0.3	울산
		최고기온	18.9	19.2	▲ 0.3	
		최저기온	9.3	9.8	▲ 0.5	
	강수량(mm)		1,275	1,277	▲ 2	
경기도	기온 (℃)	평균기온	11.2	11.6	▲ 0.4	수원, 이천, 양평
		최고기온	17.2	17.5	▲ 0.3	
		최저기온	6.0	6.5	▲ 0.5	
	강수량(mm)		1,299	1,362	▲ 63	

지역	요소		1971~2000년	1981~2010년	증감현황	관측지점
강원도	기온(℃)	평균기온	10.4	10.7	▲ 0.3	강릉, 속초, 대관령, 춘천, 원주, 인제, 홍천
		최고기온	16.1	16.3	▲ 0.2	
		최저기온	5.8	5.8	▲ 0.0	
	강수량(mm)		1,346	1,428	▲ 82	
충청북도	기온(℃)	평균기온	11.1	11.3	▲ 0.2	청주, 제천, 충주, 보은, 추풍령
		최고기온	17.3	17.5	▲ 0.2	
		최저기온	5.8	6.0	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,198	1,264	▲ 66	
충청남도	기온(℃)	평균기온	11.7	11.9	▲ 0.2	서산, 천안, 보령, 금산, 부여
		최고기온	17.4	17.7	▲ 0.3	
		최저기온	6.7	6.9	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,206	1,261	▲ 55	
전라북도	기온(℃)	평균기온	12.4	12.6	▲ 0.2	군산, 전주, 부안, 임실, 정읍, 남원
		최고기온	18.1	18.4	▲ 0.3	
		최저기온	7.5	7.7	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,272	1,303	▲ 31	
전라남도	기온(℃)	평균기온	13.5	13.6	▲ 0.1	목포, 여수, 완도, 순천(주암), 장흥, 해남, 고흥
		최고기온	18.6	18.8	▲ 0.2	
		최저기온	9.1	9.2	▲ 0.1	
	강수량(mm)		1,385	1,422	▲ 37	
경상북도	기온(℃)	평균기온	12.2	12.4	▲ 0.2	울진, 포항, 구미, 영주, 문경, 영덕, 의성, 영천
		최고기온	18.0	18.2	▲ 0.2	
		최저기온	7.0	7.2	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,089	1,131	▲ 42	
경상남도	기온(℃)	평균기온	13.1	13.3	▲ 0.2	통영, 진주, 거창, 합천, 밀양, 산청, 거제, 남해
		최고기온	19.0	19.3	▲ 0.3	
		최저기온	8.1	8.3	▲ 0.2	
	강수량(mm)		1,463	1,499	▲ 36	
제주특별자치도	기온(℃)	평균기온	15.6	15.9	▲ 0.3	제주, 서귀포, 성산
		최고기온	19.2	19.4	▲ 0.2	
		최저기온	12.2	12.7	▲ 0.5	
	강수량(mm)		1,716	1,787	▲ 71	

[부록 5] 광역시·도별 연, 계절 미래 기후변화 전망

부록 표 7. 광역시·도별 기간별 평균기온과 강수량 30년 평균값(단위: ℃, mm)

기간 / 행정구역	2011~2040년		2041~2070년		2071~2100년	
	평균기온	강수량	평균기온	강수량	평균기온	강수량
서울특별시	14.2	1,362	15.6	1,470	17.2	1,486
부산광역시	15.3	1,648	16.6	1,724	17.9	1,834
대구광역시	14.3	1,260	15.7	1,328	17.1	1,371
인천광역시	14.3	1,173	15.7	1,276	17.4	1,292
광주광역시	14.9	1,410	16.2	1,476	17.6	1,500
대전광역시	13.9	1,334	15.2	1,418	16.8	1,410
울산광역시	14.6	1,498	15.7	1,567	17.1	1,676
경기도	12.5	1,423	13.8	1,541	15.5	1,544
강원도	10.3	1,470	11.6	1,611	13.2	1,633
충청북도	11.9	1,362	13.3	1,485	14.9	1,479
충청남도	13.6	1,306	15.0	1,406	16.5	1,404
전라북도	13.1	1,406	14.4	1,479	15.9	1,493
전라남도	15.0	1,468	16.3	1,538	17.7	1,591
경상북도	12.9	1,302	14.3	1,407	15.8	1,448
경상남도	14.1	1,605	15.5	1,680	16.8	1,763
제주특별자치도	16.2	1,869	17.5	1,964	18.8	2,026

한국기후변화백서

2011년 12월 발행

자료처리 및 분석

건국대학교

최영은 · 박창용 · 김유진 · 이상민 · 이한수 ·
이지영 · 전상희 · 방소영 · 정지원 · 최준혁

검토 및 검수

기상청 기후과학국 한반도기상기후팀

정현숙 · 정해정 · 이은정 · 강다연 · 조리나

주소 · 전화

156-720 서울특별시 동작구 여의대방로16길 61

(02) 2181-0462

Web 주소

http//www.climate.go.kr