기상청 Korea Meteorological Administration

KMA

지역기후변화보고서 – 서울

2011.12

기상청 Korea Meteorological Administration

발 간 등 록 번 호
11-1360000-000787-12

지역기후변화보고서

서울

2011.12

기상청 Korea Meteorological Administration

발 간 등 록 번 호
11-1360000-000787-12

지역기후변화보고서

〔서울〕

2011. 12.

기상청 Korea Meteorological Administration

발 간 사

전 세계적으로 집중호우, 가뭄, 태풍, 폭염, 폭설 등 기후 관련 재해로 매년 대규모의 인적 피해와 경제적 손실이 동시다발적으로 발생하고 있으며, 그 피해액과 규모도 대형화되고 복잡해지는 양상입니다.

지난 11월에 개최된 IPCC 제 34차 총회에서는 『극한현상 및 재해의 위험관리 특별보고서 요약집』을 통하여, 21세기 후반 폭염 증가 가능성 90% 이상, 집중호우 증가 가능성 66% 이상 등 극한기후현상이 더 자주 나타날 것으로 예상하였습니다. 또한, 이러한 극한기후현상 증가는 물관리, 식량안보, 보건, 관광 등 다양한 분야에 영향을 주는 요인으로 작용할 것이라고 지적하였습니다.

전지구적 관측 자료를 분석한 결과에 의하면, 기후변화 현황과 그에 따른 극한기후, 영향, 취약성, 피해는 지역에 따라 다르게 나타나고 있어서 지역적인 기후변화 경향 및 영향을 평가하는 것이 매우 중요합니다. 또한, 국가 기반시설, 수자원, 농업, 임업, 어업, 주거, 건강, 에너지시스템 등 환경영역, 사회 및 경제의 다양한 부문에서 기후변화 대응 정책 수립을 위해서는 과학적으로 타당한 미래 기후변화 예측정보가 필요합니다.

기상청은 이러한 사회적 필요와 시대적 요구에 부응하고자, 전국을 11개 권역으로 구분하고, WMO에서 권고하는 표준화된 통계분석 방법을 모든 지역에 동일하게 적용하여 「지역별 기후변화보고서」를 발간하게 되었습니다. 본 서울지역 기후변화보고서는 우리나라 수도 서울의 기후가 현재까지 어떻게 변해왔는지에 대한 상세한 분석과 2100년까지의 기온, 강수량, 극한기후현상에 대한 전망 정보를 담고 있습니다.

본 보고서가 서울지역의 기후변화 적응정책 수립, 에너지 수급, 도시계획, 수자원 관리, 기후관련 자연재해 경감 등 다양한 분야에서 기초자료로 크게 활용되기를 기대합니다.

2011. 12.

기상청 기후과학국장 **조 주 영**

목 차

표목차 ····· iv
그림목차 ····· viii
요약 ····· xiii
들어가기 ····· xvii

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 지리적 특성 ····· 5
2. 관측환경의 특성 ····· 10

Ⅱ. 서울의 기후 ····· 11
1. 기온 ····· 13
2. 강수 ····· 15
3. 바람 ····· 17
4. 기타 기후요소 ····· 19
5. 주요 현상일수와 극한기후지수 ····· 19

Ⅲ. 서울의 기후변화 ····· 23
1. 기온 ····· 27
2. 강수 ····· 33
3. 기타 기후요소 ····· 35
4. 주요 현상일수와 극한기후지수 ····· 41
5. 계절기상정보 ····· 76

Ⅳ. 서울의 미래 기후변화 전망 ····· 83
1. 행정구역별 미래 기온과 강수량의 전망 ····· 85
2. 미래 기온과 강수량 변화경향 ····· 90
3. 미래 극한기후지수의 변화경향 ····· 92

Ⅴ. 서울의 기후변화의 영향과 대응 ····· 97
1. 기후변화와 관련된 주요 분야 ····· 99
2. 분야별 기후변화 영향 사례 분석 ····· 101
3. 기후변화 적응대책 수립 현황 및 활용방안 ····· 105

참고문헌 ····· 113
부록 ····· 115
1. 관측지점정보(AWS) ····· 117
2. 월별 자료(1981~2010년) ····· 118
3. 행정구역별 자료 ····· 120

표 목 차

요약 표 1. 서울의 연, 계절별 기온과 강수량(1981~2010년)····· xii

표 1. 장별 분석에 사용된 상세항목-1····· xvii
표 2. 극한기후지수의 정의····· xvii
표 3. 장별 분석에 사용된 상세항목-2····· xvii

표 1-1. 분야별 기후변화 관련 주요 피해 사례(서울)····· 4
표 1-2. 최근 10년(2001~2010년)간 기상관련 자연재해 인명 손실과 재산피해····· 4
표 1-3. 서울 인구변화 추이····· 6
표 1-4. 인구밀도 변화 추이····· 6
표 1-5. 서울의 산업 현황····· 8
표 1-6. 서울의 기상관측지점 정보····· 10

표 2-1. 서울의 연, 계절별 평균기온과 일교차····· 13
표 2-2. 서울의 연, 계절별 강수량····· 15
표 2-3. 서울의 연, 계절별 기타 기후요소····· 19
표 2-4. 서울의 연, 계절별 주요 현상일수····· 20
표 2-5. 서울의 극값····· 21
표 2-6. 서울의 연, 계절별 극한기후지수····· 22

표 3-1. 서울의 기간별 연평균값····· 25
표 3-2. 서울의 기간별 계절 평균값····· 26
표 3-3. 서울의 10년 단위 평균기온····· 27
표 3-4. 서울의 연, 계절 평균기온 변화율····· 27
표 3-5. 서울의 10년 단위 평균최고기온과 최저기온····· 29
표 3-6. 서울의 연, 계절 평균최고기온과 최저기온의 변화율····· 29
표 3-7. 서울의 10년 단위 평균일교차····· 31
표 3-8. 서울의 연, 계절 평균일교차 변화율····· 31
표 3-9. 서울의 10년 단위 연강수량····· 33
표 3-10. 서울의 연, 계절 강수량 변화율····· 33
표 3-11. 서울의 10년 단위 평균상대습도····· 35

표 3-12. 서울의 연, 계절 평균상대습도 변화율 ····· 35
표 3-13. 서울의 10년 단위 평균운량 ····· 37
표 3-14. 서울의 연, 계절 평균운량 변화율 ····· 37
표 3-15. 서울의 10년 단위 연간일조시간 ····· 38
표 3-16. 서울의 연, 계절 일조시간 변화율 ····· 38
표 3-17. 서울의 10년 단위 연증발량 ····· 39
표 3-18. 서울의 연, 계절 증발량 변화율 ····· 39
표 3-19. 서울의 10년 단위 일강수량 0.1mm, 80mm 이상 연간일수 ····· 41
표 3-20. 서울의 연, 계절 일강수량 0.1mm, 80mm 이상 일수 변화율 ····· 41
표 3-21. 서울의 10년 단위 연간눈일수 ····· 43
표 3-22. 서울의 연, 계절 눈일수 변화율 ····· 43
표 3-23. 서울의 10년 단위 일최저기온 25℃ 이상 연간일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 ····· 44
표 3-24. 서울의 연, 계절 일최저기온 25℃ 이상 일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 변화율 ····· 44
표 3-25. 서울의 10년 단위 연간황사일수 ····· 45
표 3-26. 서울의 연, 계절 황사일수 변화율 ····· 45
표 3-27. 서울의 10년 단위 연간서리일수 ····· 46
표 3-28. 서울의 연, 계절 서리일수 변화율 ····· 46
표 3-29. 서울의 10년 단위 연간얼음일수 ····· 47
표 3-30. 서울의 연, 계절 얼음일수 변화율 ····· 47
표 3-31. 서울의 10년 단위 연간안개일수 ····· 48
표 3-32. 서울의 연, 계절 안개일수 변화율 ····· 48
표 3-33. 서울의 10년 단위 연간우박일수 ····· 50
표 3-34. 서울의 연, 계절 우박일수 변화율 ····· 50
표 3-35. 서울의 10년 단위 연간뇌전일수 ····· 51
표 3-36. 서울의 연, 계절 뇌전일수 변화율 ····· 51
표 3-37. 서울의 10년 단위 일강수량, 1시간최다강수량 ····· 52
표 3-38. 서울의 일강수량, 1시간최다강수량 변화율 ····· 52
표 3-39. 서울의 10년 단위 일평균기온의 연최고값, 연최저값 ····· 53
표 3-40. 서울의 일평균기온의 연최고값, 연최저값 변화율 ····· 53
표 3-41. 서울의 10년 단위 일최고기온의 연최고값, 일최저기온의 연최저값 ····· 54
표 3-42. 서울의 일최고기온의 연최고값, 일최저기온의 연최저값 변화율 ····· 54
표 3-43. 서울의 10년 단위 연최심신적설, 연최심적설 ····· 55
표 3-44. 서울의 연최심신적설, 연최심적설 변화율 ····· 55

표 3-45. 서울의 10년 단위 일최대풍속, 일최대순간풍속의 연최대값 ····· 56
표 3-46. 서울의 일최대풍속, 일최대순간풍속의 연최대값 변화율 ····· 56
표 3-47. 서울의 10년 단위 최고기온 95퍼센타일, 99퍼센타일 ····· 57
표 3-48. 서울의 연, 계절 최고기온 95퍼센타일, 99퍼센타일 변화율 ····· 57
표 3-49. 서울의 10년 단위 최저기온 1퍼센타일, 5퍼센타일 ····· 60
표 3-50. 서울의 연, 계절 최저기온 1퍼센타일, 5퍼센타일 변화율 ····· 60
표 3-51. 서울의 10년 단위 강수량 95퍼센타일, 99퍼센타일 ····· 62
표 3-52. 서울의 연, 계절 강수량 95퍼센타일, 99퍼센타일 변화율 ····· 62
표 3-53. 서울의 10년 단위 일최저기온 0℃ 미만 연간일수 ····· 65
표 3-54. 서울의 연, 계절 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화율 ····· 65
표 3-55. 서울의 10년 단위 연극한기온교차 ····· 66
표 3-56. 서울의 연, 계절 극한기온교차 변화율 ····· 66
표 3-57. 서울의 10년 단위 온난야율 ····· 67
표 3-58. 서울의 연, 계절 온난야율 변화율 ····· 67
표 3-59. 서울의 10년 단위 식물성장가능기간 ····· 68
표 3-60. 서울의 식물성장가능기간 변화율 ····· 68
표 3-61. 서울의 10년 단위 최대열파지속일수 ····· 69
표 3-62. 서울의 최대열파지속일수 변화율 ····· 69
표 3-63. 서울의 10년 단위 10mm 이상 강수일수 ····· 69
표 3-64. 서울의 연, 계절 10mm 이상 강수일수 변화율 ····· 69
표 3-65. 서울의 10년 단위 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 ····· 71
표 3-66. 서울의 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 변화율 ····· 71
표 3-67. 서울의 10년 단위 5일 최다강수량 ····· 72
표 3-68. 서울의 연, 계절 5일 최다강수량 변화율 ····· 72
표 3-69. 서울의 10년 단위 일강수강도 ····· 73
표 3-70. 서울의 연, 계절 일강수강도 변화율 ····· 73
표 3-71. 서울의 10년 단위 95퍼센타일 강수량 비율 ····· 75
표 3-72. 서울의 연, 계절 95퍼센타일 강수량 비율 변화율 ····· 75

표 4-1. 서울의 연평균기온 미래 전망 ····· 90
표 4-2. 서울의 연평균최고기온 미래 전망 ····· 90
표 4-3. 서울의 연평균최저기온 미래 전망 ····· 91
표 4-4. 서울의 연강수량 미래 전망 ····· 91
표 4-5. 서울의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망 ····· 92
표 4-6. 서울의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망 ····· 92

표 4-7. 서울의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망 ····· 93
표 4-8. 서울의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망 ····· 93
표 4-9. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래 전망 ····· 94
표 4-10. 서울의 연극한기온교차 미래 전망 ····· 94
표 4-11. 서울의 온난야율 미래 전망 ····· 95
표 4-12. 서울의 식물성장가능기간 미래 전망 ····· 95
표 4-13. 서울의 최대열파지속일수 미래 전망 ····· 96

부록 표 1. 상세공간분포 분석에 이용된 서울 AWS 지점정보 ····· 117
부록 표 2. 서울의 월별 평균, 최고, 최저기온, 일교차 및 강수량(1981~2010년) ····· 118
부록 표 3. 서울의 월별 기타 기후요소(1981~2010년) ····· 118
부록 표 4. 서울의 연, 계절 평균기온, 강수량 ····· 120
부록 표 5. 서울의 기간별 평균, 최고, 최저기온 및 강수량 전망 ····· 121

그 림 목 차

요약 그림 1. 서울의 연바람장미 ····· xii
요약 그림 2. 서울의 클라이모그래프 ····· xiii
요약 그림 3. 서울의 연평균기온 변화 ····· xiii
요약 그림 4. 서울의 연평균일교차 변화 ····· xiii
요약 그림 5. 서울의 연강수량 변화 ····· xiii
요약 그림 6. 서울의 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화 ····· xiv
요약 그림 7. 서울의 행정구역별 연평균기온 미래 전망 상세분포도 ····· xiv
요약 그림 8. 서울의 연평균기온 미래 전망 ····· xv
요약 그림 9. 서울의 연강수량 미래 전망 ····· xv

그림 1. 상세공간분포에 사용된 서울의 자동기상관측망 ····· xvi
그림 2. 서울의 시나리오 해당격자 ····· xviii

그림 1-1. 서울시 행정구역도 ····· 5
그림 1-2. 서울의 지형 ····· 6
그림 1-3. 자치구별 인구현황 ····· 7
그림 1-4. 2010년 서울시 토지이용현황도 ····· 9
그림 1-5. 서울(108) 기상관측장소 전경 ····· 10

그림 2-1. 서울의 행정구역별 연평균기온 상세분포도 ····· 13
그림 2-2. 서울의 행정구역별 계절별 평균기온 상세분포도 ····· 14
그림 2-3. 서울의 행정구역별 연강수량 상세분포도 ····· 15
그림 2-4. 서울의 행정구역별 계절별 강수량 상세분포도 ····· 16
그림 2-5. 서울의 연바람장미 ····· 17
그림 2-6. 서울의 계절별 바람장미 ····· 18

그림 3-1. 서울의 클라이모그래프 ····· 25
그림 3-2. 서울의 연평균기온 변화 ····· 27
그림 3-3. 서울의 계절별 평균기온 변화 ····· 28
그림 3-4. 서울의 연평균최고기온 변화 ····· 29
그림 3-5. 서울의 연평균최저기온 변화 ····· 29
그림 3-6. 서울의 계절별 평균최고기온 변화 ····· 30

그림 3-7. 서울의 계절별 평균최저기온 변화 ····· 30
그림 3-8. 서울의 연평균일교차 변화 ····· 31
그림 3-9. 서울의 계절별 평균일교차 변화 ····· 32
그림 3-10. 서울의 연강수량 변화 ····· 33
그림 3-11. 서울의 계절별 강수량 변화 ····· 34
그림 3-12. 서울의 연평균상대습도 변화 ····· 35
그림 3-13. 서울의 계절별 평균상대습도 변화 ····· 36
그림 3-14. 서울의 연평균운량 변화 ····· 36
그림 3-15. 서울의 계절별 평균운량 변화 ····· 37
그림 3-16. 서울의 연간일조시간 변화 ····· 38
그림 3-17. 서울의 계절별 일조시간 변화 ····· 39
그림 3-18. 서울의 연증발량 변화 ····· 40
그림 3-19. 서울의 계절별 증발량 변화 ····· 40
그림 3-20. 서울의 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화 ····· 41
그림 3-21. 서울의 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화 ····· 41
그림 3-22. 서울의 일강수량 0.1mm 이상 계절별 일수 변화 ····· 42
그림 3-23. 서울의 일강수량 80mm 이상 계절별 일수 변화 ····· 42
그림 3-24. 서울의 연간눈일수 변화 ····· 43
그림 3-25. 서울의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화 ····· 44
그림 3-26. 서울의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 변화 ····· 44
그림 3-27. 서울의 월별누년황사일수 변화 ····· 45
그림 3-28. 서울의 월별누년서리일수 변화 ····· 46
그림 3-29. 서울의 월별누년얼음일수 변화 ····· 47
그림 3-30. 서울의 연간안개일수 변화 ····· 48
그림 3-31. 서울의 계절별 안개일수 변화 ····· 49
그림 3-32. 서울의 연간우박일수 변화 ····· 50
그림 3-33. 서울의 계절별 우박일수 변화 ····· 50
그림 3-34. 서울의 연간뇌전일수 변화 ····· 51
그림 3-35. 서울의 계절별 뇌전일수 변화 ····· 51
그림 3-36. 서울의 일강수량 변화 ····· 52
그림 3-37. 서울의 1시간최다강수량 변화 ····· 52
그림 3-38. 서울의 일평균기온의 연최고값 변화 ····· 53
그림 3-39. 서울의 일평균기온의 연최저값 변화 ····· 53
그림 3-40. 서울의 일최고기온의 연최고값 변화 ····· 54
그림 3-41. 서울의 일최저기온의 연최저값 변화 ····· 54

그림 3-42. 서울의 연최심신적설 변화 ····· 55
그림 3-43. 서울의 연최심적설 변화 ····· 55
그림 3-44. 서울의 일최대풍속의 연최대값 변화 ····· 56
그림 3-45. 서울의 일최대순간풍속의 연최대값 변화 ····· 56
그림 3-46. 서울의 최고기온 95퍼센타일 변화 ····· 57
그림 3-47. 서울의 최고기온 99퍼센타일 변화 ····· 57
그림 3-48. 서울의 계절별 최고기온 95퍼센타일 변화 ····· 58
그림 3-49. 서울의 계절별 최고기온 99퍼센타일 변화 ····· 59
그림 3-50. 서울의 최저기온 1퍼센타일 변화 ····· 59
그림 3-51. 서울의 최저기온 5퍼센타일 변화 ····· 59
그림 3-52. 서울의 계절별 최저기온 1퍼센타일 변화 ····· 61
그림 3-53. 서울의 계절별 최저기온 5퍼센타일 변화 ····· 61
그림 3-54. 서울의 강수량 95퍼센타일 변화 ····· 62
그림 3-55. 서울의 강수량 99퍼센타일 변화 ····· 62
그림 3-56. 서울의 계절별 강수량 95퍼센타일 변화 ····· 63
그림 3-57. 서울의 계절별 강수량 99퍼센타일 변화 ····· 64
그림 3-58. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 월별누년일수 변화 ····· 65
그림 3-59. 서울의 연극한기온교차 변화 ····· 66
그림 3-60. 서울의 온난야율 변화 ····· 67
그림 3-61. 서울의 계절별 온난야율 변화 ····· 67
그림 3-62. 서울의 식물성장가능기간 변화 ····· 68
그림 3-63. 서울의 최대열파지속일수 변화 ····· 69
그림 3-64. 서울의 10mm 이상 강수일수 변화 ····· 69
그림 3-65. 서울의 계절별 10mm 이상 강수일수 변화 ····· 70
그림 3-66. 서울의 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 변화 ····· 71
그림 3-67. 서울의 5일 최다강수량 변화 ····· 72
그림 3-68. 서울의 일강수강도 변화 ····· 73
그림 3-69. 서울의 계절별 일강수강도 변화 ····· 74
그림 3-70. 서울의 95퍼센타일 강수량 비율 변화 ····· 75
그림 3-71. 서울의 서리 ····· 76
그림 3-72. 서울의 얼음 ····· 76
그림 3-73. 서울의 눈 ····· 77
그림 3-74. 서울의 관설 ····· 77
그림 3-75. 서울의 강하천 ····· 78
그림 3-76. 서울의 유명산 단풍 ····· 78

그림 3-77. 서울의 진달래 ····· 79
그림 3-78. 서울의 개나리 ····· 79
그림 3-79. 서울의 매화 ····· 79
그림 3-80. 서울의 벚나무 ····· 80
그림 3-81. 서울의 아까시나무 ····· 80
그림 3-82. 서울의 복숭아 ····· 80
그림 3-83. 서울의 배나무 ····· 81
그림 3-84. 서울의 제비 ····· 81
그림 3-85. 서울의 매미 ····· 81

그림 4-1. 서울의 행정구역별 연평균기온 미래 전망 상세분포도 ····· 86
그림 4-2. 서울의 행정구역별 연평균최고기온 미래 전망 상세분포도 ····· 87
그림 4-3. 서울의 행정구역별 연평균최저기온 미래 전망 상세분포도 ····· 88
그림 4-4. 서울의 행정구역별 연강수량 미래 전망 상세분포도 ····· 89
그림 4-5. 서울의 연평균기온 미래 전망 ····· 90
그림 4-6. 서울의 연평균최고기온 미래 전망 ····· 90
그림 4-7. 서울의 연평균최저기온 미래 전망 ····· 91
그림 4-8. 서울의 연강수량 미래 전망 ····· 91
그림 4-9. 서울의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망 ····· 92
그림 4-10. 서울의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망 ····· 92
그림 4-11. 서울의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망 ····· 93
그림 4-12. 서울의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망 ····· 93
그림 4-13. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래 전망 ····· 94
그림 4-14. 서울의 연극한기온교차 미래 전망 ····· 94
그림 4-15. 서울의 온난야율 미래 전망 ····· 95
그림 4-16. 서울의 식물성장가능기간 미래 전망 ····· 95
그림 4-17. 서울의 최대열파지속일수 미래 전망 ····· 96

그림 5-1. 서울특별시의 토지이용과 지표온도분포 ····· 99
그림 5-2. 기후변화에 영향을 받는 주요 분야 ····· 100
그림 5-3. 서울시 집중호우 피해 사례 ····· 102
그림 5-4. 서울시 말라리아 발생자수 ····· 103
그림 5-5. 서울시 쯔쯔가무시 발생자수 ····· 103
그림 5-6. 기후변화 적응대책 추진 절차 ····· 105
그림 5-7. 부문별 국가 기후변화 적응대책 ····· 106

그림 5-8. 적응기반 분야 국가 기후변화 적응대책 ····· 107
그림 5-9. 서울시 기후변화 적응 대책 분야 ····· 107
그림 5-10 생활권 녹지 확충(옥상공원화) ····· 108
그림 5-11. 생활권 녹지 확충(가로변 담장 녹화사업과 그린웨이) ····· 108
그림 5-12. 청계천 복원 전과 후 ····· 109
그림 5-13. 하수관거 정비 ····· 109
그림 5-14. 망우산 저류조 ····· 110
그림 5-15. 폭염대비 적응대책(무더위쉼터) ····· 110
그림 5-16. 빗물 우수 활용 사례 ····· 111

부록 그림 1. 서울의 월별 바람장미 ····· 119

요 약

현황

[기온] 1973년 이후, 서울의 연평균기온은 10년에 0.37℃ 증가하는 경향을 보였으며, 특히 계절별 변화 중 겨울철 최저기온이 10년에 0.68℃로 가장 높게 상승함.

[강수] 연강수량은 10년에 147.2mm 증가하는 경향을 보이고 있으며, 특히 여름철 80mm 이상 일수(0.7일/10년)와 1시간최다강수량(5.4mm/10년)이 각각 증가함.

미래전망

[기온·강수] 미래 서울 연평균기온은 최근 30년(1981~2010년, 12.5℃) 대비 21세기 말(2071~2100년, 17.2℃)에 4.7℃ 상승할 것으로 전망됨. 또한 연강수량은 최근 30년(1981~2010년, 1,450.5mm) 대비 21세기 말(2071~2100년)에 1,486.0mm로 전망됨.

▸ 서울의 기후

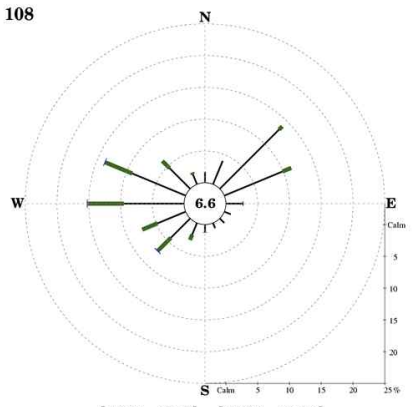
서울의 30년(1981~2010년) 연평균기온은 12.5℃이고, 여름철 평균기온은 24.3℃, 겨울철 평균기온은 -0.5℃이다(요약 표 1). 여름철 평균최고기온은 28.4℃, 겨울철 평균최저기온은 -4.1℃로 계절 간의 기온차가 뚜렷하다.

서울의 30년 평균 연강수량은 1,450.5mm이고, 여름철에 연강수량의 약 62%(892.1mm)가 내려 하계집중도가 높으며, 겨울철은 연강수량의 5% 이하(67.9mm)로 계절변동이 크다.

요약 표 1. 서울의 연, 계절별 기온과 강수량(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	12.0	24.3	14.4	-0.5
최고기온(℃)	17.0	17.1	28.4	19.1	3.6
최저기온(℃)	8.6	7.5	20.8	10.3	-4.1
강수량(mm)	1,450.5	217.5	892.1	273.6	67.9

서울의 30년(1981~2010년) 연바람장미(요약 그림 1)를 보면, 연간 풍향비율이 서풍과 서북서풍이 29.1%, 북동풍과 동북동풍이 25.4%로 두 방향으로 주풍계를 보인다. 풍속비율로는 0.5~3.3m/s가 71.8%로 가장 많은 비중을 차지하고, 3.4~7.9m/s가 21.3%, 8.0m/s 이상이 0.3%였으며, 정온은 6.6%를 차지하였다.

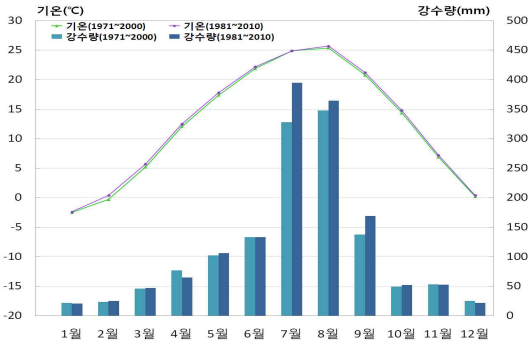


요약 그림 1. 서울의 연바람장미 (1981~2010년)

▸ 서울의 기후변화 경향

• 기후도(클라이모그래프)의 변화

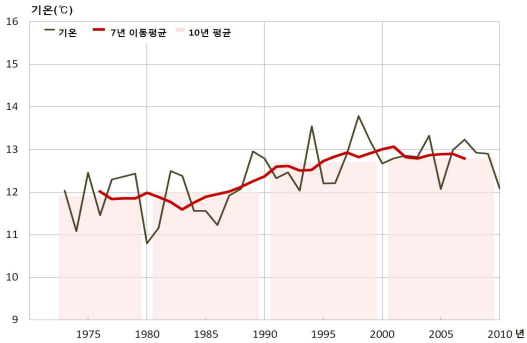
최근 30년(1981~2000년) 서울 기온은 과거 30년(1971~2000년) 평균 대비 모든 월에서 상승하였으며, 특히 겨울철 기온의 상승값이 크다(요약 그림 2). 서울의 월강수량은 과거 30년(1971~2000년) 대비 겨울철과 4월을 제외한 모든 월에서 증가하였으며, 특히 7~9월에 걸쳐 강수량 증가폭이 크다.



요약 그림 2. 서울의 클라이모그래프(1971~2000, 1981~2010년)

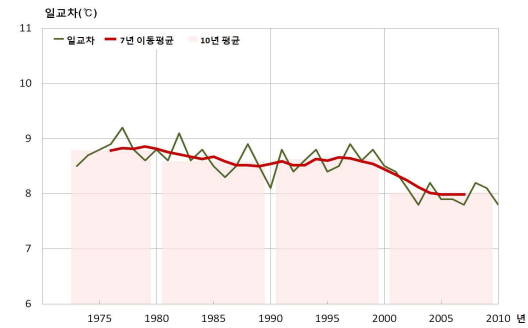
• 기온, 강수량의 변화

서울의 연평균기온(요약 그림 3)은 1973년 이후, 1998년에 13.8℃로 가장 높았고, 1980년에 10.8℃로 가장 낮았다. 서울의 연평균기온은 연간 0.037℃씩 상승하는 경향이며 특히 겨울철 평균기온은 연간 0.064℃씩 상승하는 경향으로 가장 뚜렷한 변화를 보인다. 또한 최고기온의 변화는 겨울철(연간 0.051℃씩 상승)을 제외하고는 유의한 경향을 보이지 않으나, 최저기온의 변화는 모든 계절에서 유의한 상승 경향(여름 0.028℃/년, 겨울 0.068℃/년 상승)을 보였다.



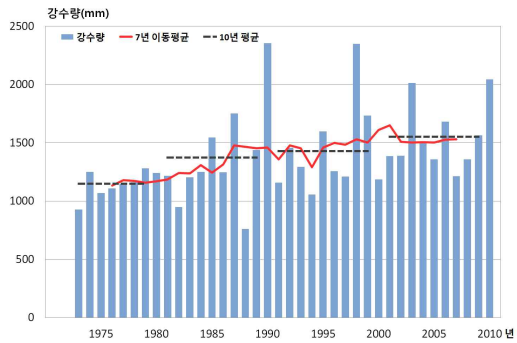
요약 그림 3. 서울의 연평균기온 변화(1973~2010년)

반면, 연평균일교차(요약 그림 4)의 10년 평균값은 1970년대 이후 지속적으로 감소하여 2000년대에 8.0℃로 가장 작은 값을 기록하였다. 서울의 연평균일교차는 연간 0.024℃씩 감소하는 경향을 보인다.



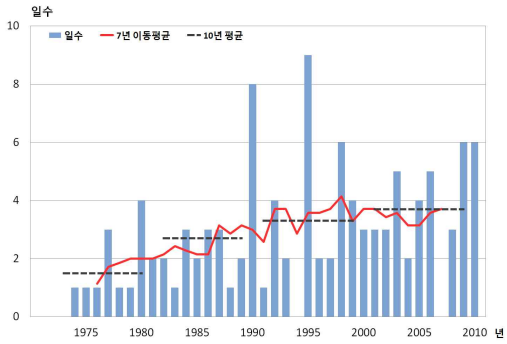
요약 그림 4. 서울의 연평균일교차 변화(1973~2010년)

서울의 연강수량(요약 그림 5)의 10년 평균값을 보면 1970년대 이후 지속적으로 증가하여 2000년대에 1,550.2mm로 가장 많았다. 여름철 강수량은 뚜렷한 증가 경향(11.849mm/년)을 보였으며, 연강수량은 연간 14.716mm씩 증가하는 경향을 보인다.



요약 그림 5. 서울의 연강수량 변화(1973~2010년)

일강수량 0.1mm 이상 강수일수는 변화경향이 나타나지 않았다. 반면에 일강수량 80mm 이상 강수일수(요약 그림 6)는 꾸준히 증가하여 2000년대에 가장 많은 3.7일(10년 평균값)을 기록하였다.



요약 그림 6. 서울의 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화(1973~2010년)

● **주요 현상일수의 변화**

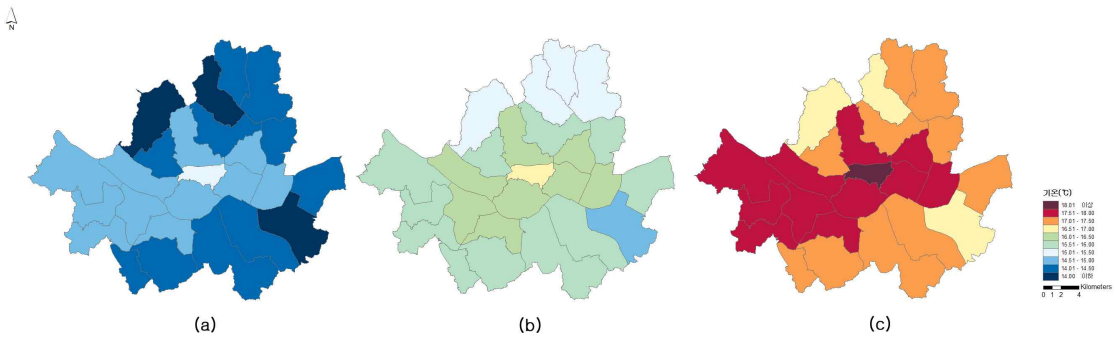
연간눈일수의 10년 평균값은 관측이래 지속적으로 감소하고 있으며, 최근 10년(2001~2010년) 평균은 연간 22.1일로 가장 적었다. 또한 1973~2010년의 변화율은 0.250일/년으로 감소함을 보였다. 연간황사일수는 0.283일/년 증가하고, 연간서리일수와 연간얼음일수는 각 0.999일/년, 0.391일/년 감소하였으며, 우박, 안개일수도 감소하는 경향을 보인다.

● **극한기후지수**

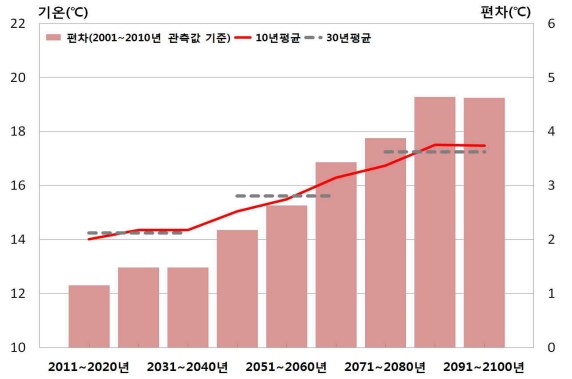
최고기온 95 · 99퍼센타일의 변화에 비하여, 최저기온 1 · 5퍼센타일의 상승 경향이 뚜렷하며, 특히 10년 평균값은 1991년을 기준으로 상승경향이 뚜렷하다. 강수량 95 · 99퍼센타일은 주로 여름철이 증가 경향을 보였다.

▸ 서울의 기후변화 미래 전망

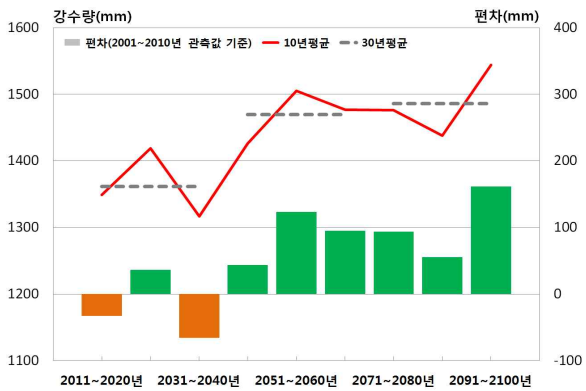
IPCC SRES A1B 시나리오 기반의 10km 해상도 기후변화 전망자료를 분석한 결과, 서울지역의 평균기온은 2011~2040년에는 13~15℃ 범위 내 존재하지만, 2071~2100년에는 대부분의 지역에서 17℃를 넘을 것으로 전망된다. 강수량은 큰 변동폭을 보이지만, 21세기 중반 이후 증가할 것으로 전망된다(요약 그림 7~9).



요약 그림 7. 서울의 행정구역별 연평균기온 미래 전망 상세분포도 (a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년



요약 그림 8. 서울의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



요약 그림 9. 서울의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

극한기후지수를 통한 미래전망에서 최고기온 95 · 99퍼센타일은 지속적으로 상승하고, 최저기온 1 · 5퍼센타일은 2041~2050년 사이 크게 상승한다. 일최저기온 0℃ 미만 일수는 현저한 감소를 보인다. 또한 최대열파지속일수는 2071~2100년 크게 증가할 것으로 전망된다.

▸ 서울의 기후변화 대응방향

기후변화 영향에 대한 피해를 최소화할 수 있는 현실적이고 체계적인 대응 및 적응 정책 수립을 위해서는 우선, 과거 기후에 대한 정확한 진단과 미래 기후변화 전망을 위한 과학적 근거가 필요하다. 그리고 그에 따라 분야별 영향과 취약성 평가와 분석이 수반되어야 할 것이다. 본 보고서의 마지막에서는 2010년 국가기후변화 적응대책에서 소개된 7개 부문 중 농업, 해양 · 수산업, 생태계를 제외한 4개 분야(건강, 재난 · 재해, 산림, 물관리)와 에너지 분야에 대한 기후변화 영향 사례와 이에 대비하고자하는 서울시의 기후변화 대응 및 적응정책을 소개하였다.

들어가기

1장에서는 서울의 기후에 영향을 주는 지리적 특성(자연환경과 인문환경)에 대해 짚어보고, 본 보고서의 관측자료 분석에 사용된 지점인 서울기상관측소의 관측환경을 간략하게 소개하였다.

2장에서는 서울지점(표 1-6) 관측자료의 최근 30년(1981~2010년) 평균값을 이용하여 서울의 연 또는 계절의 기후특성을 보여주며, 그 분석에 사용된 기후요소는 표 1에 제시되어 있다. 또한 서울의 행정구역별 평균 기온과 강수량을 파악하기 위하여, 최근 10년(2001~2010년)의 서울특별시 내에 위치한 서울지점(ASOS) 1개소와 방재기상관측장비(AWS) 25개소(그림 1, 부록 1 참조)의 관측자료를 이용하여 분석하였다.

그림 1. 상세공간분포에 사용된 서울의 자동기상관측망
※종로구는 서울지점으로 대체하고, 영등포구는 영등포와 한강을 평균하여 사용

표 1에 제시된 것과 같이 기온, 강수뿐 아니라 상대습도, 운량 등의 기본적인 기후요소와 함께 황사, 서리, 얼음 등의 현상일수를 분석하여 서울의 기후특성을, 극값 및 극한기후지수 분석을 통하여 서울의 극한기후 정도를 파악하고자 하였다. 기온, 강수와 관련된 각 5개의 극한기후지수를 정의하여 사용하였으며 그 정의는 표 2와 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 최대강수량과 95퍼센타일 강수량 비율은 홍수예측에 사용될 수 있는 지수이다.

표 1. 장별 분석에 사용된 상세항목-I

구분	상세항목
기후요소 (2~3장, 4장 부분분석)	기온(평균, 최고, 최저, 일교차), 강수량, 상대습도, 운량, 일조시간, 증발량
주요 현상일수 (2~3장)	일강수량 0.1mm 이상 일수, 일강수량 80mm 이상 일수, 눈일수, 일최저기온 25℃ 이상 일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수, 황사일수, 서리일수, 얼음일수, 우박일수, 안개일수, 뇌전일수
극값 (2~3장)	일강수량, 1시간최다강수량, 일평균기온의 최고값, 일평균기온의 최저값, 일최고기온의 최고값, 일최저기온의 최저값, 최심신적설, 최심적설, 일최대풍속의 최대값, 일최대순간풍속의 최대값
극한기후지수 (2~3장, 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 2. 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 1mm이상 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)

3장에서는 2장에서 다룬 기후요소, 현상일수, 극한기후지수에 대하여 서울의 관측이래(1907년~) 10년 단위 평균값을 통한 변화 경향을 보여주며, 최근 38년(1973~2010년)의 변화 경향을 7년 이동평균값과 함께 분석하였다. 또한 변화경향 분석에 있어서 유의성 검증은 Kendal-tau를 이용하였으며, 38년 변화율은 Pearson 회귀계수를 이용하여 제시하였다. 또한 이 장에서 기상청에서 관측하고 있는 기후 및 생활, 식물, 동물에 대한 계절기상정보를 보여준다(표 3).

표 3. 장별 분석에 사용된 상세항목-2

구분	상세항목	
계절기상정보 (3장)	기후 및 생활계절	서리, 얼음, 눈, 관설, 강하천, 유명산단풍
	식물계절	진달래, 개나리, 매화, 벚나무, 아까시나무
	동물계절	제비, 매미

4장에서는 기후변화 미래전망을 분석하기 위하여, 기상청에서 제공하는 2000~2100년 IPCC SRES A1B 시나리오 기반의 10km 해상도 기후변화 전망자료를 이용하였다. 서울의 공간적(14개 격자, 그림 2), 시간적 변화 경향을 파악하였다. 서울의 행정구역별 평균기온, 최고기온, 최저기온, 강수량 평균장과 편차장(2001~2010년 비교)을 30년 간격(2011~2040년, 2041~2070년, 2071~2100년)의 평균공간분포도와 10년 단위 평균 시계열 분석을 통해 변화경향을 나타내었다. 미래 기후 시나리오에는 불확실성이 존재하기 때문에 장기간의 평균을 산출하였다. 또한 기온관련 극한기후지수의 전망과 변화경향을 파악하였다.

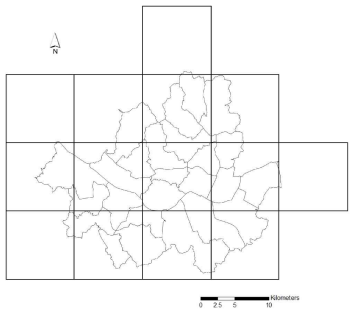


그림 2. 서울의 시나리오 해당격자

마지막 5장에서는 서울의 기후변화의 영향과 대응으로 기후변화와 관련된 주요 분야와 분야별 기후변화 영향 사례를 분석하고, 이에 따른 기후변화 적응대책 수립현황과 활용방안을 제시하였다.

본 보고서 내 단계구분도에 사용되는 범례 색상은 기상청에서 제공하는 스펙트럼을 사용하였고, 1950년대 평균값은 기후통계지침에 따라 결측 처리하였다. 용어는 기후통계지침의 기후통계값의 명명법과 예시에 준하였으며, 계절의 정의는 봄철(3~5월), 여름철(6~8월), 가을철(9~11월), 겨울철(12~익년 2월)로 구분하여 분석하고, 겨울철은 평균 시, 첫 해 1, 2월과 마지막 해 12월은 제외하였다.

Ⅰ. 서론

1. 지리적 특성
2. 관측환경의 특성

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. 서울에서 가장 많은 피해를 주는 자연재해의 유형은 호우와 태풍이지만, 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(표 1-1). 소방방재청의 통계에 따르면 최근 10년(2001~2010년)간 다양한 기상관련 재해로 인한 서울의 인명피해는 41명이고, 재산 손실액은 960억 원에 달한다(표 1-2). 이와 같은 피해를 줄이기 위해서는 적절한 기후변화 적응 및 대응 전략 수립이 필요하고, 이를 위해 상세한 기후변화 특성 파악이 필수적이다.

전지구나 국가별 기후변화 경향은 상대적으로 일관성 있는 결과를 보이지만, 기후변화가 실제로 영향을 미치거나 적응 전략이 필요한 지역 또는 국지 단위의 공간 규모에서는 상이한 결과를 나타낸다. 에너지 수급, 도시계획, 수자원 관리, 기후관련 자연재해 경감에 효과적으로 대응하기 위해서는 지역단위의 기후변화에 대한 일관성 있는 정보가 포함된 지역별 기후변화보고서가 필수적이다.

미국, 영국, 오스트레일리아, 일본 등 기상 선진국에서는 국가 규모에서 뿐만 아니라 지역별로 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 위해서 지역별로 동일한 방법을 사용하여 결과를 제시하고 비교하는 것이 필요하다고 판단하여, 본 지역기후변화 보고서에서는 서울의 기후 현황, 기후변화 경향, 미래전망에 대해 차례로 제시하여 정책결정자와 국민이 사용할 수 있도록 기술하였다.

본 장에서는 서울의 다양한 기후요소의 특징과 기후변화 경향을 파악하기에 앞서 관측환경 및 역사, 지형 및 산업을 포함한 인문환경 지리적 특성 조사, 주요 기후변화 관련 이슈들, 피해와 영향 사례조사를 통해 지역단위의 기후변화분석의 필요성을 제시하고자 한다.

표 1-1. 분야별 기후변화 관련 주요 피해 사례(서울)

부 문	주요 피해 사례
홍 수	▪ 서울과 인천 등 수도권 지역에 시간당 최대 100mm의 폭우가 내려 서울 청계천이 범람하고 1호선 등 지하철 운행이 중단되는 등 비 피해가 속출(서울신문 NTN, 2010년 9월) ▪ 7월 26일 서울에 시간당 70mm의 폭우가 쏟아져 인명피해와 교통대란, 300여 건의 침수피해가 발생함(동아일보, 2011년 7월). ▪ 중부지방을 강타한 기록적인 폭우로 서울 서초구 일대에서만 16명이 목숨을 잃음(뉴스웨이, 2011년 7월).
보 건	▪ 연일 황사가 계속됨에 따라 호흡기 어린이 환자들이 늘어나고 황사는 아토피 비염 결막염을 일으키는데 주원인(뉴시스, 2011년 5월) ▪ 고온다습한 날씨의 지속으로 서울시 말라리아 환자 2009년 보다 60% 증가(세계일보, 2010년 8월)
산림/생태계	▪ 이상고온으로 가로수 피해(YTN, 2011년 6월) ▪ 집중호우 여파로 8~9월 서울도심 '벌떼 주의보'(연합뉴스, 2011년 8월) ▪ 지구온난화로 인해 증가한 매미 생존율과 생태계 변화에 따른 외래종 유입으로 소음 피해(서울신문, 2009년 8월)
폭 염	▪ 서울 경기 등 중부 지방에 올 들어 두 달 빨리 첫 폭염주의보가 발령. 식중독지수와 불쾌지수도 위험 수위에 근접(쿠키뉴스, 2011년 6월)
대 설	▪ 5cm이상 내린 눈으로 출근길 교통 혼잡(한국경제, 2010년 12월) ▪ 1월 23일 내린 기습폭설로 경마장 경기 취소(뉴스웨이, 2011년 1월)
산 업	▪ 폭우로 인해 골프장 내장객 작년대비 40%이상 급감, 대회 개최에도 피해(일요신문, 2011년 8월) ▪ 집중폭우로 인한 도로 침수로 수배송 일부 마비(헤럴드 경제, 2011년 7월) ▪ 폭설로 인한 육로, 공항, 항만 등의 운송기능 마비로 산업계 피해 눈덩이(서울경제, 2010년 1월)

표 1-2. 최근 10년(2001~2010년)간 기상관련 자연재해 인명 손실과 재산피해

구분	서울특별시	
	사망/실종(명)	피해액(백만 원)
호우	37	79,340
강풍	-	-
대설	-	11,780
풍랑	-	-
태풍	4	5,182
합계	41	96,302

(소방방재청, 2010)

서울은 한반도의 중앙에 위치한 대한민국의 수도이며, 1394년(태조 3년)부터 수도의 기능을 수행하였다. 서울의 면적은 605.25㎢이며, 인구는 약 979만 명(2010년), 행정구역은 25개 구로 구성되어 있다(그림 1-1). 서울은 우리나라의 정치·사회·경제·문화의 중심지이며, 1946년에 특별시가 되었고 주변은 경기도로 둘러싸여 있다. 서울, 경기, 인천을 포함하여 수도권을 이루고 있으며 하나의 생활권을 형성하고 있다.

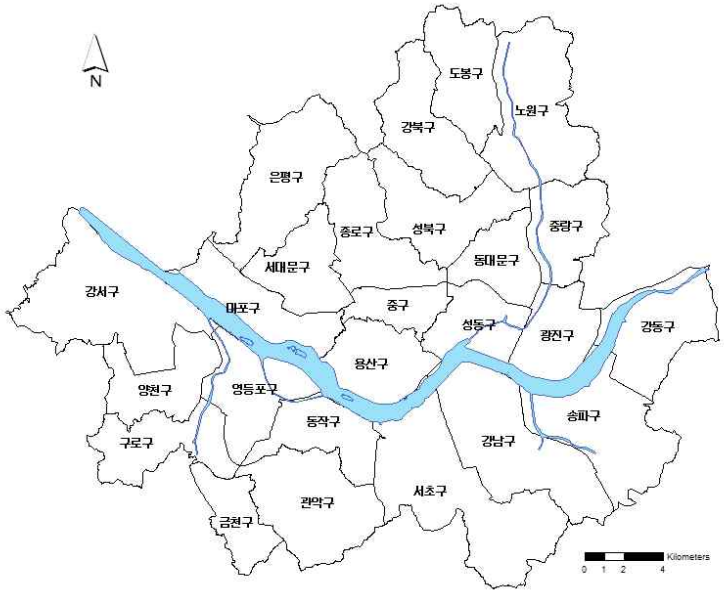


그림 1-1. 서울시 행정구역도

1. 지리적 특성

1) 자연환경

서울 주변에는 화강암을 기반으로 한 높은 산들이 다수 존재하고 있다. 서울 북부의 북한산(837m), 도봉산(740m), 수락산(638m), 불암산(507m), 남부의 관악산(629m) 등은 모두 표고가 500m가 넘는다(그림 1-2). 이 산들은 서울을 하나의 분지 형태로 감싸고 있다. 서울시의 평균고도는 54.7m로 수도권 평균고도 131.7m, 한반도 전체 평균고도인 427m보다 현저히 낮다. 침식분지 내에 자리 잡은 서울의 지리적 위치는 기온뿐만 아니라 강수량의 분포에도 커다란 영향을 미친다(국토지리정보원, 2007).

서울의 하천은 북한강과 남한강 지류를 통해 흘러들어 온 한강이 양수리에서 합류되어 서울을 동에서 서로 관통하는 형태이다. 이는 곧 수도권 대부분 유역의 유량을 통과시켜야 하기에 강수량의 증가 등 기후 변화에 따른 민감한 대처가 필요한 지역이라고 할 수 있다.

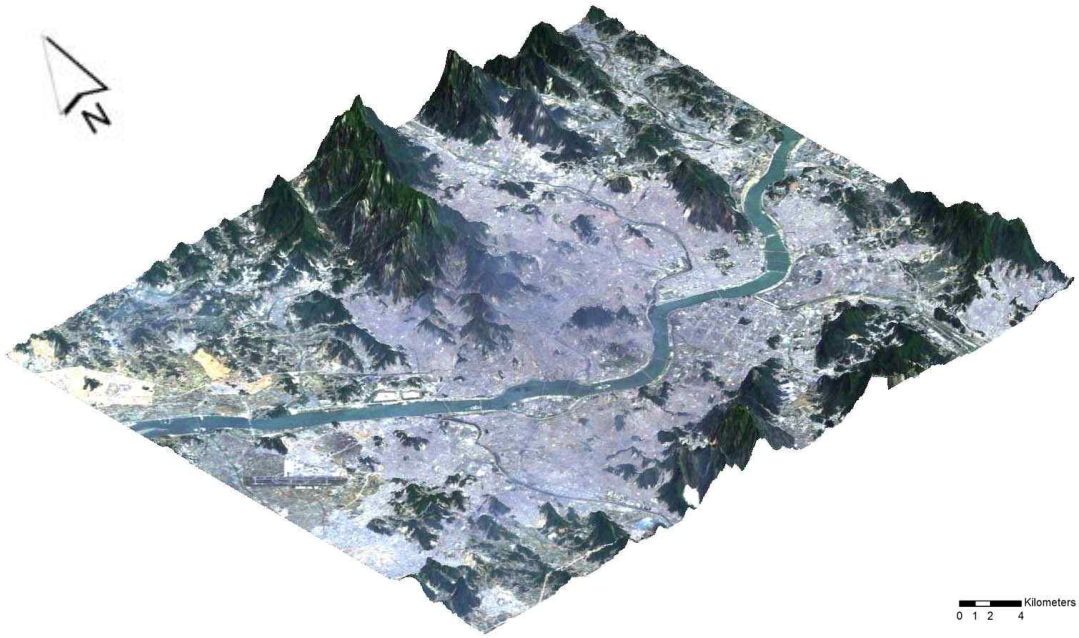


그림 1-2. 서울의 지형(서울시, 2010b)

2) 인문환경

가. 인구

서울의 인구는 표 1-3에서 보는 바와 같이 1990년에 약 1,000만 명이 넘었지만, 2000년에 약 990만 명으로 감소하였고, 2010년에는 약 979만 명이 거주하고 있다. 이에 따라 전국에서 차지하는 비중도 1990년 24.4%에서 2000년 21.4%, 2010년 20.2%로 줄어들었다. 한편 서울의 인구밀도도 1995년 이래 감소하고 있는 것으로 나타났다(표 1-4). 그러나 서울은 여전히 국내에서 가장 높은 인구조밀지역으로 분류되고, 인구집중은 사회·경제·문화가 집적된 지역을 의미한다.

표 1-3. 서울 인구변화 추이(단위:만명, %)

1990년		1995년		2000년		2005년		2010년	
인구수	점유율	인구수	점유율	인구수	점유율	인구수	점유율	인구수	점유율
1,061	24.4	1,023	22.9	990	21.4	982	20.8	979	20.2

자료: 통계청, 해당연도, 인구주택총조사보고서

표 1-4. 인구밀도 변화 추이(단위:명/㎢)

연 도	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년
전 국	438	449	464	475	486
서 울	17,532	16,889	16,342	16,221	16,182

자료 : 통계청, 해당연도, 인구주택총조사보고서

25개 자치구별 인구수(2010년 기준)를 살펴보면 송파구가 약 60만 명이 넘어서 가장 많고, 중구가 약 12만 명으로 가장 적다. 강남구, 관악구, 강서구, 노원구 등도 인구수가 50만 명이 넘는다(그림 1-3).

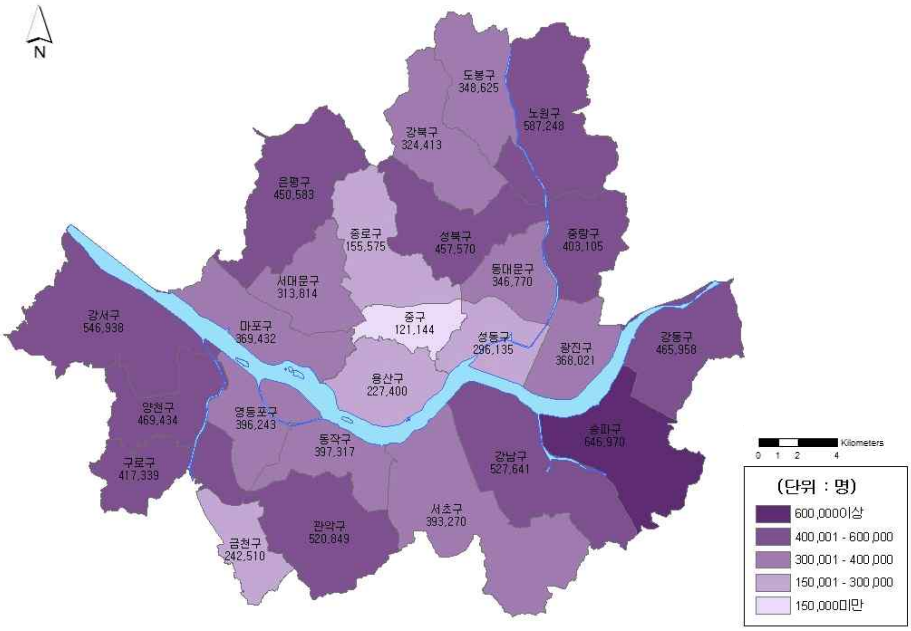


그림 1-3. 자치구별 인구현황(통계청, 2010)

나. 산업

2010년 서울에는 약 72만 개의 사업체에 약 418만 명의 종사자가 근무하고 있다. 사업체 중에는 도·소매업이 29.1%로 가장 많이 분포하고, 숙박 및 음식업(15.9%), 운수업(12.6%) 등이 10% 이상의 비중을 차지하고 있다. 반면에 종사자 수에서는 도·소매업(18.8%)만이 10% 이상의 비중을 차지한다. 서울의 산업을 1차, 2차, 3차 산업으로 살펴보면 표 1-5과 같이 1차 산업은 사업체와 종사자 모두 1%의 비중도 차지하지 못하고 있다. 광업과 제조업을 중심으로 한 2차 산업은 10.6%의 사업체에 13.4%의 비중을 차지하는 종사자가 근무하고 있는 것으로 확인되었다. 도·소매업을 중심으로 하는 3차 산업의 경우에는 89.4%의 비중을 차지하는 사업체에 전체의 86.6%를 차지하는 종사자가 근무하고 있다. 이와 같이 2·3차 산업의 집중은 매일 날씨 변화의 직접적 영향은 물론 장기적 기후변화에도 민감하다. 특히, 지역의 산업은 물류·유통을 포함하는 지역경제를 비롯한 사회에 전반적인 영향을 주고 있으며, 이는 곧 기후변화에 따른 에너지 수급과 관리적 측면에서 지역에 미치는 영향이 매우 크다.

표 1-5. 서울의 산업 현황 (단위 : 개소, %, 명)

산 업 분 류		사업체	비중	종사자	비중
전 산업		723,086	100	4,177,336	100
1차	농·림·어업	22	0.00	587	0.01
2차	광업	32	0.00	242	0.02
	제조업	54,947	7.80	282,583	7.22
	전기·가스·수도	126	0.02	12,505	0.32
	하수폐기물처리, 원료재생 및 환경복원	366	0.05	6,062	0.15
	건설업	19,354	2.74	222,352	5.70
	소계	76,471	10.63	547,380	13.41
3차	도·소매업	208,443	29.06	792,686	18.83
	운수업	92,575	12.59	263,903	6.11
	숙박 및 음식업	114,473	15.86	401,205	9.65
	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스	12,408	1.67	263,721	6.25
	금융 및 보험업	9,259	1.26	247,385	5.92
	부동산 및 임대업	35,979	5.00	148,312	3.48
	전문, 화학 및 기술서비스업	25,467	3.47	362,489	8.47
	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	9,201	1.26	291,719	7.41
	공공행정, 국방 및 사회보장, 행정	1,264	0.18	130,980	2.78
	교육서비스업	29,330	4.01	281,404	6.64
	보건 및 사회복지사업	20,923	2.81	216,581	5.04
	예술, 스포츠 및 여가관리 서비스업	21,580	2.94	72,681	1.73
	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	67,337	9.27	179,939	4.26
	소계	643,206	89.38	3,531,623	86.57

자료 : 한국통계연감, 2010.

다. 도시구조와 토지이용

서울은 북악산-인왕산-남산-낙산으로 이어지는 산줄기에 도성을 쌓고 그 중앙에 통치에 필요한 기능을 배치하는 형식으로 도시구조가 형성되기 시작하였다. 해방 이후 인구의 지속적인 유입은 서울의 도시내부를 분화시켰는데 청량리, 왕십리, 용산, 신촌, 마포 등의 시가지가 계속 개발되었다. 서울의 과밀화와 혼잡도를 완화하기 위해 1970년대부터는 강남개발이 본격적으로 시작되면서 서울은 종로일대가 도심의 기능을 수행하는 단핵도시에서 종로-여의도-강남으로 도심의 기능이 분화된 다핵도시로 도시공간이 재편되었다.

서울의 토지면적은 총 605,253,718㎡이다. 지목별 면적에서 대지가 차지하는 면적은 215,609,769㎡(35.6%)으로 가장 많았으며, 임야의 면적은 148,528,585㎡(24.5%), 도로의 면적은 76,253,358㎡(12.6%)으로 비중이 높았다(그림 1-4).

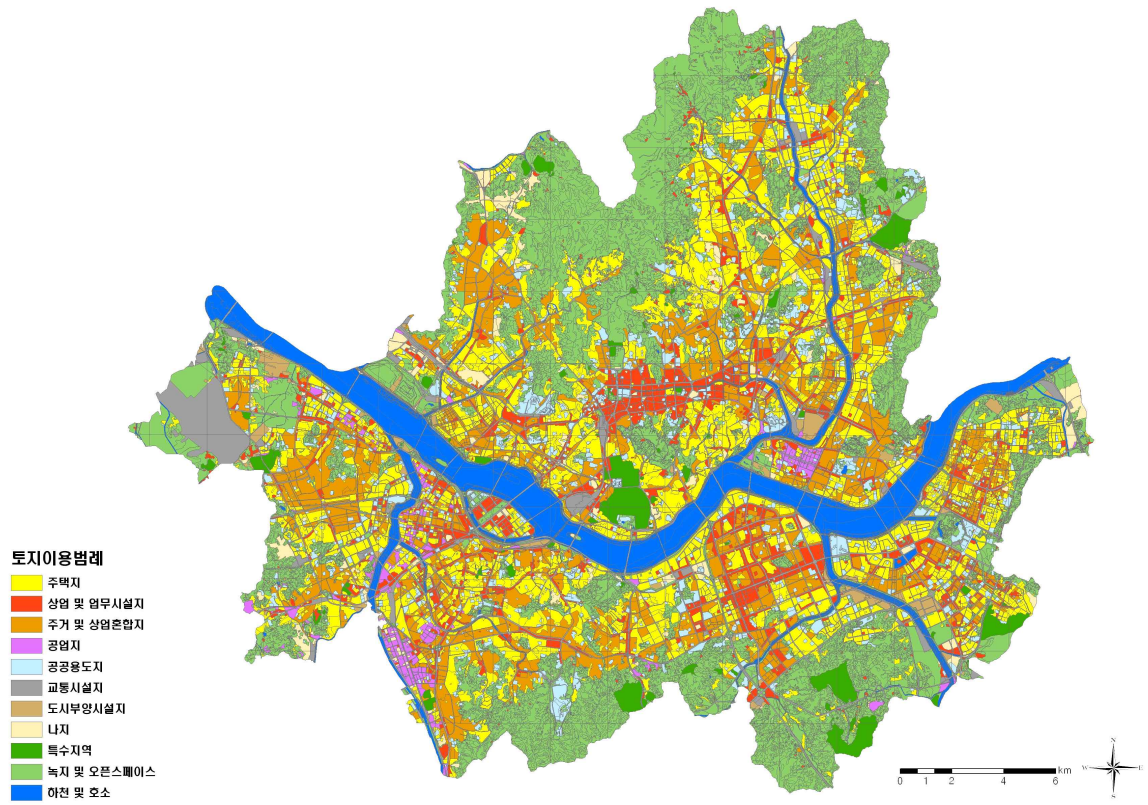


그림 1-4. 2010년 서울시 토지이용현황도(서울시, 2010a)

2. 관측환경의 특성

서울의 기상관측지점은 서울특별시 종로구 송월동에 위치하고 1907년부터 관측을 시작하였다(표 1-6). 북서 내륙에 위치하면서 북서쪽 1.9km거리에 해발 329m의 인왕산, 북쪽 2.5km에 해발 342m의 북한산이 있으나 관측에 별다른 장애는 없으며 남쪽 5.5km거리에 서울 중앙을 동서로 한강이 흐르고 있다.

1998년 12월 기상청이 신대방동으로 이전하였으나, 관측자료의 연속성 유지를 위해 동일 장소(송월동)에서 지속적으로 관측업무를 수행하고 있다.

표 1-6. 서울의 기상관측지점 정보

지점번호	관측지점	북위(°N)	동경(°E)	해발고도(m)	관측개시(년)	주소(법정동)
108	서울	37°34′	126°57′	85.8	1907	서울특별시 종로구 송월동

그림 1-5. 서울(108) 기상관측장소 전경(기상청, 2010)

Ⅱ. 서울의 기후

1. 기온
2. 강수
3. 바람
4. 기타 기후요소
5. 주요 현상일수와 극한기후지수

본 장에서는 1981~2010년까지 서울지점의 ASOS[1] 평균값을 이용하여 기온, 강수 등 기후요소와 주요 현상일수, 극값 및 극한기후지수 등에 대하여 서울의 기후특성을 파악하였다. 또한 행정구역별로 기온과 강수의 상세공간분포를 파악하기 위해서 10년간(2001~2010년) ASOS 및 AWS[2] 관측자료를 이용하였다. 각 요소별 월별 자료는 부록에 수록하였다.

1. 기온

서울의 1981~2010년 연평균기온은 12.5℃이었다. 계절별 평균기온은 여름에 24.3℃로 가장 높았고, 가을철(14.4℃), 봄철(12.0℃), 겨울철(-0.5℃) 순이었다(표 2-1). 연평균최고기온은 17.0℃이고, 연평균최저기온은 8.6℃이었다. 여름철의 평균최고기온은 28.4℃, 겨울철의 평균최저기온은 -4.1℃을 나타내었다. 연평균일교차는 8.4℃이고, 봄철(9.6℃)에 가장 컸다.

표 2-1. 서울의 연, 계절별 평균기온과 일교차(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	12.0	24.3	14.4	-0.5
최고기온(℃)	17.0	17.1	28.4	19.1	3.6
최저기온(℃)	8.6	7.5	20.8	10.3	-4.1
일교차(℃)	8.4	9.6	7.6	8.8	7.7

2001~2010년 서울의 행정구역별 연평균기온 상세분포도(그림 2-1)를 보면 서초구, 송파구, 동대문구, 양천구가 13.8℃로 가장 높았고 영등포구 13.7℃, 용산구, 광진구, 강북구, 성동구 13.6℃ 순으로 나타났다. 이에 반해 중구가 11.7℃로 가장 낮았고 관악구 11.8℃, 노원구 12.2℃, 서대문구 12.3℃ 순으로 나타났다. 지역별로 기온차이는 2.1℃로 작지 않다.

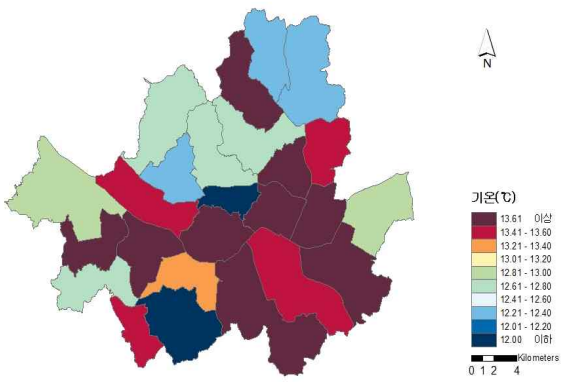


그림 2-1. 서울의 행정구역별 연평균기온 상세분포도 (2001~2010년)

1) ASOS (Automated Synoptic Observing System, 종관기상관측장비) 지점 : 서울 1지점(I 장 참고)
2) AWS(Automatic Weather System, 방재기상관측장비) 지점 : 서울특별시 내 총 25 지점(부록 1 참고)

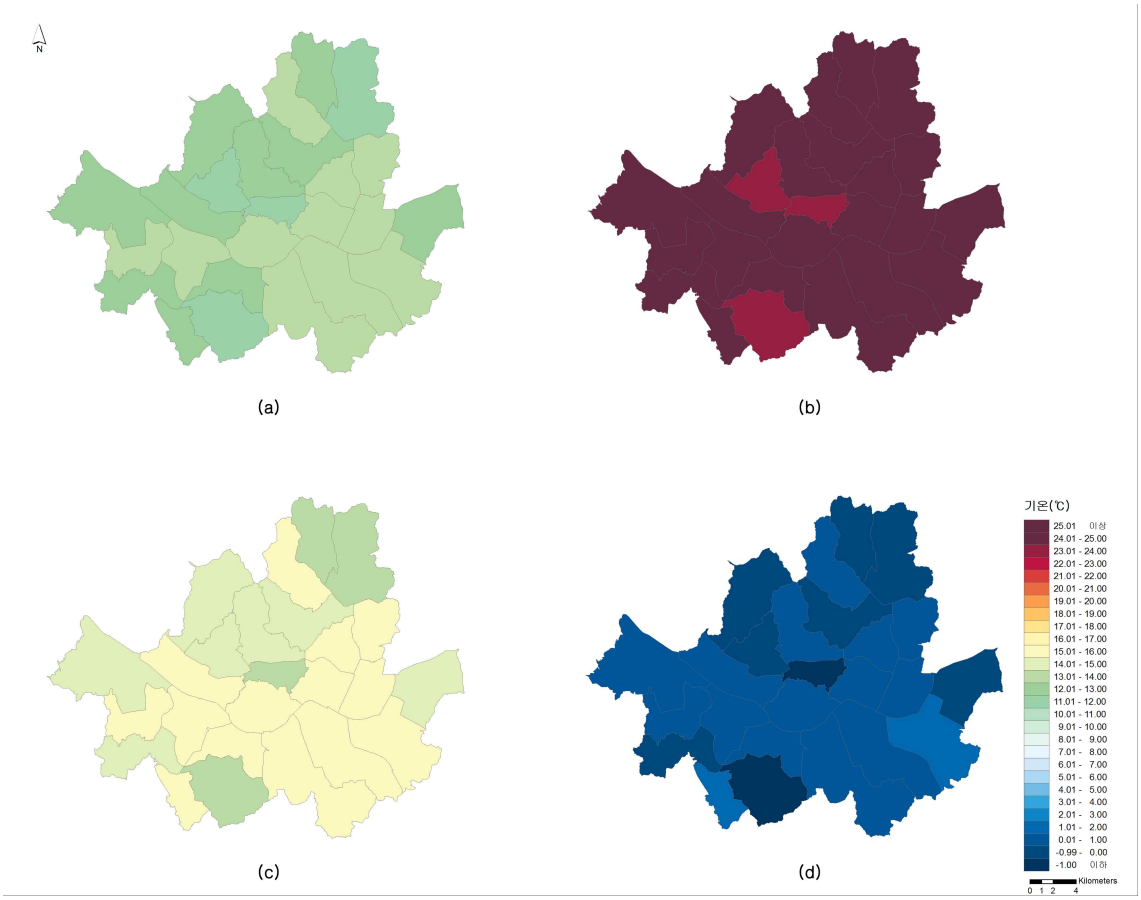


그림 2-2. 서울의 행정구역별 계절별 평균기온 상세분포도(2001~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

2001~2010년 서울의 행정구역별 계절별 평균기온 상세분포도(그림 2-2)를 보면, 봄철은 약 11~14℃의 분포를 보이며, 송파구가 13.4℃로 가장 높고, 중구가 11.2℃로 가장 낮다. 여름철은 약 23~26℃의 분포를 보이며, 서초구가 25.5℃로 가장 높고, 관악구가 23.4℃로 가장 낮다. 관악구, 중구(23.4℃), 서대문구(23.8℃)를 제외한 모든 구에서 여름철 평균기온이 24℃ 이상의 분포를 보이고 있다. 가을철은 약 13~16℃의 분포를 보이며, 영등포구가 15.9℃로 가장 높고, 관악구가 13.6℃로 가장 낮다. 겨울철은 약 -2~2℃의 분포를 보이며, 금천구가 1.5℃로 가장 높고, 중구가 -1.3℃로 가장 낮다. 중구를 비롯하여 관악구, 노원구, 도봉구, 서대문구, 강동구, 성북구, 구로구에서 겨울철 평균기온이 영하의 분포를 보이고 있다.

2. 강수

우리나라 다우지에 속하는 서울의 30년 평균 연강수량은 1,450.5mm이었다(표 2-2). 계절별 강수량을 보면 여름철에 892.1mm로 하계집중도가 높아서 연강수량의 약 62%를 차지했다. 봄철과 가을철 강수량은 각각 217.5mm, 273.6mm를 나타냈고, 겨울철은 매우 건조하여 강수량이 70mm 이하였다.

표 2-2. 서울의 연, 계절별 강수량(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량(mm)	1,450.5	217.5	892.1	273.6	67.9

2001~2010년 서울의 행정구역별 연강수량 상세분포도(그림 2-3)를 보면 도봉구가 1,591.8mm로 가장 많았고, 종로구 1,550.2mm, 강동구 1,462.6mm 순으로 나타났다. 이에 반해 중구 1,278.6mm가 가장 적었고, 구로구 1,285.9mm, 영등포구 1,288.0mm, 성동구 1,293.5mm 순으로 나타났다. 서울 내에서도 약 300mm의 강수량 차이가 있었다.

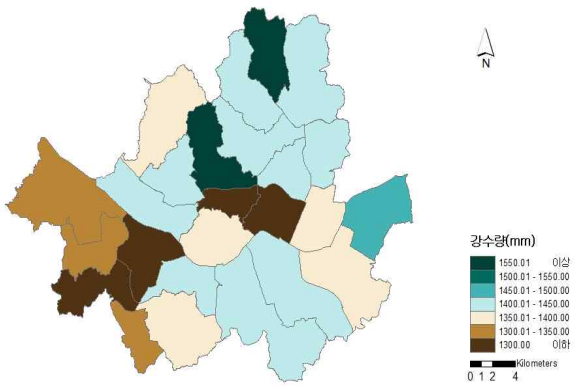


그림 2-3. 서울의 행정구역별 연강수량 상세분포도 (2001~2010년)

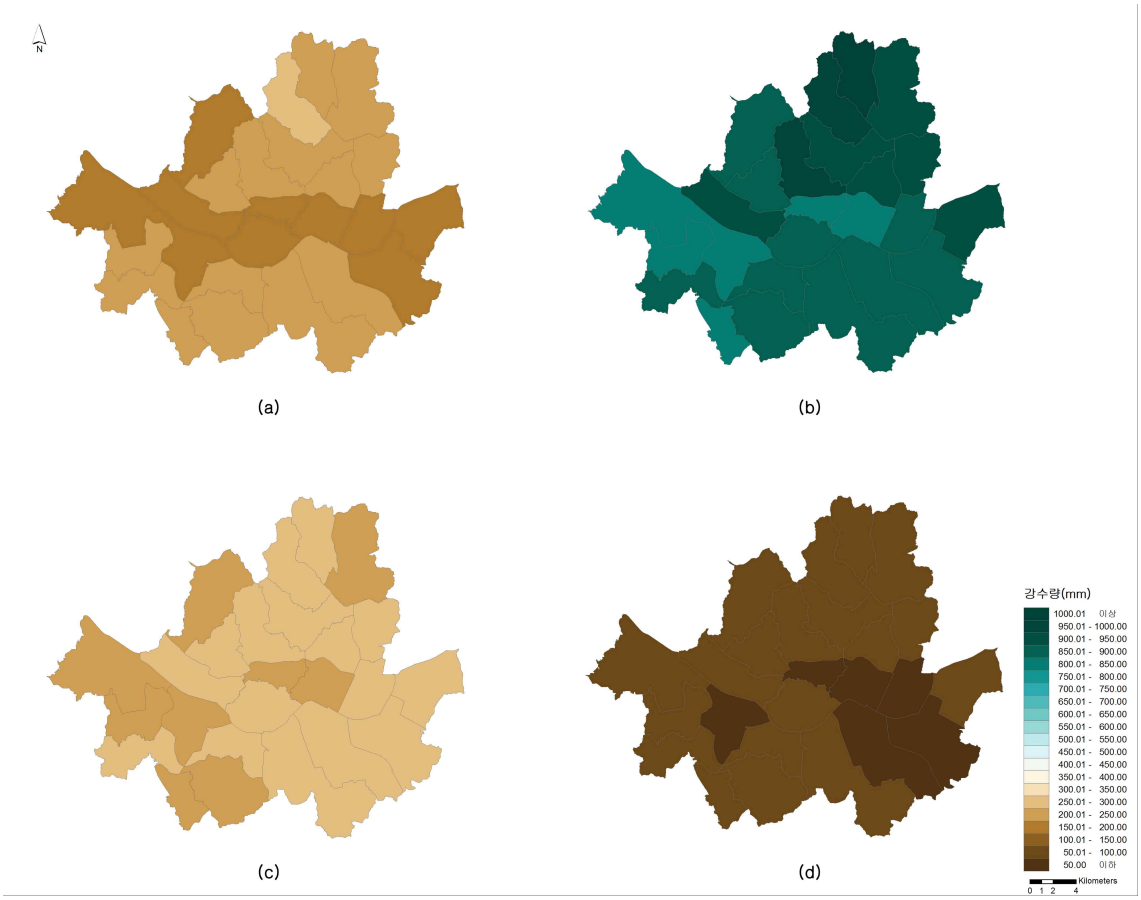


그림 2-4. 서울의 행정구역별 계절별 강수량 상세분포도(2001~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

2001~2010년 서울의 행정구역별 계절별 강수량 상세분포도(그림 2-4)를 보면, 봄철은 약 150~300mm의 분포를 보이며, 강북구가 255.0mm로 가장 많고, 성동구가 171.8mm로 가장 적다. 여름철은 약 800~1,050mm의 분포를 보이며, 도봉구가 1,039.6mm로 가장 많고, 중구가 800.9mm로 가장 적다. 여름철 강수량은 도봉구, 강북구, 노원구 등 북한산, 도봉산이 위치한 지역에서 많았다. 가을철은 약 200~300mm의 분포를 보이며, 강북구가 285.5mm로 가장 많고, 양천구가 234.3mm로 가장 적다. 겨울철은 모든 지역에서 100mm 이하의 분포를 보이며, 서대문구가 70.8mm로 가장 많고, 광진구가 43.0mm로 가장 적다.

3. 바람

서울의 연바람장미(그림 2-5)를 보면 연간 풍향비율은 서(W)풍이 15.3%로 가장 탁월했고, 북동(NE)풍이 14.0%, 서북서(WNW)풍이 13.8%, 동북동(ENE)풍이 11.4%의 순으로 나타났다. 연간 풍속비율은 정온이 6.6%, 0.5~3.3m/s가 71.8%, 3.4~7.9m/s가 21.3%, 8.0m/s 이상이 0.3%를 차지하였다. 연평균풍속은 2.3m/s이고 3, 4월에 평균풍속이 2.8m/s로 가장 강했다.

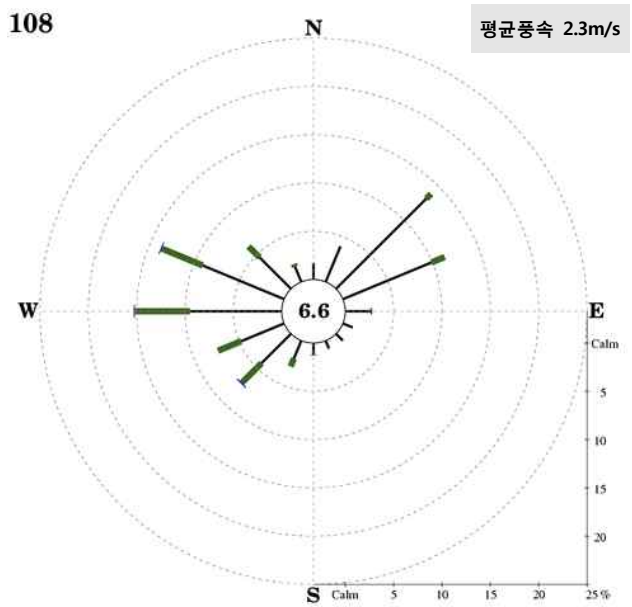


그림 2-5. 서울의 연바람장미(1981~2010년)

서울의 봄철 바람장미(그림 2-6(a))를 살펴보면 풍향비율은 서(W)풍이 18.0%로 가장 탁월하고, 서북서(WNW)풍이 12.8%, 서남서(WSW)풍이 11.2%, 남서(SW)풍이 11.1%의 순으로 나타났다. 풍속비율은 정온이 4.9%, 0.5~3.3m/s가 65.2%, 3.4~7.9m/s가 29.3%, 8.0m/s 이상이 0.6%였다. 평균풍속은 2.7m/s이고 3, 4월에 풍속이 2.8m/s로 가장 강했다.

서울의 여름철 바람장미(그림 2-6(b))를 살펴보면 풍향비율은 북동(NE)풍이 15.1%로 가장 탁월하고, 동북동(ENE)풍이 13.0%, 서(W)풍이 12.1%, 남서(SW)풍이 10.5%의 순으로 나타났다. 풍속비율은 정온이 8.0%, 0.5~3.3m/s가 74.0%, 3.4~7.9m/s가 17.9%, 8.0m/s 이상이 0.1%였다. 평균풍속은 2.2m/s이고 7월에 풍속이 2.3m/s로 가장 강했다.

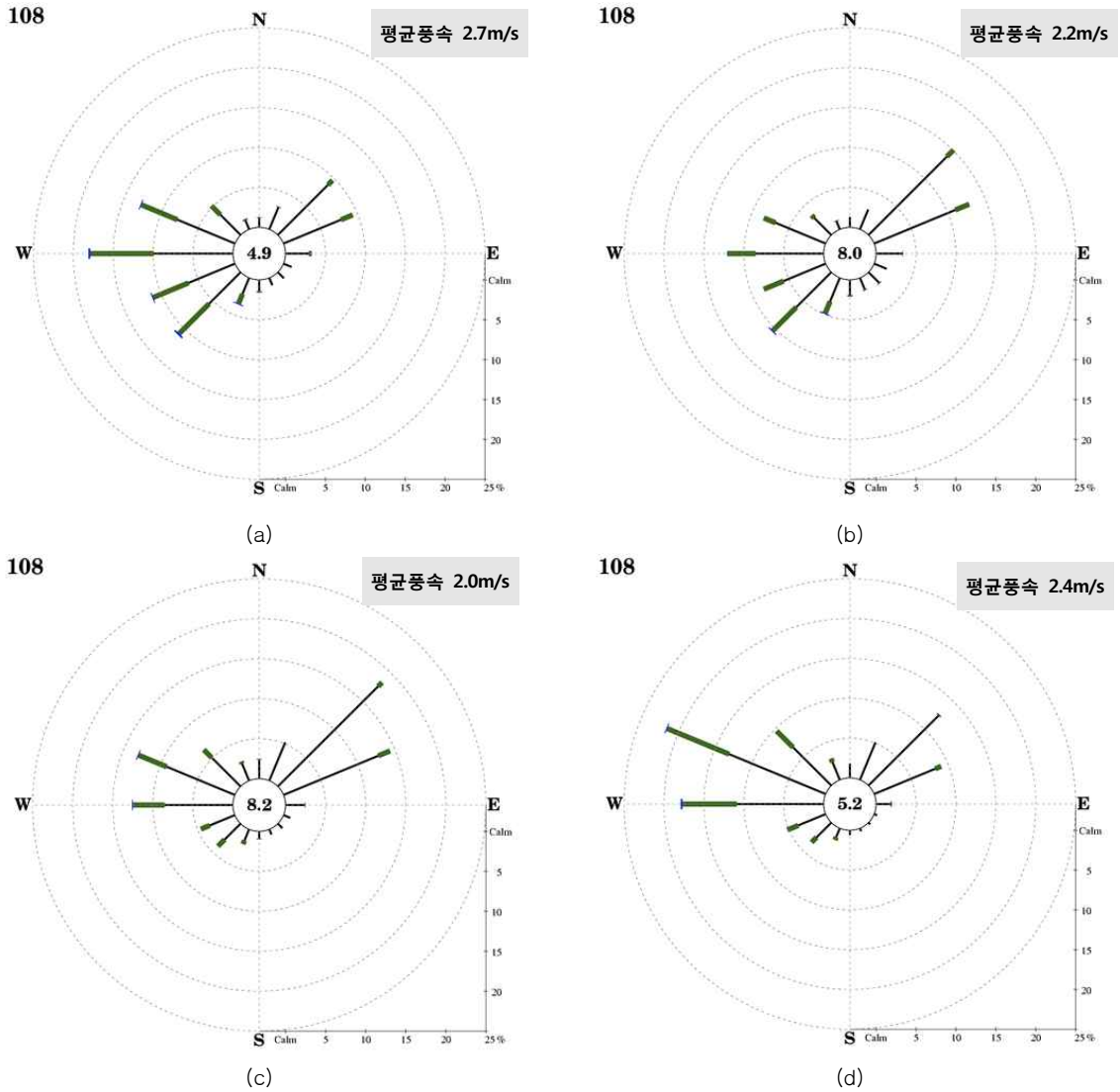


그림 2-6. 서울의 계절별 바람장미(1981~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 가을철 바람장미(그림 2-6(c))를 살펴보면 풍향비율은 북동(NE)풍이 18.4%로 가장 탁월하고, 동북동(ENE)풍이 14.3%, 서북서(WNW)풍이 13.2%, 서(W)풍이 12.7%의 순으로 나타났다. 풍속비율은 정온이 8.2%, 0.5~3.3m/s가 76.6%, 3.4~7.9m/s가 15.0%, 8.0m/s 이상이 0.2%였다. 평균풍속은 2.0m/s이고 11월에 풍속이 2.2m/s로 가장 강했다.

서울의 겨울철 바람장미(그림 2-6(d))를 보면 풍향비율은 서북서(WNW)풍이 21.5%로 가장 탁월하고, 서(W)풍이 17.9%, 북동(NE)풍이 12.6%의 순으로 나타났다. 풍속비율은 정온이 5.2%, 0.5~3.3m/s가 71.7%, 3.4~7.9m/s가 22.8%, 8.0m/s 이상이 0.3%였다. 평균풍속은 2.4m/s이고 2월에 풍속이 2.6m/s로 가장 강했다.

4. 기타 기후요소

서울의 30년 연평균상대습도는 64.4%이었다. 여름철이 평균상대습도가 가장 높아서 74.0%이고, 봄철이 가장 건조하여 58.9%이었다(표 2-3). 30년 연평균운량은 4.9할이고, 강수가 빈번하게 발생하는 여름에 가장 많아서 6.6할에 달하며, 겨울에 가장 적었다. 일조시간은 운량과는 달리 여름철에 454.6시간으로 가장 짧았고, 봄철에 607.0시간으로 가장 길었다. 연증발량은 1,093.7mm이고, 여름철에 373.3mm로 가장 많고 겨울에 124.1mm로 가장 적었다.

표 2-3. 서울의 연, 계절별 기타 기후요소(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
상대습도(%)	64.4	58.9	74.0	65.0	59.4
운량(1/10)	4.9	4.8	6.6	4.4	3.9
일조시간(hr)	2,066.0	607.0	454.6	528.3	475.4
증발량(mm)	1,093.7	347.2	373.3	249.8	124.1

5. 주요 현상일수와 극한기후지수

1) 주요 현상일수

서울의 30년 평균 일강수량 0.1mm 이상 연간일수는 108.9일로 연중 약 30% 정도가 강수일수로 분류된다(표 2-4). 여름철이 40.8일 정도로 약 40%를 차지하고, 봄철, 가을철, 겨울철이 유사한 강수일수를 가진다. 호우의 지표가 되는 일강수량 80mm 이상 일수의 연간일수는 3.2일이었고, 여름철에 대부분 발생한다.

고온과 관련된 30년 일최저기온 25℃ 이상 연간일수와 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수는 각각 7.3일, 5.2일이었다. 연간 황사일수는 7.9일이었고, 이 중 80%가 넘는 6.6일이 봄철에 발생한다. 추위와 관련된 연간 서리일수와 얼음일수는 각각 65.9일과 112.9일이었다. 서울의 연간 우박일수, 안개일수, 뇌전일수는 각각 1.4일, 14.4일, 22.1일이었다.

표 2-4. 서울의 연, 계절별 주요 현상일수(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일강수량 0.1mm 이상 일수	108.9	24.3	40.8	24.1	19.7
일강수량 80mm 이상 일수	3.2	0.2	2.6	0.4	0.0
눈일수	24.9	3.5	0.0	2.1	19.1
일최저기온 25℃ 이상 일수	7.3	0.0	7.2	0.1	0.0
일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수	5.2	0.0	5.2	0.0	0.0
황사일수	7.9	6.6	0.0	0.3	0.9
서리일수	65.9	9.8	0.0	11.5	45.2
얼음일수	112.9	17.2	0.0	14.3	81.2
우박일수	1.4	0.5	0.0	0.4	0.5
안개일수	14.4	4.1	4.6	2.5	2.9
뇌전일수	22.1	3.4	12.9	4.9	0.9

2) 극값

기후의 극값은 인명이나 재산피해와 직접 연결되는 경우가 많다. 서울에서 발생한 일강수량의 최대규모는 1920년 8월 2일에 발생한 354.7mm이었고, 1시간최다강수량의 최대규모는 1942년 8월 5일에 발생하여 118.6mm에 달했다(표 2-5). 최근 발생한 1998년 8월 8일의 332.8mm와 2011년 7월 27일의 301.5mm는 각각 서울 일강수량 2위와 3위에 해당된다. 특히 2011년 7월 26일~29일까지 4일간의 호우로 서울에서는 22명이 사망하거나 실종되었고, 870억원의 경제적 손실이 보고되었다(국가재난정보센터).

서울에서 혹서의 상태를 보여주는 일최고기온 최고값의 1위는 1994년 7월 24일에 38.4℃로 나타났고, 혹한의 상태를 나타내는 일최저기온의 최저값의 1위는 1927년 12월 31일에 -23.1℃로 차이가 매우 컸다. 일최고기온의 최고값은 1위와 2위가 모두 1994년에 발생하였으나, 일최저기온의 최저값 1~5위값은 1927년 이후 83년간 갱신되지 않고 있다. 최심신적설량의 1위는 2010년 1월 4일에 발생한 25.8cm이었다.

표 2-5. 서울의 극값

항 목	순 위	발생일시	값
일강수량(mm)	1	1920년 8월 2일	354.7
	2	1998년 8월 8일	332.8
	3	2011년 7월 27일	301.5
	4	1987년 7월 27일	294.6
	5	1940년 7월 10일	283.9
1시간최다강수량(mm)	1	1942년 8월 5일	118.6
	2	1964년 9월 13일	116.0
	3	2001년 7월 15일	99.5
	4	1966년 7월 15일	83.0
	5	1945년 8월 29일	81.0
일평균기온의 최고값(℃)	1	1994년 7월 24일	33.1
	2	1994년 7월 23일	32.6
	3	1994년 7월 25일	31.9
	4	1994년 7월 26일	31.7
	5	1978년 7월 29일	31.6
일평균기온의 최저값(℃)	1	1915년 1월 13일	-19.2
	2	1931년 1월 10일	-18.9
	3	1915년 1월 14일	-18.0
	4	1931년 1월 11일	-17.4
	5	1986년 1월 5일	-16.4
일최고기온의 최고값(℃)	1	1994년 7월 24일	38.4
	2	1994년 7월 23일	38.2
	3	1943년 8월 24일	38.2
	4	1939년 8월 10일	38.2
	5	1943년 8월 28일	37.9
일최저기온의 최저값(℃)	1	1927년 12월 31일	-23.1
	2	1931년 1월 11일	-22.5
	3	1920년 1월 4일	-22.3
	4	1928년 1월 5일	-22.2
	5	1931년 1월 10일	-21.9
최심신적설(cm)	1	2010년 1월 4일	25.8
	2	1969년 1월 28일	25.6
	3	2001년 2월 15일	23.4
	4	1956년 2월 28일	22.8
	5	1969년 2월 16일	19.7
최심적설(cm)	1	1922년 3월 24일	31.0
	2	1969년 1월 31일	30.0
	3	1969년 2월 1일	28.6
	4	2010년 1월 4일	28.5
	5	1969년 2월 4일	28.1
일최대풍속의 최대값(m/s)	1	1954년 4월 19일	25.0
	2	1915년 10월 1일	22.9
	3	1948년 4월 9일	20.0
	4	1964년 3월 26일	18.7
	5	1919년 9월 3일	18.7
일최대순간풍속의 최대값(m/s)	1	1995년 9월 26일	31.5
	2	1977년 3월 24일	28.5
	3	1976년 12월 18일	28.4
	4	1996년 6월 29일	27.5
	5	1971년 10월 10일	27.2

※ 극값 순위는 관측 개시일부터 2011년 10월 31일 기준임.

3) 극한기후지수

기후특성 파악에 있어서 기후의 극한상태를 보여주는 극한기후지수의 분석은 필수적이다. 일반적으로 극한기후지수[3]는 하위 1퍼센타일이나 5퍼센타일 또는 상위 95퍼센타일이나 99퍼센타일로 정의된다. 극한기후지수의 연, 계절별 규모나 발생빈도는 표 2-6과 같다.

표 2-6. 서울의 연, 계절별 극한기후지수(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
최고기온 95퍼센타일(℃)	31.2	26.7	32.8	28.5	10.5
최고기온 99퍼센타일(℃)	33.1	28.5	34.0	30.1	12.8
최저기온 1퍼센타일(℃)	-12.0	-3.1	14.6	-2.7	-12.1
최저기온 5퍼센타일(℃)	-8.3	-2.2	15.6	-1.7	-11.4
강수량 95퍼센타일(mm)	49.2	27.6	74.1	38.6	9.1
강수량 99퍼센타일(mm)	102.9	44.7	128.0	69.3	15.8
일최저기온 0℃미만인 일수(일수)	89.7	9.7	-	7.5	72.4
연극한기온교차(℃)	48.6	34.5	21.0	35.8	27.8
온난야율(%)	10.4	12.2	11.3	12.0	10.7
식물성장가능기간(일수)	268.8	-	-	-	-
최대열파지속일수(일수)	2.8	-	-	-	-
10mm 이상 강수일수(일수)	34.1	6.7	18.8	6.8	1.8
일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수(일수)	27.5	-	-	-	-
5일 최다강수량(mm)	300.7	68.1	282.6	117.4	25.5
일강수강도(mm/일)	17.9	8.9	21.6	11.3	3.4
95퍼센타일 강수량 비율(%)	39.2	23.2	31.5	32.7	21.9

3) 극한기후사상의 정의는 들어가기 표. 2 참조

Ⅲ. 서울의 기후변화

1. 기온
2. 강수
3. 기타 기후요소
4. 주요 현상일수와 극한기후지수
5. 계절기상정보

본 장에서는 서울의 기후변화 경향을 파악하기 위하여 기온, 강수를 포함한 기후요소, 주요 현상일수, 극한기후지수 등을 분석하였다. 우선, 서울의 클라이모그래프(climograph)를 기간별로 비교하였고, 변화경향과 변화율을 도출하였다.

서울의 클라이모그래프(그림 3-1)를 보면 1981~2010년의 월평균기온이 1971~2000년보다 같거나 높았다. 1981~2010년 월강수량은 1971~2000년보다 여름철(7~9월)에 다소 많았고, 4월에는 적었다. 서울의 기간별 연평균값(표 3-1)을 살펴보면 1971~2000년 평균값과 비교하여 1981~2010년의 평균기온(0.3℃ 상승), 최고기온(0.1℃ 상승), 최저기온(0.4℃ 상승)이 모두 높았고, 강수량(106.2mm 증가)도 많았다.

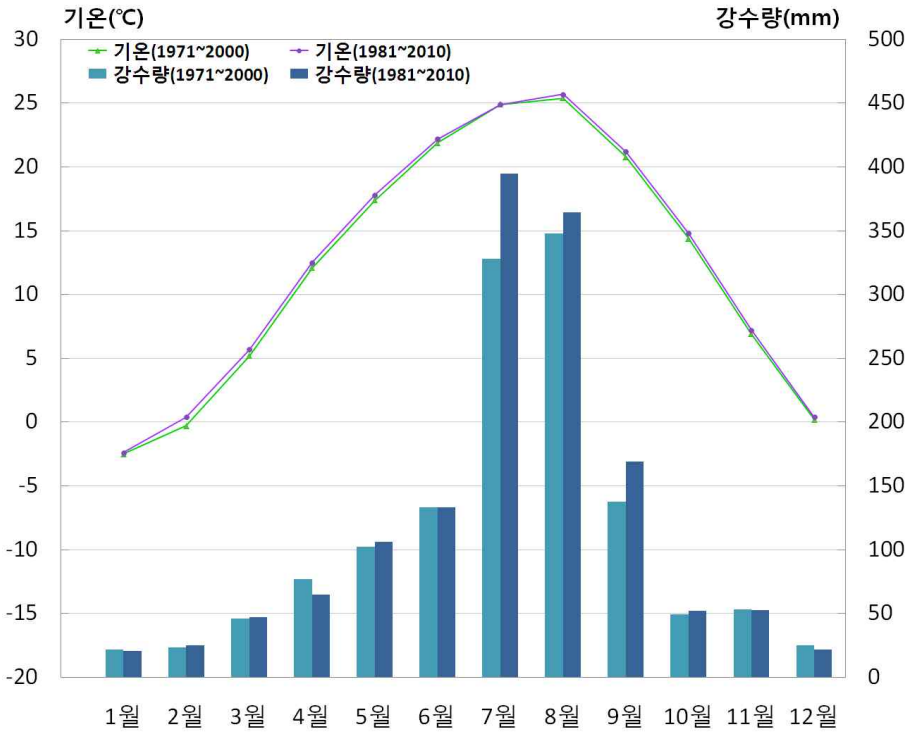


그림 3-1. 서울의 클라이모그래프(1971~2000, 1981~2010년)

표 3-1. 서울의 기간별 연평균값

기간	1971~2000년(A)	1981~2010년(B)	(B) - (A)
평균기온(℃)	12.2	12.5	▲ 0.3
최고기온(℃)	16.9	17.0	▲ 0.1
최저기온(℃)	8.2	8.6	▲ 0.4
강수량(mm)	1,344.3	1,450.5	▲ 106.2

서울의 기간별 계절 평균값(표 3-2)은 평균기온, 최고기온, 최저기온 모두 상승하여 1971~2000년 평균값보다 1981~2010년 평균값이 더 높았다. 봄철, 겨울철은 1981~2010년 평균 강수량이 더 적었으며 여름철, 가을철에는 증가하였다. 연강수량에서 봄철 강수량이 차지하는 비율은 1971~2000년 16.7%에서 1981~2010년 15.0%로 감소하였고, 여름철 강수량이 차지하는 비율은 1971~2000년 60.1%에서 1981~2010년 61.5%로 증가하였다.

표 3-2. 서울의 기간별 계절 평균값(단위:℃, mm)

계절	기간	1971~2000년(A)	1981~2010년(B)	(B) - (A)	계절	기간	1971~2000년(A)	1981~2010년(B)	(B) - (A)
봄	평균기온	11.6	12.0	▲ 0.4	여름	평균기온	24.0	24.3	▲ 0.3
	최고기온	16.9	17.1	▲ 0.2		최고기온	28.4	28.4	-
	최저기온	7.0	7.5	▲ 0.5		최저기온	20.6	20.8	▲ 0.2
	강수량	225.0	217.5	▼ 7.5		강수량	809.2	892.1	▲ 82.9
가을	평균기온	14.0	14.4	▲ 0.4	겨울	평균기온	-0.9	-0.5	▲ 0.4
	최고기온	18.9	19.1	▲ 0.2		최고기온	3.3	3.6	▲ 0.3
	최저기온	9.8	10.3	▲ 0.5		최저기온	-4.5	-4.1	▲ 0.4
	강수량	240.0	273.6	▲ 33.6		강수량	70.0	67.9	▼ -2.1

1. 기온

1) 평균기온

서울의 연평균기온(그림 3-2)은 1973년 이후로 1998년에 13.8℃로 가장 높았고, 1980년에 10.8℃로 가장 낮았다. 10년 평균값(표 3-3)도 1931~1940년 이후 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 12.8℃로 가장 높은 값을 기록하였다.

서울의 기상관측이 시작된 1911~1920년의 평균기온(10.7℃) 대비 2001~2010년의 평균기온(12.8℃)이 2.1℃ 상승하였다. 또한, 최근(1973~2010년)의 변화경향 그래프(그림 3-2)에서도 상승하는 경향이 뚜렷하고, 변화율(표 3-4)[4]은 연간 0.037℃씩 상승하였다.

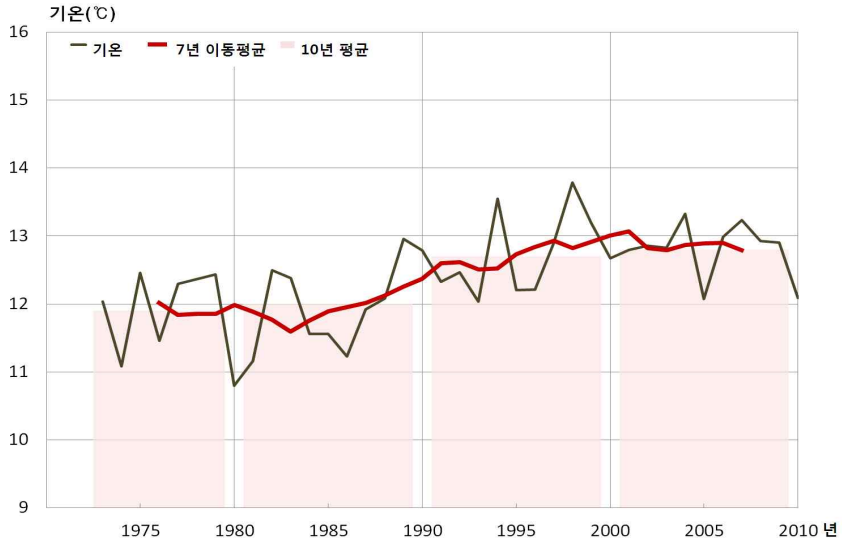


그림 3-2. 서울의 연평균기온 변화(1973~2010년)

표 3-3. 서울의 10년 단위 평균기온(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년[5]	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
평균기온	10.7	11.0	10.9	11.0	제외 (결측포함)	11.6	11.8	12.0	12.7	12.8

표 3-4. 서울의 연, 계절 평균기온 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온	0.037**	0.035**	0.023	0.039**	0.064*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

4) 변화율 산출 방법은 들어가기 참고
5) 기상청, 「2011 기후통계지침」에 따라 실제로 반영된 기간은 1941~1949년임(1950년~1953년 결측).

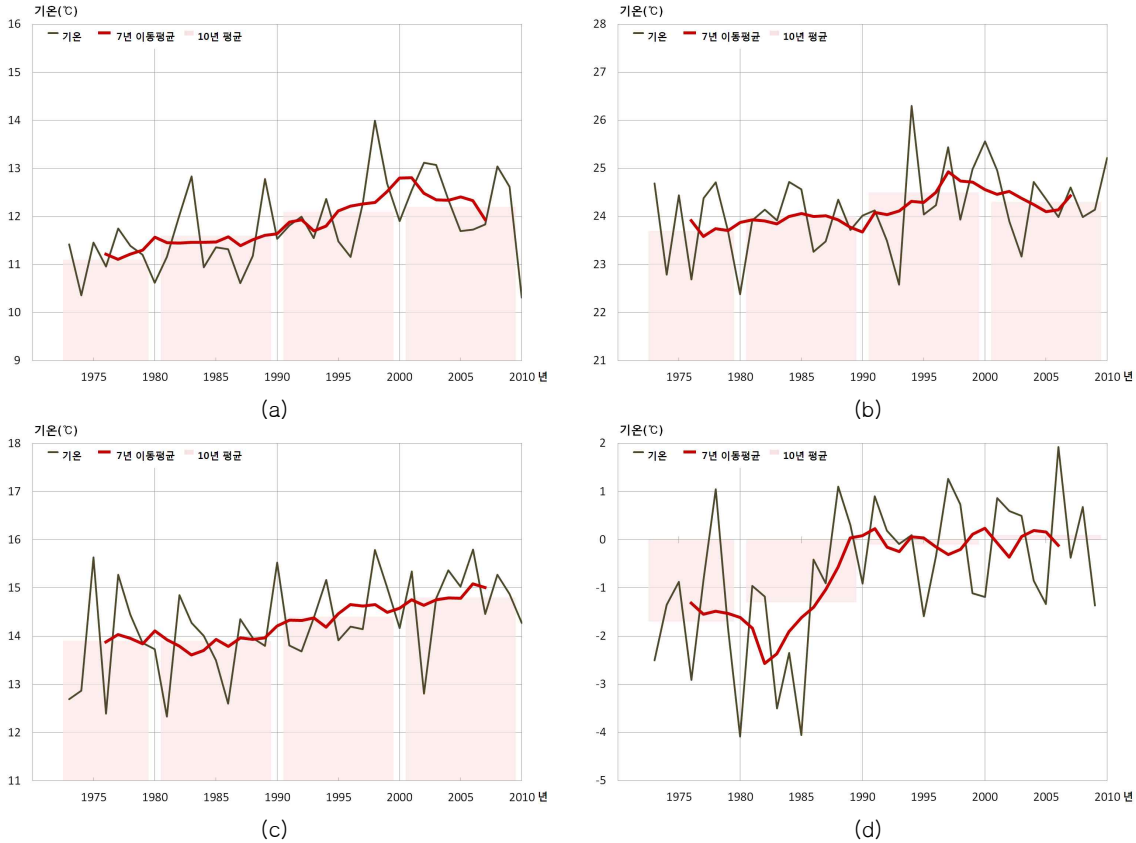


그림 3-3. 서울의 계절별 평균기온 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 평균기온(그림 3-3)은 여름철을 제외한 모든 계절에서 상승하는 경향이 뚜렷하다. 계절별 10년 평균값은 1973년 이후로 여름철을 제외한 모든 계절에서 상승하여 2001~2010년에 봄철은 12.2℃, 가을철은 14.8℃, 겨울철은 0.1℃로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-4)은 겨울철이 0.064℃/년으로 가장 큰 상승을 보였으며, 가을철 0.039℃/년, 봄철 0.035℃/년 순으로 나타났다.

2) 최고기온과 최저기온

1973년 이후로 서울의 연평균최고기온·최저기온(그림 3-4, 3-5)이 1998년 18.4℃, 9.8℃로 가장 높았고, 1980년 15.6℃, 6.8℃로 가장 낮았다. 연평균최고기온의 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-5)을 보면 상승·하강을 반복하면서 뚜렷한 변화경향을 보이지 않았지만 그 변화율은 연간 0.020℃씩 상승하는 경향이다.

연평균최저기온은 10년 평균값(표 3-5)에서 확인할 수 있듯이 관측이래로 계속 상승하여 2001~2010년에 9.1℃로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-6)은 연간 0.044℃씩 상승하는 경향이다.

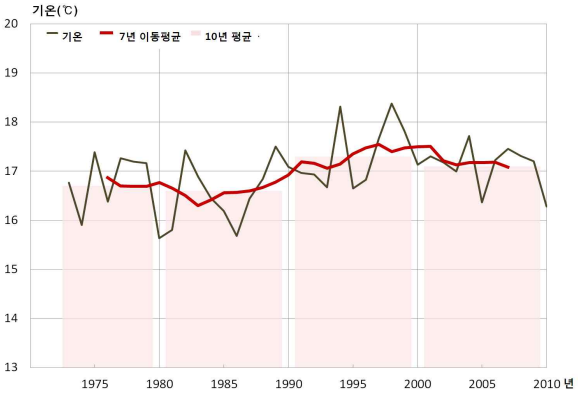


그림 3-4. 서울의 연평균최고기온 변화(1973~2010년)

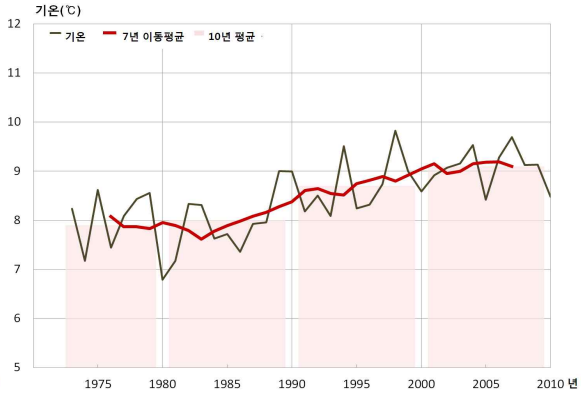


그림 3-5. 서울의 연평균최저기온 변화(1973~2010년)

표 3-5. 서울의 10년 단위 평균최고기온과 최저기온(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
최고기온	16.2	16.4	16.4	16.7	제외 (결측포함)	16.4	16.6	16.6	17.3	17.1
최저기온	5.9	6.0	6.4	6.2	제외 (결측포함)	7.5	7.9	8.0	8.7	9.1

표 3-6. 서울의 연, 계절 평균최고기온과 최저기온의 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
최고기온	0.020*	0.013	0.007	0.022	0.051*
최저기온	0.044**	0.043**	0.028*	0.049**	0.068**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

계절별 평균최고기온(그림 3-6)은 겨울철 1980년대에 급격히 상승한 것 외에는 계절별로 뚜렷한 변화를 보이지 않는다. 겨울철 평균최고기온 변화율은 연간 0.051℃씩 상승하는 경향을 보인다(표 3-6).

계절별 평균최저기온(그림 3-7)은 모든 계절에서 증가하는 경향을 나타낸다. 계절별 10년 평균값도 1973년 이후로 모든 계절에서 상승하여 2001~2010년에 봄철 7.9℃, 여름철 21.1℃, 가을철 10.9℃, 겨울철 -3.4℃로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-6)을 보면 겨울철 0.068℃/년으로 가장 큰 상승폭을 보였으며 가을철 0.049℃/년, 봄철 0.043℃/년, 여름철 0.028℃/년 순으로 나타났다.

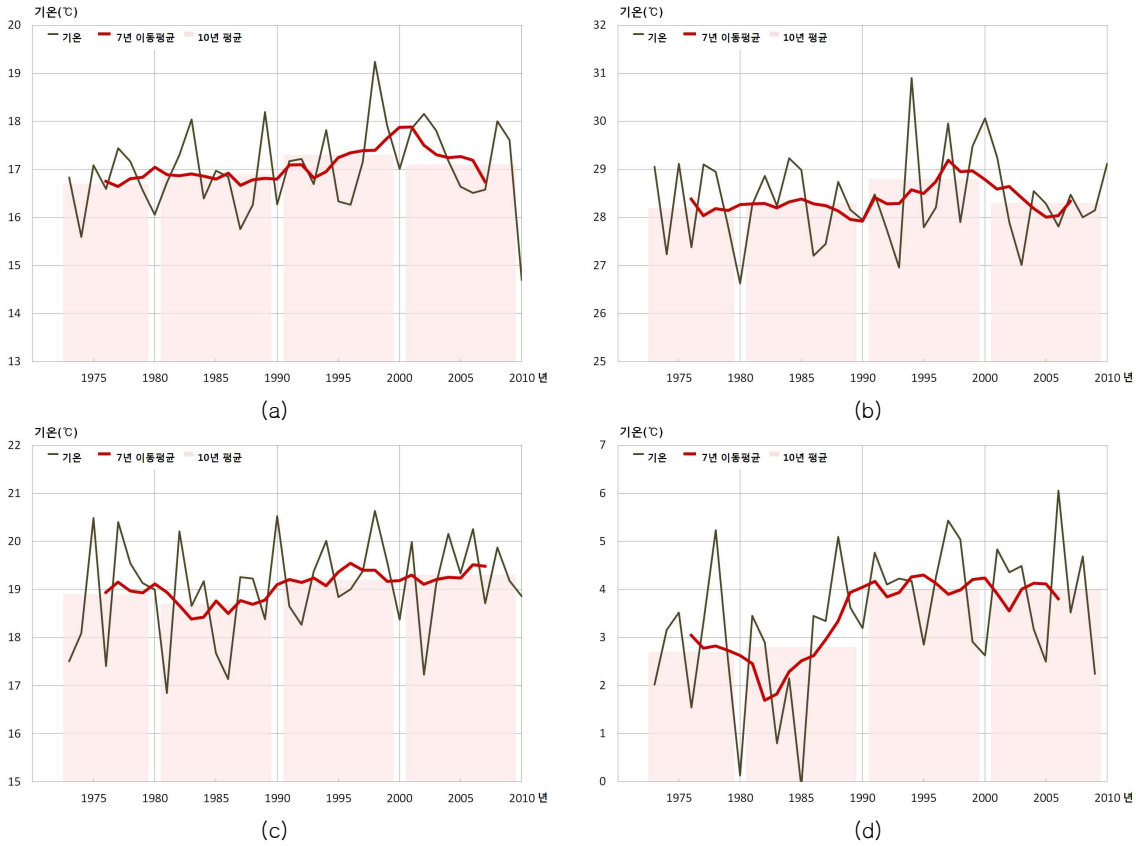


그림 3-6. 서울의 계절별 평균최고기온 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

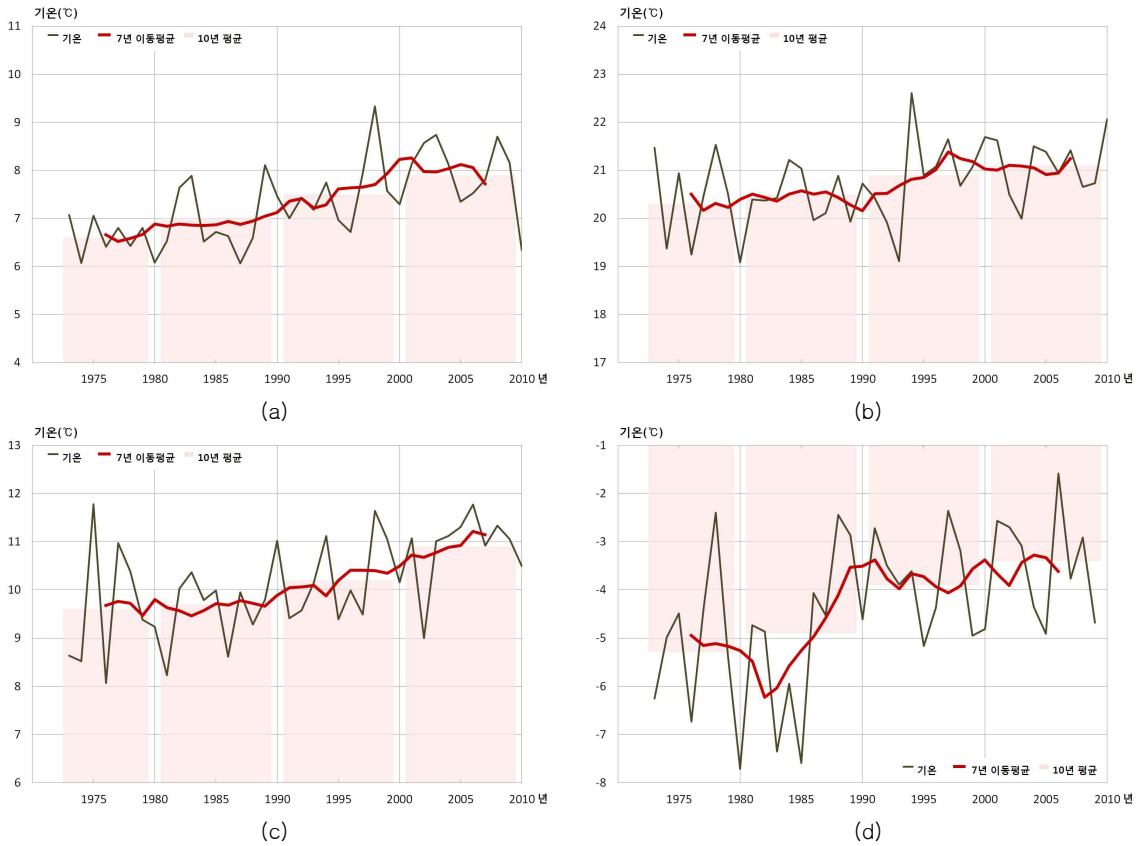


그림 3-7. 서울의 계절별 평균최저기온 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

3) 일교차

서울의 연평균일교차(그림 3-8)는 1973년 이후로 2010년, 2007년, 2003년에 7.8℃로 가장 작았고, 1977년에 9.2℃로 가장 컸다. 7년 이동평균값은 지속적으로 감소하고 있고, 10년 평균값(표 3-7)도 1941~1950년 이후 지속적으로 감소하여 2001~2010년에 8.0℃로 가장 작은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-8)은 연간 -0.024℃씩 감소하는 경향이다.

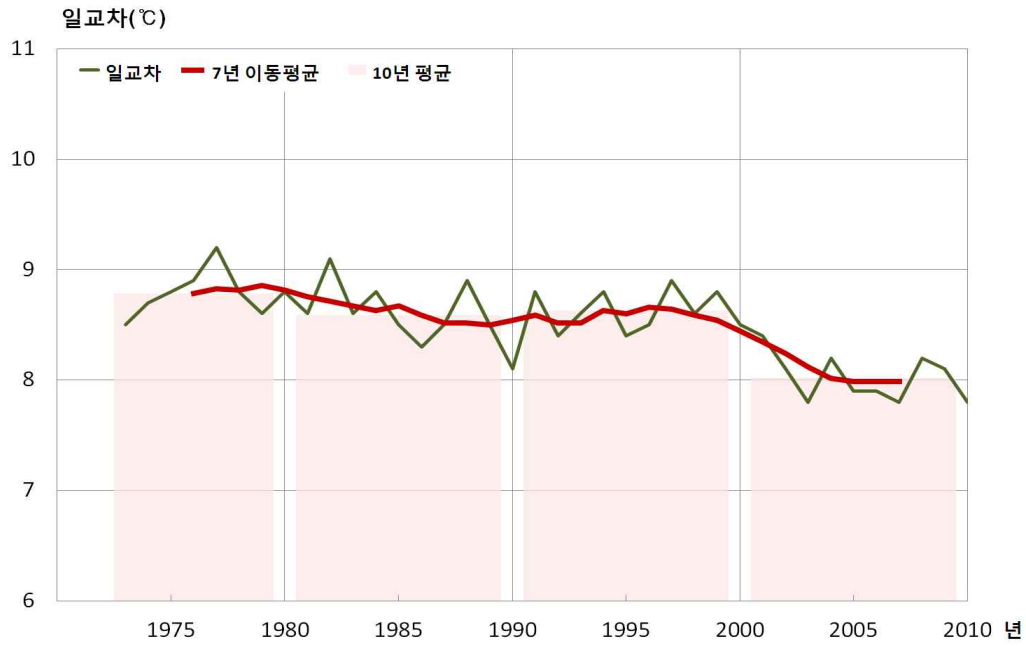


그림 3-8. 서울의 연평균일교차 변화(1973~2010년)

표 3-7. 서울의 10년 단위 평균일교차(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일교차	10.3	10.5	10.0	10.4	제외 (결측포함)	8.9	8.7	8.6	8.6	8.0

표 3-8. 서울의 연, 계절 평균일교차 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일교차	-0.024**	-0.031**	-0.021**	-0.029**	-0.018**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

그림 3-9. 서울의 계절별 평균일교차 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 평균일교차(그림 3-9)는 모든 계절에서 뚜렷하게 감소하는 경향을 보여준다. 일교차의 10년 평균값은 1973년 이후로 겨울철을 제외한 모든 계절에서 감소하여 2001~2010년에 봄철은 9.2℃, 여름철은 7.2℃, 가을철은 8.4℃로 가장 작은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-8)은 봄철에 -0.031℃/년으로 가장 큰 감소율을 보였으며 가을철에 -0.029℃/년, 여름철에 -0.021℃/년, 겨울철에 -0.018℃/년 순으로 나타났다.

2. 강수

서울의 연강수량(그림 3-10)은 1973년 이후로 1990년에 2,355.5mm로 가장 많았고, 1988년에 760.8mm로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-9)을 보면 1971~1980년 이후 지속적으로 증가하여 2001~2010년에 1,550.2mm로 가장 많은 양을 기록하였다. 변화율(표 3-10)은 연간 14.716mm씩 증가하는 경향이다.

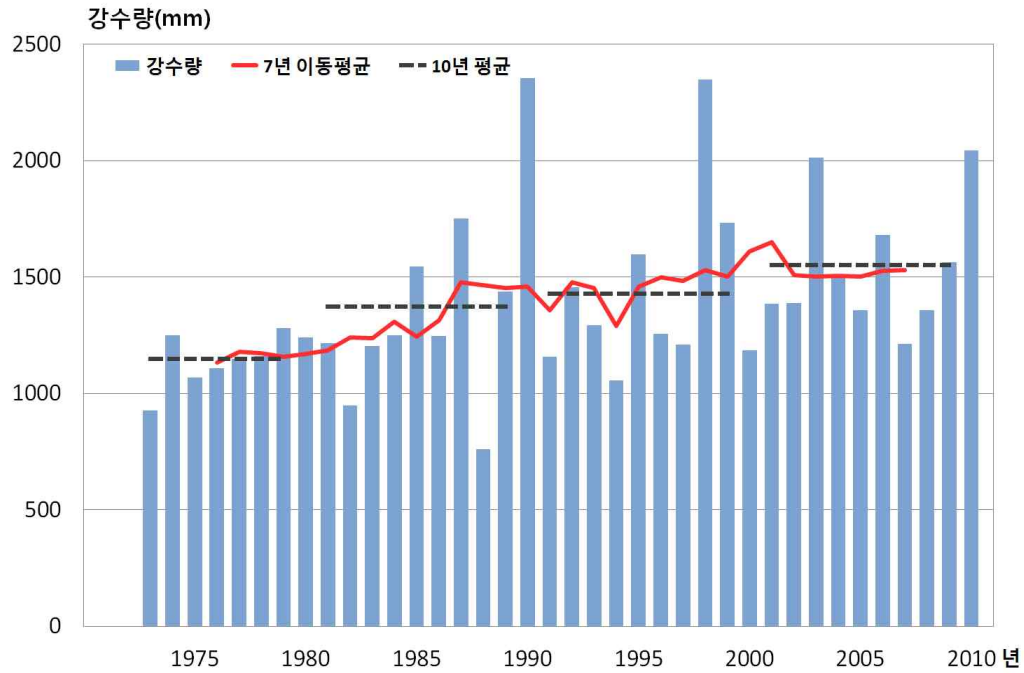


그림 3-10. 서울의 연강수량 변화(1973~2010년)

표 3-9. 서울의 10년 단위 연강수량(관측이래~2010년, 단위:mm)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
강수량	1,263.0	1,355.8	1,261.4	1,177.9	제외 (결측포함)	1,506.1	1,231.5	1,371.7	1,429.6	1,550.2

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

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량	14.716**	-0.281	11.849**	3.383	-0.152

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

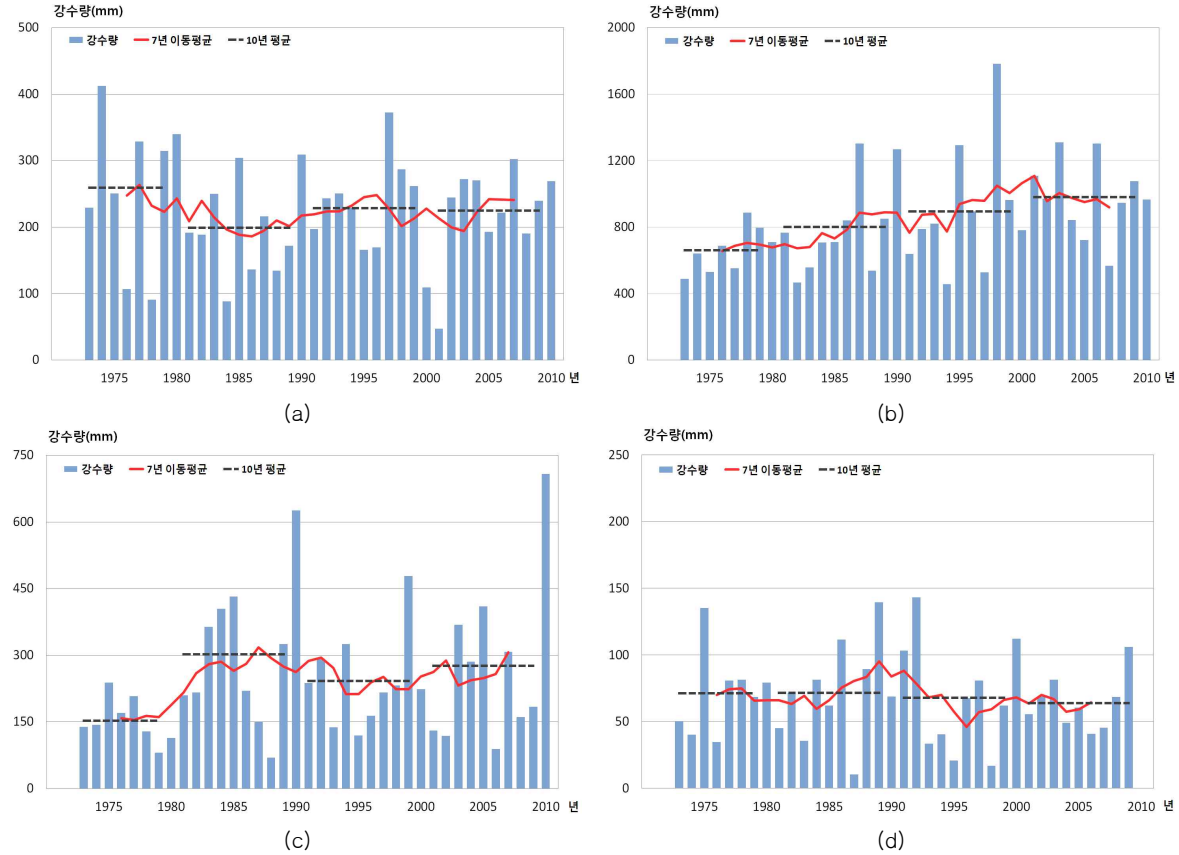


그림 3-11. 서울의 계절별 강수량 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 강수량(그림 3-11)은 여름철을 제외한 모든 계절에서 뚜렷한 변화를 보이지 않으나, 10년 평균값은 여름철 강수량이 지속적으로 증가하고 있으며, 2001~2010년에 981.2mm로 가장 많은 양을 기록하였다. 여름철 강수량이 연강수량에서 차지하는 비율은 58.3%(1981~1990년), 62.6%(1991~2000년), 63.3%(2001~2010년)씩 증가하고 있다. 변화율(표 3-10)은 연간 11.849mm씩 증가하는 경향이 나타난 여름철을 제외하고, 나머지 계절에서는 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

3. 기타 기후요소

1) 상대습도

서울의 연평균상대습도(그림 3-12)는 1973년 이후로 2008년에 59.4%로 가장 낮았고, 1973년에 71.6%로 가장 높았다. 상대습도는 지속적으로 감소하고 있고, 10년 평균값(표 3-11)도 1941~1950년 이후 지속적으로 감소하여 2001~2010년에 61.6%로 가장 낮은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-12)은 연간 -0.299%씩 감소하는 경향이다.

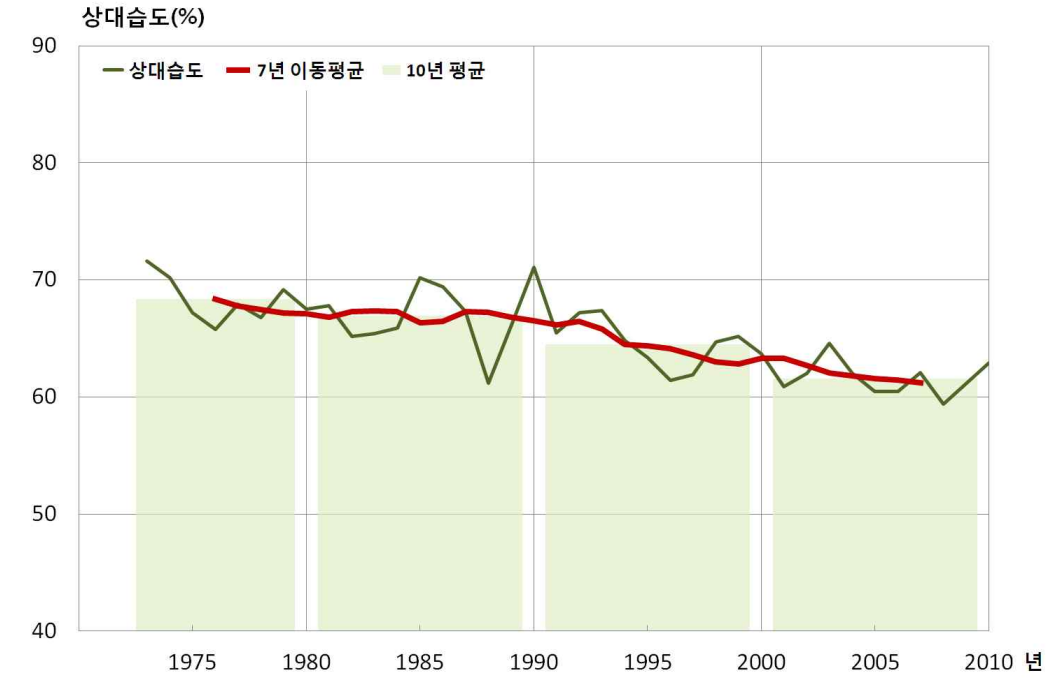


그림 3-12. 서울의 연평균상대습도 변화(1973~2010년)

표 3-11. 서울의 10년 단위 평균상대습도(관측이래~2010년, 단위:%)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
상대습도	71.6	69.7	68.5	69.7	제외 (결측포함)	69.3	69.1	66.9	64.5	61.6

표 3-12. 서울의 연, 계절 평균상대습도 변화율(1973~2010년, 단위:%/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
상대습도	-0.299**	-0.242**	-0.190**	-0.192**	-0.278**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

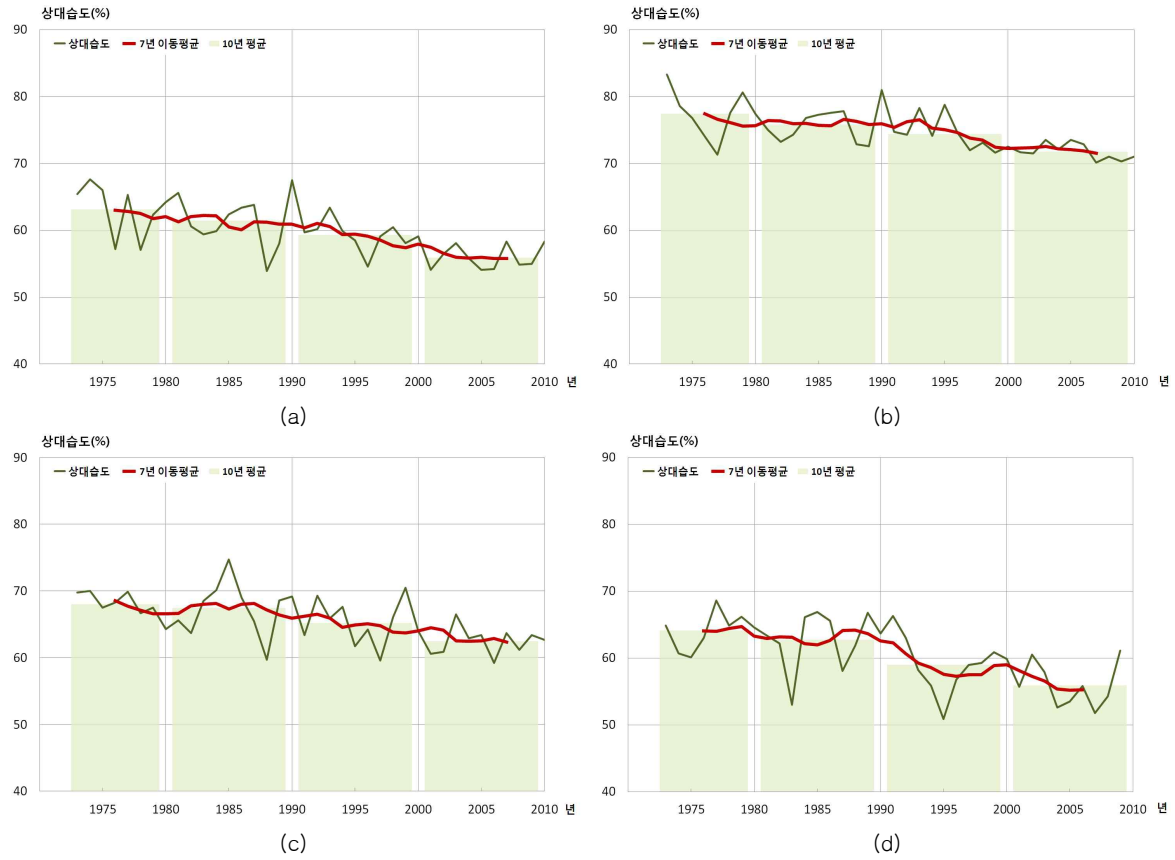


그림 3-13. 서울의 계절별 평균상대습도 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 평균상대습도(그림 3-13)는 1973년 이후로 모두 감소하고 있으며, 2001~2010년에 봄철 55.9%, 여름철 71.8%, 가을철 62.5%, 겨울철 55.9%로 가장 낮은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-12)은 모든 계절에서 감소하는 경향으로 나타났다. 겨울철 -0.278%/년으로 가장 큰 감소폭을 보였으며, 봄철 -0.242%/년, 가을철 -0.192%/년, 여름철 -0.190%/년 순으로 나타났다.

2) 운량

서울의 연평균운량(그림 3-14)은 1973년 이후로 1997년에 4.1할로 가장 적었고, 1985년에 5.7할로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-13)도 관측 이래로 증가와 감소를 반복하지만 1961~1970년 이후로 감소하는 경향이다. 변화율(표 3-14)은 연간 -0.015할씩 감소하는 경향이다.

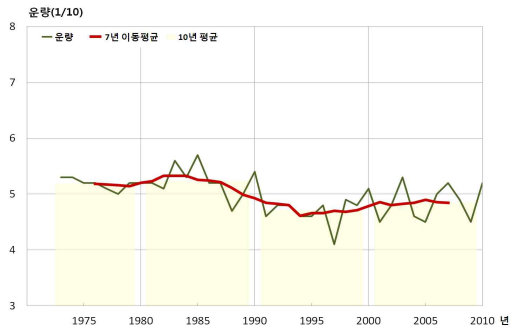


그림 3-14. 서울의 연평균운량 변화(1973~2010년)

표 3-13. 서울의 10년 단위 평균운량(관측이래~2010년, 단위:1/10)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
운량	5.5	5.4	5.4	5.2	제외 (결측포함)	5.5	5.2	5.2	4.7	4.8

표 3-14. 서울의 연, 계절 평균운량 변화율(1973~2010년, 단위:(1/10)/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
운량	-0.015**	-0.011	-0.013	-0.017*	-0.015

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

그림 3-15. 서울의 계절별 평균운량 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 평균운량(그림 3-15)은 가을을 제외한 모든 계절에서 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화경향을 보이지 않았다. 가을철 평균운량 변화율(표 3-14)은 연간 -0.017할씩 감소하고 있다.

3) 일조시간

서울의 연간일조시간(그림 3-16)은 1973년 이후로 2002년에 1,421.4hr로 가장 짧았고, 1982년 2,397.7hr로 가장 길었다. 10년 평균값(표 3-15)은 관측이래로 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았지만, 관측이래로 최근 10년인 2001~2010년에 1,855.5hr로 가장 짧은 시간을 기록하였다. 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다.

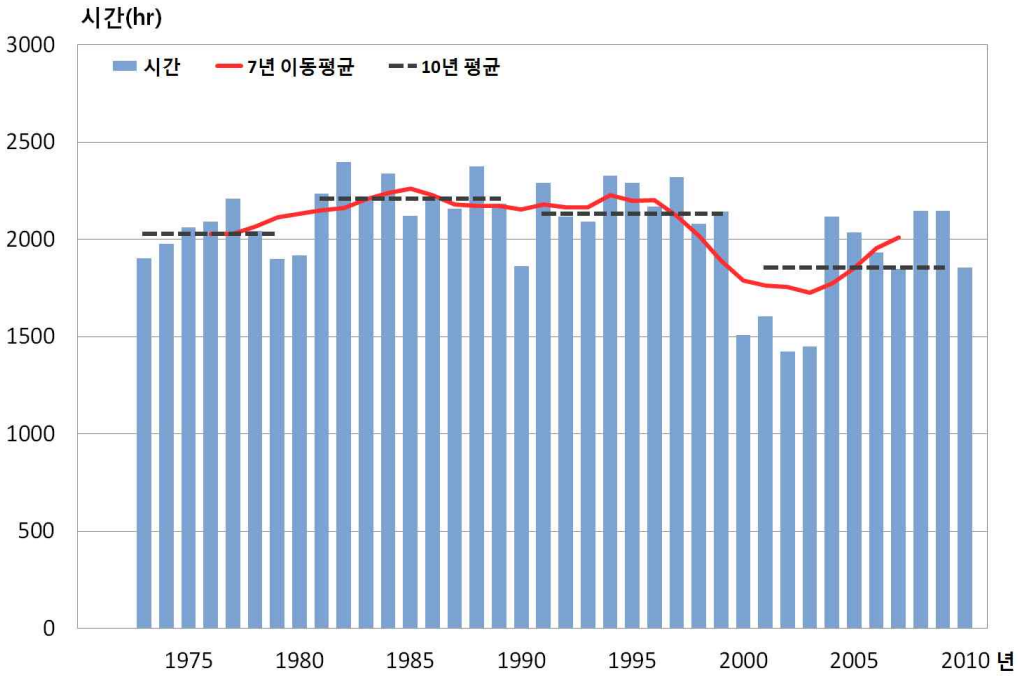


그림 3-16. 서울의 연간일조시간 변화(1973~2010년)

표 3-15. 서울의 10년 단위 연간일조시간(관측이래~2010년, 단위:hr)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일조시간	2,515.3	2,444.5	2,451.3	2,599.8	제외 (결측포함)	2,114.2	1,999.8	2,209.5	2,133.2	1,855.5

표 3-16. 서울의 연, 계절 일조시간 변화율(1973~2010년, 단위:hr/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일조시간	-6.550	-3.094*	-2.385	-0.941	-0.383

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 계절별 일조시간(그림 3-17)은 봄철을 제외하고 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 봄철 일조시간 변화율(표 3-16)은 연간 -3.094hr씩 감소하는 경향을 나타냈다.

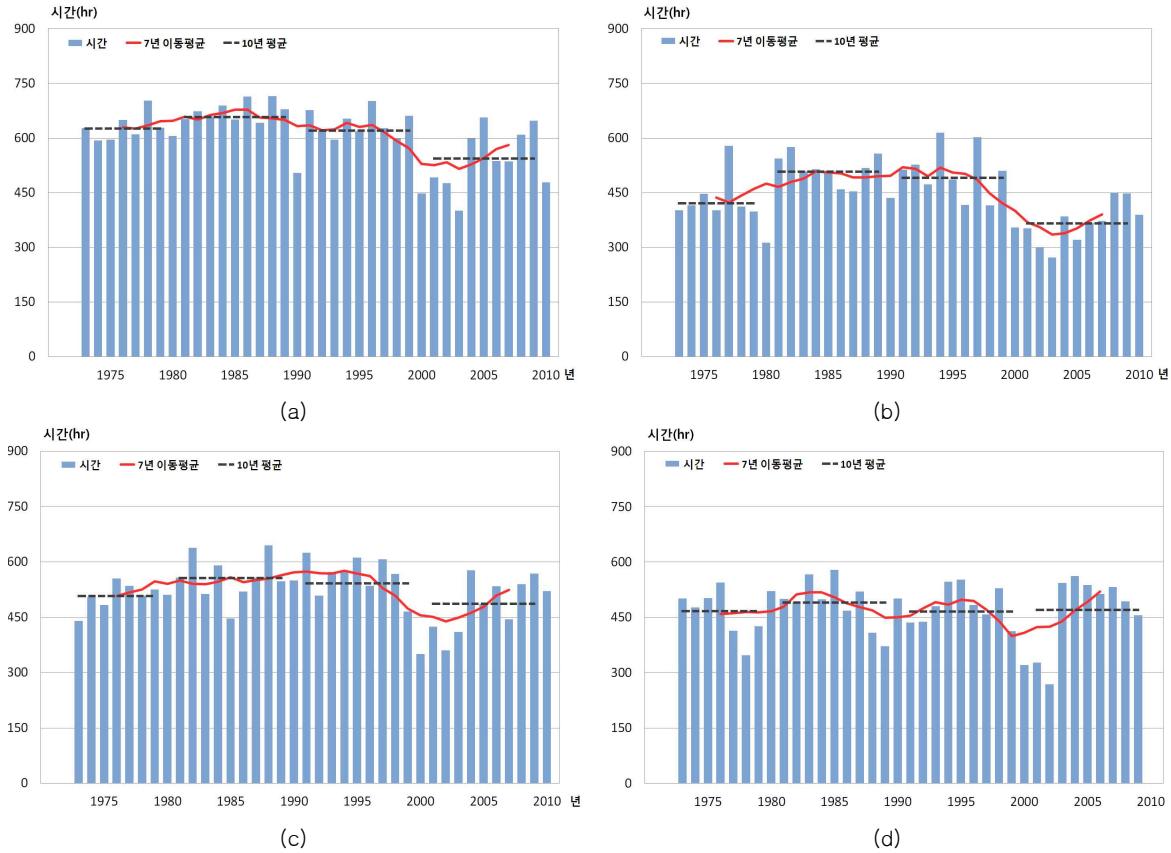


그림 3-17. 서울의 계절별 일조시간 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

4) 증발량

서울의 연증발량(그림 3-18)은 1973년 이후로 2009년에 1,246.5mm로 가장 많았고, 1990년에 880.5mm로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-17)은 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

표 3-17. 서울의 10년 단위 연증발량(관측이래~2010년, 단위:mm)

기간 / 항목	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
증발량	1,074.1	1,048.9	1,204.4	1,185.0	제외 (결측포함)	1,098.2	1,119.1	1,044.7	제외 (결측포함)	1,117.7

표 3-18. 서울의 연, 계절 증발량 변화율(1973~2010년, 단위:mm/년)

기간 / 항목	연	봄	여름	가을	겨울
증발량	0.752	0.515	0.115	0.012	0.174

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

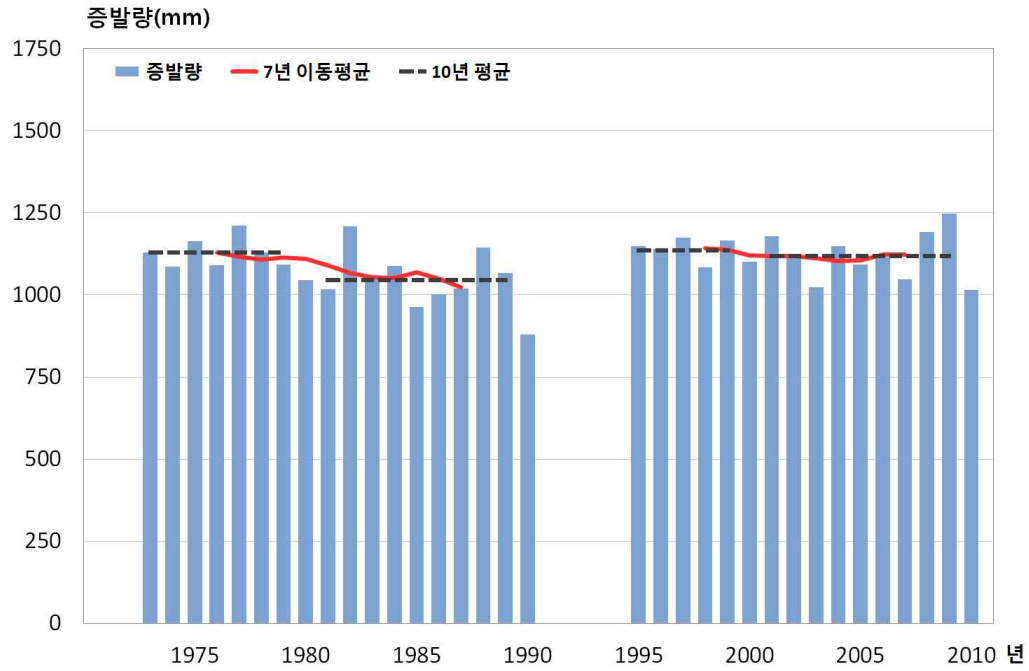


그림 3-18. 서울의 연증발량 변화(1973~2010년)

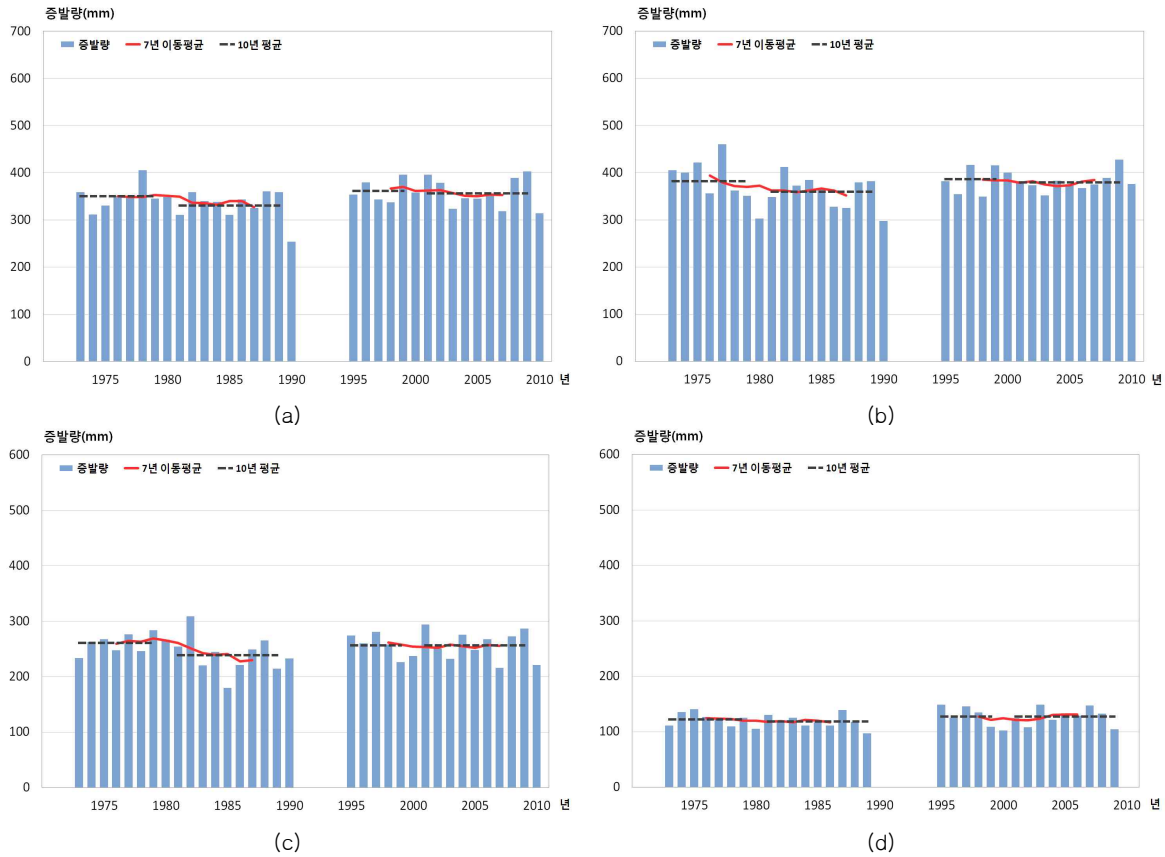


그림 3-19. 서울의 계절별 증발량 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

4. 주요 현상일수와 극한기후지수

1) 주요 현상일수

서울의 일강수량 0.1mm 이상 연간일수(그림 3-20)는 1973년 이후로 2010년에 136일로 가장 많았고, 1988년에 84일로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-19)은 관측이래로 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

서울의 일강수량 80mm 이상 연간일수(그림 3-21)는 1973년 이후로 1995년에 9일로 가장 많았고, 2007년, 1994년, 1973년에는 없었다. 10년 평균값(표 3-19)은 1971~1980년 이후로 증가하여 2001~2010년에 가장 많은 3.7일을 기록하였다. 변화율(표 3-20)을 보면 연간 0.084일씩 증가하는 경향이다.

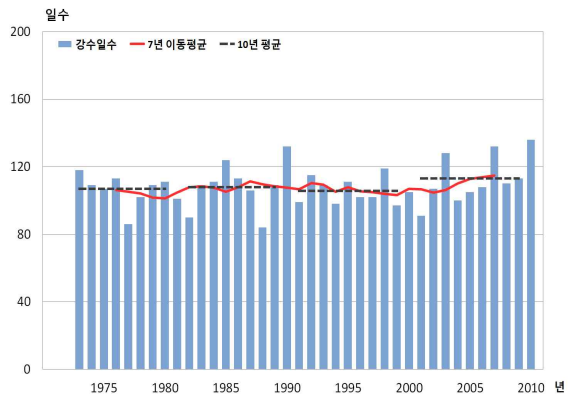


그림 3-20. 서울의 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화 (1973~2010년)

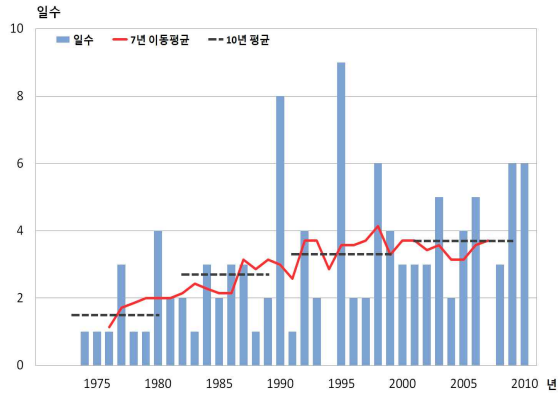


그림 3-21. 서울의 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화 (1973~2010년)

표 3-19. 서울의 10년 단위 일강수량 0.1mm, 80mm 이상 연간일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일강수량 0.1mm 이상 일수	114.3	111.8	114.2	110.0	제외 (결측포함)	112.9	109.4	107.9	105.7	113.0
일강수량 80mm 이상 일수	2.3	2.7	2.2	1.8	제외 (결측포함)	3.3	1.8	2.7	3.3	3.7

표 3-20. 서울의 연, 계절 일강수량 0.1mm, 80mm 이상 일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일강수량 0.1mm 이상 일수	0.230	0.092	0.176	0.011	-0.048
일강수량 80mm 이상 일수	0.084**	0.001	0.068**	0.015	-

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 계절별 일강수량 80mm 이상 일수는 여름철(그림 3-23(b))에 7년 이동평균값과 10년 평균값이 지속적으로 증가하고 있다. 여름철 변화율이 연간 0.068일씩 유의하게 증가하는 경향이 나타났다(표 3-20).

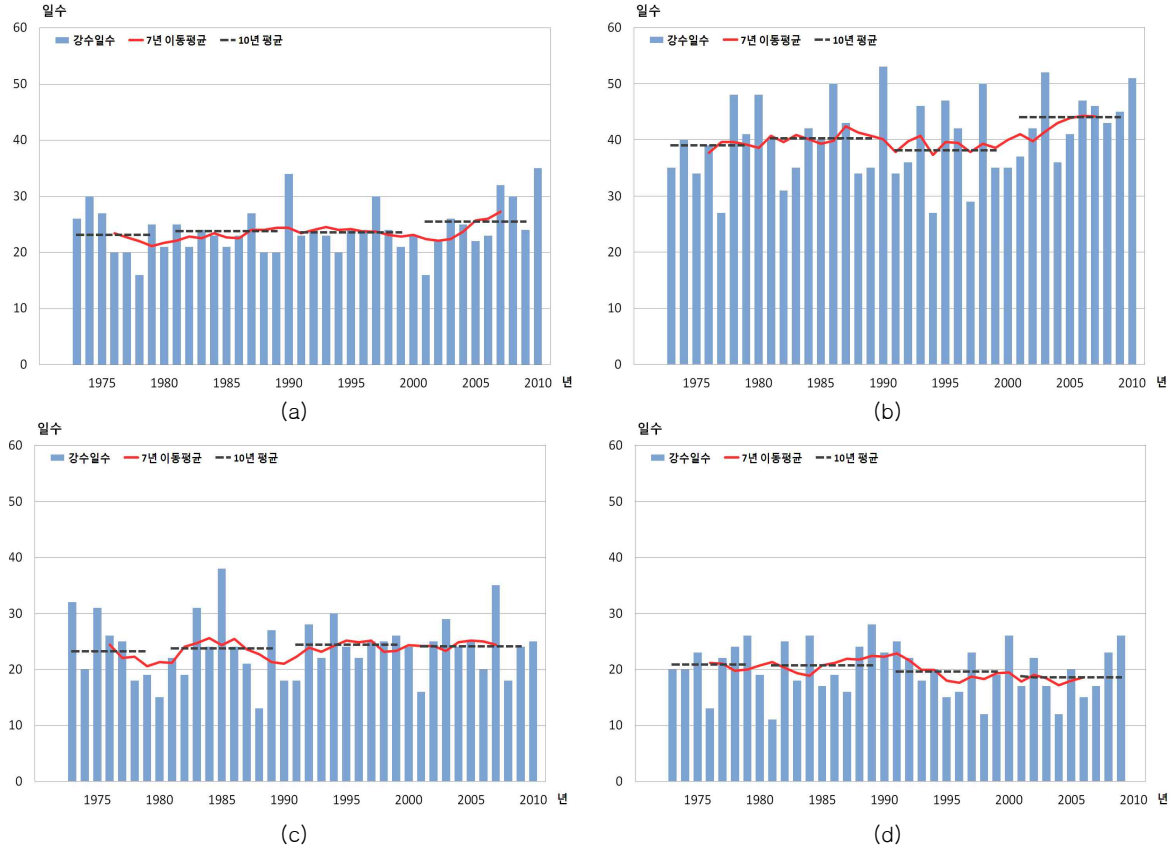


그림 3-22. 서울의 일강수량 0.1mm 이상 계절별 일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

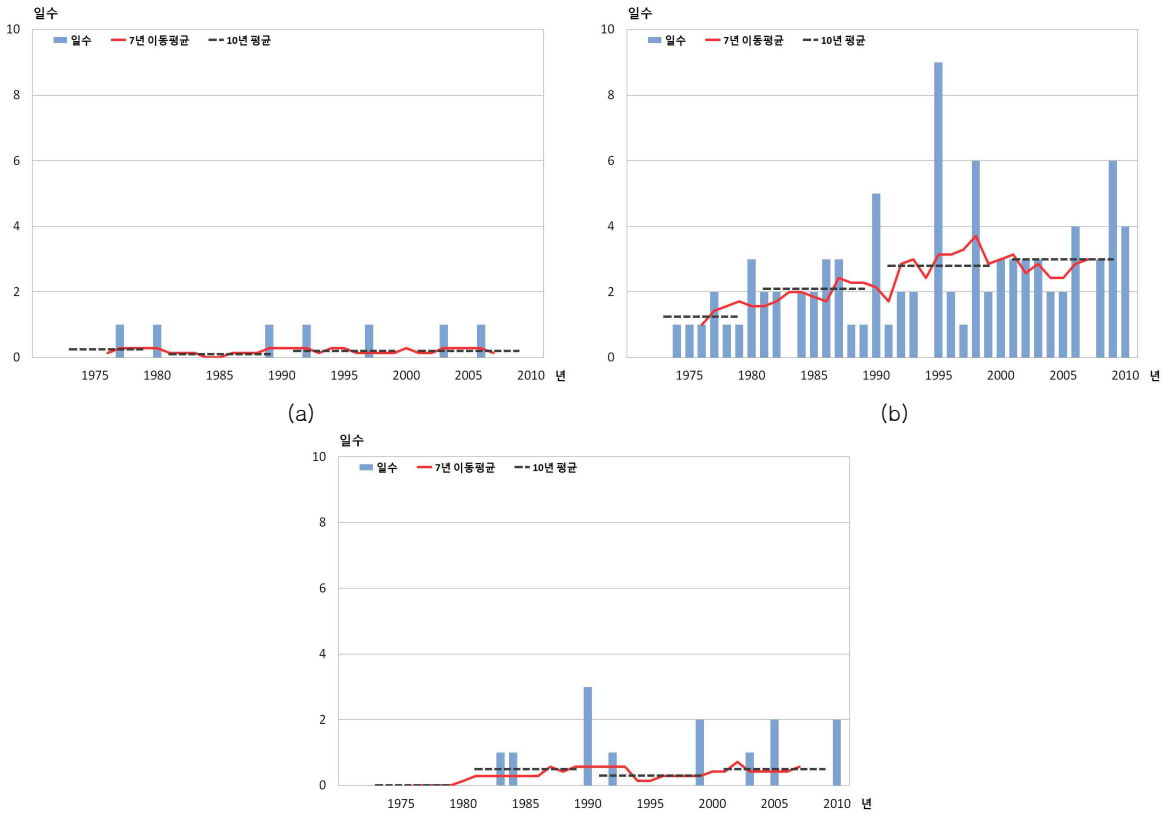


그림 3-23. 서울의 일강수량 80mm 이상 계절별 일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철)

서울의 연간눈일수(그림 3-24)는 1973년 이후로 2006년, 1999년에 14일로 가장 적었고, 1985년에 41일로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-21)은 관측 이래 지속적으로 감소하고 있어 최근 10년인 2001~2010년에 22.1일로 가장 적은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-22)은 연간 -0.250일씩 감소하는 경향이고 겨울철에는 연간 -0.306일씩 감소하는 경향이다.

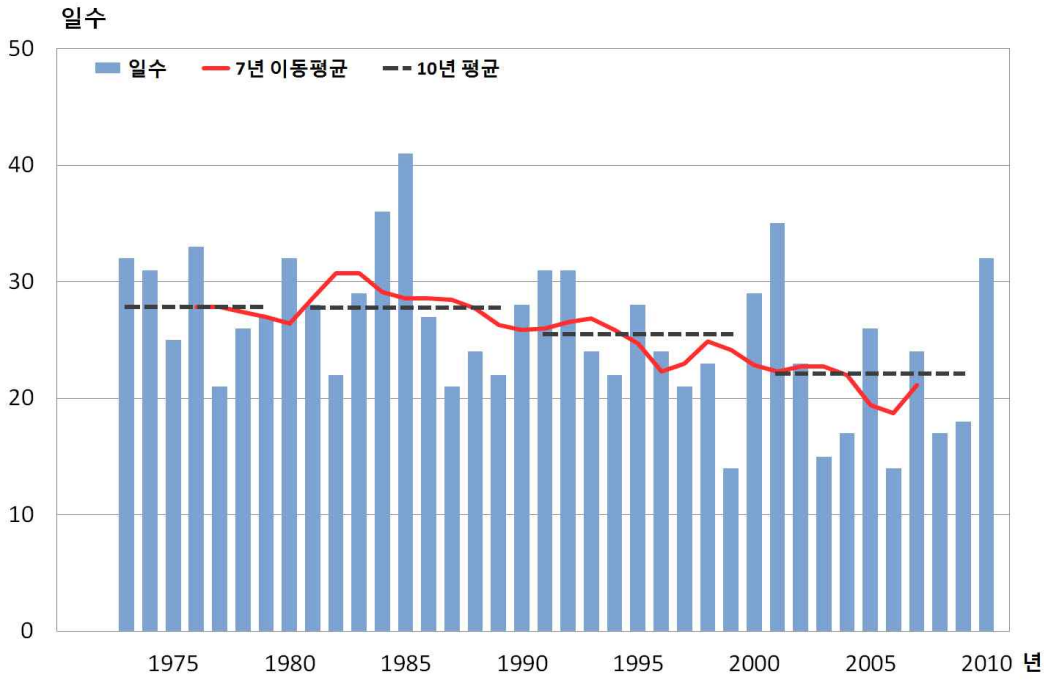


그림 3-24. 서울의 연간눈일수 변화(1973~2010년)

표 3-21. 서울의 10년 단위 연간눈일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
눈일수	33.8	30.0	27.8	24.7	22.1

표 3-22. 서울의 연, 계절 눈일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
눈일수	-0.250*	0.004	-	-0.010	-0.306**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수(그림 3-25)는 1973년 이후로 1994년에 34일로 가장 많았고, 1993년, 1987년, 1980년, 1976년에는 없었다. 통계적으로 유의한 변화경향은 나타나지 않았다.

서울의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수(그림 3-26)는 1973년 이후로 1994년에 27일로 가장 많았지만 통계적으로 유의한 변화는 나타나지 않았다.

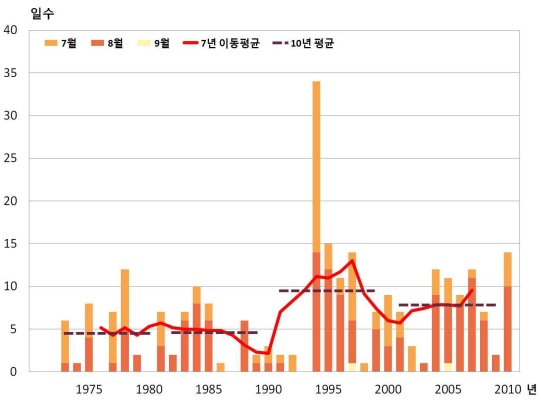


그림 3-25. 서울의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화 (1973~2010년)

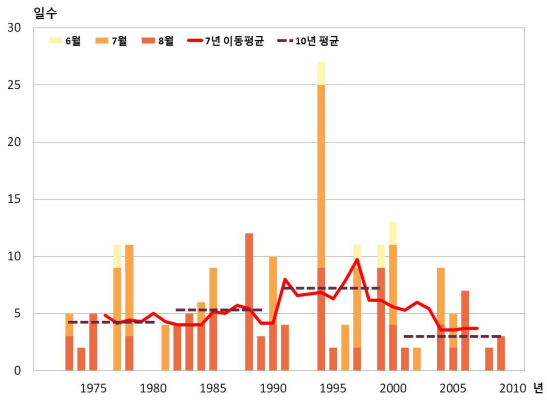


그림 3-26. 서울의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 변화(1973~2010년)

표 3-23. 서울의 10년 단위 일최저기온 25℃ 이상 연간일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 (관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일최저기온 25℃ 이상 일수	0.9	2.3	2.3	1.2	제외 (결측포함)	4.3	4.3	4.6	9.5	7.8
일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수	7.6	10.3	10.7	14.0	제외 (결측포함)	5.0	4.0	5.3	7.2	3.0

표 3-24. 서울의 연, 계절 일최저기온 25℃ 이상 일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속 연간일수 변화율 (1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일최저기온 25℃ 이상 일수	0.147	-	0.142	0.004	-
일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수	-0.013	-	-0.013	-	-

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 월별누년황사일수(그림 3-27)는 1973년 이후로 2001년에 27일로 가장 많았고, 1994년, 1989년, 1986년, 1978년, 1974년에는 없었다. 10년 평균값(표 3-25)은 지속적으로 증가하여 2001~2010년에 12.2일로 가장 많았다. 변화율(표 3-26)을 보면 연간 0.283일씩 증가하는 경향이다.

서울의 계절별 황사일수의 변화율(표 3-26)은 여름철을 제외하고 모든 계절에 증가하는 경향이 나타났다. 변화율을 보면 봄철이 0.184일/년으로 가장 많이 증가하였으며 겨울철 0.065일/년, 가을철 0.030일/년 순으로 나타났다.

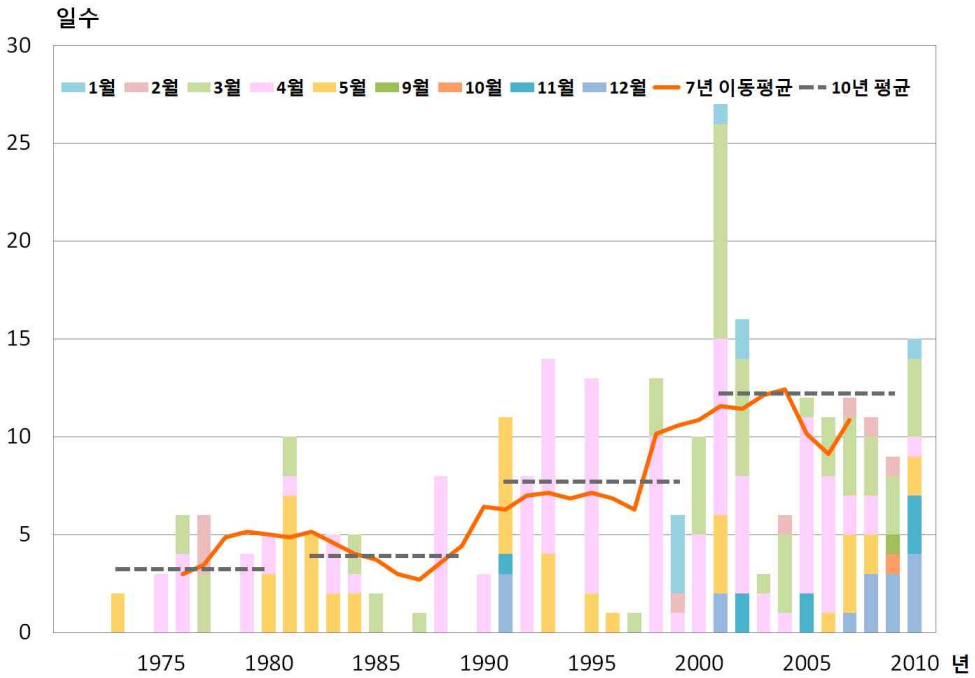


그림 3-27. 서울의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)

표 3-25. 서울의 10년 단위 연간황사일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
황사일수	2.3	2.8	3.9	7.7	12.2

표 3-26. 서울의 연, 계절 황사일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
황사일수	0.283**	0.184*	-	0.030**	0.065**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 월별누년서리일수(그림 3-28)는 1973년 이후로 2010년에 23일로 가장 적었고, 1986년에 114일로 가장 많았다. 7년 이동평균값은 1986년(86.6일) 이후로 감소하고 있고, 10년 평균값(표 3-27)도 1981~1990년 이후 지속적으로 감소하여 2001~2010년에 43.7일로 가장 적은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-28)은 연간 -0.999일씩 감소하는 경향이다.

서울의 계절별 서리일수의 변화율(표 3-28)도 여름철을 제외하고 모두 감소하는 경향이다. 겨울철이 -0.627일/년으로 가장 많이 감소하였으며 봄철은 -0.293일/년, 가을철은 -0.211일/년 순으로 나타났다. 계절별 10년 평균값도 1981~1990년 이후 지속적으로 감소하여 2001~2010년 겨울철에 29.7일, 가을철에 7.8일, 봄철에 4.2일로 가장 적은 값을 기록하였다.

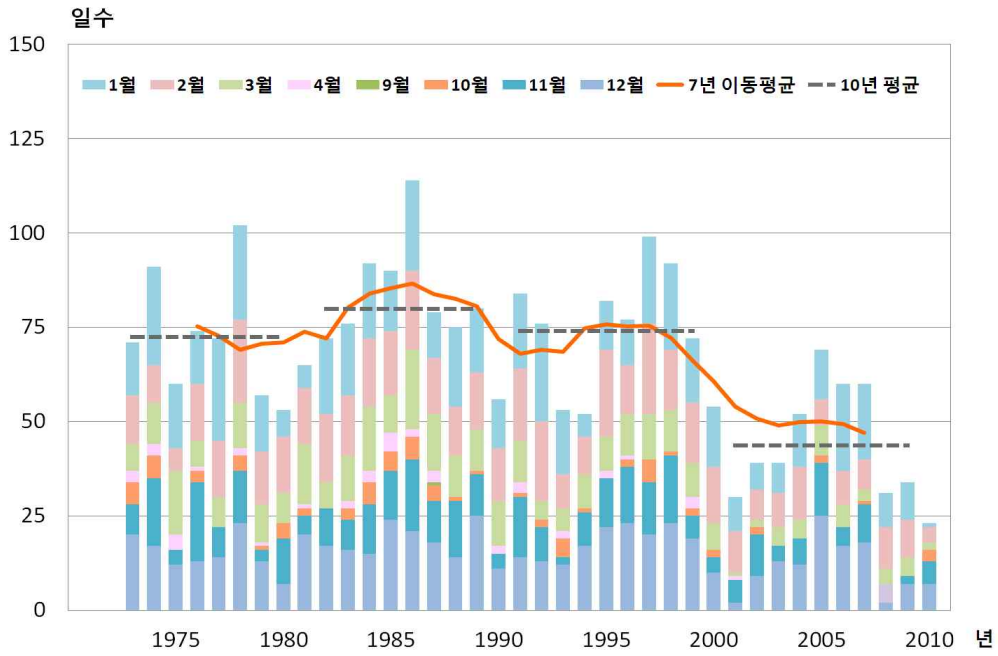


그림 3-28. 서울의 월별누년서리일수 변화(1973~2010년)

표 3-27. 서울의 10년 단위 연간서리일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
서리일수	94.7	92.0	62.0	제외 (결측포함)	76.8	69.4	79.9	74.1	43.7

표 3-28. 서울의 연, 계절 서리일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
서리일수	-0.999**	-0.293**	-	-0.211*	-0.627**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 월별누년얼음일수(그림 3-29)는 1973년 이후로 1990년에 88일로 가장 적었고, 1986년에 136일로 가장 많았다. 7년 이동평균값은 1985년(126.6일) 이후로 감소하고 있고, 10년 평균값(표 3-29)도 1981~1990년 이후 지속적으로 감소하여 2001~2010년에 103.8일로 가장 적은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-30)은 연간 -0.391일씩 감소하는 경향이다.

서울의 계절별 얼음일수의 변화율(표 3-30)은 연간 -0.157일씩 감소하는 경향으로 나타난 가을철을 제외하고, 나머지 계절에서는 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

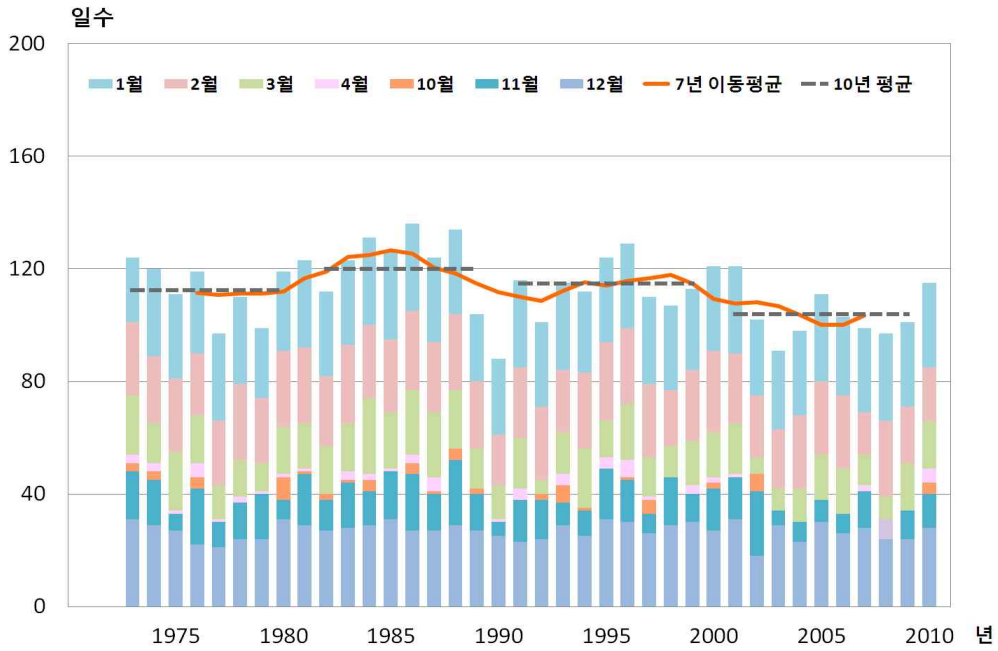


그림 3-29. 서울의 월별누년얼음일수 변화(1973~2010년)

표 3-29. 서울의 10년 단위 연간얼음일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
얼음일수	116.8	110.8	120.1	114.8	103.8

표 3-30. 서울의 연, 계절 얼음일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
얼음일수	-0.391*	-0.169	-	-0.157*	-0.306

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 연간안개일수(그림 3-30)는 1973년 이후로 1981년에 41일로 가장 많았고, 1996년 1일로 가장 적었다. 7년 이동평균값은 증가와 감소를 반복하지만 10년 평균값(표 3-31)은 1971~1980년부터 지속적으로 감소하여 최근 10년인 2001~2010년에 10.9일로 관측 이래 가장 적은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-32)은 연간 -0.516일씩 감소하는 경향이다.

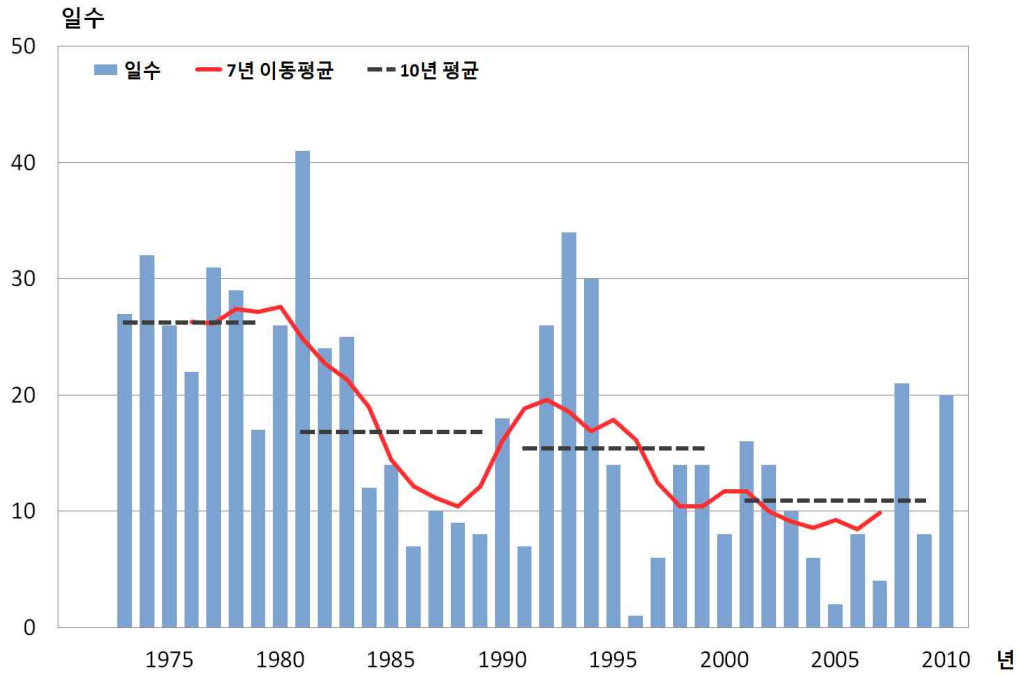


그림 3-30. 서울의 연간안개일수 변화(1973~2010년)

표 3-31. 서울의 10년 단위 연간안개일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
안개일수	23.7	27.7	16.8	15.4	10.9

표 3-32. 서울의 연, 계절 안개일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
안개일수	-0.516**	-0.117**	-0.140	-0.120**	-0.152**

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

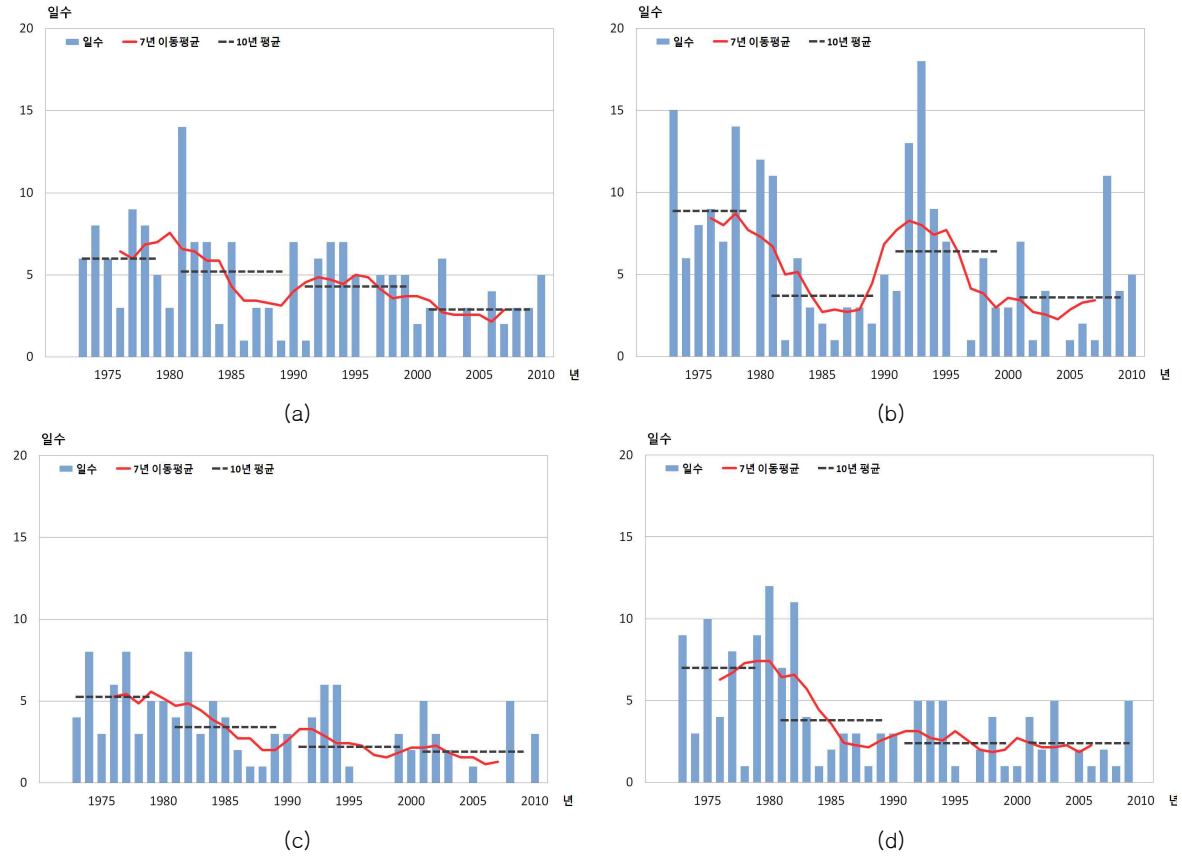


그림 3-31. 서울의 계절별 안개일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 안개일수(그림 3-31)는 10년 평균값이 여름철을 제외하고 1973년부터 지속적으로 감소하여 2001~2010년에 봄철에 2.9일, 겨울철에 2.4일, 가을철에 1.9일로 가장 적은 값을 기록했다. 변화율(표 3-32)은 여름철을 제외한 모든 계절에서 감소하는 경향이다. 겨울철이 -0.152일/년으로 가장 많이 감소하였으며, 가을철은 -0.120일/년, 봄철은 -0.117일/년 순으로 나타났다.

서울의 연간우박일수(그림 3-32)는 1973년 이후로 1987년, 1978년, 1973년에 6일로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-33)은 1971~1980년 이후 지속적으로 감소하여 최근 10년인 2001~2010년에 0.4일로 가장 적은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-34)은 연간 -0.086일씩 감소하는 경향이다.

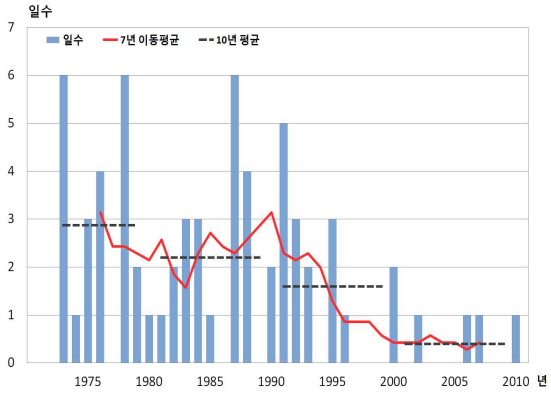


그림 3-32. 서울의 연간우박일수 변화(1973~2010년)

표 3-33. 서울의 10년 단위 연간우박일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
우박일수	1.9	3.2	2.2	1.6	0.4

표 3-34. 서울의 연, 계절 우박일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
우박일수	-0.086**	-0.015	0	-0.024	-0.046*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

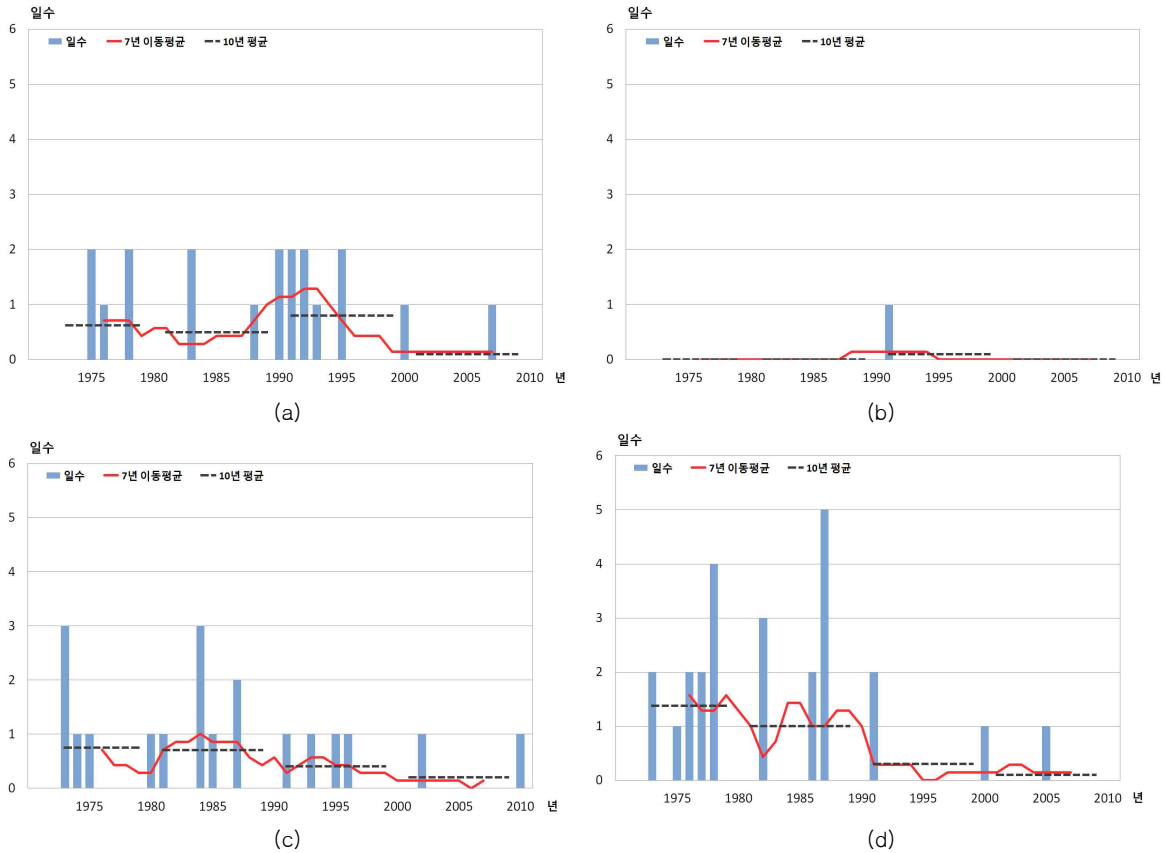


그림 3-33. 서울의 계절별 우박일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 연간뇌전일수(그림 3-34)는 1973년 이후로 2010년 35일로 가장 많았고, 1977년 8일로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-35)은 1971~1980년에서 1981~1990년 사이 크게 증가(여름철 뇌전일수 급증)하여 2001~2010년에 22.7일로 관측 이래 가장 많은 값을 기록했다. 그리고 연간 0.217일씩 증가하는 경향이다(표 3-36).

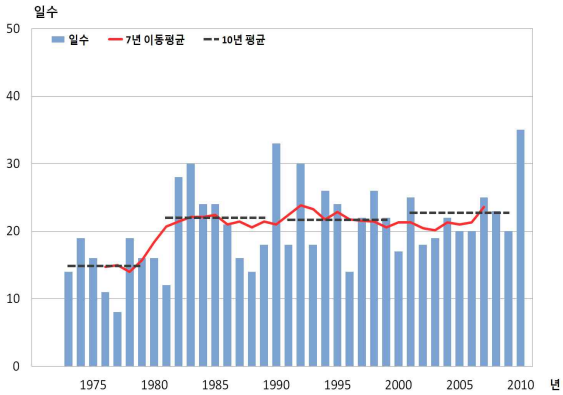


그림 3-34. 서울의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)

표 3-35. 서울의 10년 단위 연간뇌전일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
뇌전일수	19.7	15.8	22.0	21.7	22.7

표 3-36. 서울의 연, 계절 뇌전일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
뇌전일수	0.217*	0.045	0.099	0.042	0.028

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

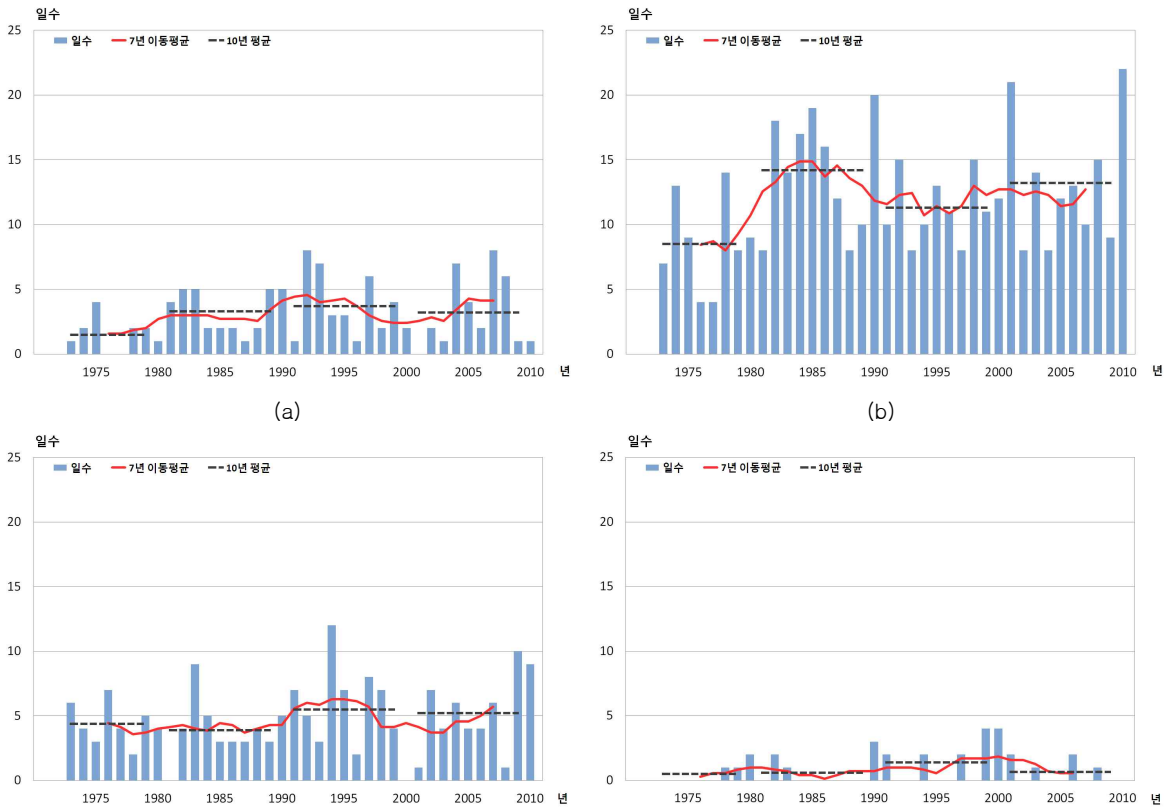


그림 3-35. 서울의 계절별 뇌전일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

2) 극값 및 특이기상

서울의 일강수량(그림 3-36)은 1973년 이후로 1998년 8월 8일에 332.8mm로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-37)은 관측이래로 최근 10년인 2001~2010년에 174.6mm로 가장 많은 값을 기록하였다.

서울의 1시간최다강수량(그림 3-37)은 1973년 이후로 2001년 7월 15일에 99.5mm로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-37)은 1973년 이후로 최근 10년인 2001~2010년에 57.0mm로 가장 많은 양을 기록하였다. 변화율(표 3-38)은 연간 0.543mm씩 증가하는 경향이다.

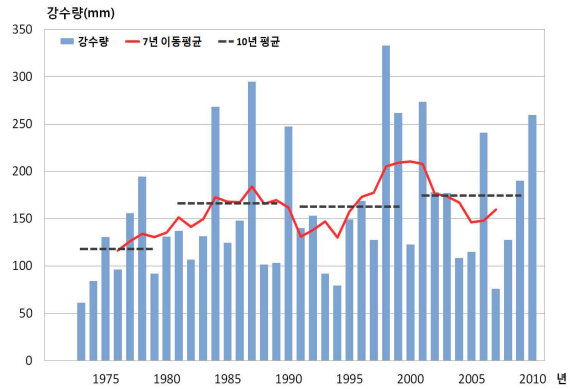


그림 3-36. 서울의 일강수량 변화(1973~2010년)

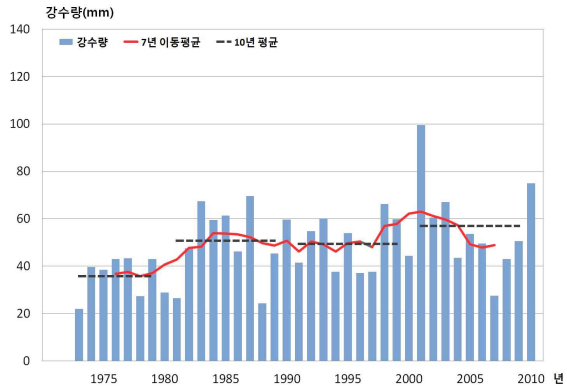


그림 3-37. 서울의 1시간최다강수량 변화(1973~2010년)

표 3-37. 서울의 10년 단위 일강수량, 1시간최다강수량(관측이래~2010년, 단위:mm)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일강수량	160.6	130.4	134.9	108.3	제외 (결측포함)	138.2	140.7	166.3	162.8	174.6
1시간최다 강수량	제외 (결측포함)					58.9	41.4	50.7	49.3	57.0

표 3-38. 서울의 일강수량, 1시간최다강수량 변화율(1973~2010년, 단위:mm/년)

항목 \ 기간	연
일강수량	1.860
1시간최다강수량	0.543*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 일평균기온의 연최고값(그림 3-38)은 1973년 이후로 1994년 7월 24일에 33.1℃로 가장 높았다. 10년 평균값(표 3-39)은 뚜렷한 변화를 보이지 않았지만, 관측이래로 최근 10년인 2001~2010년에 29.5℃로 가장 높은 값을 기록하였다.

서울의 일평균기온의 연최저값(그림 3-39)은 1973년 이후로 1986년 1월 5일에 -16.4℃로 가장 낮았다. 10년 평균값(표 3-39)은 1991~2000년에 -9.1℃로 가장 높은 값을 기록하였다.

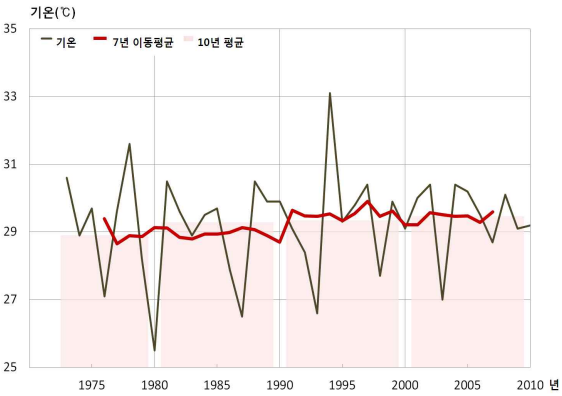


그림 3-38. 서울의 일평균기온의 연최고값 변화 (1973~2010년)

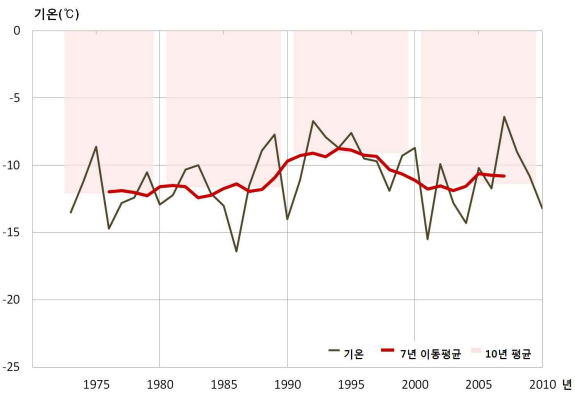


그림 3-39. 서울의 일평균기온의 연최저값 변화 (1973~2010년)

표 3-39. 서울의 10년 단위 일평균기온의 연최고값, 연최저값(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일평균기온의 연최고값	28.7	29.4	29.3	29.1	제외 (결측포함)	29.1	29.1	29.3	29.3	29.5
일평균기온의 연최저값	-14.8	-13.3	-14.1	-13.1	제외 (결측포함)	-13.3	-11.8	-11.6	-9.1	-11.4

표 3-40. 서울의 일평균기온의 연최고값, 연최저값 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연
일평균기온의 연최고값	0.012
일평균기온의 연최저값	0.045

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 일최고기온의 연최고값(그림 3-40)은 1973년 이후로 1994년 7월 24일에 38.4℃로 가장 높았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-41)은 상승과 하강을 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

서울의 일최저기온의 연최저값(그림 3-41)은 1973년 이후로 1986년 1월 5일에 -19.2℃로 가장 낮았다. 10년 평균값(표 3-41)은 1991~2000년까지 증가하여 -12.7℃로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-42)은 연간 0.075℃씩 상승하는 경향으로 나타났다.

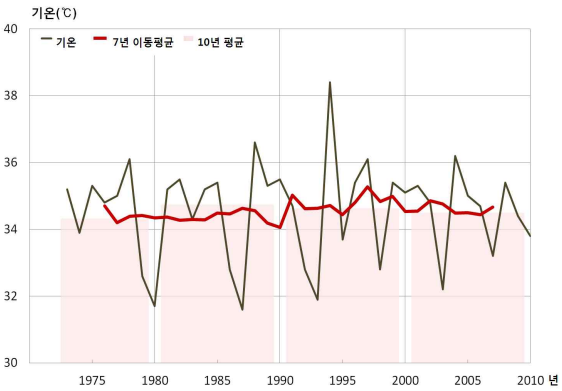


그림 3-40. 서울의 일최고기온의 연최고값 변화 (1973~2010년)

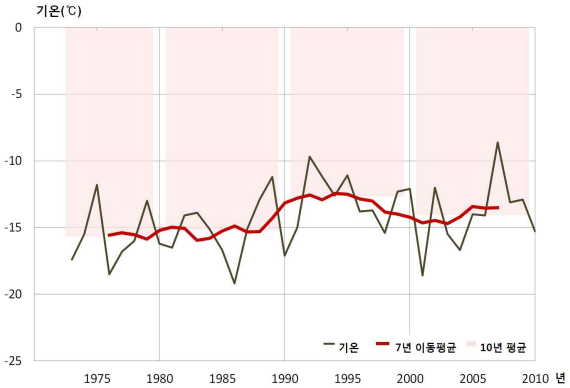


그림 3-41. 서울의 일최저기온의 연최저값 변화 (1973~2010년)

표 3-41. 서울의 10년 단위 일최고기온의 연최고값, 일최저기온의 연최저값(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일최고기온의 연최고값	35.0	35.7	35.4	36.0	제외 (결측포함)	34.6	34.3	34.7	34.6	34.5
일최저기온의 연최저값	-19.9	-19.2	-18.3	-17.7	제외 (결측포함)	-16.8	-15.3	-15.2	-12.7	-14.1

표 3-42. 서울의 일최고기온의 연최고값, 일최저기온의 연최저값 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연
일최고기온의 연최고값	0.001
일최저기온의 연최저값	0.075*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 연최심신적설(그림 3-42)은 1973년 이후로 2010년 1월 4일에 25.8cm로 가장 많았다. 10년 평균값(표 3-43)도 7년 이동평균값과 같이 뚜렷한 변화를 보이지 않았지만, 관측이래로 최근 10년인 2001~2010년에 11.3cm로 가장 많은 값을 기록하였다.

서울의 연최심적설(그림 3-43)은 1973년 이후로 2010년 1월 4일에 28.5cm로 가장 많았다. 7년 이동평균값은 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 10년 평균값(표 3-43)은 1981~1990년에 13.0cm로 가장 많은 값을 기록하였다.

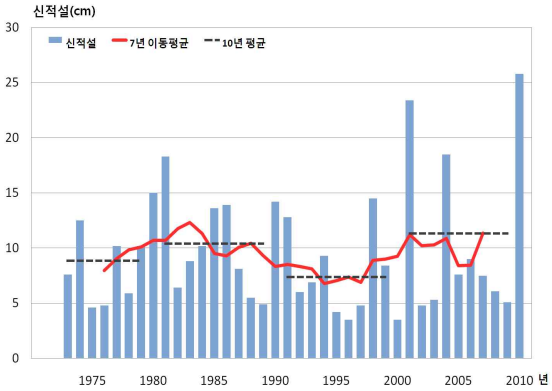


그림 3-42. 서울의 연최심신적설 변화(1973~2010년)

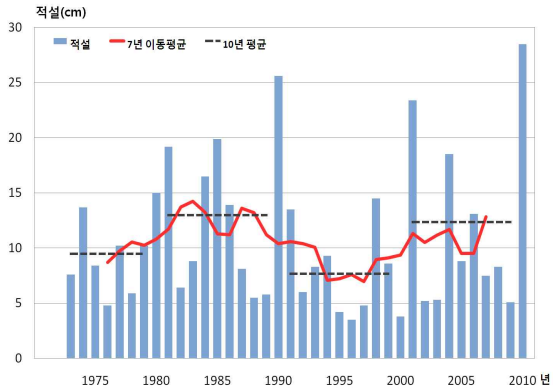


그림 3-43. 서울의 연최심적설 변화(1973~2010년)

표 3-43. 서울의 10년 단위 연최심신적설, 연최심적설(관측이래~2010년, 단위:cm)

항목 \ 기간	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
연최심신적설	7.9	제외 (결측포함)	11.1	8.6	10.4	7.4	11.3
연최심적설	8.1	제외 (결측포함)	12.4	9.6	13.0	7.7	12.4

표 3-44. 서울의 연최심신적설, 연최심적설 변화율(1973~2010년, 단위:cm/년)

항목 \ 기간	연
연최심신적설	0.035
연최심적설	0.029

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 일최대풍속의 연최대값(그림 3-44)은 1973년 이후로 1980년 4월 19일에 17.7m/s로 가장 강했다. 이동평균은 지속적으로 약해지고 있고, 10년 평균값(표 3-45)은 1971~1980년 이후 지속적으로 약해져 관측 이래로 최근 10년인 2001~2010년에 10.9m/s로 가장 약한 값을 기록하였다. 변화율(표 3-46)은 연간 -0.130m/s씩 약해지는 경향이다.

서울의 일최대순간풍속의 연최대값(그림 3-45)은 1973년 이후로 1995년 9월 26일에 31.5m/s로 가장 강했다. 10년 평균값(표 3-45)은 관측이래로 최근 10년인 2001~2010년에 20.3m/s로 가장 약한 값을 기록하였다. 변화율(표 3-46)은 연간 -0.098m/s씩 약해지는 경향이다.

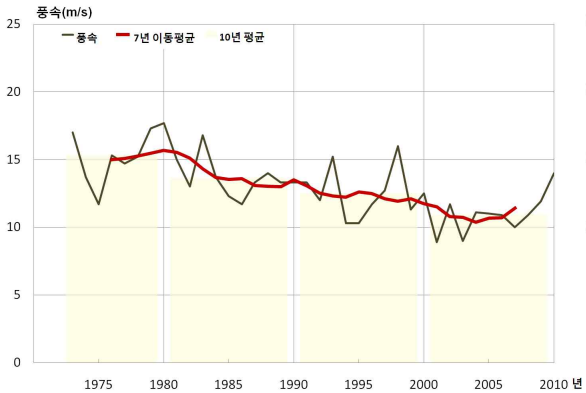


그림 3-44. 서울의 일최대풍속의 연최대값 변화 (1973~2010년)

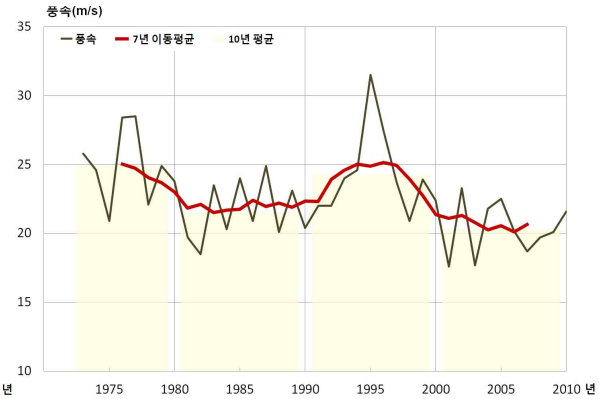


그림 3-45. 서울의 일최대순간풍속의 연최대값 변화 (1973~2010년)

표 3-45. 서울의 10년 단위 일최대풍속, 일최대순간풍속의 연최대값(관측이래~2010년, 단위:m/s)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일최대풍속의 연최대값	15.5	11.2	13.7	16.0	제외 (결측포함)	14.3	15.1	13.6	12.5	10.9
일최대순간 풍속의 연최대값	제외 (결측포함)					20.8	25.1	21.5	24.3	20.3

표 3-46. 서울의 일최대풍속, 일최대순간풍속의 연최대값 변화율(1973~2010년, 단위:(m/s)/년)

항목 \ 기간	연
일최대풍속의 연최대값	-0.130**
일최대순간풍속의 연최대값	-0.098*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

3) 극한기후지수

서울의 최고기온 95퍼센타일(그림 3-46)은 1973년 이후로 1994년에 34.5℃로 가장 높았고, 1980년에 29.0℃로 가장 낮았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-47)은 상승과 하강을 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

서울의 최고기온 99퍼센타일(그림 3-47)은 1973년 이후로 1994년에 36.9℃로 가장 높았고, 1980년에 30.6℃로 가장 낮았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-47)은 상승과 하강을 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

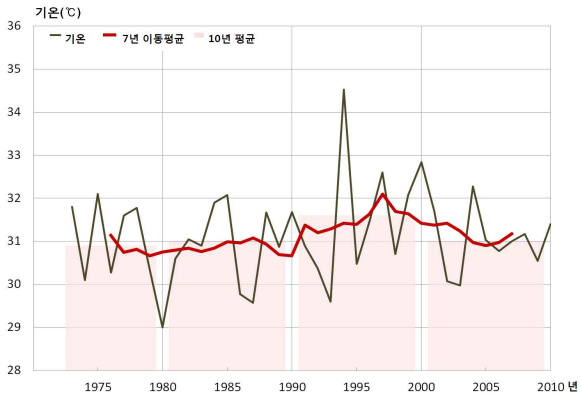


그림 3-46. 서울의 최고기온 95퍼센타일 변화 (1973~2010년)

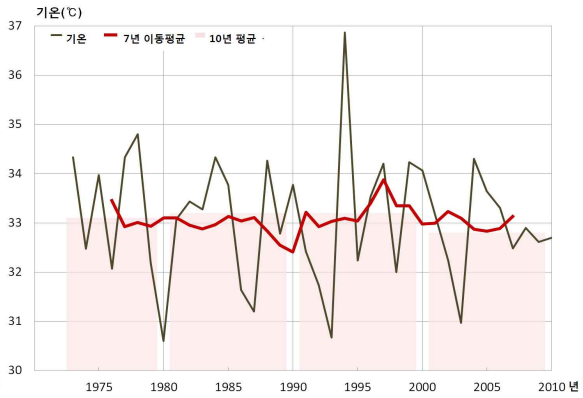


그림 3-47. 서울의 최고기온 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)

표 3-47. 서울의 10년 단위 최고기온 95퍼센타일, 99퍼센타일(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
최고기온 95퍼센타일	31.7	32.2	31.8	32.4	제외 (결측포함)	31.1	30.7	31.0	31.6	31.0
최고기온 99퍼센타일	33.6	34.4	33.8	34.7	제외 (결측포함)	33.4	33.1	33.2	33.2	32.8

표 3-48. 서울의 연, 계절 최고기온 95퍼센타일, 99퍼센타일 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
최고기온 95퍼센타일	0.010	0.005	-0.005	0.035	0.043
최고기온 99퍼센타일	-0.007	-0.008	0.003	0.044*	0.051

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 계절별 최고기온 95퍼센타일(그림 3-48)은 봄, 겨울철의 10년 평균값이 1973년 이후 최근 10년인 2001~2010년에 각각 26.9℃, 11.0℃로 가장 높았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최고값은 각각 29.0℃(1978년), 36.4℃(1994년), 31.7℃(1998년), 13.1℃(1978년)이다. 변화율(표 3-48)은 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

서울의 계절별 최고기온 99퍼센타일(그림 3-49)은 겨울철의 10년 평균값이 1973년 이후 최근 10년인 2001~2010년에 13.7℃로 가장 높았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최고값은 각각 31.1℃(1976년), 38.2℃(1994년), 32.6℃(1998년), 17.3℃(2009년)로 기록되었다. 변화율(표 3-48)은 연간 0.044℃씩 상승하는 경향으로 나타난 가을철을 제외하고 모두 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

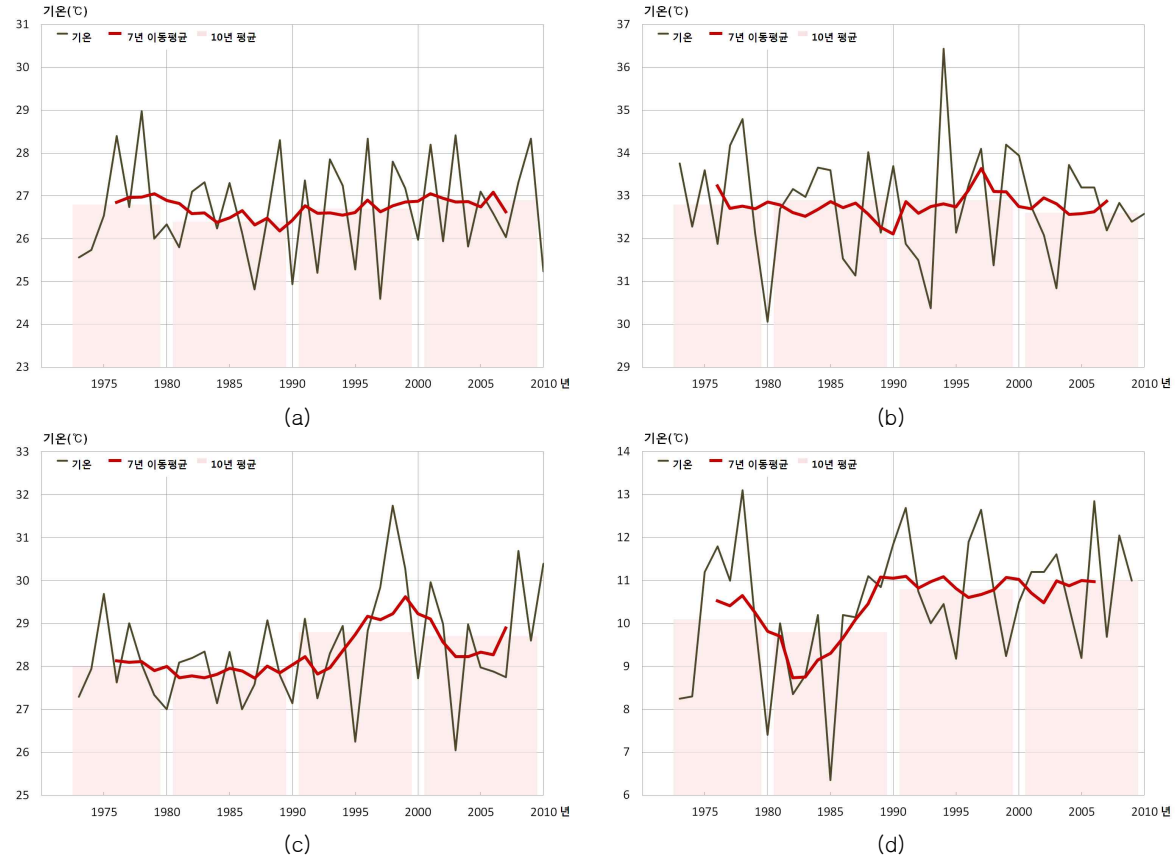


그림 3-48. 서울의 계절별 최고기온 95퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

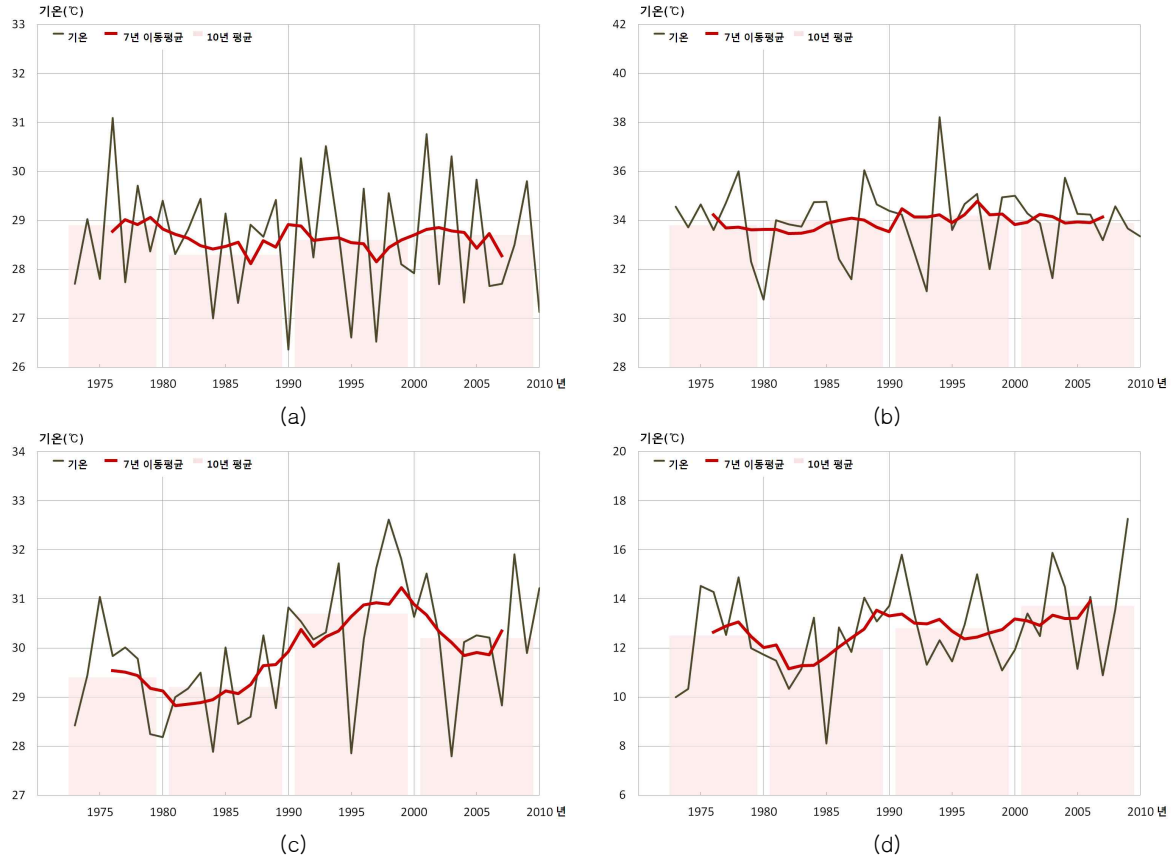


그림 3-49. 서울의 계절별 최고기온 99퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 최저기온 1퍼센타일(그림 3-50)은 1973년 이후로 1990, 1976년에 -15.8℃로 가장 낮았고, 2007년에 -7.6℃로 가장 높았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-49)은 상승하고 있고, 변화율(표 3-50)을 보면 연간 0.073℃씩 상승하는 경향이다.

서울의 최저기온 5퍼센타일(그림 3-51)은 1973년 이후로 1980년에 -12.4℃로 가장 낮았고, 2007년에 -5.0℃로 가장 높았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-49)은 상승하고 있고, 변화율(표 3-50)을 보면 연간 0.072℃씩 상승하는 경향이다.

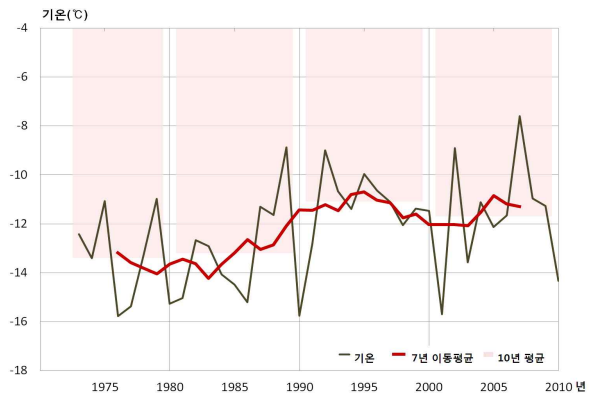


그림 3-50. 서울의 최저기온 1퍼센타일 변화 (1973~2010년)

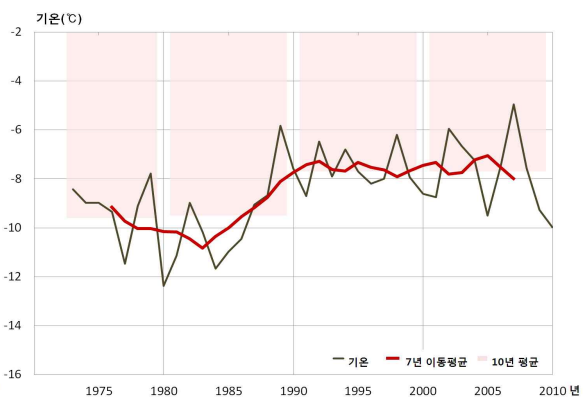


그림 3-51. 서울의 최저기온 5퍼센타일 변화 (1973~2010년)

표 3-49. 서울의 10년 단위 최저기온 1퍼센타일, 5퍼센타일(관측이래~2010년, 단위:℃)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
최저기온 1퍼센타일	-17.4	-16.7	-16.3	-15.7	제외 (결측포함)	-14.9	-12.9	-13.2	-11.1	-11.7
최저기온 5퍼센타일	-12.3	-12.5	-12.1	-12.7	제외 (결측포함)	-10.6	-9.3	-9.5	-7.7	-7.7

표 3-50. 서울의 연, 계절 최저기온 1퍼센타일, 5퍼센타일 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
최저기온 1퍼센타일	0.073*	0.053	0.057*	0.075*	0.066*
최저기온 5퍼센타일	0.072**	0.038	0.052**	0.064**	0.084*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 계절별 최저기온 1퍼센타일(그림 3-52)은 여름, 가을철의 10년 평균값이 1973년 이후로 최근 10년인 2001~2010년에 각각 15.2℃, -1.2℃로 가장 높았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최저값은 각각 -9.2℃(1977년), 10.3℃(1981년), -8.3℃(1979년) -17.3℃(1985년)이다. 변화율(표 3-50)은 가을철에 0.075℃/년, 겨울철에 0.066℃/년, 여름철에 0.057℃/년 상승하는 경향이다.

서울의 계절별 최저기온 5퍼센타일(그림 3-53)은 여름, 가을, 겨울철의 10년 평균값이 1973년 이후로 최근 10년인 2001~2010년에 각각 16.3℃, -1.0℃, -10.8℃로 가장 높았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최저값은 각각 -5.4℃(1988년), 12.7℃(1974년), -5.9℃(1979년), -15.8℃(1976년)이다. 변화율(표 3-50)은 봄철을 제외하고 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났으며, 특히 겨울철은 연간 0.084℃씩 상승하여 가장 큰 변화율을 보였으며, 가을철 0.064℃/년, 여름철 0.052℃/년 순으로 나타났다.

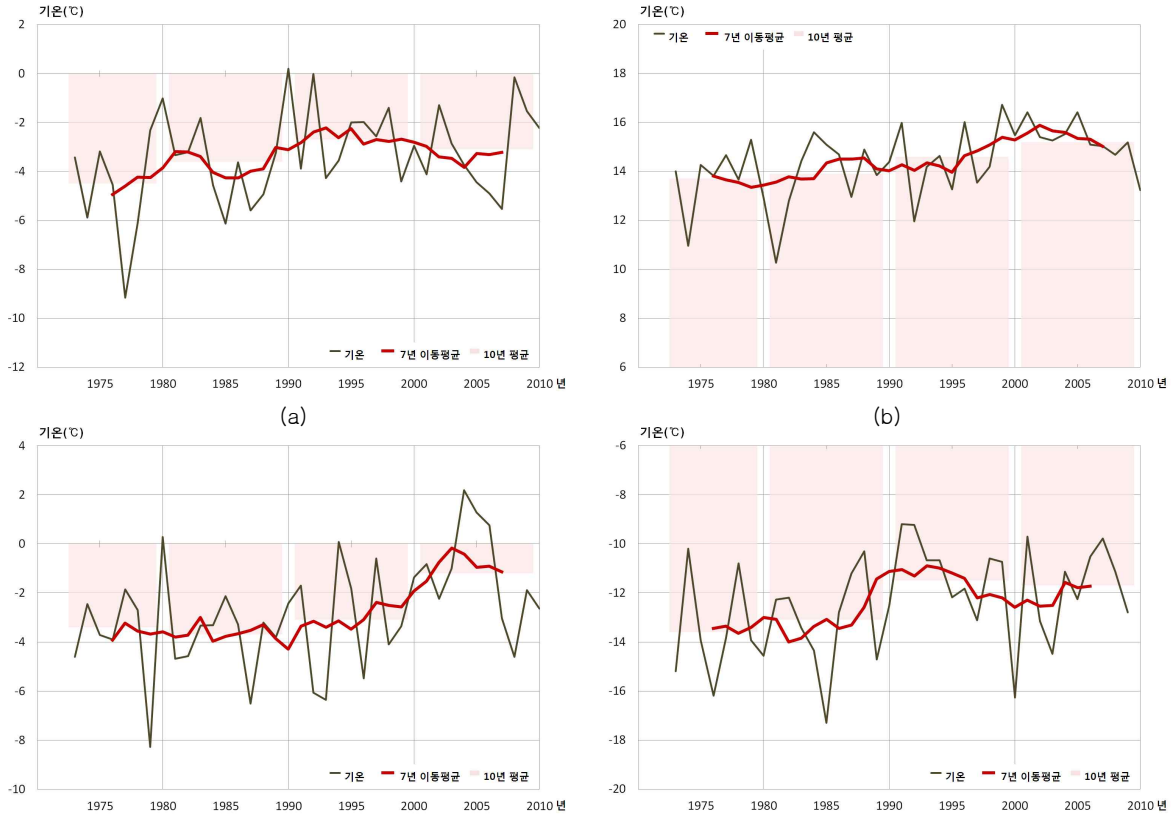


그림 3-52. 서울의 계절별 최저기온 1퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

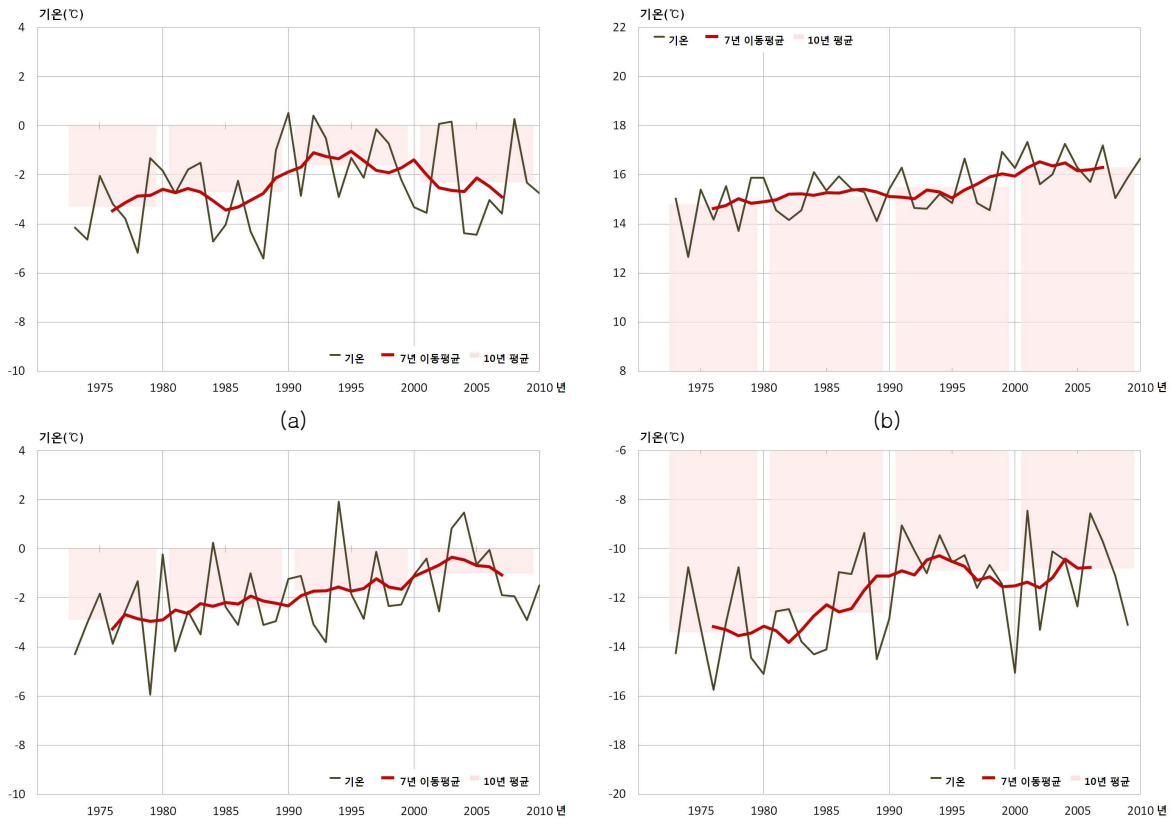


그림 3-53. 서울의 계절별 최저기온 5퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 강수량 95퍼센타일(그림 3-54)은 1973년 이후로 1995년에 83.3mm로 가장 많았고, 1982년에 28.0mm로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-51)도 1971~1980년부터 1991~2000년까지 증가하다가 이후로 약간 감소하였다. 변화율(표 3-52)은 연간 0.485mm씩 증가하는 경향이다.

서울의 강수량 99퍼센타일(그림 3-55)은 1973년 이후로 2006년에 214.8mm로 가장 많았고, 1973년에 47.2mm로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-51)은 1970년대 이후 지속적으로 증가하고 있다. 변화율(표 3-52)은 연간 1.793mm씩 증가하는 경향이다.

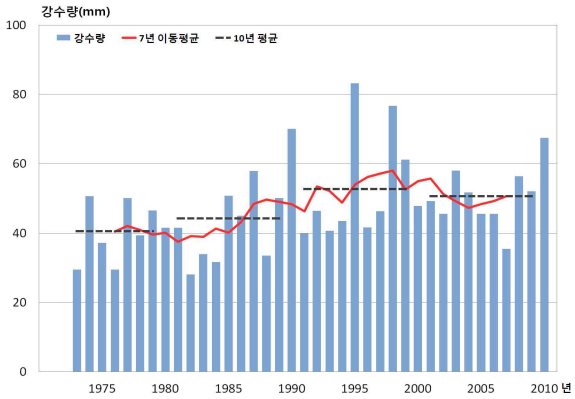


그림 3-54. 서울의 강수량 95퍼센타일 변화 (1973~2010년)

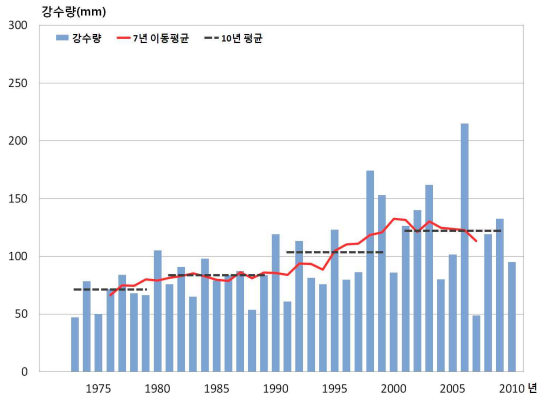


그림 3-55. 서울의 강수량 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)

표 3-51. 서울의 10년 단위 강수량 95퍼센타일, 99퍼센타일(관측이래~2010년, 단위:mm)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
강수량 95퍼센타일	34.3	44.3	39.7	37.9	제외 (결측포함)	46.2	41.6	44.3	52.7	50.7
강수량 99퍼센타일	84.0	97.5	93.1	77.4	제외 (결측포함)	95.3	75.5	83.5	103.3	121.9

표 3-52. 서울의 연, 계절 강수량 95퍼센타일, 99퍼센타일 변화율(1973~2010년, 단위:mm/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량 95퍼센타일	0.485**	-0.136	0.884**	0.649*	-0.055
강수량 99퍼센타일	1.793**	0.076	1.772*	0.768	0.109

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 계절별 강수량 95퍼센타일(그림 3-56)은 여름철의 10년 평균값이 1973년 이후 최근 10년인 2001~2010년에 83.4mm로 가장 많았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최대값은 각각 53.3mm(1997년), 120.1mm(2006년), 119.9mm(1990년), 22.6mm(1975년)이다. 강수량 95퍼센타일 변화율(표 3-52)은 여름철에 0.884mm/년으로 증가하는 경향이 크고, 가을철에 연간 0.649mm씩 증가하는 경향이 나타났다. 봄, 겨울철에는 통계적으로 유

의한 경향이 나타나지 않았다.

서울의 계절별 강수량 99퍼센타일(그림 3-57)은 겨울철의 10년 평균값이 1973년 이후 최근 10년인 2001~2010년에 18.7mm로 가장 많았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최대값은 87.8mm(1980년), 264.8mm(1998년), 220.7mm(1990년), 36.9mm(2003년)이다. 변화율(표 3-52)은 여름철에만 연간 1.772mm씩 증가하는 경향으로 나타났다.

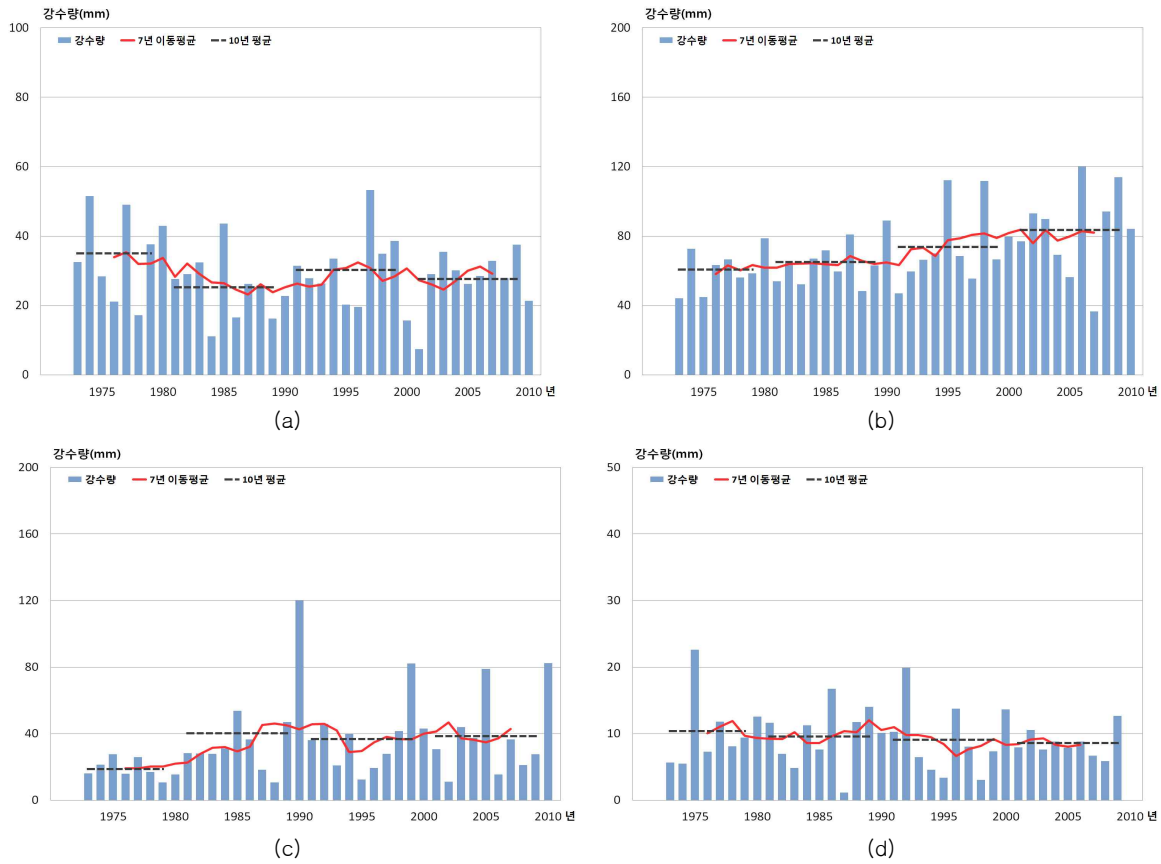


그림 3-56. 서울의 계절별 강수량 95퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

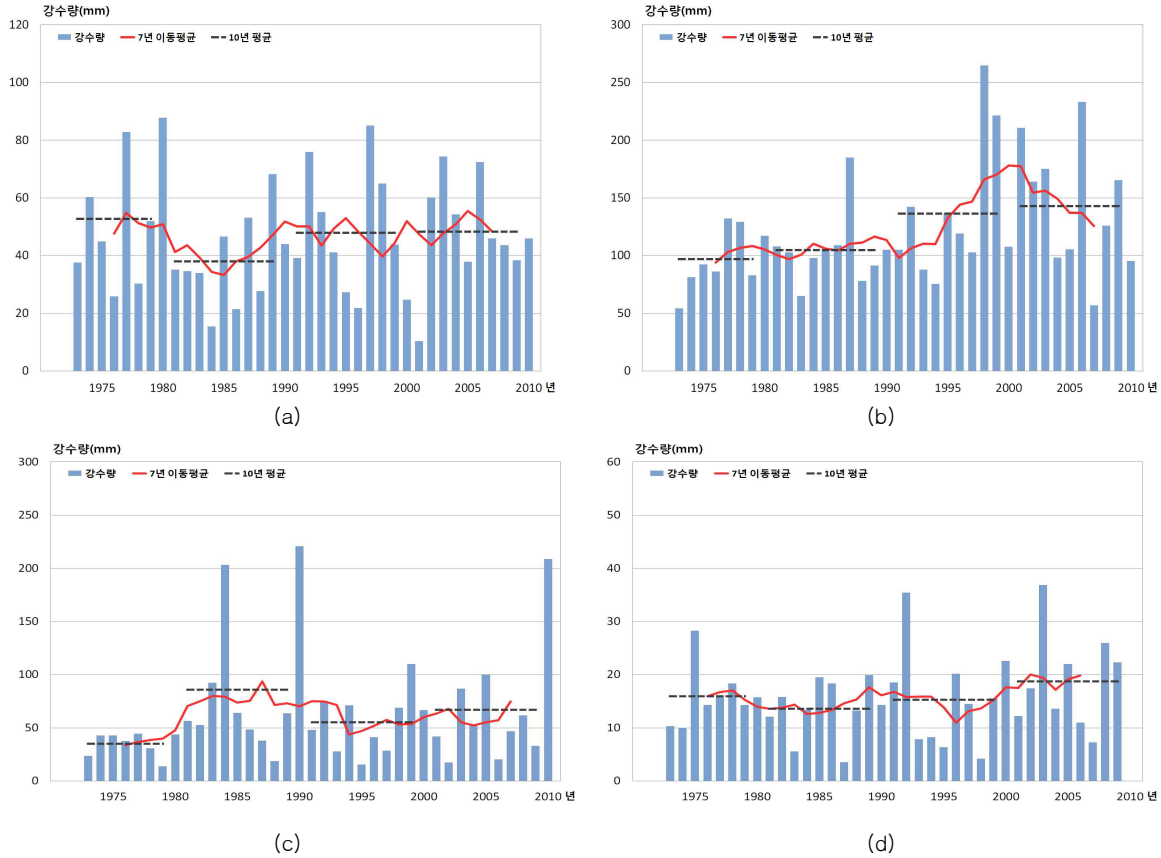


그림 3-57. 서울의 계절별 강수량 99퍼센타일 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 일최저기온 0℃ 미만 월별누년일수(그림 3-58)는 1973년 이후로 1985, 1974년에 111일로 가장 많았고, 1989년에 69일로 가장 적었다. 월별로 일최저기온 0℃ 미만 일수는 1월에 28일로 가장 많고 12월에 23일, 2월에 22일, 3월에 10일, 11월에 8일 순이다. 이동평균은 감소하고 있고, 10년 평균값(표 3-53)도 1980년대 이후 감소하고 있다. 변화율(표 3-54)은 연간 -0.506일씩 감소하는 경향이다.

서울의 계절별 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화율(표 3-54)은 여름을 제외한 봄, 가을철에서 연간 -0.131일, -0.121일 감소하는 경향으로 나타났고 겨울철에는 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

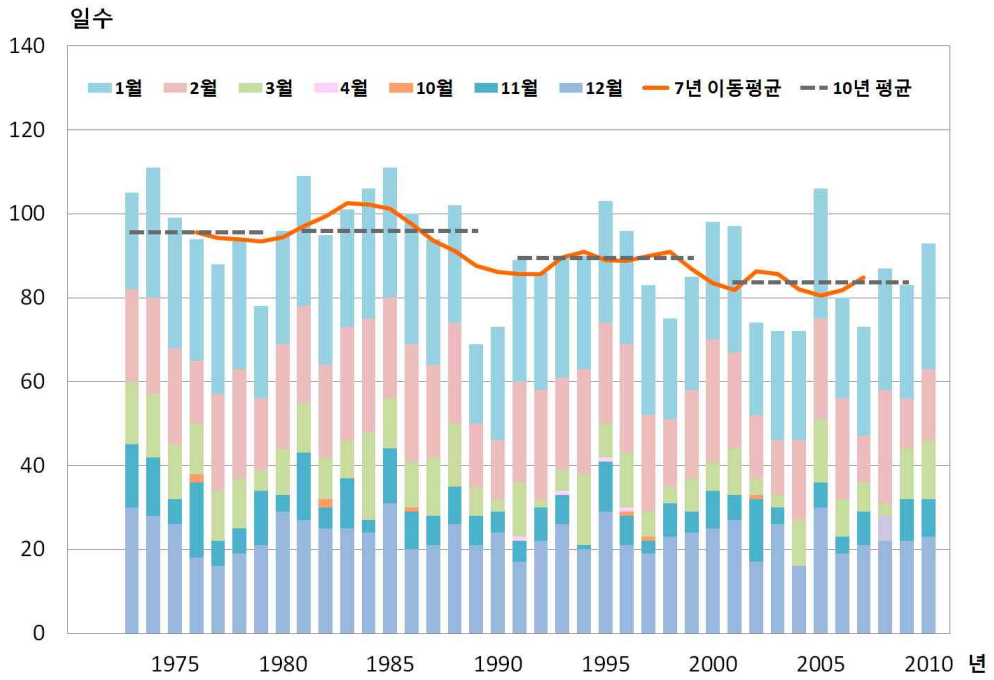


그림 3-58. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 월별누년일수 변화(1973~2010년)

표 3-53. 서울의 10년 단위 일최저기온 0℃ 미만 연간일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일최저기온 0℃ 미만 일수	122.5	124.8	118.3	117.0	제외 (결측포함)	107.1	95.6	96.0	89.5	83.7

표 3-54. 서울의 연, 계절 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일최저기온 0℃ 미만 일수	-0.506**	-0.131*	-	-0.121*	-0.240

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 연극한기온교차(그림 3-59)는 2001년에 53.9℃로 가장 컸고, 2007년에 41.8℃로 가장 작았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-55)은 상승과 하강을 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

서울의 계절별 극한기온교차의 변화율(표 3-56)은 연간 -0.061℃ 감소하는 경향으로 나타난 여름철을 제외하고 모든 계절에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

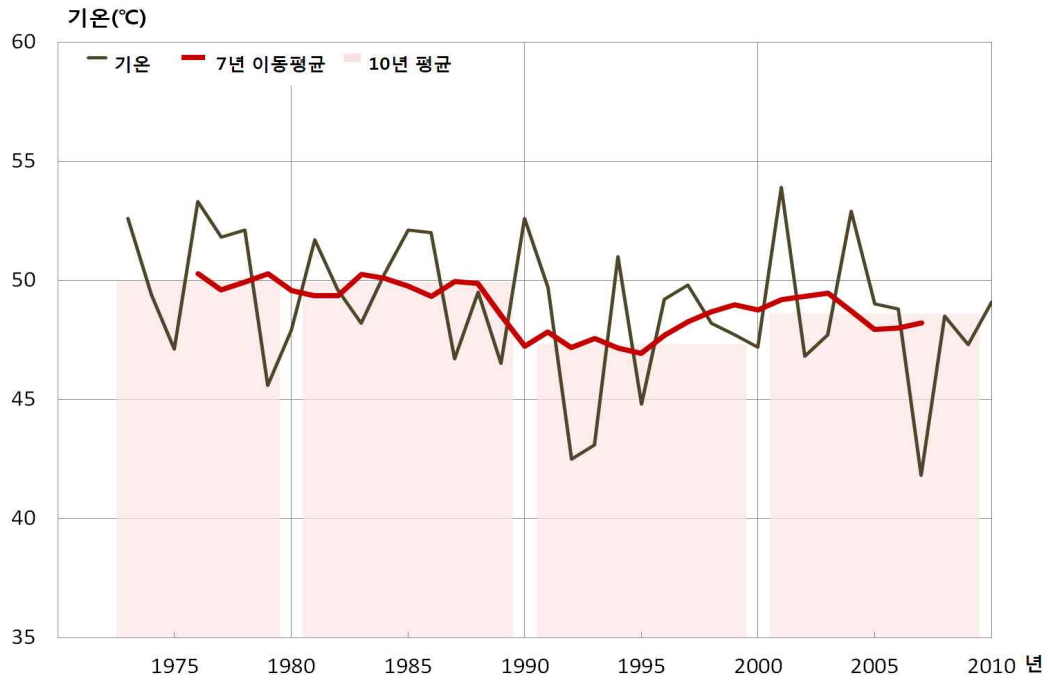


그림 3-59. 서울의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)

표 3-55. 서울의 10년 단위 연극한기온교차(관측이래~2010년, 단위:℃)

기간 / 항목	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
연극한 기온교차	54.8	54.8	53.7	53.7	제외 (결측포함)	51.4	49.7	49.9	47.3	48.6

표 3-56. 서울의 연, 계절 극한기온교차 변화율(1973~2010년, 단위:℃/년)

기간 / 항목	연	봄	여름	가을	겨울
극한기온교차	-0.075	-0.055	-0.061*	-0.043	0.024

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 온난야율(그림 3-60)은 1973년 이후로 2010년에 17.0%로 가장 높았고, 1980년에 0.8%로 가장 낮았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-57)은 상승과 하강을 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

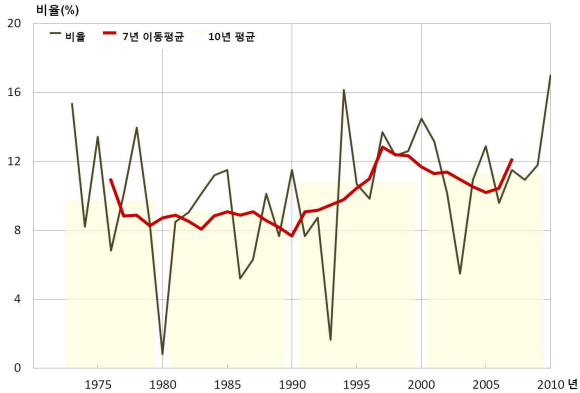


그림 3-60. 서울의 온난야율 변화(1973~2010년)

표 3-57. 서울의 10년 단위 온난야율(관측이래~2010년, 단위:%)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
온난야율	7.3	8.7	8.4	8.7	제외 (결측포함)	10.8	9.2	9.1	10.8	11.3

표 3-58. 서울의 연, 계절 온난야율 변화율(1973~2010년, 단위:%/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
온난야율	0.080	0.165*	0.150	0.184*	0.172*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

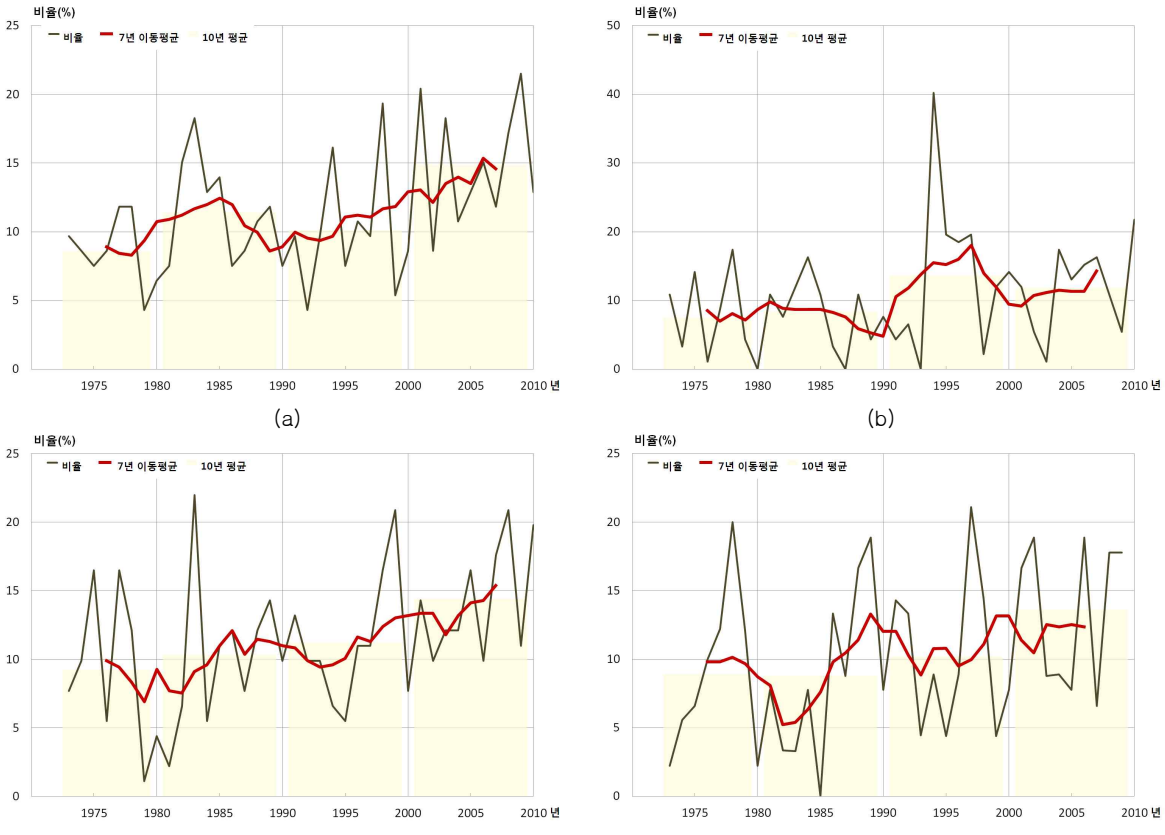


그림 3-61. 서울의 계절별 온난야율 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 온난야율(그림 3-61)은 봄, 가을, 겨울철의 10년 평균값은 1973년 이후로 최근 10년인 2001~2010년에서 각각 14.9%, 14.4%, 13.6%로 가장 높았다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 온난야율 최고값은 각각 21.5%(2009년), 40.2%(1994년), 22.0%(1983년), 21.1%(1997년)이다. 변화율(표 3-58)은 가을철에 연간 0.184%씩 상승하여 가장 큰 변화율을 나타냈고, 겨울철 0.172%/년, 봄철 0.165%/년 순으로 나타났다.

서울의 식물성장가능기간(그림 3-62)은 1973년 이후로 1997년에 298일로 가장 많았고, 1981년에 238일로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-59)은 최근 10년인 2001~2010년에 260.3일로 가장 많았다. 변화율(표 3-60)은 연간 0.507일씩 증가하는 경향이다.

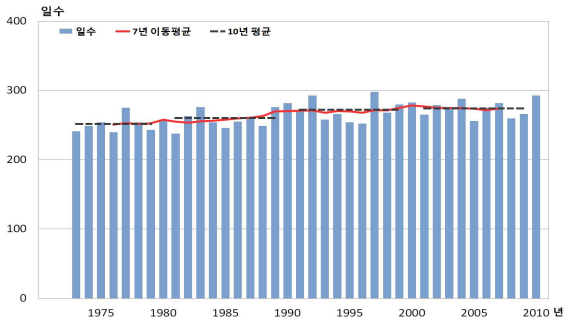


그림 3-62. 서울의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)

표 3-59. 서울의 10년 단위 식물성장가능기간(관측이래~2010년, 단위:일수)

기간 / 항목	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
식물성장 가능기간	234.8	237.7	241.7	241.0	제외 (결측포함)	250.1	245.8	253.4	256.7	260.3

표 3-60. 서울의 식물성장가능기간 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

기간 / 항목	연
식물성장가능기간	0.507*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 최대열파지속일수(그림 3-63)은 1973년 이후로 1994년에 12일로 가장 많았다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-61)도 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

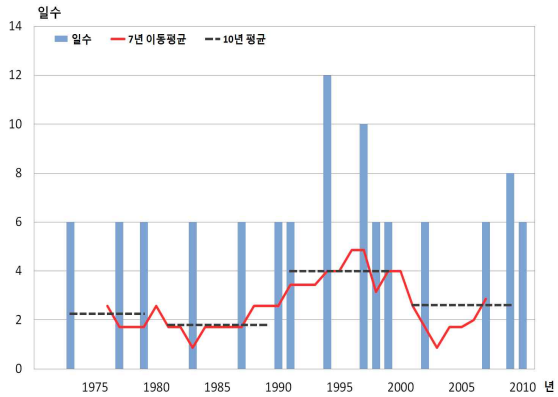


그림 3-63. 서울의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)

표 3-61. 서울의 10년 단위 최대열파지속일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
최대열파지속일수	0.0	0.8	1.6	3.1	제외(결측포함)	1.3	3.1	1.8	4.0	2.4

표 3-62. 서울의 최대열파지속일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연
최대열파지속일수	0.047

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 10mm 이상 강수일수(그림 3-64)는 1973년 이후로 1990년에 51일로 가장 많았고, 1988년에 22일로 가장 적었다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-63)도 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

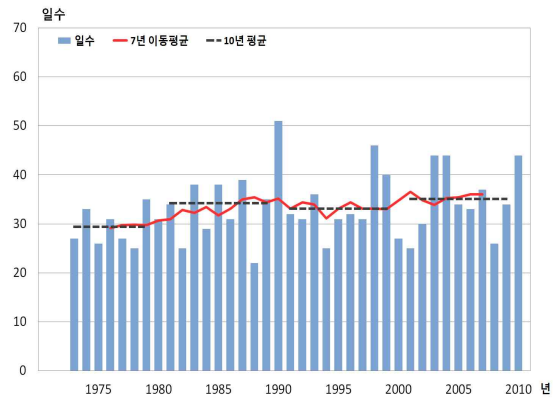


그림 3-64. 서울의 10mm 이상 강수일수 변화(1973~2010년)

표 3-63. 서울의 10년 단위 10mm 이상 강수일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
10mm 이상 강수일수	30.1	33.0	32.0	30.2	제외(결측포함)	35.8	30.3	34.2	33.1	35.1

표 3-64. 서울의 연, 계절 10mm 이상 강수일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
10mm 이상 강수일수	0.185	-0.008	0.149*	0.074	-0.027

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

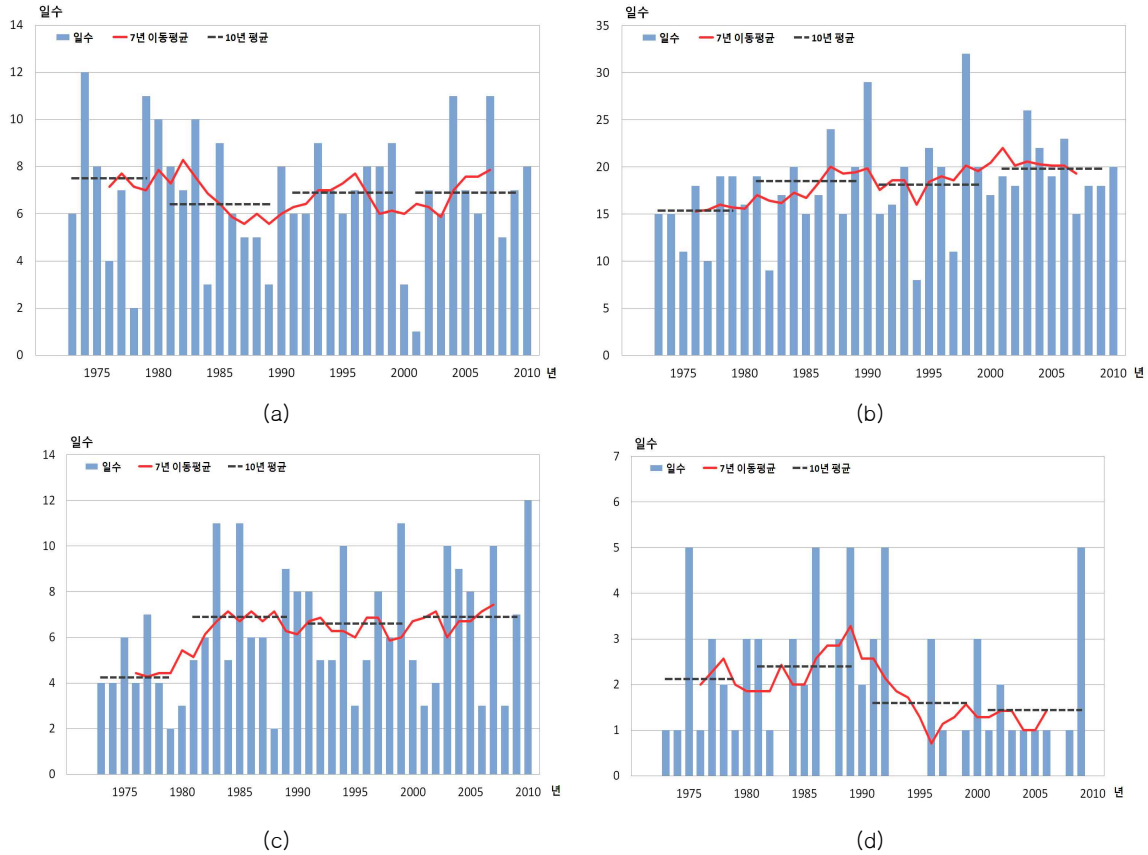


그림 3-65. 서울의 계절별 10mm 이상 강수일수 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 계절별 10mm 이상 강수일수(그림 3-65)는 여름철의 10년 평균값이 1973년 이후로 최근 10년인 2001~2010년에 19.8일로 최다값을 기록하였다. 1973년 이후 봄, 여름, 가을, 겨울철의 최다값은 각각 12일(1974년), 32일(1998년), 12일(2010년), 5일(2009년, 1992년, 1989년, 1986년 1975년)이다. 변화율(표 3-64)은 연간 0.149mm씩 증가하는 경향으로 나타난 여름철을 제외하고 모든 계절에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

서울의 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수(그림 3-66)는 1973년 이후로 2000년에 60일로 가장 많았고, 2003년, 1992년, 1981년에 17일로 가장 적었다. 7년 이동평균값과 10년 평균값(표 3-65)도 증가와 감소를 반복하면서 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

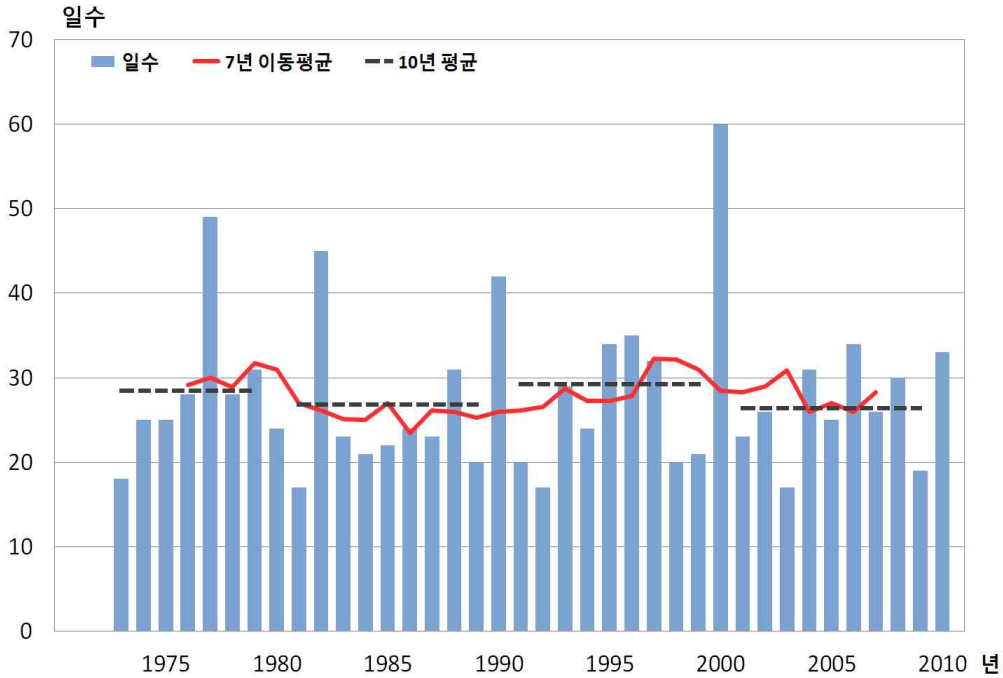


그림 3-66. 서울의 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 변화(1973~2010년)

표 3-65. 서울의 10년 단위 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수(관측이래~2010년, 단위:일수)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수	28.1	26.3	24.0	27.6	제외 (결측포함)	29.4	27.9	26.8	29.2	26.4

표 3-66. 서울의 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수 변화율(1973~2010년, 단위:일수/년)

항목 \ 기간	연
일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수	0.047

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 5일 최다강수량(그림 3-67)은 1973년 이후로 1998년에 791.9mm로 가장 많았고, 1973년에 90.2mm로 가장 적었다. 10년 평균값(표 3-67)은 1991~2000년에 335.0mm로 가장 많은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-68)은 연간 4.936mm씩 증가하는 경향이다.

서울의 계절별 5일 최대강수량의 변화율(표 3-68)은 연간 5.232mm씩 증가하는 경향으로 나타난 여름철을 제외하고 모든 계절에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

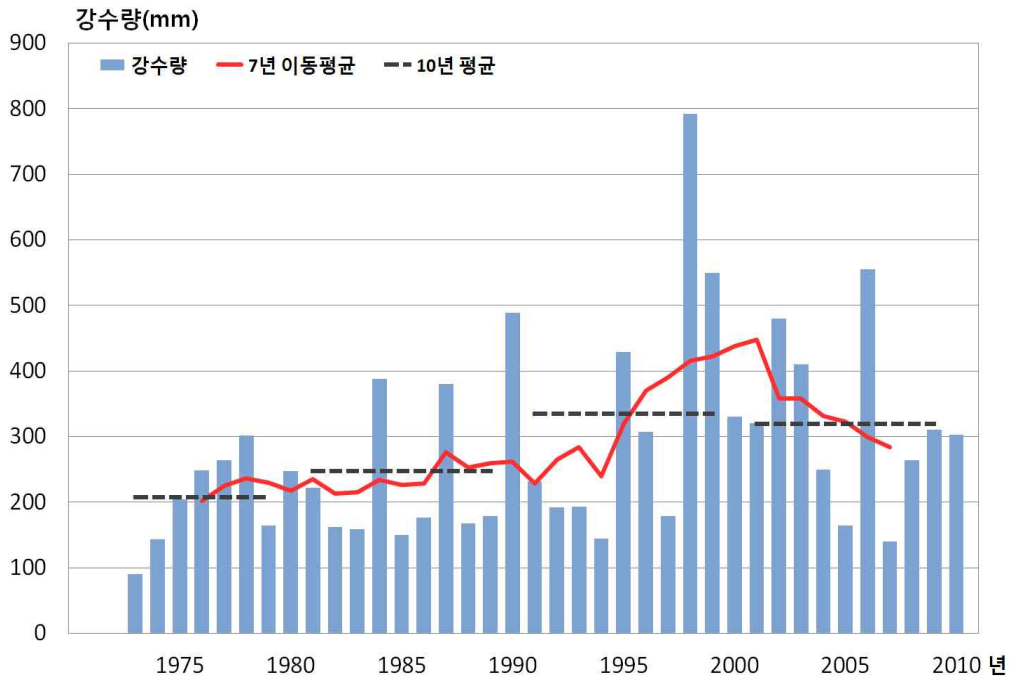


그림 3-67. 서울의 5일 최다강수량 변화(1973~2010년)

표 3-67. 서울의 10년 단위 5일 최다강수량(관측이래~2010년, 단위:mm)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
5일 최다강수량	268.1	262.8	235.2	213.6	제외 (결측포함)	229.8	238.1	247.4	335.0	319.7

표 3-68. 서울의 연, 계절 5일 최다강수량 변화율(1973~2010년, 단위:mm/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
5일 최다강수량	4.936*	0.062	5.232**	1.379	0.082

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

서울의 일강수강도(그림 3-68)는 1973년 이후로 1998년에 27.0mm/일로 가장 높았고, 1973년에 11.5mm/일로 가장 낮았다. 10년 평균값(표 3-69)은 관측 이래로 최근 10년인 2001~2010년에 18.9mm/일로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-70)은 연간 0.143mm/일씩 상승하는 경향이다.

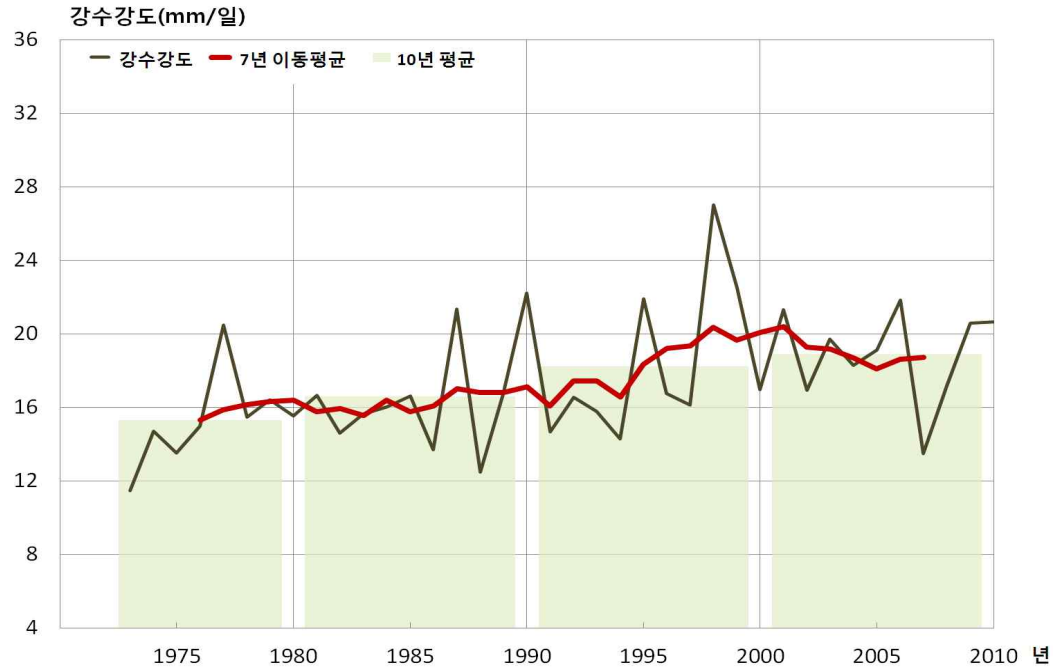


그림 3-68. 서울의 일강수강도 변화(1973~2010년)

표 3-69. 서울의 10년 단위 일강수강도(관측이래~2010년, 단위:mm/일)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
일강수강도	16.3	17.1	15.6	14.4	제외 (결측포함)	18.2	15.7	16.6	18.3	18.9

표 3-70. 서울의 연, 계절 일강수강도 변화율(1973~2010년, 단위:(mm/일)/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
일강수강도	0.143**	-0.043	0.204**	0.126	-0.001

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

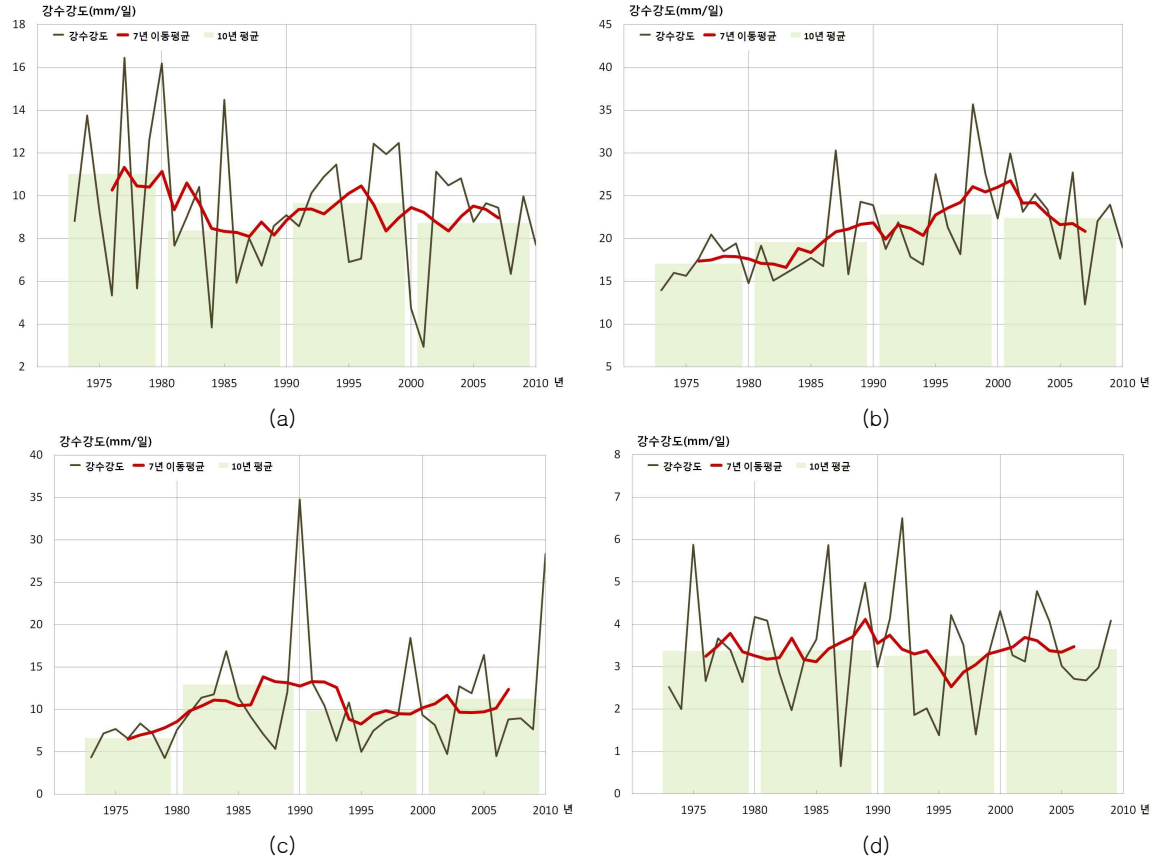


그림 3-69. 서울의 계절별 일강수강도 변화(1973~2010년, (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철)

서울의 봄, 여름, 가을, 겨울철의 일강수강도 최대값은 16.5mm/일(1977년), 35.7mm/일(1998년), 34.8mm/일(1990년), 6.5mm/일(1992년)이다(그림 3-69). 변화율(표 3-70)은 연간 0.204mm/일씩 증가하는 경향으로 나타난 여름철을 제외하고 모든 계절에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

서울의 95퍼센타일 강수량 비율(그림 3-70)은 1973년 이후로 1995년에 59.7%로 가장 높고, 2007년에 6.3%로 가장 낮다. 10년 평균값(표 3-71)은 관측 이래로 최근 10년인 2001~2010년에 43.2%로 가장 높은 값을 기록하였다. 변화율(표 3-72)은 연간 0.570%씩 상승하는 경향이다.

서울의 계절별 95퍼센타일 강수량 비율의 변화율(표 3-72)은 여름철에만 연간 0.659%씩 상승하는 경향으로 나타났다.

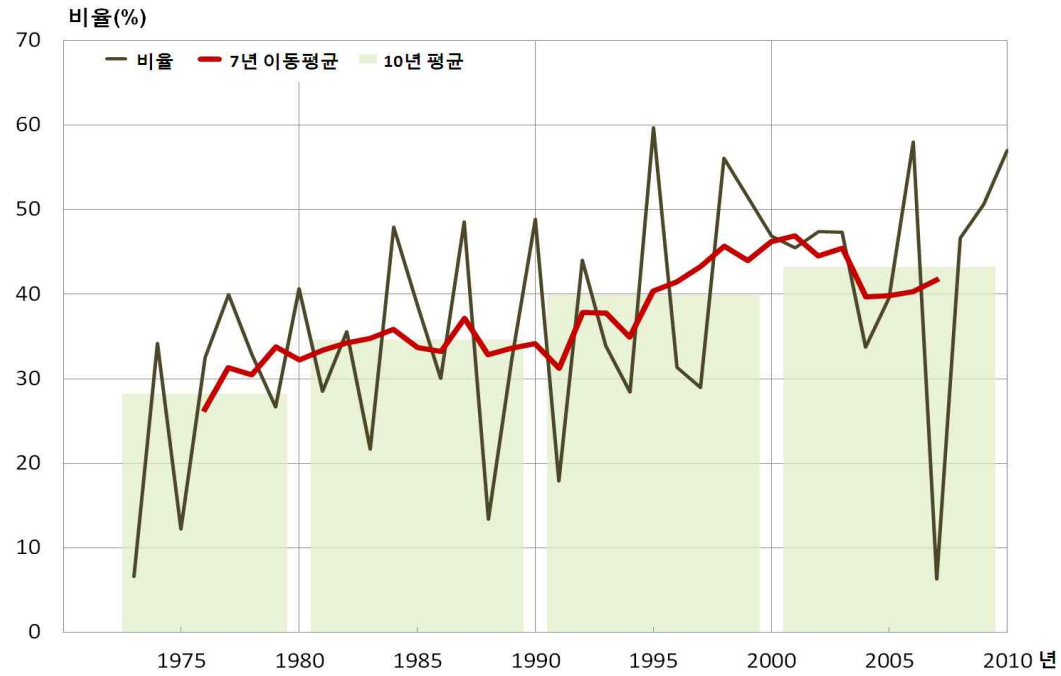


그림 3-70. 서울의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)

표 3-71. 서울의 10년 단위 95퍼센타일 강수량 비율(관측이래~2010년, 단위:%)

항목 \ 기간	1911~1920년	1921~1930년	1931~1940년	1941~1950년	1951~1960년	1961~1970년	1971~1980년	1981~1990년	1991~2000년	2001~2010년
95퍼센타일 강수량 비율	25.2	35.0	34.2	32.1	제외 (결측포함)	35.1	31.0	34.6	39.9	43.2

표 3-72. 서울의 연, 계절 95퍼센타일 강수량 비율 변화율(1973~2010년, 단위:%/년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
95퍼센타일 강수량 비율	0.570**	0.086	0.659*	0.211	0.023

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

5. 계절기상정보

1) 기후 및 생활계절

1973~2010년 동안 서울의 첫 서리일이 가장 이른 해는 1987년(9월 27일)이고 가장 늦은 해는 1975년(11월 20일)이며, 마지막 서리일이 가장 이른 해는 2008년(3월 7일)이고, 가장 늦은 해는 1987년(4월 29일)이다(그림 3-71). 초종간 일수의 최장기간은 206일로 1984년 10월 5일에서 1985년 4월 28일까지였다. 최단기간은 123일로 2006년 11월 12일에서 2007년 3월 14일까지였다.

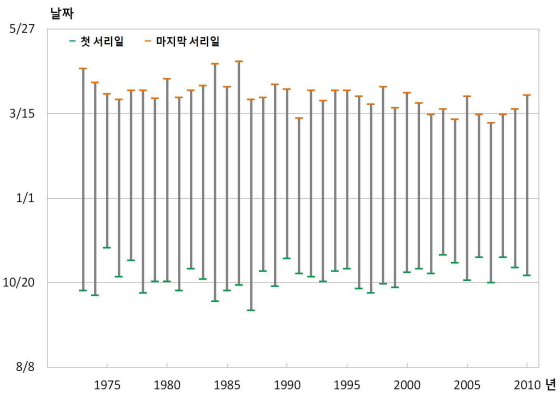


그림 3-71. 서울의 서리(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 첫 얼음일이 가장 이른 해는 1988년(10월 13일)이고 가장 늦은 해는 1975년(11월 20일)이며, 마지막 얼음일이 가장 이른 해는 2008년(3월 8일)이고 가장 늦은 해는 1974년(4월 23일)이다(그림 3-72). 초종간 일수의 최장기간은 192일로 1973년 10월 14일에서 1974년 4월 23일까지였다. 최단기간은 114일로 2007년 11월 16일에서 2008년 3월 8일까지였다.

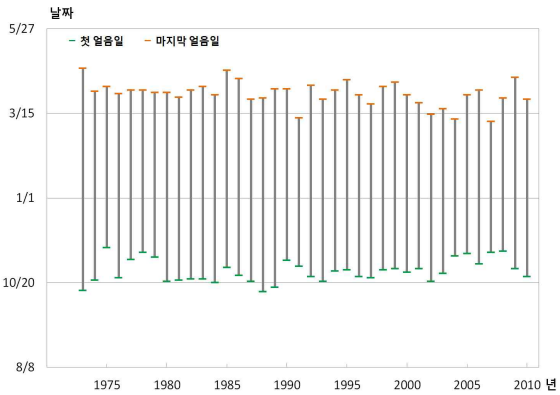


그림 3-72. 서울의 얼음(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 첫 눈일이 가장 이른 해는 1981년(10월 23일)이고 가장 늦은 해는 1984년(12월 16일)이며, 마지막 눈일이 가장 이른 해는 1998년(2월 9일)이고 가장 늦은 해는 1977년(4월 18일)이다(그림 3-73). 초종간 일수의 최장기간은 153일로 1992년 11월 9일에서 1993년 4월 10일, 1980년 10월 25일에서 1981년 3월 26일, 1976년 11월 17일에서 1977년 4월 18일까지였다. 최단기간은 82일로 1984년 12월 16일에서 1985년 3월 7일까지였다.

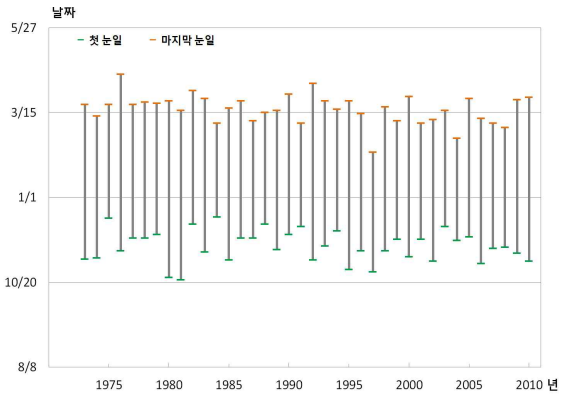


그림 3-73. 서울의 눈(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 첫 관설일이 가장 이른 해는 1980년(10월 25일)이고 가장 늦은 해는 2005년(1월 8일)이며, 마지막 관설일이 가장 이른 해는 1989년(1월 27일)이고 가장 늦은 해는 1977년(4월 19일)이다(그림 3-74). 초종간 일수의 최장기간은 135일로 1998년 11월 19일에서 1999년 4월 2일까지였다.

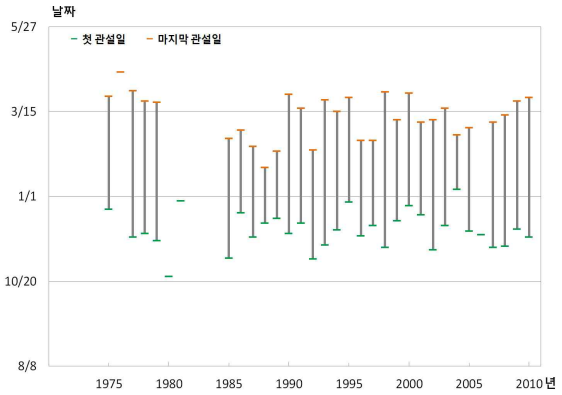


그림 3-74. 서울의 관설(1973~2010년, 관악산)

1973~2010년 동안 서울의 첫 결빙일이 가장 이른 해는 2005년(12월 18일)이고 가장 늦은 해는 2008년(2월 8일)이며, 마지막 해빙일이 가장 이른 해는 2002년(1월 10일)이고 가장 늦은 해는 1981년(3월 1일)이다(그림 3-75). 초종간 일수의 최장 기간은 65일로 1973년 12월 24일에서 1974년 2월 26일까지였다.

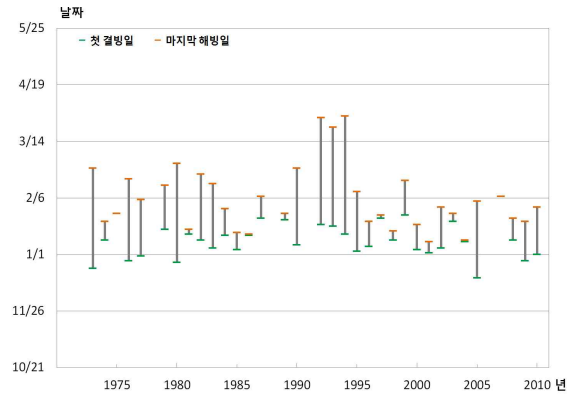


그림 3-75. 서울의 강하천(1973~2010년, 한강)

2010년까지 서울의 유명산 단풍(그림 3-76) 시작일이 가장 이른 해는 1987년(10월 2일)이고 가장 늦은 해는 2001년(10월 22일)이며, 절정일이 가장 이른 해는 1997년(10월 16일)이고 가장 늦은 해는 2001년(11월 2일)이다.

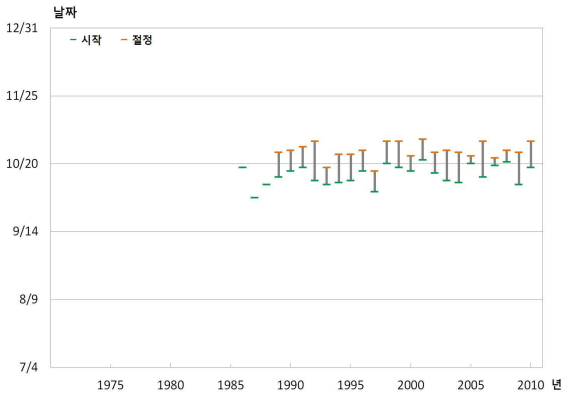


그림 3-76. 서울의 유명산 단풍(1973~2010년, 북한산)

2) 식물계절

1973~2010년 동안 서울의 진달래(그림 3-77) 발아일이 가장 이른 해는 1998년(3월 3일)이고 가장 늦은 해는 1991년(4월 5일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 1998년(3월 9일)이고 가장 늦은 해는 1973년(4월 20일)이다.

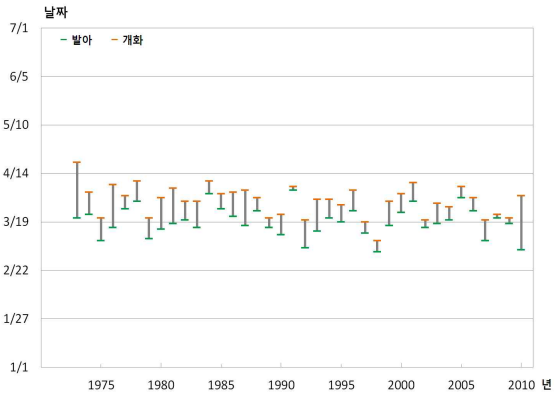


그림 3-77. 서울의 진달래(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 개나리(그림 3-78) 발아일이 가장 이른 해는 2010년(3월 3일)이고 가장 늦은 해는 1984년(3월 30일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 1990년(3월 19일)이고 가장 늦은 해는 1975년(4월 8일)이다.

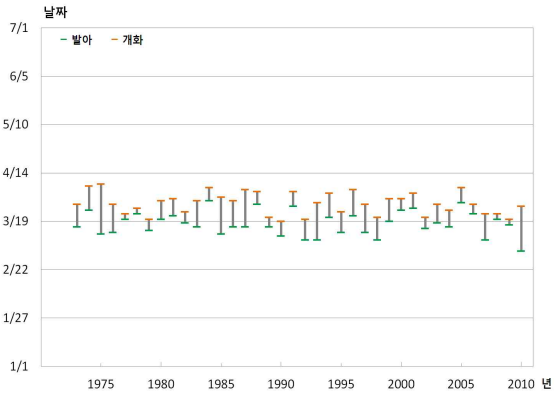


그림 3-78. 서울의 개나리(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 매화(그림 3-79) 발아일이 가장 이른 해는 1998년과 1995년(2월 19일)이고 가장 늦은 해는 1991년(4월 3일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 1998년(2월 25일)이고 가장 늦은 해는 1984년(4월 28일)이다.

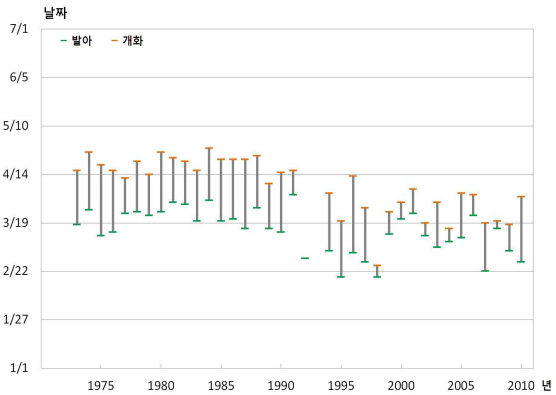


그림 3-79. 서울의 매화(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 벚나무(그림 3-80) 발아일이 가장 이른 해는 1992년(3월 2일)이고 가장 늦은 해는 1991년(4월 6일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 2002년, 1992년(4월 2일)이고 가장 늦은 해는 1996년(4월 20일)이다.

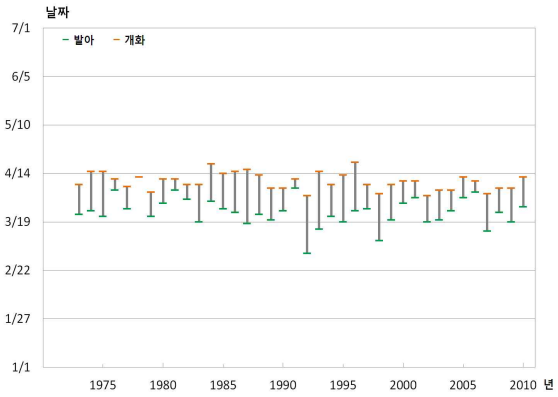


그림 3-80. 서울의 벚나무(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 아까시나무(그림 3-81) 발아일이 가장 이른 해는 1992년(3월 27일)이고 가장 늦은 해는 2010년(5월 12일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 1974년(4월 24일)이고 가장 늦은 해는 2000년(5월 22일)이다.

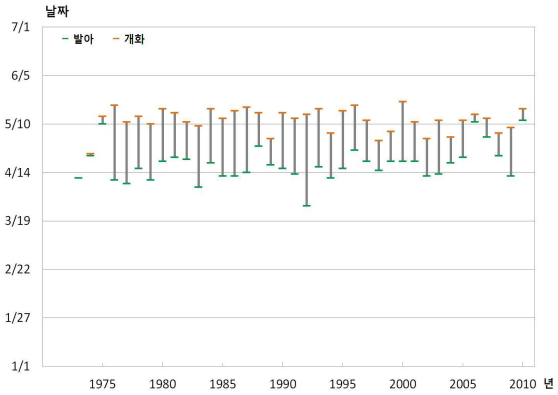


그림 3-81. 서울의 아까시나무(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 복숭아(그림 3-82) 발아일이 가장 이른 해는 2007년(3월 15일)이고 가장 늦은 해는 1991년, 1984년, 1976년(4월 13일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 2002년(4월 1일)이고 가장 늦은 해는 1988년(4월 28일)이다.

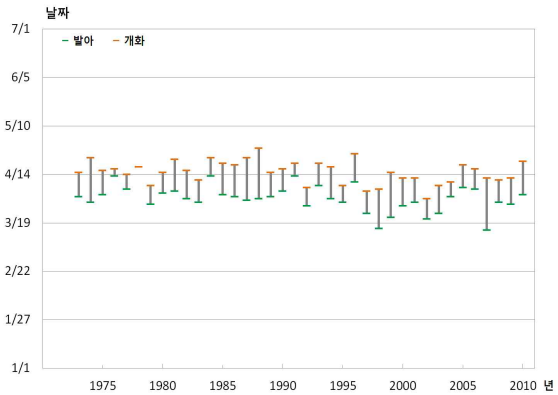


그림 3-82. 서울의 복숭아(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 배나무(그림 3-83) 발아일이 가장 이른 해는 1993년(3월 15일)이고 가장 늦은 해는 1974년(4월 11일)이며, 개화일이 가장 이른 해는 2002년(4월 5일)이고 가장 늦은 해는 1996년(4월 24일)이다.

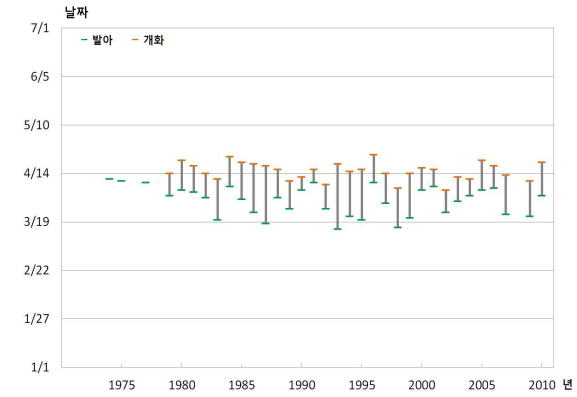


그림 3-83. 서울의 배나무(1973~2010년)

3) 동물계절

1973~2010년 동안 서울의 제비(그림 3-84) 초견일이 가장 이른 해는 2003년(4월 5일)이고 가장 늦은 해는 2000년(5월 10일)이며, 종견일이 가장 이른 해는 1998년(9월 27일)이고 가장 늦은 해는 1979년(10월 25일)이다. 제비의 초종간 일수의 최장기간은 1979년에 195일로 4월 14일에서 10월 25일까지였다.

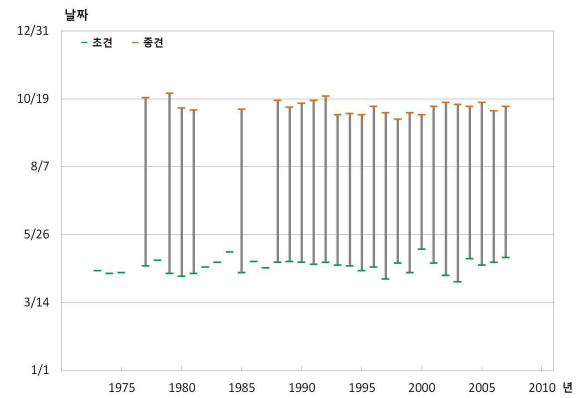


그림 3-84. 서울의 제비(1973~2010년)

1973~2010년 동안 서울의 매미(그림 3-85) 초견일이 가장 이른 해는 1998년(6월 11일)이고 가장 늦은 해는 1988년(8월 2일)이며, 종견일이 가장 이른 해는 1994년(8월 27일)이고 가장 늦은 해는 1988년(10월 2일)이다. 매미의 초종간 일수의 최장기간은 1998년에 104일로 6월 11일에서 9월 22일까지였다.

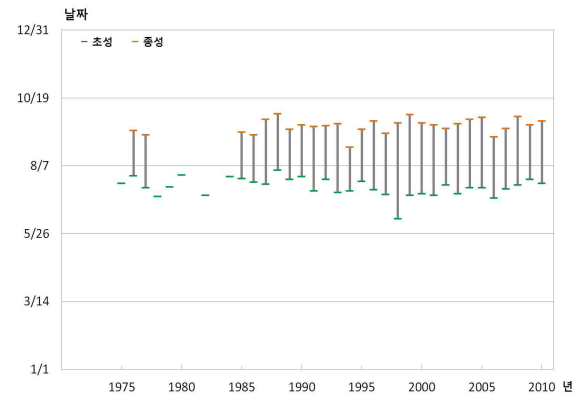


그림 3-85. 서울의 매미(1973~2010년)

Ⅳ. 서울의 미래 기후변화 전망

1. 행정구역별 미래 기온과 강수량의 전망
2. 미래 기온과 강수량 변화경향
3. 미래 극한기후지수의 변화경향

본 장에서는 기상청에서 생산한 2000~2100년 IPCC SRES A1B 시나리오 기반의 10km 해상도 상세기후변화 전망자료를 이용하여 서울의 행정구역별 기온과 강수량의 미래전망을 분석하였다. 분석요소는 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온, 연강수량이며, 현재(2001~2010년)와 비교한 편차장의 변화를 2011~2040년, 2041~2071년, 2071~2100년으로 30년씩 평균하여 공간분포도로 나타내었다. 또한 서울의 미래 전망을 10년씩 평균하여 시계열 변화경향을 파악하였고, 일기온자료를 이용하여 극한기후사상의 전망과 변화경향을 파악하였다.

1. 행정구역별 미래 기온과 강수량의 전망

1) 연평균기온

서울의 미래 30년별 연평균기온 전망은 그림 4-1과 같다. 2011~2040년 서울의 연평균기온의 전망은 13~15℃ 범위 내에 존재하지만, 2041~2070년에는 중구, 성동구, 광진구, 마포구, 용산구, 종로구 영등포구, 동대문구, 동작구 등 서울 중심지역에서 16℃를 넘을 것으로 전망된다. 2071~2100년에는 중구(18.3℃)를 비롯하여 대부분의 지역에서 17℃를 초과할 것으로 전망된다.

2001~2010년 대비 2011~2040년 서울의 연평균기온편차는 -0.2℃(송파구)~3.5℃(중구) 범위로 전망되었다. 2041~2070년이 되면 편차는 더욱 증가하여 현재(2001년~2010년)보다 4℃이상 기온이 상승되는 지역이 존재하며 특히 중구(5.0℃)와 관악구(4.1℃)에서 기온상승이 뚜렷하다. 2071~2100년이 되면 중구(6.6℃)를 비롯하여 많은 지역에서 현재(2001년~2010년)보다 4℃이상 기온이 상승할 것으로 전망된다.

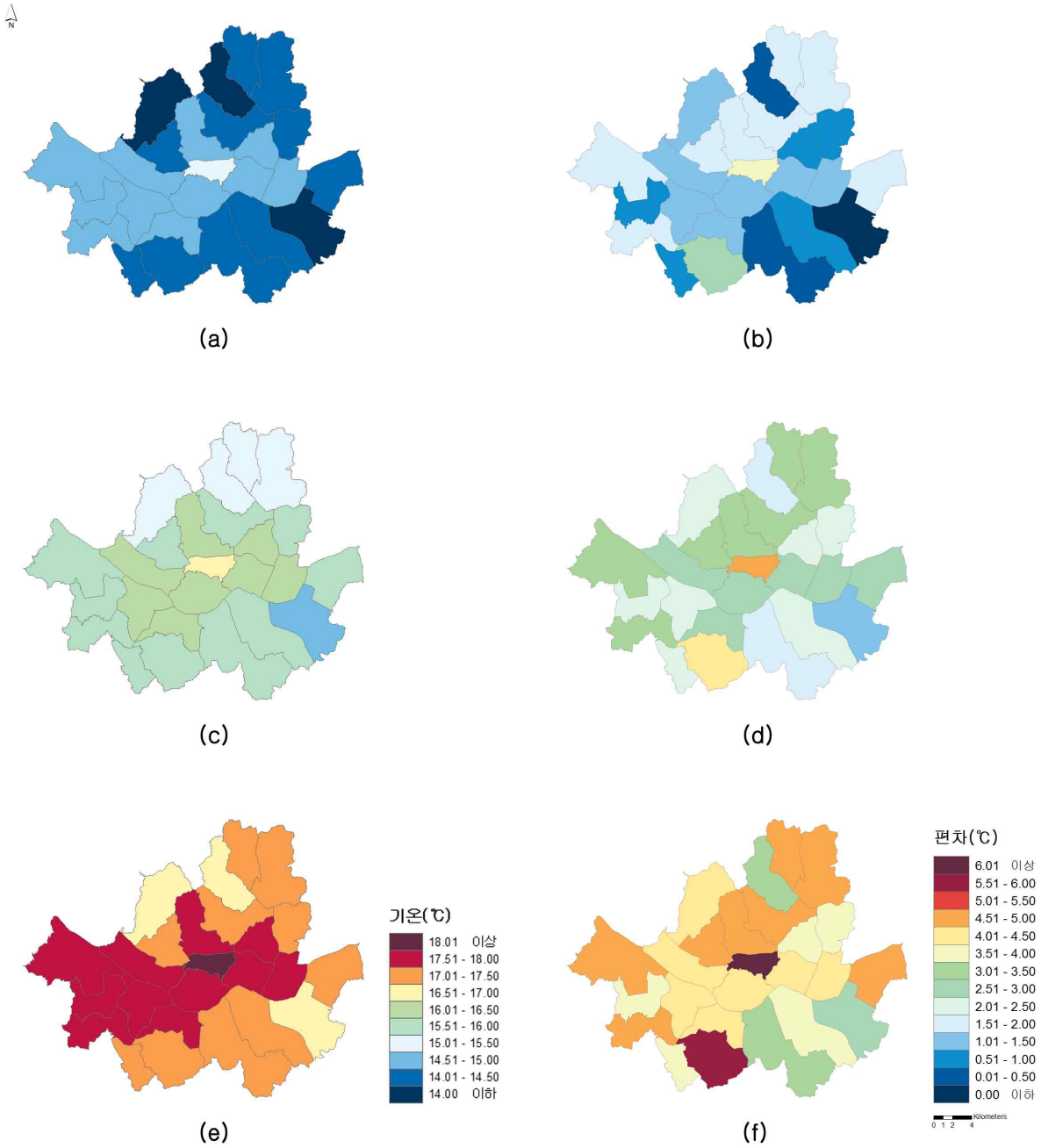


그림 4-1. 서울의 행정구역별 연평균기온 미래 전망 상세분포도
(연평균기온 (a)2011~2040년, (c)2041~2070년, (e)2071~2100년, 연평균기온편차 (b)2011~2040년, (d)2041~2070년, (f)2071~2100년) (편차의 기준값은 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균임)

2) 연평균최고기온

서울의 미래 30년별 연평균최고기온 전망을 살펴보면 그림 4-2와 같다. 2011~2040년 서울의 연평균최고기온의 전망은 18~23℃ 범위 내에 존재하지만, 2041~2070년에는 중구(21.2℃)를 비롯하여 성동구, 광진구, 종로구, 마포구, 동대문구, 용산구, 성북구, 강서구, 중랑구, 강동구, 영등포구, 동작구, 양천구, 노원구, 도봉구 등의 지역에서 20.5℃를 넘는 기온대가 나타나는 것으로 전망된다. 2071~2100년에는 중구(22.8℃), 성동구(22.6℃), 광진구(22.6℃)를 비롯하여 대부분의 지역에서 21℃를 초과할 것으로 전망된다.

2011~2040년 서울의 연평균최고기온편차는 0.3~3.5℃ 범위로 전망되고, 중구(3.5℃), 구로구(3.1℃)에서 기온상승이 가장 크고, 송파구(0.3℃), 서초구(0.4)가 가장 작았다. 2041~2070년이 되면 편차는 증가하여 현재(2001~2010년)보다 최고기온이 4℃이상 상승하는 지역이 존재하며, 특히, 중구(4.8℃), 구로구(4.4℃)에서 최고기온 상승이 뚜렷하다. 2071~2100년이 되면 연평균기온과 마찬가지로 중구(6.4℃)를 비롯하여 많은 지역에서 최고기온이 4℃이상 상승할 것으로 전망된다.

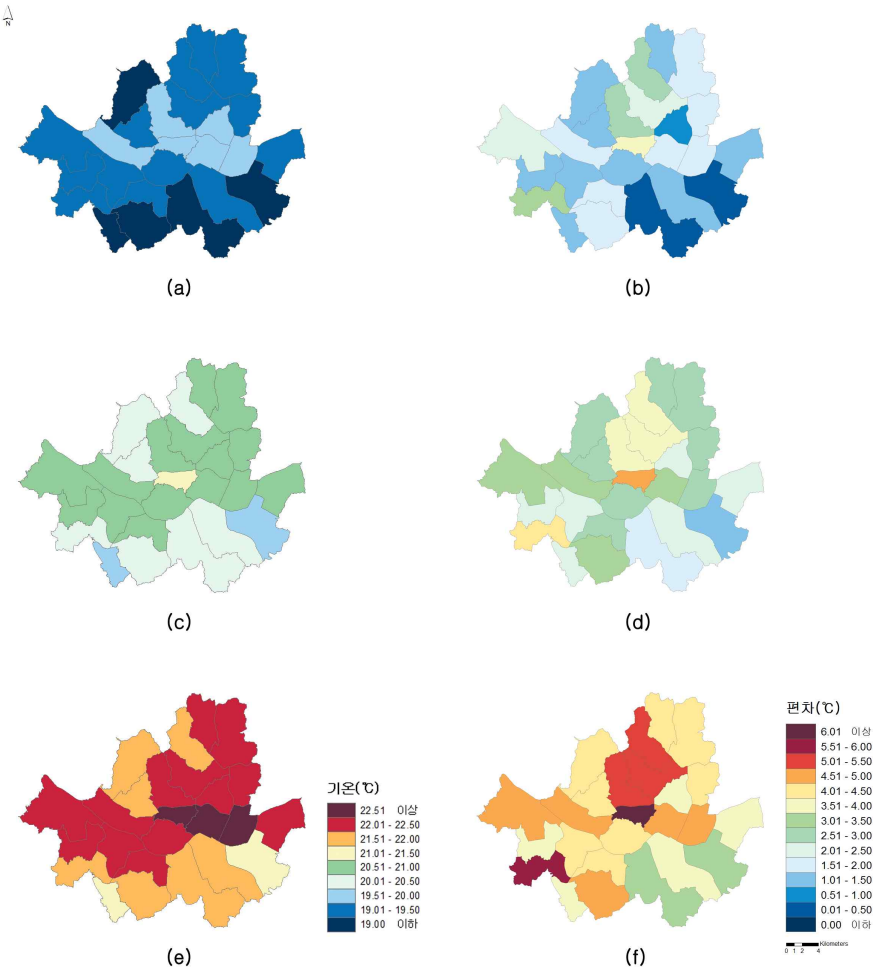


그림 4-2. 서울의 행정구역별 연평균최고기온 미래 전망 상세분포도
(연평균최고기온 (a)2011~2040년, (c)2041~2070년, (e)2071~2100년,
연평균최고기온편차 (b)2011~2040년, (d)2041~2070년, (f)2071~2100년)
(편차의 기준값은 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균임)

3) 연평균최저기온

서울의 미래 30년별 연평균최저기온 전망을 살펴보면 그림 4-3과 같다. 2011~2040년 서울의 연평균최저기온의 전망은 9~15℃ 범위 내에 존재하지만, 2041~2070년에는 중구(13℃)를 비롯하여 마포구, 성동구, 광진구, 용산구 등의 지역에서 12.5℃를 넘는 기온대가 나타나는 것으로 전망된다. 2071~2100년에는 중구(14.7℃)를 비롯하여 마포구, 성동구, 광진구, 용산구, 영등포구, 동작구 등 서울 중심지역에서 14℃를 초과할 것으로 전망된다.

2011~ 2040년 서울의 연평균최저기온편차는 -0.3℃~3.6℃ 범위로 전망되고, 구로구(3.6℃), 관악구(3.6℃), 중구(3.3℃)가 가장 크고, 송파구(-0.3℃)가 가장 작았다. 2041~2070년이 되면 평균기온이나 최고기온보다 최저기온 상승이 더 커져 5℃ 이상 상승한 지역이 존재한다. 특히, 구로구(5.2℃), 관악구(5.1℃)에서 최저기온이 크게 상승하였다. 2071~2100년이 되면 구로구(6.9℃), 관악구(6.8℃), 중구(6.6℃)를 비롯하여 많은 지역에서 최저기온이 4℃ 이상 상승할 것으로 전망된다.

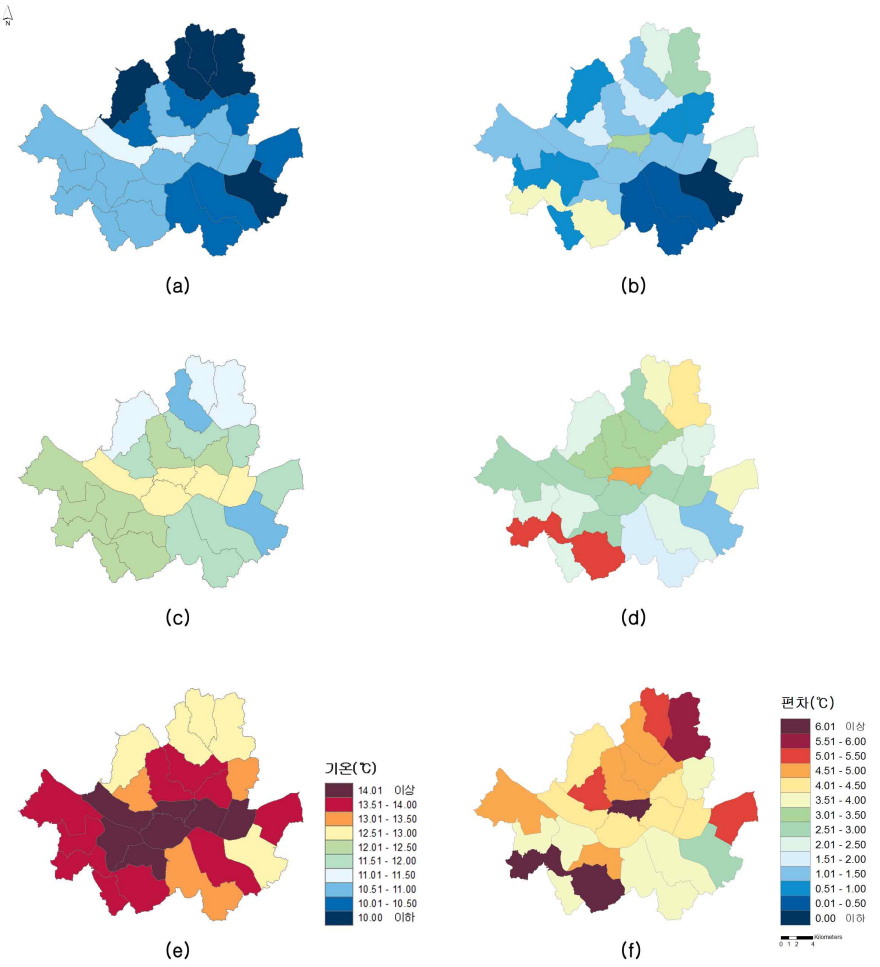


그림 4-3. 서울의 행정구역별 연평균최저기온 미래 전망 상세분포도
(연평균최저기온 (a)2011~2040년, (c)2041~2070년, (e)2071~2100년,
연평균최저기온편차 (b)2011~2040년, (d)2041~2070년, (f)2071~2100년)
(편차의 기준값은 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균임)

4) 연강수량

서울의 미래 30년별 연강수량 전망을 살펴보면 그림 4-4와 같다. 연강수량은 규모에는 차이가 있으나 전체적으로 2070년까지는 강수량이 증가하고 그 이후에는 변화가 없는 것으로 전망된다. 2011~2040년에 강북구, 도봉구에서 연강수량이 1,400mm를 초과할 것으로 전망되고 있다. 2040~2071년이 되면서 1,400mm가 초과하는 지역은 강북구, 도봉구를 비롯하여 노원구, 종로구, 성북구, 동대문구, 은평구, 송파구, 중랑구, 강동구, 서대문구 등 서울 북부지역을 중심으로 확장되고, 2071~2100년에는 서초구, 강남구, 성동구, 광진구 등 서울 남동부 지역으로도 확장될 것으로 전망된다.

2011~2040년 연강수량편차는 -200~50mm 범위로 안에서 강북구(33.8mm)를 제외한 곳에서 대부분 음의 편차가 나타나는 것으로 전망되었다. 2041~2070년이 되면 음의 편차를 나타내는 지역이 줄어들어 강북구, 중구, 성동구, 영등포구, 구로구, 은평구, 노원구, 금천구, 송파구, 광진구, 양천구에서 양의 편차가 나타나는 것으로 전망되었다. 2071~2100년이 되면 종로구, 마포구, 도봉구, 강동구, 동작구, 서대문구, 중랑구, 동대문구를 제외한 대부분의 지역에서 양의 편차가 나타나는 것으로 전망된다.

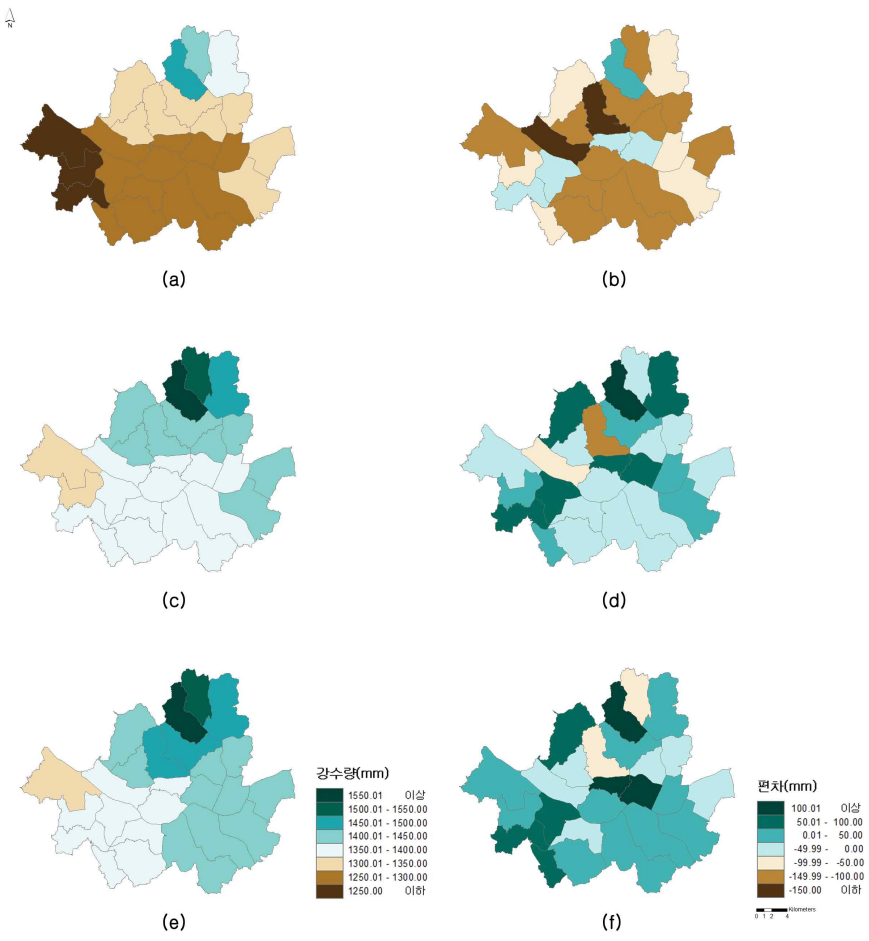


그림 4-4. 서울의 행정구역별 연강수량 미래 전망 상세분포도
(연강수량 (a)2011~2040년, (c)2041~2070년, (e)2071~2100년,
연강수량편차 (b)2011~2040년, (d)2041~2070년, (f)2071~2100년)
(편차의 기준값은 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균임)

2. 미래 기온과 강수량 변화경향

1) 기온

서울의 10년 단위 연평균기온 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-5). 서울의 연평균기온은 꾸준히 상승하여 10년 평균값에서는 2081~2090년과 2091~2100년이 17.5℃로, 30년 평균값에서는 2071~2100년에 17.2℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-1).

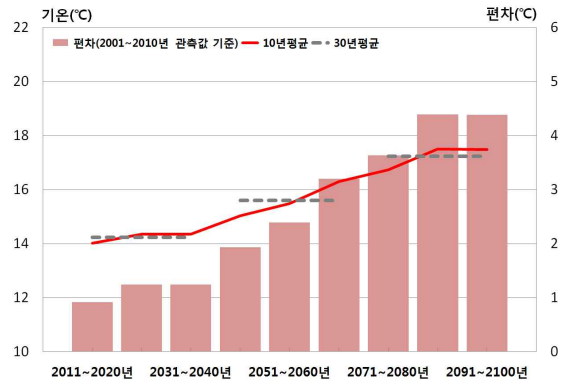


그림 4-5. 서울의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-1. 서울의 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
평균기온	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

2) 최고기온

서울의 10년 단위 연평균최고기온 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-6). 서울의 연평균최고기온은 2081~2090년과 2091~2100년에 22.2℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 21.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-2).

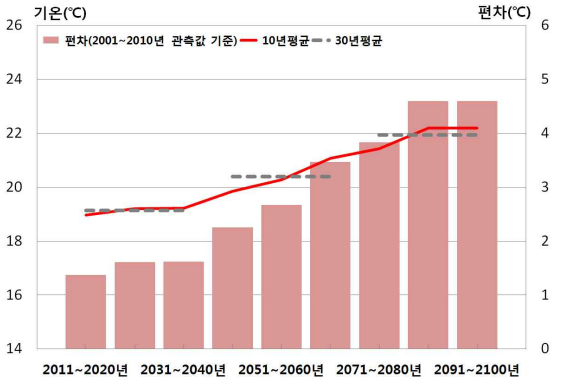


그림 4-6. 서울의 연평균최고기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-2. 서울의 연평균최고기온 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
최고기온	17.6	19.0	19.2	19.2	19.9	20.3	21.1	21.4	22.2	22.2
		19.1			20.4			21.9		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

3) 최저기온

서울의 10년 단위 연평균최저기온 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-7). 서울의 연평균최저기온은 꾸준히 상승하여 2081~2090년, 2091~2100년에 13.6℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 13.4℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-3).

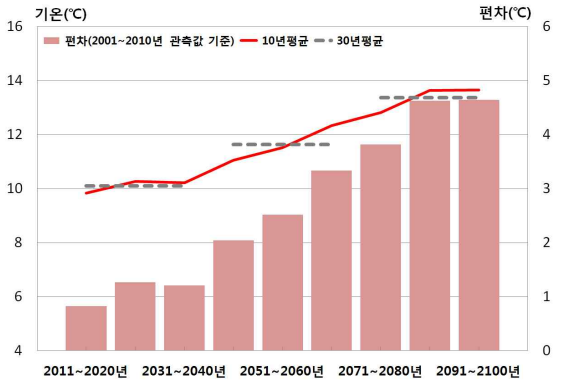


그림 4-7. 서울의 연평균최저기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-3. 서울의 연평균최저기온 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
최저기온	9.0	9.8	10.3	10.2	11.0	11.5	12.3	12.8	13.6	13.6
		10.1			11.6			13.4		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

4) 강수량

서울의 10년 단위 연강수량 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년 평균값이 증가와 감소를 반복하고 있지만 30년 평균값은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다(그림 4-8). 서울의 연강수량은 2091~2100년에 1,543.9mm로 가장 많고, 30년 평균값도 2071~2100년에 1,486.0mm로 가장 많을 것으로 전망된다(표 4-4).

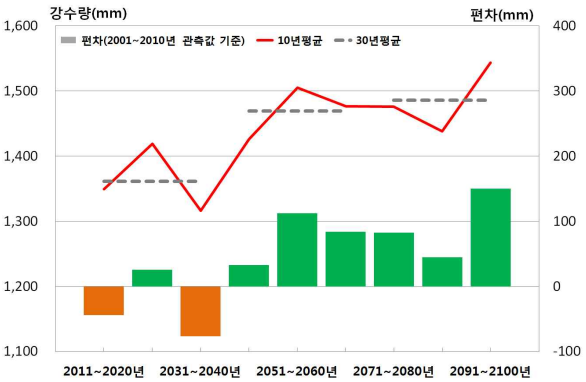


그림 4-8. 서울의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)

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

기간	2001 ~2010년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
강수량	1,393.5	1,349.3	1,418.8	1,316.6	1,426.1	1,505.5	1,477.0	1,476.0	1,438.1	1,543.9
		1,361.6			1,469.6			1,486.0		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

3. 미래 극한기후지수의 변화경향

1) 최고기온 95퍼센타일

서울의 10년 단위 최고기온 95퍼센타일 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-9). 서울의 최고기온 95퍼센타일은 꾸준히 상승하여 2091~2100년에 36.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 35.7℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-5).

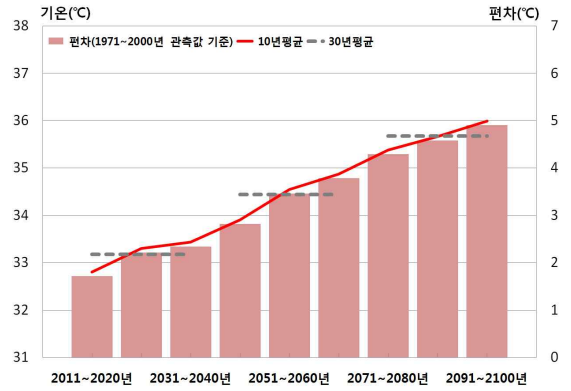


그림 4-9. 서울의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-5. 서울의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망(2011~2100년, 단위:℃)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
최고기온 95퍼센타일	31.1	32.8	33.3	33.4	33.9	34.6	34.9	35.4	35.7	36.0
		33.2			34.4			35.7		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

2) 최고기온 99퍼센타일

서울의 10년 단위 최고기온 99퍼센타일 변화 미래 전망을 살펴보면 30년 평균값이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-10). 서울의 최고기온 99퍼센타일은 상승과 하강을 반복하지만 2091~2100년에 38.3℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 37.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-6).

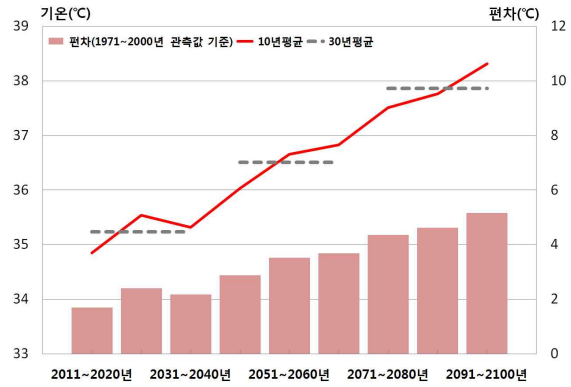


그림 4-10. 서울의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-6. 서울의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망(2011~2100년, 단위:℃)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
최고기온 99퍼센타일	33.1	34.9	35.5	35.3	36.0	36.7	36.8	37.5	37.8	38.3
		35.2			36.5			37.9		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

3) 최저기온 1퍼센타일

서울의 10년 단위 최저기온 1퍼센타일 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 상승과 하강이 반복될 것으로 전망된다(그림 4-11). 서울의 최저기온 1퍼센타일은 2081~2090년에 -7.3℃로 가장 높고, 30년 평균값은 2071~2100년에 -7.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-7).

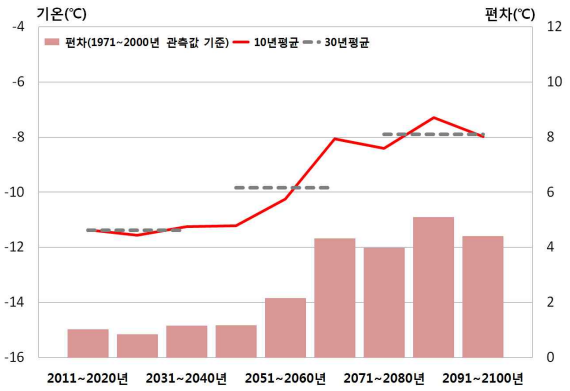


그림 4-11. 서울의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-7. 서울의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망(2011~2100년, 단위:℃)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
최저기온 1퍼센타일	-12.4	-11.4	-11.6	-11.2	-11.2	-10.2	-8.1	-8.4	-7.3	-8.0
		-11.4			**-9.8**			**-7.9**		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

4) 최저기온 5퍼센타일

서울의 10년 단위 최저기온 5퍼센타일 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 상승과 하강이 반복될 것으로 전망된다(그림 4-12). 서울의 최저기온 5퍼센타일은 꾸준히 상승하여 2081~2090년과 2091~2100년에 -4.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 -4.4℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-8).

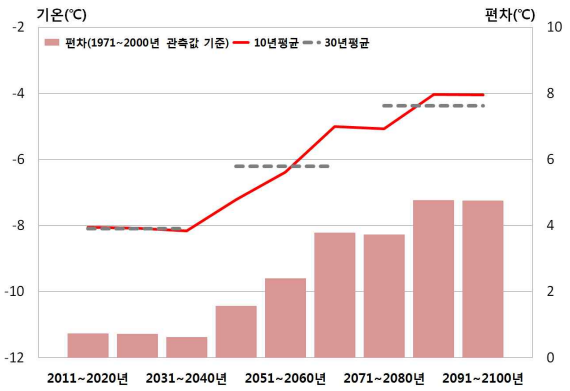


그림 4-12. 서울의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-8. 서울의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년, 단위:℃)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
최저기온 5퍼센타일	-8.8	-8.1	-8.1	-8.2	-7.2	-6.4	-5.0	-5.1	-4.0	-4.0
		-8.1			**-6.2**			**-4.4**		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

5) 일최저기온 0℃ 미만 일수

서울의 10년 단위 일최저기온 0℃ 미만 일수의 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 지속적으로 감소할 것으로 전망된다(그림 4-13). 서울의 일최저기온 0℃ 미만 일수는 꾸준히 감소하여 2081~2090년에 48.6일로 가장 적고, 30년 평균값도 2071~2100년에 53.1일로 가장 적을 것으로 전망된다(표 4-9).

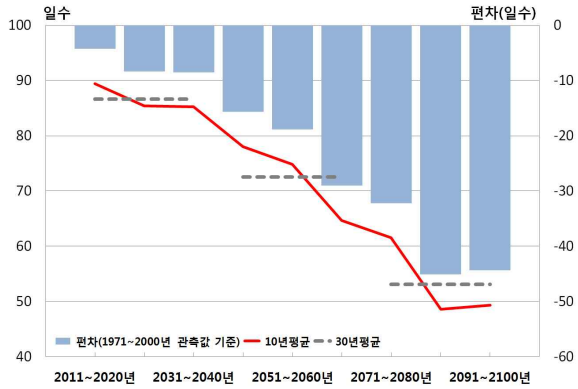


그림 4-13. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-9. 서울의 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래 전망(2011~2100년, 단위:일수)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
일최저기온 0℃ 미만 일수	93.7	89.4	85.4	85.2	78.1	74.8	64.6	61.5	48.6	49.3
		86.7			72.5			53.1		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

6) 연극한기온교차

서울의 10년 단위 연극한기온교차 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년 평균값이 증가와 감소를 반복한다(그림 4-14). 서울의 연극한기온교차는 2021~2030년에 48.6℃로 가장 작았고, 30년 평균값은 2071~2100년에 50.5℃로 가장 클 것으로 전망된다(표 4-10).

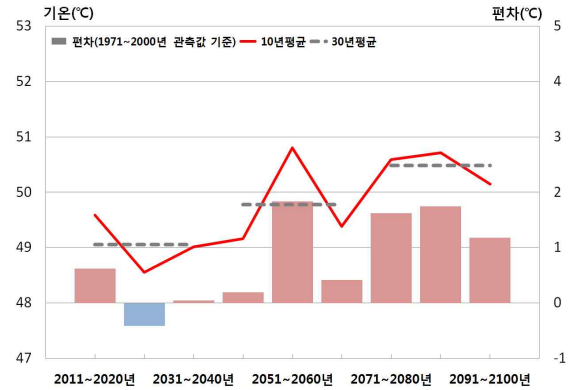


그림 4-14. 서울의 연극한기온교차 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-10. 서울의 연극한기온교차 미래 전망(2011~2100년, 단위:℃)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
연극한 기온교차	49.0	49.6	48.6	49.0	49.2	50.8	49.4	50.6	50.7	50.1
		49.1			49.8			50.5		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

7) 온난야율

서울의 10년 단위 온난야율의 변화 미래 전망을 살펴보면 현재(1971~2000년)와의 편차와 10년, 30년 평균값이 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-15). 서울의 온난야율은 꾸준히 상승하여 2091~2100년에 30.5%로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 29.6%로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-11).

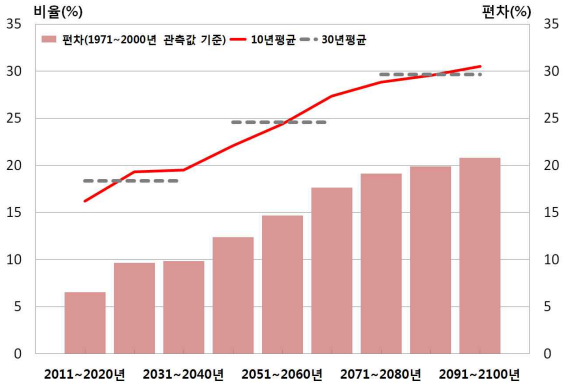


그림 4-15. 서울의 온난야율 미래 전망(2011~2100년)

표 4-11. 서울의 온난야율 미래 전망(2011~2100년, 단위:%)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
온난야율	9.7	16.2	19.3	19.5	22.1	24.4	27.3	28.8	29.6	30.5
		18.4			24.6			29.6		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

8) 식물성장가능기간

서울의 10년 단위 식물성장가능기간의 변화 미래 전망을 살펴보면 30년 평균값은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다(그림 4-16). 서울의 식물성장가능기간은 2081~2090년에 320.2일로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 313.0일로 가장 많을 것으로 전망된다(표 4-12).

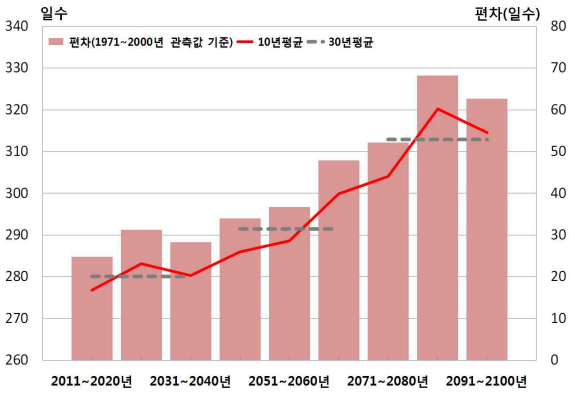


그림 4-16. 서울의 식물성장가능기간 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-12. 서울의 식물성장가능기간 미래 전망(2011~2100년, 단위:일수)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
식물성장 가능기간	252.0	276.8	283.2	280.3	286.0	288.6	299.9	304.1	320.2	314.6
		280.1			291.5			313.0		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

9) 최대열파지속일수

서울의 10년 단위 최대열파지속일수의 변화 미래 전망을 살펴보면 30년 평균값은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다(그림 4-17). 서울의 최대열파지속일수는 2081~2090년에 20.6일로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 17.8일로 가장 많을 것으로 전망된다(표 4-13).

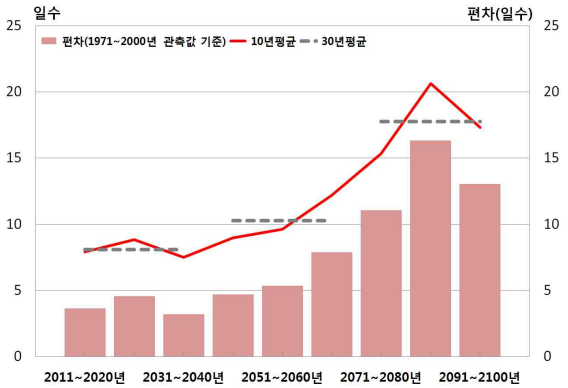


그림 4-17. 서울의 최대열파지속일수 미래 전망 (2011~2100년)

표 4-13. 서울의 최대열파지속일수 미래 전망(2011~2100년, 단위:일수)

기간	1971 ~2000년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
최대열파지속일수	4.3	7.9	8.8	7.5	9.0	9.6	12.2	15.3	20.6	17.3
		8.1			10.3			17.8		

* 1971~2000년 ASOS 관측값 평균

Ⅴ. 서울의 기후변화의 영향과 대응

1. 기후변화와 관련된 주요 분야
2. 분야별 기후변화 영향 사례 분석
3. 기후변화 적응대책 수립 현황 및 활용방안

서울특별시는 지난 50년간 세계적 규모의 대도시로 성장하면서 도시화가 급격하게 진행됨에 따라 지구온난화 외에도 도시 열섬현상에 의한 기온상승을 함께 겪고 있다. 2010년 말 현재 약 1,000만 명이 서울특별시에서 생활하고 있으며 특히, 기후변화에 취약한 65세 이상의 노년인구는 서울시 전체 인구의 9.3%를 차지한다. 이미 고령화 사회에 진입한 서울시는 앞으로 노년 인구의 비율이 지속적으로 증가할 것으로 전망됨에 따라 기후변화에 취약한 계층에 대한 대책 마련이 시급하다.

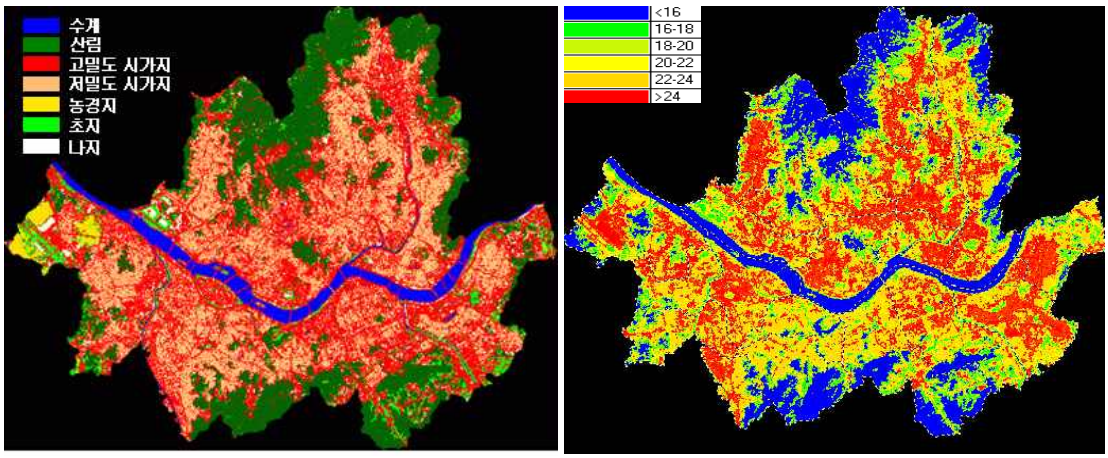


그림 5-1. 서울특별시의 토지이용과 지표온도분포(2000.9.4, Landsat ETM+)

1. 기후변화와 관련된 주요 분야

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.

2010년 10월에 발표한 국가 기후변화 적응대책에서는 기후변화로 인해 영향을 받는 분야를 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리, 생태계 등 7개 부문으로 구분하였다(그림 5-2). 서울시는 분야별 전문가 자문회의를 거쳐 논의된 사항을 기반으로 내륙에 위치하고 있는 대도시 특성상 기후변화에 의한 직접적인 영향이 적은 농업 및 해양/수산업 분야를 제외한 5개 분야(재난/재해, 건강, 산림, 생태계, 물관리)를 주요 분야로 선정하였다.

그림 5-2. 기후변화에 영향을 받는 주요 분야(환경부, 2010)

그림 5-2.(계속) 기후변화에 영향을 받는 주요 분야

2. 분야별 기후변화 영향 사례 분석

1) 재난/재해 분야

최근까지 서울에서 발생한 자연재해는 태풍 및 홍수 같은 '물' 관련 재해가 90% 이상이며, 기후변화로 인한 기상이변, 집중호우 등의 증가로 대형화 되고 있다(심우배, 2005). 서울에도 최근 10년(2001~2010년)간 강수량이 많이 증가했는데, 1911~1920년에 1,263.0mm이던 것이 2001~2010년에는 1550.2mm로 287.2mm가 증가했으며, 연강수량이 2,000mm 이상인 해도 1990년, 1998년, 2003년, 2010년으로 최근 들어 증가추세이다. 또한 호우일수(일강수량 80mm 이상 일수)도 1970년대 평균 1.8일이던 것이 2000년대에는 3.7일로 2배 이상 증가했다.

특히, 서울은 최근 관측 기록을 모두 갱신할만한 이례적인 이상기상 현상들이 빈번하게 발생하고 있다. 2010년 1월 4일에는 하루 동안 25.8cm의 폭설이 내려 시민들이 많은 불편을 겪었으며, 2011년 7월에는 한 달 동안 1,131.0mm의 비가 내려 많은 재산과 인명피해가 발생했다. 2010년에도 연강수량이 2,043.5mm로 1981~2010년 연평균강수량(1,450.5mm)을 훨씬 초과하는 등 기록적인 폭우 발생 빈도와 강도가 증가하고 있는 추세이다.

서울시는 급속한 도시화로 인한 투수면적의 감소로 1960년대 평균 502천㎥/일이었던 지표유출량이 1995~2004년에는 2,990천㎥/일로 증가함에 따라 홍수시 침수피해 가능성은 더 높아졌다고 볼 수 있다(김영란 등, 2008). 또한 지하공간의 활용이 증가하면서 집중호우에

의한 침수 피해는 더 심각해지고 있다.

집중호우에 의한 피해 사례로 2001년 7월 15일 서울에 하루 동안 273.4mm의 폭우가 쏟아졌고, 신림동과 중화동이 침수되고 차량 유실 및 감전사고 등으로 7월에 35명이 사망하고 496억 원의 재산 피해가 발생했다. 2006년 7월에는 1,014mm가 내려 안양천 제방의 유실로 주변 주택이나 도로, 지하철 공사현장 등이 침수되었고, 전기・가스 공급 차단 및 1,200명의 주민이 대피하는 등 다양한 피해가 발생했다.

2010년 9월 21일에도 하루 동안 259.5mm의 집중호우가 쏟아져 주택 및 도로 침수 등 서울시내 곳곳이 물에 잠기는 대규모 피해가 발생하였으며, 2011년 7월 27일에는 하루 동안 301.5mm의 비가 쏟아지면서 서초구 우면산에서 산사태가 발생하고 서울시내 곳곳이 물에 잠겨 많은 재산과 인명피해가 발생했다.

향후 기후변화로 인해 서울지역을 비롯해 주변 지역으로 짧은 시간에 많은 양의 강우가 내린다면 서울시의 침수 피해는 늘어날 것이므로 이에 대한 대책 마련이 필요하다.

그림 5-3. 서울시 집중호우 피해 사례

2) 건강 분야

기후변화에 따른 건강 문제는 폭염이나 한파 등에 의한 직접적인 영향과 기온 상승에 따른 매개곤충과 기생충의 확대 및 증가, 대기오염 증가, 알레르겐 확산으로 인한 알레르기 비염, 천식, 아토피피부염의 증가 등과 같은 간접적인 영향이 있다.

서울의 여름철 폭염, 불쾌지수 등과 관련된 일최저기온 25℃ 이상 일수가 1910년대 평균 0.9일이던 것이 1990년대에는 9.5일, 2000년대에는 7.8일로 증가하였다. 이에 따라 폭염에 기인한 열사병 및 심혈관 질환 악화로 사망률도 증가하는 추세인데, 무더웠던 1994년 7~8월의 경우 30℃ 이상인 날의 수가 31일 이었고 그 중 35℃ 이상인 날의 수가 15일이었는데 이 기간 동안 총 사망자 수는 5,742명으로 전년의 동일기간보다 1,000여명이 더 사망하였다(장재연 등, 2003).

보건복지부에 따르면 2010년 여름(8월 1일~9월 10일)에도 전국적으로 폭염에 의해 응급진료를 받은 환자는 455명(온열확진환자 262명, 온열의심환자 193명)[6]이었으며, 그 중 8명이 사망하였다고 하였다. 연령별로는 50대가 19.3%(88명), 60대 이상이 28.8%(131명)이었으며, 피해 발생장소는 57.8%(263명)가 야외였다.

서울시는 25개 자치구 중에서 폭염에 취약한 65세 이상 인구수가 노원구, 성북구, 강서구 송파구, 은평구(45,000명 이상)에서 많았으며, 독거노인수는 노원구, 강서구, 성북구, 중랑구 등에 가장 많이 분포하고 있다. 또한 도시빈곤계층으로 고온에 취약한 주거환경으로 폭염에 쉽게 노출되어 있는 기초생활수급자수를 보면 노원구, 강서구, 은평구 등이 10,000명 이상으로 가장 많이 분포하고 있어 이에 대한 대책이 필요하다.

서울시는 기후변화 관련 감염병이 2004년 이후부터 다시 증가하는 추세인데 말라리아 발생비율도 높은 편이며, 쯔쯔가무시증 발병률은 2004년부터 급격히 증가하였다(그림 5-4, 5-5).

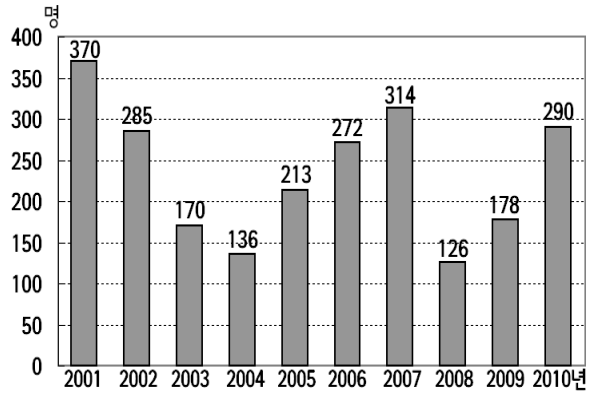


그림 5-4. 서울시 말라리아 발생자수(질병관리본부, 2011)

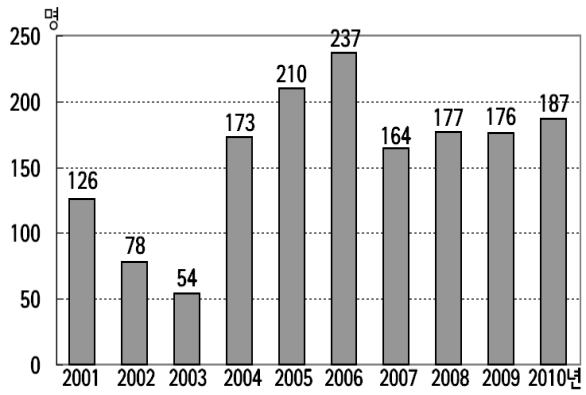


그림 5-5. 서울시 쯔쯔가무시 발생자수(질병관리본부, 2011)

6) 온열확진환자 : 환자의 상태가 열에 의한 것임이 확인된 사례로서 열사병(Heat Stroke), 일사병(Sun Stroke), 열실신(Heat Syncope) 또는 열경련(Heat Cramp)의 범주에 해당하는 사례
온열의심환자 : 온열 질환 확진 사례는 아니나 환자의 상태 악화에 열이 영향을 미친 것으로 의심되는 사례

말라리아는 기온이 높아지면 모기가 성충이 되는 기간이 단축되어 그 개체수가 증가한다. 연도별 말라리아 발생을 살펴보면 연간 발생환자수가 10명 이상인 자치구는 2005년 8개, 2006년 13개, 2007년 19개, 2008년 1개, 2009년 4개, 2010년 16개로 나타났으며, 강서구와 은평구에서 많이 발생했다.

쯔쯔가무시증 환자는 2010년에 187명이 발생했으며, 연간 발생환자수가 10명 이상인 자치구는 2007년에 3개, 2008년 7개, 2009년 7개, 2010년 5개였으며, 관악구에서 환자 발생이 가장 많았다. 이 외에도 여름철 자외선의 과다노출은 피부암이나 백내장 등의 발생을 증가시키는데, 국내 피부암 발생 통계를 보면 2007년 2,889건으로 전체 암 발생의 1.8%를 차지하며 연령대별로 보면 60대 이상이 70.5%로 취약계층에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다(질병관리본부, 2011).

3) 산림/생태계 분야

산림분야의 기후변화 영향 현황에 대한 연구는 주로 전국을 대상으로 취약성평가가 수행되고 있는 실정이며(김재욱·이동근, 2006), 지방자치단체 차원에서의 연구는 부족한 실정이다. 특히, 서울의 생태계 분야에 대한 영향평가는 거의 이루어지지 않고 있다. 산림청(2009)은 지구 온난화로 인해 평균기온이 2℃ 상승하면 경기도 일부 지역이 아열대 기후대로 변화할 것이며, 4℃가 상승하면 서울을 포함한 우리나라 대부분이 아열대 기후로 변화할 것으로 전망하였다.

산림/생태계는 기온상승 억제와 대기질 개선(이산화탄소 흡수 등)에 있어서 긍정적인 영향을 미쳐왔다. 하지만 기후변화로 산림/생태계는 수종의 변화, 병해충의 영향, 가뭄에 의한 피해 등 부정적인 측면을 경험하고 있다. 서울특별시는 현재 이미 각종 개발 사업으로 인해 산림이 개발되어, 산림에 의해 100m당 0.1℃ 이상의 기온을 낮추는 효과가 있는 지역이 전체 면적의 11.1%(67.3km^2)에 불과하지만(윤민호·안동만, 2009) 향후 지속적인 모니터링을 통해 기후변화 완화 및 적응 대책을 연계할 필요가 있다.

4) 물관리 분야

우리나라 1981~2010년 연평균 강수량은 1,307.7mm로 세계 평균의 1.4배이지만, 대부분 여름철에 집중되는 경향이 뚜렷하여 여름철 침수피해와 봄철의 물 부족 위기가 동시에 발생하고 있다. UN이 지난 2003년 물의 해를 맞아 발행한 세계수자원평가보고서에서 우리나라는 1인당 사용가능한 수자원량이 세계 180국 중 146위인 것으로 밝혀져 근본적으로 물이 풍부한 상태에 있지 않음을 알 수 있다. 그 예로 최근 10년간 109개 시・군에 있는 40만명

이 제한급수를 하는 등 겨울 가뭄 피해가 발생했다.

그러나 서울시는 한강수원에 의한 광역 상수도 보급률이 이미 100%이므로 물 부족 위기에 대한 시민 인식이 부족하고 물 관리 필요성을 느끼지 못하고 있는 실정이다. 또한 생활용수 부분에 있어 상수도 의존율이 93.5%로 매우 높으며, 상수도 대체용수로 이용되고 있는 지하수, 중수도, 빗물 등은 활용도가 6.5%미만이다. 서울시의 경우, 인구밀도가 우리나라에서 가장 높은 도시이고 한강 취수원에 대한 의존도가 매우 높기 때문에 기후변화에 대비한 물 관리가 필요하다.

3. 기후변화 적응대책 수립 현황 및 활용방안

국가에서는 기후변화로 인한 피해를 최소화하기 위하여 저탄소녹색성장기본법 제48조 제4항 및 같은 법 시행령 제38조에 근거하여 2010년 10월에 국가 기후변화 적응대책(2011-2015)을 수립하였으며, 이를 기본으로 하여 모든 지방자치단체는 각 지역 특성에 맞는 기후변화 적응대책 세부시행계획을 구축해야 한다.

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.

기후변화 적응대책 추진 절차는 그림 5-6과 같다.

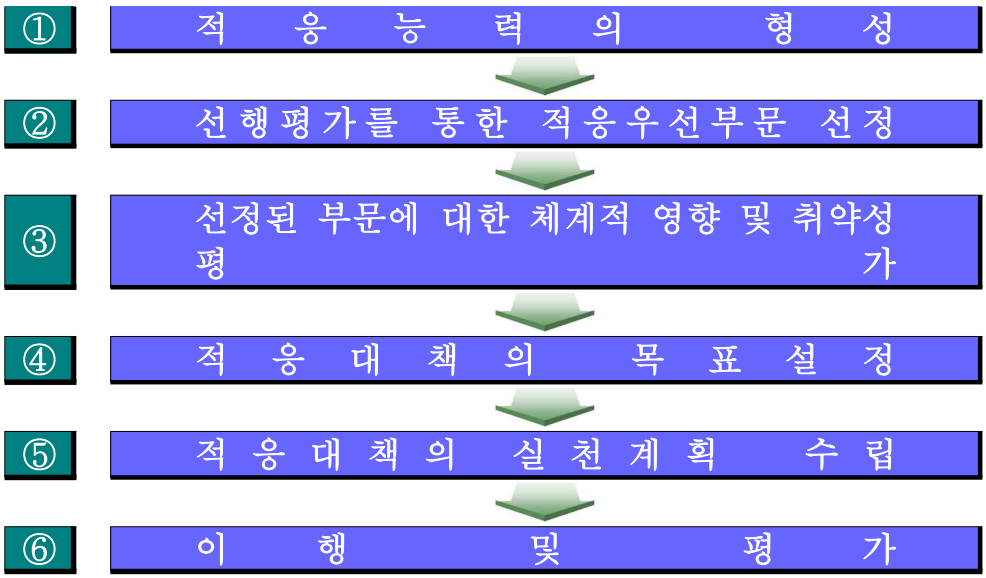


그림 5-6. 기후변화 적응대책 추진 절차(환경부, 2009)

국가 기후변화 적응대책 분야는 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리 등 7개 부문(그림 5-7)과 기후변화 감시예측, 적응산업/에너지, 교육홍보/국제협력을 포함하는 3개의 적응기반(그림 5-8)으로 나눌 수 있다.

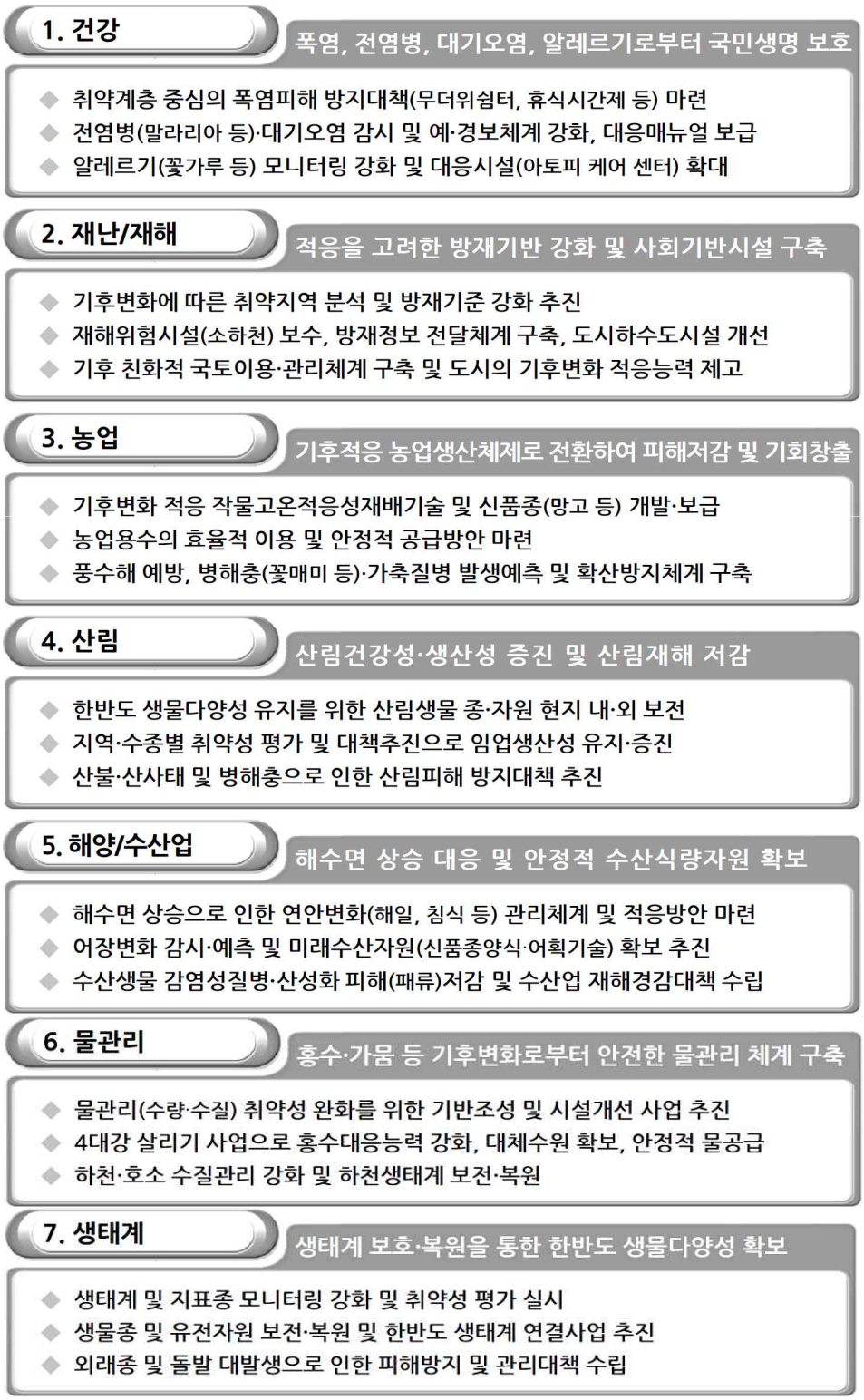


그림 5-7. 부문별 국가 기후변화 적응대책

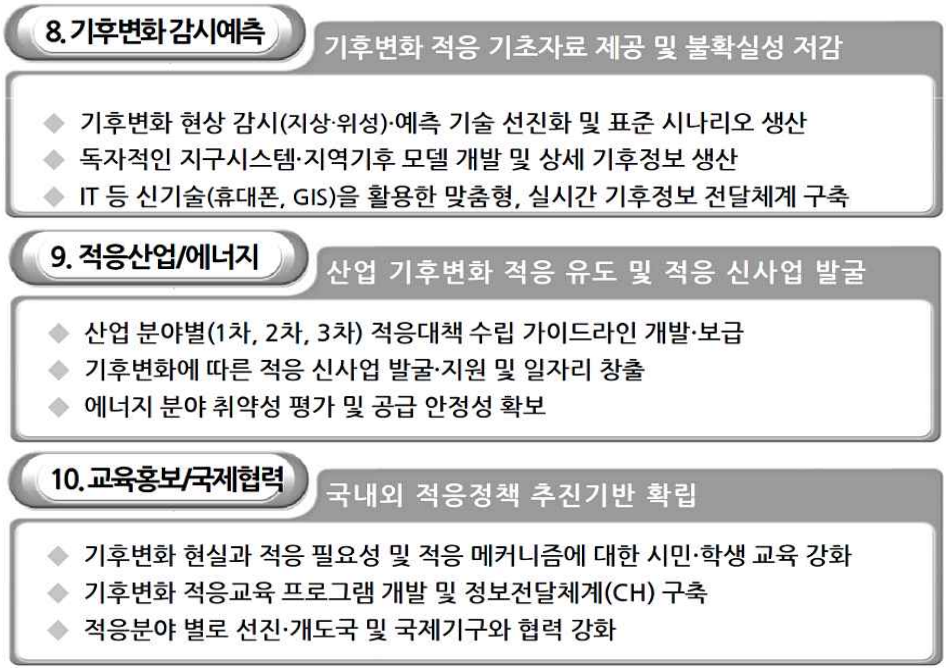


그림 5-8. 적응기반 분야 국가 기후변화 적응대책

서울시에서는 기상재해로부터 시민들의 생명과 재산을 보호하기 위하여 여러 가지 정책을 추진해왔으며, 기후변화에도 적극적으로 대응하기 위하여 전담 조직을 구성하고 관련 법규와 기금을 조성하였다[7].

그동안 서울시에서 기상재해를 최소화하고 시민들이 행복하고 안전한 삶을 영위할 수 있도록 추진해온 정책을 보면 그림 5-9와 같다.

그림 5-9. 서울시 기후변화 적응 대책 분야

7) 2008년 1월 기후변화팀을 신설, 전국에서 최초로 기후변화 대응에 관한 조례 제정(2008. 9), 기후변화 기금 조성. 2009년 7월에는 기후변화 전담조직인 기후변화담당관을 신설하고 기후변화적응팀(5인)을 조직

자연과 공생하는 쾌적한 도시를 조성하기 위하여 주변 생활권 녹지 면적을 양적·질적으로 확충하고 생태 복원 능력을 향상시키며, 하천 복원, 실개천 조성 등 도심 곳곳에 수계를 조성하여 도시 열섬효과를 완화시키고자 하였다(그림 5-10). 그 일환으로 시민 참여를 확대시키고 도시 녹화를 위한 그린 커뮤니티를 활성화하기위하여 옥상 공원화 사업을 비롯하여 학교 공원화, 아파트 담장 허물기, 도시구조물 벽면녹화, 그린웨이 조성 등을 추진하고 있다. 서울시는 옥상 공원화 사업을 통하여 2002년부터 2008년까지 시청별관 등 218개소를 대상으로 10만m^2의 녹지를 조성하였다.

그림 5-10. 생활권 녹지 확충(옥상공원화)

또한 가로변의 녹지율을 높이고 도시경관 향상을 위하여 가로변 구조물 벽면에 덩굴성 식물을 식재하고, 보행자 중심의 그린웨이(green-way)를 조성하고 있다(그림 5-11).

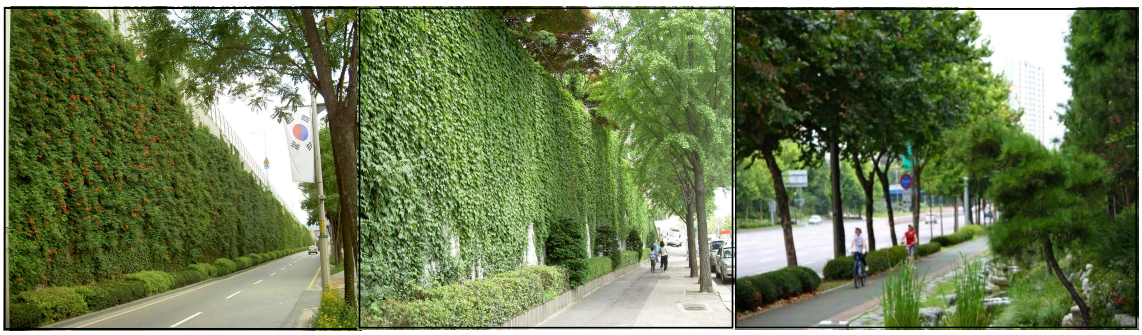


그림 5-11. 생활권 녹지 확충(가로변 담장 녹화사업과 그린웨이)

그 외 하천 복원 사업을 통해 도시 기온도 낮추고 시민들에게 쾌적한 환경을 조성해주는데 가장 대표적인 것은 청계천 복원 사업이다. 청계천 복원사업은 중구 태평로 입구에서부터 성동구 마장동 신답철교에 이르는 약 5.84km 구간에 대해 복개구조물을 철거하고 청계천을 새로운 도심하천으로 만드는 것으로, 2003년 7월에 착공하여 2005년 9월에 완공되었

다(그림 5-12). 하천복원 후 지표 근처 평균 온도는 약 0.4℃에서 최대 0.9℃까지 하강하였으며, 청계천을 따라 바람길이 형성되었다.[8)]

그림 5-12. 청계천 복원 전(좌)과 후(우)

집중호우나 태풍 등 기상이변에 따른 자연재해로부터 안전한 도시를 건설하기 위하여 서울시는 수방시설 능력 확충을 집중적으로 추진하고 있다. 즉, 주요 수방시설인 하수관로의 설계기준을 대폭 상향 조정하고, 빗물펌프장, 하천제방 등의 처리능력을 현재보다 한 차원 높은 수준으로 끌어올리고 있다(그림 5-13).

그림 5-13. 하수관거 정비

또한 돌발성 집중 강우시, 빗물이 일시 저류되어 강우의 첨두 유출량(peak flow)을 저감시킴으로써 하도(하천 및 빗물이 집중되는 관로 포함)의 과도한 수위상승을 억제하고 저지대 침수와 홍수 피해를 예방하고자 지하 저류조 시설을 확충하고 있다(그림 5-14).

서울시는 신속한 재난대응체계 확립과 침수피해지역에 대한 집중 점검・정비로 침수 재발을 방지하고자 재난취약가구를 대상으로 안전을 점검・정비하고, 침수가구에 담당공무원을 배치해 침수주택 돌봄 서비스를 도입하였다. 또한, 장마와 기습폭우를 실시간 확인할 수

8) 대한환경공학회, 2007, 서울의 도심 내 하천 복원 사업은 국지기후에 영향을 미치는가?

있는 ‘수해예방정보 홈페이지(http://hongsu.seoul.go.kr)’를 운영하여 시민들이 언제 어디서나 시내주요도로의 교통상황과 하천변 산책로 등의 침수여부를 실시간 영상으로 확인할 수 있도록 하고 있다.

그림 5-14. 망우산 저류조(지상부-좌, 지하부-우)

침수 및 하천범람이 예상됐을 경우 인명과 재산보호를 위해 3분 이내에 시민들에게 신속하게 대치를 지시하는 ‘자동통보시스템’을 갖추고 있으며, 현 수방시설의 대응능력 및 수준을 평가하고 서울시 수해방지 종합대책 수립을 위한 장·단기 정책 비전을 제시하고자 ‘첨단 수방시스템 구축 기본계획’을 수립 중에 있다.

기후변화로부터 시민이 건강한 도시를 조성하기 위해서 무더위쉼터 조성 및 취약계층 돌보미 운영 등을 통해 폭염 및 열대야에 대한 예방이나 피해를 관리하였으며, 모기 서식지에 대한 방역 체계 강화 및 전염병에 대한 신속한 교육, 홍보 등으로 피해를 최소화하였다(그림 5-15). 그 외 기온이 높을수록 인체에 해를 미치는 오존 농도가 높아지므로 하절기 고농도 오존 발생 예보체계 개선 및 시민 행동요령 마련, 휘발성 유기화합물[9](VOC, Volatile Organic Compounds) 관리대책 추진 등 오존 농도를 특별 관리하고 건강관리 프로그램을 운영하고 있다.

무더위 쉼터 안내표지판　　무더위 쉼터 입구(은평노인종합복지관)

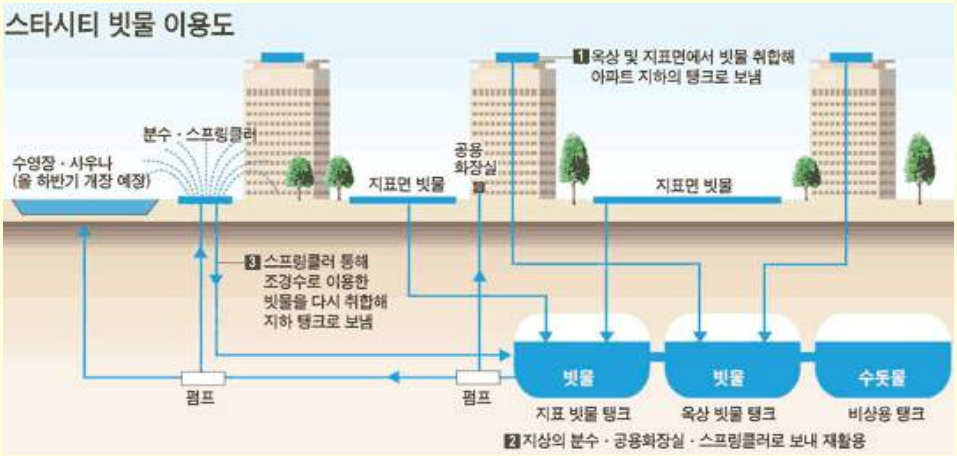
그림 5-15. 폭염대비 적응대책(무더위쉼터)

9) 대기 중에서 광화학반응을 일으켜 오존 등 광화학 산화성물질을 생성시켜 광화학스모그를 유발하는 물질

물부족 걱정 없는 도시를 위해서는 빗물 및 중수도의 이용을 활성화하고 하천의 수량 및 수질을 관리하고 있다. 전국 최초로 빗물관리에 관한 조례를 제정하고 서울특별시 빗물관리시설의 설치 및 지원에 관한 지침을 시행하였으며, 빗물관리기본계획 및 빗물관리실무매뉴얼 제정하였다. 또한 적극적으로 빗물관리시설을 설치하고 빗물 이용을 홍보하고 있다(그림 5-16).

빗물로 돈 버는 아파트 '스타시티' (광진구 자양동)

- 빗물이용시설을 설치하여 연간 수돗물 사용량(20만 톤/1억6000만원)의 약 20%인 4만여 톤의 빗물을 재활용
- 유엔환경계획(UNEP) 14개국 등 외국 관계자 견학 및 극찬



<정원 조경용수 사용모습>

<정원 내 분수대>

그림 5-16. 빗물 우수 활용 사례

그러나 체계적인 기후변화 적응 대책을 수립하기 위해서는 우선적으로 미래 기후변화가 전망되어야 하며, 그에 따라 분야별로 어떤 영향을 받을 것이며, 취약한 부분이 어느 부분인지 평가되어야 한다. 또한 각 지방자치단체가 처해있는 상황이나 적응할 수 있는 능력이 어느 정도인지 함께 고려되어야 기후변화 피해를 최소화할 수 있는 현실적인 적응대책이 수립될 수 있다.

따라서 서울시에서는 국가 기후변화 적응대책을 기반으로 2011년까지 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립하기 위하여 2030년, 2050년까지 서울의 기온 및 강수량 변화를 구 단위로 전망하고 그에 따른 부문별 기후변화 영향 및 취약성 평가를 추진하고 있다.

기후변화에 영향을 받는 주요 분야 중 재난/재해 및 건강에 대한 영향 및 취약성 평가는 2010년에 국가기후변화적응센터에서 실시하였으며, 그 외 분야인 물관리, 산림, 생태계 분야에 대한 취약성 평가 및 전 분야에 대한 세부시행계획 수립은 2011년 3월부터 서울시정개발연구원에서 수행하고 있다.

기후변화 영향은 다양한 분야에서 복합적으로 발생하기 때문에 적응 대책은 관련된 여러 실·국이 유기적으로 협력해야 한다. 서울시에서는 관련 실국의 과장 및 팀장을 중심으로 협의체를 구성하여 정보를 공유하고 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립하고 있다.

서울시에서는 부문별 기후변화 적응대책 외에도 지방자치단체 차원에서의 적응 기반 분야의 적응대책을 수립하고 있다. 기후변화 감시예측을 위해 26개 지점에 방재기상관측장비(AWS)를 설치·운영하고 있으며, 기상청에서 제공하는 서울시 내에 위치한 27개 지점의 AWS 기상자료와 함께 총 53개 지점의 기상자료 및 기후정보가 서울시 기후대기정보시스템을 통해 실시간으로 시민들에게 제공된다(http://cleanair.seoul.go.kr).

온라인을 통한 정보 제공 외에도 오프라인을 통해 찾아가는 적응 교육을 실시하여 시민들의 적응 능력을 향상시키고 있다. 2010년에는 서울시 산하 공무원 및 취약계층 보호시설 종사자, 학교, 시민단체 등을 대상으로 신청을 받아 6,000여명을 교육하였으며, 교재를 제작하여 배포하였다. 2011년에도 지속적으로 교육을 추진하고 있다.

참 고 문 헌

권영아・권원태・부경온, 2007, A1B 시나리오 자료를 이용한 우리나라 자연 계절 시작일 및 지속기간 변화 전망, 대한지리학회지, 42(6), 835-850.

김영란・김갑수, 2008, 기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략 제10호, 서울시정개발연구원.

김연희・구해정・김규랑・최병철・백종진, 2007, 에너지 그리고 순환 : 구두; 지구환경 : 서울의 도심 내 하천 복원사업은 국지 기후에 영향을 미치는가?, 대한환경공학회 춘계 공동할술대회 발표논문집, 33-33.

김운수・신성일・김원주, 2009, 서울시 기후변화대응 성과분석 및 비전수립, 서울시정개발연구원.

김재욱 · 이동근, 2006, 지역기후모형을 이용한 산림식생의 취약성 평가에 관한 연구, 한국환경복원기술학회, 9(5), 32-40.

윤민호 · 안동만, 2009, 위성영상을 이용한 도시녹지의 기온저감 효과 분석, 한국조경학회지, 37(3), 46-53.

국토지리정보원, 2007, 한국지리지 수도권

기상청, 2011, 기후통계지침

산림청, 2009, 기후변화와 산림

서울시, 2009, 서울시 기후변화대응종합계획 Save Our Seoul

서울시, 2010a, (2010)서울시 도시생태현황도 정비 · 제작 :2차년도

서울시, 2010b, 서울시 기후 · 에너지 지도제작(3차년도)

소방방재청, 2010, 재해연보

심우배, 2005, 기후변화와 국토관리 4: 기후변화의 현황과 전망, 국토연구원

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

통계청, 1992, 1990인구주택총조사보고서 제 2권 시・도편

통계청, 1997, 1995인구주택총조사보고서 제 2권 시・도편

통계청, 2002, 2000인구주택총조사보고서 제 13권 시・도편

통계청, 2006, 2005인구주택총조사보고서 제 4권 시・도편

통계청, 2010, 한국통계연감

환경부, 2009, 지자체 업무 안내서 기후변화적응

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

The United nations, 2003, THE 1st UN WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT: Water for People, Water for Life

감염병 웹통계 시스템(http://stat.cdc.go.kr)

국가기상관측환경정보시스템(http://naobs.kma.go.kr)

국가재난정보센터(http://www.safekorea.go.kr)

국가통계포털(http://kosis.kr)

보건복지부(http://mw.go.kr)

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

▶부록

1. 관측지점정보(AWS)
2. 월별 자료(1981~2010년)
3. 행정구역별 자료
   1) 과거자료(2001~2010년)
   2) 전망자료(2011~2100년)

부록 1. 관측지점정보(AWS)

부록 표 1. 상세공간분포 분석에 이용된 서울 AWS 지점정보

지점 번호	관측지점	북위 (°N)	동경 (°E)	해발고도 (m)	관측개시 (년)	주소(법정동)
400	강남	37°30‘	127°02‘	59.6	1994	서울특별시 강남구 삼성동
401	서초	37°29‘	127°00‘	35.5	1994	서울특별시 서초구 서초동
402	강동	37°33′	127°08′	56.9	1994	서울특별시 강동구 고덕동
403	송파	37°30′	127°05′	53.6	1994	서울특별시 송파구 잠실동
404	강서	37°32′	126°50′	79.1	1994	서울특별시 강서구 화곡동
405	양천	37°31′	126°52′	9.7	1994	서울특별시 양천구 목동
406	도봉	37°39′	127°01′	55.5	1994	서울특별시 도봉구 방학동
407	노원	37°37′	127°05′	52.1	1994	서울특별시 노원구 공릉동
408	동대문	37°35′	127°03′	49.4	1994	서울특별시 동대문구 전농동
409	중랑	37°35′	127°05′	40.2	1994	서울특별시 중랑구 면목동
410	동작	37°29′	126°55′	33.8	1994	서울특별시 동작구 신대방동
411	마포	37°33′	126°54′	25.5	1994	서울특별시 마포구 망원동
412	서대문	37°34′	126°56′	100.6	1994	서울특별시 서대문구 신촌동
413	광진	37°31′	127°05′	38.0	1994	서울특별시 광진구 화양동
414	성북	37°36′	126°59′	125.9	1994	서울특별시 성북구 정릉동
415	용산	37°31′	126°58′	32.6	1994	서울특별시 용산구 이촌동
416	은평	37°38′	126°56′	70.0	1994	서울특별시 은평구 불광동
417	금천	37°27′	126°54′	41.5	1998	서울특별시 금천구 독산동
418	한강	37°31′	126°56′	10.7	1994	서울특별시 영등포구 여의도동
419	중구	37°33′	126°59′	266.4	1994	서울특별시 중구 회현동1가
421	성동	37°32′	127°02′	33.7	2000	서울특별시 성동구 성수동1가
423	구로	37°29′	126°49′	53.5	2001	서울특별시 구로구 궁동
424	강북	37°38′	127°01′	55.7	2001	서울특별시 강북구 수유동
509	관악	37°27′	126°57′	145.1	1992	서울특별시 관악구 신림동
510	영등포	37°31′	126°54′	24.4	1989	서울특별시 영등포구 당산동

부록 2. 월별 자료(1981~2010년)

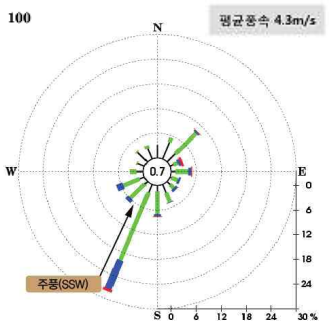
부록 표 2. 서울의 월별 평균, 최고, 최저기온, 일교차 및 강수량(1981~2010년)

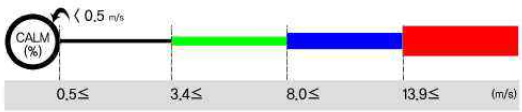
항목 \ 기간	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균기온(℃)	-2.4	0.4	5.7	12.5	17.8	22.2	24.9	25.7	21.2	14.8	7.2	0.4
최고기온(℃)	8.6	12.5	18.4	25.5	29.4	32	33.3	34.2	30.7	25.6	19.1	12.3
최저기온(℃)	-13.3	-10.6	-5.0	1.9	8.3	13.6	18.5	18.2	11.3	2.9	-5.1	-1.1
일교차(℃)	7.5	8.1	8.8	10.1	9.9	8.9	6.7	7.2	8.6	9.5	8.3	7.5
강수량(mm)	20.8	25.0	47.2	64.5	105.9	133.2	394.7	364.2	169.3	51.8	52.5	21.5

부록 표 3. 서울의 월별 기타 기후요소(1981~2010년)

항목 \ 기간	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
상대습도(%)	59.8	57.9	57.8	56.2	62.7	68.1	78.3	75.6	69.2	64.0	62.0	60.6
운량(1/10)	3.8	4.0	4.6	4.6	5.2	6.1	7.4	6.4	5.3	3.9	4.1	3.9
일조시간(hr)	160.3	163.3	189.0	205.0	213.0	182.0	120.0	152.5	176.2	198.8	153.2	152.6
증발량(mm)	37.5	46.6	82.8	123.0	141.4	139.2	110.8	123.3	107.3	89.3	53.2	39.4

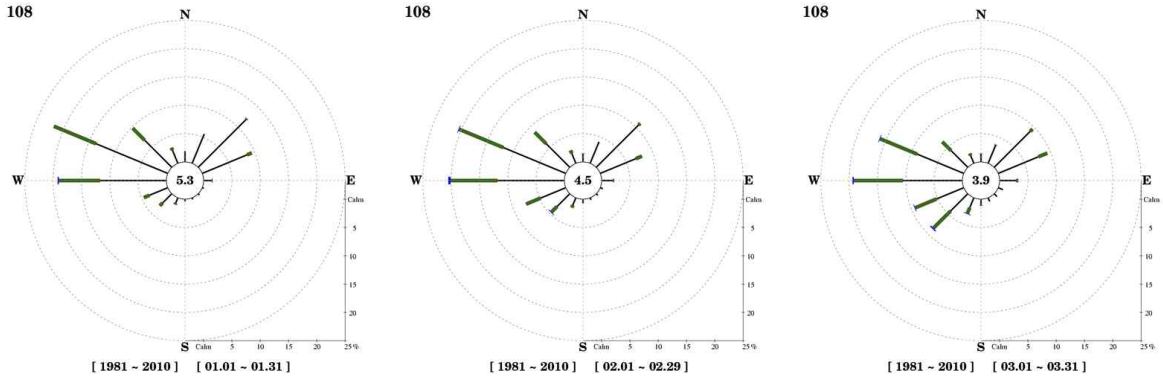
[바람장미 설명]





① 바람장미는 어떤 관측지점에 대하여 해당기간 동안 방위별 풍향 출현 빈도와 풍향별 풍속계급 빈도를 그래프로 나타낸 것임
② 막대는 바람이 불어오는 방향을 나타내며, 길이는 해당등급의 바람이 불어온 빈도를 백분율로 나타냄
③ 중앙 원 속의 값은 무풍(0.5m/s 미만)일 경우를 백분율로 나타낸 것임
④ 본 보고서에서는 1981~2010년간을 기준기간으로,
겨울철은 1981년 12월~2010년 2월까지로 계산함

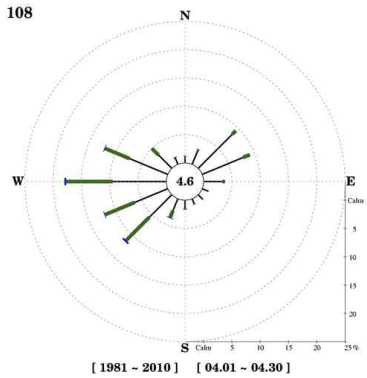
* 좌측상단 숫자: 관측지점번호(예: 100 대관령)



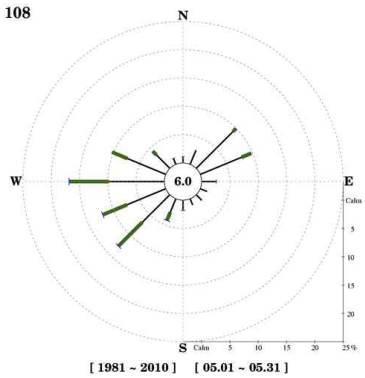
1월

2월

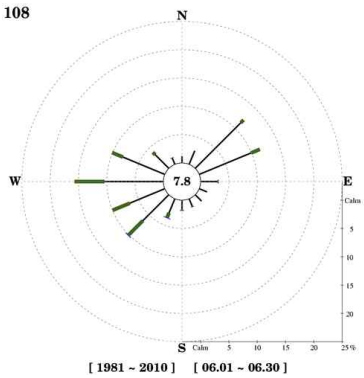
3월



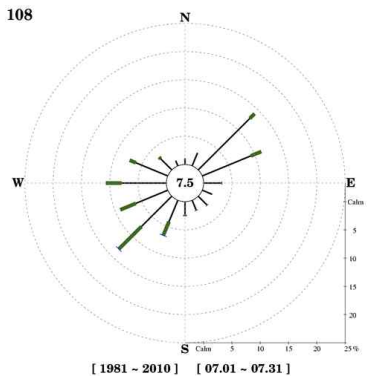
4월



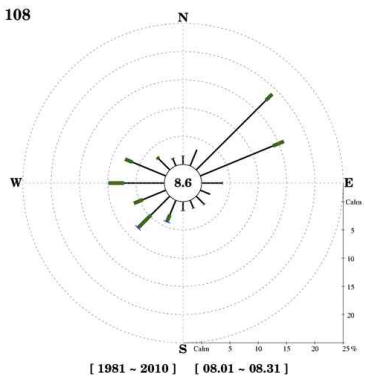
5월



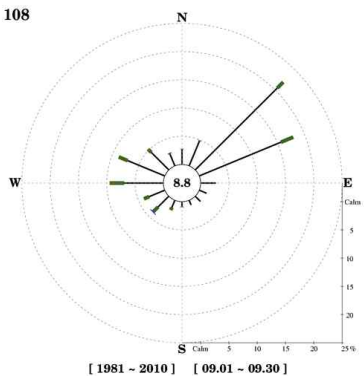
6월



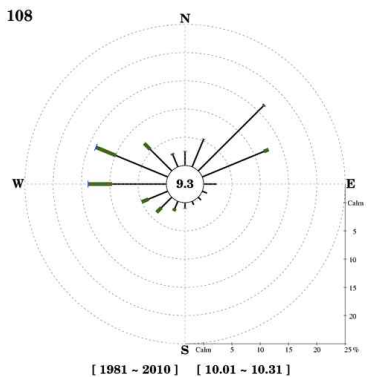
7월



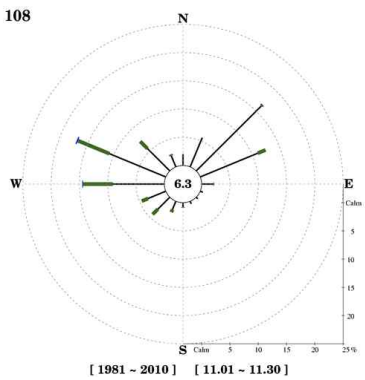
8월



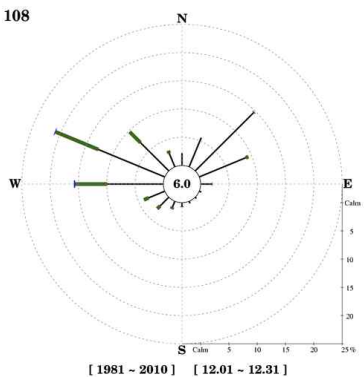
9월



10월



11월



12월

부록 그림 1. 서울의 월별 바람장미(1981~2010년)

부록 3. 행정구역별 자료

1) 과거자료(2001~2010년)

부록 표 4. 서울의 연, 계절별 평균기온, 강수량(단위:℃, mm)

요소 및 기간 / 행정구역	평균기온					강수량				
	연	봄	여름	가을	겨울	연	봄	여름	가을	겨울
서울특별시	12.5	12.0	24.3	14.4	-0.5	1,450.5	217.5	892.1	273.6	67.9
강남구	13.5	13.0	25.2	15.5	0.7	1,406.2	203.8	887.6	264.7	49.0
서초구	13.8	13.2	25.5	15.7	0.9	1,402.7	201.8	886.2	257.9	54.5
강동구	12.9	12.6	25.1	14.5	-0.4	1,462.6	197.8	933.4	277.9	52.6
송파구	13.8	13.4	25.3	15.6	1.0	1,400.0	194.1	899.7	253.4	49.9
강서구	12.9	12.2	24.4	15.0	0.1	1,332.0	190.0	839.7	248.4	51.8
양천구	13.8	13.1	25.5	15.9	0.8	1,337.9	202.7	842.5	234.3	55.1
도봉구	12.4	12.1	24.3	13.9	-0.7	1,591.8	231.5	1,039.6	258.1	61.2
노원구	12.2	12.0	24.2	13.7	-0.8	1,435.3	202.2	938.4	239.4	52.6
동대문구	13.8	13.3	25.5	15.7	0.9	1,445.9	202.6	930.4	257.5	52.3
중랑구	13.4	13.0	25.2	15.3	0.4	1,438.6	204.0	925.1	250.9	54.5
동작구	13.4	12.7	24.5	15.5	0.8	1,407.0	221.5	872.3	256.9	54.8
마포구	13.5	12.9	25.1	15.8	0.6	1,424.0	197.5	911.2	260.9	52.0
서대문구	12.3	11.8	23.8	14.2	-0.5	1,439.0	219.1	882.7	265.4	70.8
광진구	13.6	13.1	25.3	15.5	0.8	1,364.0	197.0	868.9	250.9	43.0
성북구	12.6	12.1	24.4	14.5	-0.3	1,445.4	218.6	910.8	258.5	56.7
용산구	13.6	13.1	25.4	15.6	0.7	1,375.0	195.7	868.6	256.2	51.8
은평구	12.8	12.1	24.4	14.8	0.0	1,378.4	192.6	895.0	238.3	51.5
금천구	13.5	12.7	24.4	15.6	1.5	1,338.7	207.4	827.0	248.0	52.7
중구	11.7	11.2	23.4	13.7	-1.3	1,278.6	192.0	800.9	238.8	45.7
성동구	13.6	13.1	25.1	15.6	0.9	1,293.5	171.8	839.2	235.6	43.5
구로구	12.8	12.0	24.4	14.7	-0.1	1,285.9	228.9	863.0	284.0	52.2
강북구	13.6	13.1	25.5	15.4	0.5	1,442.2	255.0	999.2	285.5	61.7
관악구	11.8	11.3	23.4	13.6	-1.0	1,379.7	205.6	877.0	238.0	56.6
영등포구	13.7	13.0	25.3	15.9	0.7	1,288.0	183.6	821.3	234.3	47.2
종로구	12.8	12.2	24.3	14.8	0.1	1,550.2	225.0	981.2	276.3	63.9

2) 전망자료(2011~2100년)

부록 표 5. 서울의 기간별 평균, 최고, 최저기온 및 강수량 전망(단위:℃,mm)

기간 / 행정구역	2011~2040년				2041~2070년				2071~2100년			
	평균기온	최고기온	최저기온	강수량	평균기온	최고기온	최저기온	강수량	평균기온	최고기온	최저기온	강수량
서울특별시	14.2	19.1	10.1	1,361.6	15.6	20.4	11.6	1,469.6	17.2	21.9	13.4	1,486.0
강남구	14.3	19.1	10.3	1,297.2	15.7	20.3	11.9	1,395.0	17.3	21.9	13.6	1,416.3
서초구	14.2	18.9	10.2	1,298.3	15.6	20.2	11.8	1,395.8	17.2	21.7	13.5	1,419.3
강동구	14.4	19.4	10.4	1,314.9	15.8	20.6	11.9	1,416.3	17.4	22.2	13.6	1,427.1
송파구	13.6	18.6	9.5	1,321.7	15.0	19.8	11.0	1,421.2	16.6	21.4	12.8	1,439.0
강서구	14.7	19.5	10.6	1,229.5	16.0	20.8	12.1	1,330.6	17.6	22.3	13.8	1,341.3
양천구	14.7	19.3	10.8	1,240.1	16.0	20.6	12.3	1,342.4	17.6	22.1	14.0	1,358.3
도봉구	14.1	19.3	9.7	1,443.2	15.5	20.6	11.2	1,546.0	17.1	22.1	13.0	1,539.8
노원구	14.1	19.3	9.7	1,374.9	15.5	20.6	11.2	1,485.8	17.1	22.1	13.0	1,481.3
동대문구	14.7	19.6	10.6	1,327.1	16.1	20.8	12.1	1,429.8	17.7	22.4	13.9	1,438.9
중랑구	14.3	19.4	10.1	1,316.6	15.7	20.6	11.6	1,421.6	17.3	22.2	13.3	1,428.0
동작구	14.7	19.3	10.9	1,262.3	16.1	20.6	12.5	1,363.1	17.7	22.1	14.2	1,383.4
마포구	15.0	19.7	11.1	1,257.0	16.3	20.9	12.6	1,359.9	17.9	22.5	14.3	1,374.7
서대문구	14.2	19.1	10.0	1,313.0	15.6	20.4	11.6	1,416.1	17.2	21.9	13.3	1,423.0
광진구	15.0	19.8	11.0	1,285.5	16.4	21.0	12.6	1,384.2	18.0	22.6	14.3	1,401.5
성북구	14.5	19.5	10.2	1,342.3	15.9	20.8	11.8	1,449.1	17.5	22.3	13.5	1,452.7
용산구	14.8	19.5	11.0	1,260.7	16.2	20.8	12.5	1,360.5	17.8	22.3	14.2	1,380.2
은평구	13.8	18.8	9.6	1,324.9	15.2	20.1	11.1	1,429.5	16.8	21.6	12.8	1,432.1
금천구	14.4	18.7	10.7	1,267.1	15.7	20.0	12.2	1,370.6	17.3	21.5	13.9	1,392.9
중구	15.3	20.0	11.4	1,277.2	16.7	21.2	13.0	1,375.9	18.3	22.8	14.7	1,395.7
성동구	15.0	19.8	11.0	1,285.5	16.4	21.0	12.6	1,384.2	18.0	22.6	14.3	1,401.5
구로구	14.6	19.2	10.7	1,246.7	15.9	20.5	12.3	1,350.6	17.5	22.0	14.0	1,366.9
강북구	14.0	19.2	9.5	1,476.0	15.3	20.5	11.0	1,571.1	17.0	22.0	12.8	1,565.8
관악구	14.5	19.0	10.8	1,267.6	15.9	20.3	12.3	1,366.2	17.5	21.8	14.0	1,392.1
영등포구	14.8	19.3	10.9	1,260.3	16.1	20.6	12.5	1,363.5	17.7	22.1	14.2	1,380.8
종로구	14.8	19.7	10.6	1,343.8	16.2	20.9	12.2	1,448.4	17.8	22.5	13.9	1,454.8

지역기후변화보고서(서울)

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

기상청
Korea
Meteorological
Administration