

발간등록번호
11-1360333-000026-12



지역기후변화보고서

(강원 영동)

2011. 11. 30



강원지방기상청
Gangwon Regional Meteorological Administration

발 간 등 록 번 호

11-1360333-000026-12

지역기후변화보고서

[강원 영동]

2011. 11. 30



강원지방기상청
Gangwon Regional Meteorological Administration

발 간 사

21세기의 지구, 우리 삶은 지속가능한가를 생각할 때 기후변화는 가장 중요한 화두 중 하나임이 분명합니다. 인간의 삶을 풍요롭게 하기 위해 개발하고 발전시킨 각종 산업들로 인해 파괴된 자연환경은 고스란히 돌아와 기후변화라는 엄청난 재앙으로 우리 인류를 위협하고 있습니다. 특히, 기후변화는 멀리는 북극의 소멸 위기와 해수면 상승부터 가까운 매일 우리의 밥상에 오르는 먹을거리를 바꾸는 등 일상생활은 물론 이상기상으로 인한 재산과 인명의 피해를 주고 있습니다. 과거 세계는 이념과 종교, 국력을 위하여 서로 갈등하고 반목하여 왔지만 이제 기후변화라는 강한 상대를 만나 슬기롭게 헤쳐 나가야 할 논의와 준비를 함께 하여야 할 것입니다.

우리나라의 날씨는 산지의 영향을 크게 받습니다. 날씨와 관련된 우리나라의 속담 중에 '소나기는 쇠잔등을 가르다'는 옛말이 있습니다. 그만큼 소나기가 국지적이라는 뜻으로 여기서 쇠잔등은 물론 산줄기를 가리키는 말입니다. 게다가 면적의 대부분이 산지로 형성된 강원도는 우리나라의 척추인 백두대간을 분수령으로 영동지방과 영서지방으로 크게 구분되어 해양성 기후, 대륙성 기후, 산악기후의 복잡한 기후특성을 나타내기까지 합니다.

또한, 기후변화로 인하여 나타나는 기상현상은 지역마다 다르고 그 피해양상도 다르게 나타나기 때문에 지역별 적응 대책은 무엇보다 중요하다고 할 수 있습니다. 아직은 다소 생소하고 그동안 해오지 않은 분야의 일이기 때문에 설마 하는 심정으로 간과한다면 매서운 후폭풍이 되어 우리를 위협할 것입니다. 유교 경전 중의 하나인 서경에 나오는 유비무환의 정신이 필요합니다. 농사로 치면 계절에 따라 꼭 해야 할 일이 있는 것처럼 바로 지금이 기후변화에 효과적으로 대응하기 위한 국민적 인식과 공감대 형성이 그 무엇보다 중요하고 적극적인 참여와, 위기를 기회로 잘 활용하는 지혜가 필요한 시점입니다.

이에 강원지방기상청에서는 정확한 기후변화 영향 및 취약성 분석에 근거한 효과적인 적응정책 마련지원과 기후변화 대응정책 수립에 필요한 기후변화 시나리오에 의한 우리 지역의 기후변화정보를 제공하고자 종합보고서를 발간하게 되었습니다. 이 보고서가 기후변화 이해를 높이는 데 도움이 되고, 나아가 기상·기후 정보의 잠재적 가치를 인지하여 다양한 지역산업 분야와 접목시켜 향후 지역기후변화에 따른 미래의 정책방안 마련에 널리 활용되기를 기대합니다.

2011. 11.

강원지방기상청장 **육 명 렬**

목 차

표 목 차	vii
그 립 목 차	xi
요약	xxiii
들어가기	xxix

I. 서론 1

1. 지리적 특성	4
1) 자연환경	4
2) 인문환경	6
(1) 인구	6
(2) 산업	6
2. 관측환경의 특성	7

II. 강원영동의 기후 11

1. 기온	13
1) 평균기온 연과 계절분포	13
2) 평균기온의 상세공간분포	14
3) 최고기온 연과 계절분포	17
4) 최고기온 상세공간분포	17
5) 최저기온 연과 계절분포	20
6) 최저기온 상세공간분포	20
7) 일교차 연과 계절분포	23
2. 강수	24
1) 연과 계절분포	24
2) 상세공간분포	24
3. 바람	27
1) 연과 계절 분포	27
4. 기타기후요소	32
1) 상대습도	32
2) 운량	32

3) 일조시간	33
5. 주요 현상일수와 극한기후사상	34
1) 주요 현상일수	34
(1) 일강수량 0.1mm이상 일수	34
(2) 일강수량 80mm이상 연간일수	35
(3) 연간눈일수	35
(4) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수	36
(5) 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속 일수	36
(6) 연간황사일수	37
(7) 연간서리일수	37
(8) 연간얼음일수	38
(9) 연간우박일수	38
(10) 연간안개일수	40
(11) 연간뇌전일수	40
2) 극값 및 특이기상	41
3) 극한기후사상	43

III. 강원영동의 기후변화..... 49

1. 기온	53
1) 평균기온	55
2) 최고기온	61
3) 최저기온	67
4) 일교차	73
2. 강수량	79
3. 기타 기후요소	86
1) 상대습도	87
2) 운량	92
3) 일조시간	97
4. 주요 현상일수와 극한기후사상	102
1) 주요 현상일수	102
(1) 일강수량 0.1mm이상 연간일수	104
(2) 일강수량 80mm이상 연간일수	109
(3) 연간눈일수	114

(4) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수	117
(5) 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속 일수	119
(6) 연간황사일수	121
(7) 연간서리일수와 연간얼음일수	124
(8) 연간우박일수	127
(9) 연간안개일수	132
(10) 연간뇌전일수	137
2) 극값 및 특이기상	142
(1) 연최다일강수량과 연최다1시간강수량	144
(2) 일평균기온의 연최고값과 일평균기온의 연최저값	146
(3) 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값	148
(4) 연최심신적설과 연최심적설	150
(5) 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값	152
3) 극한기후사상	154
(1) 최고기온 95퍼센타일	157
(2) 최고기온 99퍼센타일	162
(3) 최저기온 1퍼센타일	167
(4) 최저기온 5퍼센타일	172
(5) 강수량 상위 95퍼센타일	177
(6) 강수량 상위 99퍼센타일	182
(7) 일최저기온 0℃ 미만 일수	189
(8) 연극한기온교차	192
(9) 온난야율	195
(10) 식물성장가능기간	198
(11) 최대열파지속일수	201
(12) 10mm이상 강수일수	204
(13) 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속일수	207
(14) 5일 최다강수량	210
(15) 일강수강도	213
(16) 95퍼센타일 강수량 비율	216
5. 계절기상관측정보	219
1) 생물계절	219
2) 기후계절	224
3) 생활계절	227

IV. 강원영동의 미래 기후변화 전망	228
1. 공간분포	230
1) 평균기온	230
2) 최고기온	232
3) 최저기온	234
4) 강수량	236
2. 기후변화 전망	238
1) 기온	238
2) 강수량	243
3. 극한기후 사상	245
1) 최고기온 95퍼센타일	245
2) 최고기온 99퍼센타일	247
3) 최저기온 1퍼센타일	248
4) 최저기온 5퍼센타일	250
5) 일최저기온 0℃ 미만 일수	252
6) 연극한기온교차	254
7) 온난야율	256
8) 식물성장가능기간	258
9) 최대열파지속일수	260

V. 강원영서의 기후변화의 영향과 대응	262
1. 기후변화와 관련된 주요 분야	263
1) 수산업	264
2) 물관리/수자원	264
3) 산림 생태계 - 산림 병해충 방제	264
4) 재난	265
2. 분야별 기후변화 영향 사례 분석	266
1) 재난/재해 분야	266
2) 건강 분야	267
3) 산림 분야	269
4) 물 관리 분야	270
5) 자연재해	272
3. 강원도 기후변화 적응대책 수립 현황 및 활용방안	274

참 고 문 헌	278
부록	279

표 목 차

표 1-1. 최근 10년(2001~2010년)간 기상관련 자연재해 인명 손실과 재산피해(소방방재청, 2010) ...3	3
표 1-2. 분야별 기후변화 관련 주요 피해 사례(강원도, 2009년 이후~)3	3
표 1-3. 영동의 인구현황(2010.12.31.기준)6	6
표 1-4. 영동의 기상관측지점 정보7	7
표 2-1. 영동의 극값 및 특이기상(관측개시일 ~ 2011.10.31.) 5순위42	42
표 3-1. 강릉, 속초의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)50	50
표 3-2. 대관령의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)51	51
표 3-3. 울릉도의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)52	52
표 3-4. 10년 단위 평균기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)60	60
표 3-5. 연, 계절 평균기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)60	60
표 3-6. 10년 단위 평균최고기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)66	66
표 3-7. 연, 계절별 평균최고기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)66	66
표 3-8. 10년 단위 평균최저기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)72	72
표 3-9. 연, 계절별 평균최저기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)72	72
표 3-10. 10년 단위 평균일교차(관측이래~2010년)(단위 : °C)78	78
표 3-11. 연, 계절 평균일교차의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)78	78
표 3-12. 10년 단위 강수량(관측이래~2010년)(단위 : mm)85	85
표 3-13. 연, 계절 강수량의 변화율(1973~2010년)(단위:mm/년)85	85
표 3-14. 10년 단위 평균상대습도(관측이래~2010년)(단위 : %)91	91
표 3-15. 연, 계절 평균상대습도의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)91	91
표 3-16. 10년 단위 운량(관측이래~2010년)(단위:0-10)96	96
표 3-17. 연, 계절 평균운량의 변화율(1973~2010년)(단위:0-10/년)96	96
표 3-18. 10년 단위 일조시간(관측이래~2010년)(단위:hr)101	101
표 3-19. 연, 계절 일조시간의 변화율(1973~2010년)(단위:hr/년)101	101
표 3-20. 10년 단위 일강수량 0.1mm이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)108	108
표 3-21. 연, 계절 일강수량 0.1mm이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)108	108
표 3-22. 10년 단위 일강수량 80mm이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)113	113
표 3-23. 연, 계절 일강수량 80mm이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)113	113
표 3-24. 10년 단위 눈일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)116	116
표 3-25. 연, 계절 눈일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)116	116
표 3-26. 10년 단위 일최저기온 25°C 이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)118	118
표 3-27. 연 일최저기온 25°C 이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)118	118
표 3-28. 10년 단위 일최고기온 33°C 이상 2일 이상 일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)120	120

표 3-29. 연 일최저기온 33℃ 이상 2일 이상 일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	120
표 3-30. 10년 단위 황사일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	123
표 3-31. 연간황사일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	123
표 3-32. 10년 단위 서리일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	126
표 3-33. 연간서리일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	126
표 3-34. 10년 단위 얼음일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	126
표 3-35. 연간얼음일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	126
표 3-36. 10년 단위 우박일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	131
표 3-37. 연, 계절 우박일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	131
표 3-38. 10년 단위 안개일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	136
표 3-39. 연, 계절 안개일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	136
표 3-40. 10년 단위 뇌전일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	141
표 3-41. 연, 계절 뇌전일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)	141
표 3-42. 10년 단위 연최다일강수량 (관측이래~2010년)(단위 : mm)	145
표 3-43. 연 연최다일강수량 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)	145
표 3-44. 10년 단위 연최다1시간강수량 (관측이래~2010년)(단위 : mm)	145
표 3-45. 연 연최다1시간강수량 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)	145
표 3-46. 10년 단위 일평균기온의 연최고값 (관측이래~2010년)(단위 : ℃)	147
표 3-47. 연 일평균기온의 연최고값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : ℃/년)	147
표 3-48. 10년 단위 일평균기온의 연최저값 (관측이래~2010년)(단위 : ℃)	147
표 3-49. 연 일평균기온의 연최저값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : ℃/년)	147
표 3-50. 10년 단위 일최고기온의 연최고값 (관측이래~2010년)(단위 : ℃)	149
표 3-51. 일최고기온의 연최고값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : ℃/년)	149
표 3-52. 10년 단위 일최저기온의 연최저값 (관측이래~2010년)(단위:℃)	149
표 3-53. 일최저기온의 연최저값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : ℃/년)	149
표 3-54. 10년 단위 연최심신적설 (관측이래~2010년)(단위 : cm)	151
표 3-55. 연최심신적설의 변화율 (1973~2010년)(단위 : cm/년)	151
표 3-56. 10년 단위 연최심적설 (관측이래~2010년)(단위 : cm)	151
표 3-57. 연최심적설의 변화율 (1973~2010년)(단위 : cm/년)	151
표 3-58. 10년 단위 일최대풍속의 연최대값(관측이래~2010년)(단위 : m/s)	153
표 3-59. 일최대풍속의 연최대값의 변화율(1973~2010년)(단위 : m/s/년)	153
표 3-60. 10년 단위 일최대순간풍속의 연최대값(관측이래~2010년)(단위 : m/s)	153
표 3-61. 일최대순간풍속의 연최대값의 변화율(1973~2010년)(단위 : m/s/년)	153
표 3-62. 10년 단위 최고기온 상위 95퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : ℃)	161
표 3-63. 연, 계절 최고기온 상위 95퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : ℃/년)	161

표 3-64. 영동의 10년 단위 최고기온 상위 99퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)	166
표 3-65. 연, 계절 최고기온 상위 99퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)	166
표 3-66. 10년 단위 최저기온 하위 1퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)	171
표 3-67. 연, 계절 최저기온 하위 1퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)	171
표 3-68. 10년 단위 최저기온 하위 5퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)	176
표 3-69. 연, 계절 최저기온 하위 5퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)	176
표 3-70. 10년 단위 강수량 상위 95퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : mm)	181
표 3-71. 연, 계절 강수량 상위 95퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)	181
표 3-72. 10년 단위 강수량 상위 99퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : mm)	186
표 3-73. 연, 계절 강수량 상위 99퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)	186
표 3-74. 10년단위 일최저기온이°C 미만 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)	191
표 3-75. 일최저기온이°C 미만 일수 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	191
표 3-76. 10년단위 연극한기온교차(관측이래~2010년)(단위 : °C)	194
표 3-77. 연극한기온교차의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)	194
표 3-78. 10년단위 온난야율(관측이래~2010년)(단위 : %)	197
표 3-79. 온난야율의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)	197
표 3-80. 10년 단위 식물성장가능기간(관측이래~2010년)(단위 : 일)	200
표 3-81. 식물성장가능기간의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	200
표 3-82. 10년 단위 최대열파지속일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)	203
표 3-83. 최대열파지속일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	203
표 3-84. 10년 단위 10mm 이상 강수일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)	206
표 3-85. 10mm 이상 강수일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	206
표 3-86. 10년 단위 강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)	209
표 3-87. 강수량 1mm미만인 날 최대지속 일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)	209
표 3-88. 10년 단위 5일 최다강수량(관측이래~2010년)(단위 : mm)	212
표 3-89. 5일 최다강수량의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)	212
표 3-90. 10년 단위 일강수강도(관측이래~2010년)(단위 : mm/일)	215
표 3-91. 일강수강도의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/일/년)	215
표 3-92. 10년 단위 95퍼센타일 강수량 비율(관측이래~2010년)(단위 : %)	218
표 3-93. 95퍼센타일 강수량 비율의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)	218
표 4-1 행정구역별 평균기온과 편차(단위 : °C)	230
표 4-2 행정구역별 최고기온과 편차(단위 : °C)	232
표 4-3 행정구역별 최저기온과 편차(단위 : °C)	234
표 4-4 행정구역별 강수량과 편차(단위 : mm)	236
표 4-5. 영동의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)	242

표 4-6. 강릉의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)	242
표 4-7. 울릉도의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)	242
표 4-8. 영동, 강릉의 강수량 미래 전망(2011~2100년)(단위 : mm)	244
표 4-9. 영동, 강릉의 최고기온 95퍼센타일 미래전망(2011~2100년)(단위 : °C)	246
표 4-10. 영동, 강릉의 최고기온 99퍼센타일 미래전망(2011~2100년)(단위 : °C)	248
표 4-11. 영동, 강릉의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)	250
표 4-12. 영동, 강릉의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)	251
표 4-13. 영동, 강릉 일최저기온 0oC미만 일수 미래전망(2011~2100년)(단위 : 일)	253
표 4-14. 영동, 강릉 연극한기온교차 미래전망(2011~2100)(단위 : °C)	255
표 4-15. 영동, 강릉의 온난야율 미래전망(2011~2100)(단위 : %)	257
표 4-16. 영동, 강릉의 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100)(단위 : 일)	259
표 4-17. 영동, 강릉의 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100)(단위 : 일)	261
표 5-1. 강원도 재난 피해 현황(2001~2008년)	266
표 5-2. 영동지역의 말라리아 피해현황(단위 : 건)	267
표 5-3. 영동지역의 찌꺼가무시증 피해현황	269
표 5-4. 전국 및 강원도 산림 병충해 발생면적	270
표 5-5. 1970~2003년간 홍수 피해가 가장 심했던 시군구 지역	271
표 5-6. 강원도의 기후변화 대응 마스터 플랜	274

그림 목 차

그림 1-1. 강원도의 지형	5
그림 1-2. 영동의 기상관측지점 위치	7
그림 1-3. 속초의 관측장소와 전경	8
그림 1-4. 대관령의 관측장소와 전경	9
그림 1-5. 강원지방기상청(강릉)의 관측장소와 전경	9
그림 1-6. 울릉도의 관측장소와 전경	10
그림 2-1. 영동의 연·계절평균기온 공간분포(1981~2010년)	13
그림 2-2. 강원도의 행정구역별 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)	15
그림 2-3. 강원도의 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)	15
그림 2-4. 강원도의 행정구역별 계절별 평균기온 상세공간분포도 (2001~2010년)	16
그림 2-5. 영동의 연·계절최고기온 공간분포(1981~2010년)	17
그림 2-6. 강원도의 행정구역별 연평균최고기온 상세분포도(2001~2010년)	18
그림 2-7. 강원도의 연평균최고기온 상세분포도(2001~2010년)	18
그림 2-8. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최고기온 상세공간분포도 (2001~2010년)	19
그림 2-9. 영동지역의 연·계절최저기온 공간분포(1981~2010년)	20
그림 2-10. 강원도의 행정구역별 연평균최저기온 상세분포도(2001~2010년)	21
그림 2-11. 강원도의 연평균최저기온 상세분포도(2001~2010년)	21
그림 2-12. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최저기온 상세공간분포도 (2001~2010년)	22
그림 2-13. 영동의 연·계절 일교차 공간분포(1981~2010년)	23
그림 2-14. 영동의 연·계절 강수량 공간분포(1981~2010년)	24
그림 2-15. 강원도의 행정구역별 연평균강수량 상세분포도(2001~2010년)	25
그림 2-16. 강원도의 연평균강수량 상세분포도(2001~2010년)	25
그림 2-17. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최저기온 상세공간분포도 (2001~2010년)	26
그림 2-18. 속초의 연바람장미(1981~2010년)	28
그림 2-19. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)	28
그림 2-20. 대관령의 연바람장미(1981~2010년)	29
그림 2-21. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)	29
그림 2-22. 강릉의 연바람장미(1981~2010년)	30
그림 2-23. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)	30
그림 2-24. 울릉도의 연바람장미(1981~2010년)	31
그림 2-25. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)	31
그림 2-26. 강원 영동의 연·계절 상대습도(1981~2010년)	32
그림 2-27. 강원 영동의 연·계절 운량(1981~2010년)	33

그림 2-28. 강원 영동의 연·계절 일조시간 공간분포(1981~2010년)	33
그림 2-29. 영동의 일강수량 0.1mm이상 일수(1981~2010년)	34
그림 2-30. 영동의 일강수량 80mm이상 일수(1981~2010년)	35
그림 2-31. 영동의 눈일수(1981~2010년)	35
그림 2-32. 영동의 일최저기온 25℃ 이상 일수(1981~2010년)	36
그림 2-33. 영동의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수(1981~2010년)	37
그림 2-34. 영동의 연간황사일수(1981~2010년)	37
그림 2-35. 영동의 연간서리일수(1981~2010년)	38
그림 2-36. 영동의 연간얼음일수(1981~2010년)	38
그림 2-37. 영동의 연간우박일수(1981~2010년)	39
그림 2-38. 영동의 연간안개일수(1981~2010년)	40
그림 2-39. 영동의 연간뇌전일수(1981~2010년)	40
그림 2-40. 영동의 최고기온 상위 95퍼센타일(1981~2010년)	43
그림 2-41. 영동의 최고기온 상위 99퍼센타일(1981~2010년)	43
그림 2-42. 영동의 최저기온 하위 1퍼센타일(1981~2010년)	44
그림 2-43. 영동의 최저기온 하위 5퍼센타일(1981~2010년)	44
그림 2-44. 영동의 강수 상위 99퍼센타일(1981~2010년)	45
그림 2-45. 영동의 강수 상위 95퍼센타일(1981~2010년)	45
그림 2-46. 일최저기온 0℃ 미만 일수	47
그림 2-47. 연극한기온교차(1981~2010년)	47
그림 2-48. 온난야율(1981~2010년)	47
그림 2-49. 식물성장가능기간(1981~2010년)	47
그림 2-50. 최대열파지속일수(1981~2010년)	47
그림 2-51. 10mm이상 강수일수	48
그림 2-52. 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수	48
그림 2-53. 5일 최다강수량(1981~2010년)	48
그림 2-54. 일강수강도(1981~2010년)	48
그림 2-55. 95퍼센타일 호우율 평균(1981~2010년)	48
그림 3-1. 강릉, 속초의 climograph (1971~2000년, 1981~2010년)	50
그림 3-2. 대관령의 climograph(1971~2000년, 1981~2010년)	51
그림 3-3. 울릉도의 climograph(1971~2000년, 1981~2010년)	52
그림 3-4. 강원 동해안의 연평균기온 변화 (1973~2010년)	55
그림 3-5. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년)	55
그림 3-6. 속초의 연평균기온 변화 (1973~2010년)	56
그림 3-7. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년)	56

그림 3-8. 대관령의 연평균기온 변화 (1973~2010년)	57
그림 3-9. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년) ...	57
그림 3-10. 강릉의 연평균기온 변화 (1973~2010년)	58
그림 3-11. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년)	58
그림 3-12. 울릉도의 연평균기온 변화 (1973~2010년)	59
그림 3-13. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년) ...	59
그림 3-14. 강원 동해안의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)	61
그림 3-15. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년) ..	61
그림 3-16. 속초의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)	62
그림 3-17. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년) ..	62
그림 3-18. 대관령의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)	63
그림 3-19. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년) ..	63
그림 3-20. 강릉의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)	64
그림 3-21. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년) ..	64
그림 3-22. 울릉도의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)	65
그림 3-23. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년) ..	65
그림 3-24. 강원 동해안의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)	67
그림 3-25. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년) ..	67
그림 3-26. 속초의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)	68
그림 3-27. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년) ..	68
그림 3-28. 대관령의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)	69
그림 3-29. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년) ..	69
그림 3-30. 강릉의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)	70
그림 3-31. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년) ...	70
그림 3-32. 울릉도의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)	71
그림 3-33. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년) ...	71
그림 3-34. 강원 동해안의 연평균일교차(1973~2010년)	73
그림 3-35. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년) ...	73
그림 3-36. 속초의 연평균일교차(1973~2010년)	74
그림 3-37. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)	74
그림 3-38. 대관령의 연평균일교차(1973~2010년)	75
그림 3-39. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년) ...	75
그림 3-40. 강릉의 연평균일교차(1973~2010년)	76
그림 3-41. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)	76
그림 3-42. 울릉도의 연평균일교차(1973~2010년)	77

그림 3-43. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년) ...	77
그림 3-44. 강원 동해안의 연강수량 변화 (1973~2010년)	80
그림 3-45. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년) ..	80
그림 3-46. 속초의 연강수량 변화 (1973~2010년)	81
그림 3-47. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)	81
그림 3-48. 대관령의 연강수량 변화 (1973~2010년)	82
그림 3-49. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)	82
그림 3-50. 강릉의 연강수량 변화 (1973~2010년)	83
그림 3-51. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)	83
그림 3-52. 울릉도의 연강수량 변화 (1973~2010년)	84
그림 3-53. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)	84
그림 3-54. 속초의 연평균 상대습도 변화(1973~2010년)	87
그림 3-55. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년) ..	87
그림 3-56. 대관령의 연평균 상대습도변화(1973~2010년)	88
그림 3-57. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년)	88
그림 3-58. 강릉의 연평균 상대습도 변화(1973~2010년)	89
그림 3-59. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년) ..	89
그림 3-60. 울릉도의 연평균 상대습도변화(1973~2010년)	90
그림 3-61. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년)	90
그림 3-62. 속초의 연평균운량 변화(1973~2010년)	92
그림 3-63. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)	92
그림 3-64. 대관령의 연평균운량 변화(1973~2010년)	93
그림 3-65. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년) ...	93
그림 3-66. 강릉의 연평균운량 변화(1973~2010년)	94
그림 3-67. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)	94
그림 3-68. 울릉도의 연평균운량 변화(1973~2010년)	95
그림 3-69. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년) ...	95
그림 3-70. 속초의 연간일조시간 변화(1973~2010년)	97
그림 3-71. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)	97
그림 3-72. 대관령의 연간일조시간 변화(1973~2010년)	98
그림 3-73. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년) ...	98
그림 3-74. 강릉의 연간일조시간 변화(1973~2010년)	99
그림 3-75. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)	99
그림 3-76. 울릉도의 연간일조시간 변화(1973~2010년)	100
그림 3-77. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년) ..	100

그림 3-78. 속초의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	104
그림 3-79. 속초의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)	104
그림 3-80. 대관령의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	105
그림 3-81. 대관령의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년) ·	105
그림 3-82. 강릉의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	106
그림 3-83. 강릉의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년) ...	106
그림 3-84. 울릉도의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	107
그림 3-85. 울릉도의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)	107
그림 3-86. 속초의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	109
그림 3-87. 속초의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)	109
그림 3-88. 대관령의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	110
그림 3-89. 대관령의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년) ·	110
그림 3-90. 강릉의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	111
그림 3-91. 강릉의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)	111
그림 3-92. 울릉도의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)	112
그림 3-93. 울릉도의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화 (1973~2010년) ·	112
그림 3-94. 속초의 연간눈일수 변화(1973~2010년)	114
그림 3-95. 대관령의 연간눈일수 변화(1973~2010년)	114
그림 3-96. 강릉의 연간눈일수 변화(1973~2010년)	115
그림 3-97. 울릉도의 연간눈일수 변화(1973~2010년)	115
그림 3-98. 속초의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)	117
그림 3-99. 강릉의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)	117
그림 3-100. 울릉도의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)	118
그림 3-101. 속초의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)	119
그림 3-102. 강릉의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)	119
그림 3-103. 울릉도의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)	120
그림 3-104. 속초의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)	121
그림 3-105. 대관령의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)	121
그림 3-106. 강릉의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)	122
그림 3-107. 울릉도의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)	122
그림 3-108. 속초의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)	124
그림 3-109. 속초의 월별누적연간얼음일수 변화(1973~2010년)	124
그림 3-110. 대관령의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)	124
그림 3-111. 대관령의 월별누적연간얼음일수 변화(1973~2010년)	124
그림 3-112. 강릉의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)	125

그림 3-113. 강릉의 월별누적연간얼음일수 변화(1973~2010년)	125
그림 3-114. 울릉도의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)	125
그림 3-115. 울릉도의 월별누적연간얼음일수 변화(1973~2010년)	125
그림 3-116. 속초의 연간우박일수 변화(1973~2010년)	127
그림 3-117. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)	127
그림 3-118. 대관령의 연간우박일수 변화(1973~2010년)	128
그림 3-119. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)	128
그림 3-120. 강릉의 연간우박일수 변화(1973~2010년)	129
그림 3-121. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)	129
그림 3-122. 울릉도의 연간우박일수 변화(1973~2010년)	130
그림 3-123. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)	130
그림 3-124. 속초의 연간안개일수 변화(1973~2010년)	132
그림 3-125. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)	132
그림 3-126. 대관령의 연간안개일수 변화(1973~2010년)	133
그림 3-127. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)	133
그림 3-128. 강릉의 연간안개일수 변화(1973~2010년)	134
그림 3-129. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)	134
그림 3-130. 울릉도의 연간안개일수 변화(1973~2010년)	135
그림 3-131. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)	135
그림 3-132. 속초의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)	137
그림 3-133. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)	137
그림 3-134. 대관령의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)	138
그림 3-135. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)	138
그림 3-136. 강릉의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)	139
그림 3-137. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)	139
그림 3-138. 울릉도의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)	140
그림 3-139. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)	140
그림 3-140. 속초의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)	144
그림 3-141. 대관령의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)	144
그림 3-142. 강릉의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)	144
그림 3-143. 울릉도의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)	144
그림 3-144. 속초의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)	146
그림 3-145. 대관령의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)	146
그림 3-146. 강릉의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)	146
그림 3-147. 울릉도의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)	146

그림 3-148. 속초의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)	148
그림 3-149. 대관령의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년) ..	148
그림 3-150. 강릉의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)	148
그림 3-151. 울릉도의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년) ..	148
그림 3-152. 속초의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)	150
그림 3-153. 대관령의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)	150
그림 3-154. 강릉의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)	150
그림 3-155. 울릉도의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)	150
그림 3-156. 속초의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)	152
그림 3-157. 대관령의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년) ..	152
그림 3-158. 강릉의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)	152
그림 3-159. 울릉도의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화 (1973~2010년)	152
그림 3-160. 속초의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	157
그림 3-161. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변 화(1973~2010년)	157
그림 3-162. 대관령의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	158
그림 3-163. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	158
그림 3-164. 강릉의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	159
그림 3-165. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변 화(1973~2010년)	159
그림 3-166. 울릉도의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	160
그림 3-167. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	160
그림 3-168. 속초의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	162
그림 3-169. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변 화(1973~2010년)	162
그림 3-170. 대관령의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	163
그림 3-171. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	163
그림 3-172. 강릉의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	164
그림 3-173. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변 화(1973~2010년)	164
그림 3-174. 울릉도의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	165

그림 3-175. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	165
그림 3-176. 속초의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	167
그림 3-177. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	167
그림 3-178. 대관령의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	168
그림 3-179. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	168
그림 3-180. 강릉의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	169
그림 3-181. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	169
그림 3-182. 울릉도의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	170
그림 3-183. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)	170
그림 3-184. 속초의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	172
그림 3-185. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	172
그림 3-186. 대관령의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	173
그림 3-187. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	173
그림 3-188. 강릉의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	174
그림 3-189. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	174
그림 3-190. 울릉도의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	175
그림 3-191. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)	175
그림 3-192. 속초의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	177
그림 3-193. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	177
그림 3-194. 대관령의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	178
그림 3-195. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	178
그림 3-196. 강릉의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	179
그림 3-197. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	179

그림 3-198. 울릉도의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	180
그림 3-199. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)	180
그림 3-200. 속초의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	182
그림 3-201. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	182
그림 3-202. 대관령의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	183
그림 3-203. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	183
그림 3-204. 강릉의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	184
그림 3-205. 강릉의(a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	184
그림 3-206. 울릉도의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)	185
그림 3-207. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)	185
그림 3-208. 속초의 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화(1973~2010년)	189
그림 3-209. 대관령의 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화(1973~2010년)	189
그림 3-210. 강릉의 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화(1973~2010년)	190
그림 3-211. 울릉도의 일최저기온 0℃ 미만 일수 변화(1973~2010년)	190
그림 3-212. 속초의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)	192
그림 3-213. 대관령의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)	192
그림 3-214. 강릉의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)	193
그림 3-215. 울릉도의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)	193
그림 3-216. 속초의 온난야율 변화(1973~2010년)	195
그림 3-217. 대관령의 온난야율 변화(1973~2010년)	195
그림 3-218. 강릉의 온난야율 변화(1973~2010년)	196
그림 3-219. 울릉도의 온난야율 변화(1973~2010년)	196
그림 3-220. 속초의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)	198
그림 3-221. 대관령의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)	198
그림 3-222. 강릉의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)	199
그림 3-223. 울릉도의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)	199
그림 3-224. 속초의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)	201
그림 3-225. 대관령의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)	201
그림 3-226. 강릉의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)	202
그림 3-227. 울릉도의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)	202

그림 3-228. 속초의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)	204
그림 3-229. 대관령의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)	204
그림 3-230. 강릉의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)	205
그림 3-231. 울릉도의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)	205
그림 3-232. 속초의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)	207
그림 3-233. 대관령의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)	207
그림 3-234. 강릉의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)	208
그림 3-235. 울릉도의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)	208
그림 3-236. 속초의 5일 최다강수량 변화(1973~2010년)	210
그림 3-237. 대관령의 5일 최다강수량 변화(1973~2010년)	210
그림 3-238. 강릉의 5일 최다강수량 변화(1973~2010년)	211
그림 3-239. 울릉도의 5일 최다강수량 변화(1973~2010년)	211
그림 3-240. 속초의 일강수강도 변화(1973~2010년)	213
그림 3-241. 대관령의 일강수강도 변화(1973~2010년)	213
그림 3-242. 강릉의 일강수강도 변화(1973~2010년)	214
그림 3-243. 울릉도의 일강수강도 변화(1973~2010년)	214
그림 3-244. 속초의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)	216
그림 3-245. 대관령의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)	216
그림 3-246. 강릉의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)	217
그림 3-247. 울릉도의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)	217
그림 3-248. 속초의 제비(1973~2010년)	219
그림 3-249. 강릉의 제비(1973~2010년)	219
그림 3-250. 울릉도의 제비(1973~2010년)	220
그림 3-251. 속초의 매미(1973~2010년)	220
그림 3-252. 강릉의 매미(1973~2010년)	220
그림 3-253. 울릉도의 매미(1973~2010년)	220
그림 3-254. 속초의 매화(1973~2010년)	220
그림 3-255. 강릉의 매화(1973~2010년)	220
그림 3-256. 울릉도의 매화(1973~2010년)	221
그림 3-257. 속초의 개나리(1973~2010년)	221
그림 3-258. 강릉의 개나리(1973~2010년)	221
그림 3-259. 울릉도의 개나리(1973~2010년)	221
그림 3-260. 속초의 진달래(1973~2010년)	221
그림 3-261. 강릉의 진달래(1973~2010년)	221
그림 3-262. 울릉도의 진달래(1973~2010년)	222

그림 3-263. 속초의 뱃나무(1973~2010년)	222
그림 3-264. 강릉의 뱃나무(1973~2010년)	222
그림 3-265. 울릉도의 뱃나무(1973~2010년)	222
그림 3-266. 속초의 아카시아(1973~2010년)	222
그림 3-267. 강릉의 아카시아(1973~2010년)	222
그림 3-268. 울릉도의 아카시아(1973~2010년)	223
그림 3-269. 속초의 복숭아(1973~2010년)	223
그림 3-270. 강릉의 복숭아(1973~2010년)	223
그림 3-271. 울릉도의 복숭아(1973~2010년)	223
그림 3-272. 속초의 배나무(1973~2010년)	223
그림 3-273. 강릉의 배나무(1973~2010년)	223
그림 3-274. 울릉도의 배나무(1973~2010년)	224
그림 3-275. 속초의 서리(1973~2010년)	224
그림 3-276. 강릉의 서리(1973~2010년)	224
그림 3-277. 울릉도의 서리(1973~2010년)	225
그림 3-278. 속초의 눈(1973~2010년)	225
그림 3-279. 강릉의 눈(1973~2010년)	225
그림 3-280. 울릉도의 눈(1973~2010년)	225
그림 3-281. 속초의 얼음(1973~2010년)	225
그림 3-282. 강릉의 얼음(1973~2010년)	225
그림 3-283. 울릉도의 얼음(1973~2010년)	226
그림 3-284. 속초의 관설(1973~2010년)	226
그림 3-285. 강릉의 관설(1973~2010년)	226
그림 3-286. 울릉도의 관설(1973~2010년)	226
그림 3-287. 속초의 강하천의 결빙	226
그림 3-288. 강릉의 강하천의 결빙	226
그림 3-289. 속초의 유명산(외설악) 단풍(1973~2010년)	227
그림 3-290. 강릉의 해수욕장(1973~2010년)	227
그림 4-1 강원도의 시나리오 해당격자	229
그림 4-2 강원도의 연평균기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	231
그림 4-3 강원도의 연평균기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	231
그림 4-4 강원도의 연최고기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	233
그림 4-5 강원도의 연최고기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	233
그림 4-6 강원도의 연최저기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	235
그림 4-7 강원도의 연최저기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	235

그림 4-8. 강원도의 연강수량 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	237
그림 4-9. 강원도의 연강수량 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년	237
그림 4-10. 영동의 평균기온 미래 전망(2011~2100년)	239
그림 4-11. 강릉의 평균기온 미래 전망(2011~2100년)	239
그림 4-12. 영동의 최고기온 미래 전망(2011~2100년)	240
그림 4-13. 강릉의 최고기온 미래 전망(2011~2100년)	240
그림 4-14. 영동의 최저기온 미래 전망(2011~2100년)	241
그림 4-15. 강릉의 최저기온 미래 전망(2011~2100년)	241
그림 4-16. 영동의 강수량 미래 전망(2011~2100년)	243
그림 4-17. 강릉의 강수량 미래 전망(2011~2100년)	244
그림 4-18. 영동의 최고기온 95퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	245
그림 4-19. 강릉의 최고기온 95퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	246
그림 4-20. 영동의 최고기온 99퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	247
그림 4-21. 강릉의 최고기온 99퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	248
그림 4-22. 영동의 최저기온 1퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	249
그림 4-23. 강릉의 최저기온 1퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)	249
그림 4-24. 영동의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)	250
그림 4-25. 강릉의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)	251
그림 4-26. 영동 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래전망(2011~2100년)	252
그림 4-27. 강릉 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래전망(2011~2100년)	253
그림 4-28. 영동 연극한기온교차 미래전망(2011~2100년)	254
그림 4-29. 강릉 연극한기온교차 미래전망(2011~2100년)	255
그림 4-30. 영동의 온난야율 미래전망(2011~2100년)	256
그림 4-31. 강릉의 온난야율 미래전망(2011~2100년)	257
그림 4-32. 영동의 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100년)	258
그림 4-33. 강릉 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100년)	259
그림 4-34. 영동 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100년)	260
그림 4-35. 강릉 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100년)	261
그림 5-1. 자연재해 피해액 및 복구비(1998~2007년) (한상옥, 2011)	263
그림 5-2. 강원도의 말라리아 발생 건수(단위 : 건)	268
그림 5-3. 강원도의 찌꺼가무시증 발생 건수(단위 : 건)	269
그림 5-4. 소방방재청 재해연보를 참고한 최근(2002~2009년) 재해로 인한 피해액	272
그림 5-5. 강원도 지역 총 피해액(호우재해)	273
그림 5-6. 강원도 지역 총 피해액(대설재해)	273
그림 5-7. 강원도 지역 총 피해액(강풍재해)	273

요 약

지구온난화에 따른 지역기후변화 영향 및 대응을 위해서는 그 지역의 기후 특성과 장기적인 변화 추세에 대한 이해가 우선적으로 필요하다. 이에 강원지방기상청은 강원 영동의 기후변화 분석을 위해 속초, 대관령, 강릉과 울릉도를 중심으로 한 강원 영동의 기후특성 및 기후변화에 대하여 분석하였다.

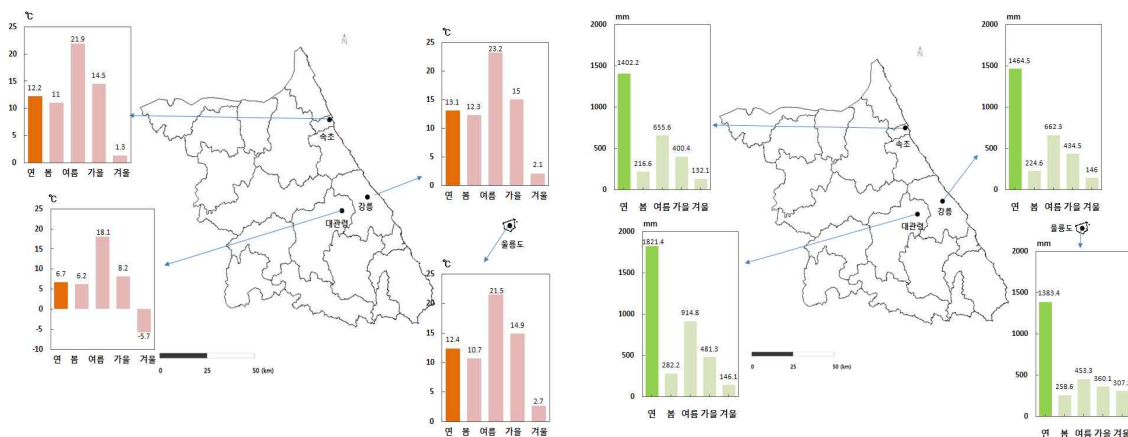
1. 강원 영동의 기후

◆ 기온

영동 3지점(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연평균기온은 강릉이 13.1℃로 가장 높았고, 강릉 >울릉도 >속초 >대관령 순으로 나타났다. 대관령의 연평균기온은 6.7℃로 강릉에 비해 약 2배 가까이 낮았다. 겨울의 평균값 또한 대관령이 -5.7℃로 가장 높은 울릉도(2.7℃)에 비해 7℃ 낮았다.

◆ 강수량

강수량의 연평균값은 대관령 >강릉 >속초 >울릉도 순으로 높았으며, 대관령의 평균값은 1,821.4mm으로 가장 적은 울릉도(1,383.4mm)보다 438.0mm 많다. 특히, 여름철 강수량이 914.8mm로 울릉도(453.3mm)보다 약 2배 가까이 높았다. 하지만 겨울의 강수량은 울릉도가 307.2mm로 가장 높게 나타났다.



연 · 계절평균기온 공간분포

연 · 계절 강수량

★ 자료:1981~2010년 평균값

그림 2. 영동의 연·계절평균기온 및 강수량 공간분포(좌 : 기온, 우 : 강수량)

강원도의 AWS자료(68개)를 포함한 최근 10년(2001~2010년) 기온과 강수량 자료를 이용하여 상세공간분포도를 나타내었다. 연평균기온은 강릉이 13.4℃로 가장 높게 나타났으며 대관령(7.3℃)이 가장 낮았다. 영서 지역은 원주가 12.0℃로 가장 높았다.

연평균 최고기온은 원주가 18.0℃로 가장 높았으며 홍천의 경우 고도가 높은 동쪽은 기온이 낮았지만 서쪽은 온도가 높았다. 연평균 최저기온의 온도는 대관령(2.6℃) 근처가 가장 낮았으며 울릉도의 연평균 최저기온은 10.1℃로 대관령과 약 7.5℃ 차이가 나타났다.

연평균 강수량은 태백, 동해는 강수량이 대체로 낮게 나타났으며, 영동의 강수량 최근 10년 평균값은 대관령이 1,782.3mm로 가장 높았고, 속초가 1,454.3mm로 가장 낮았다.

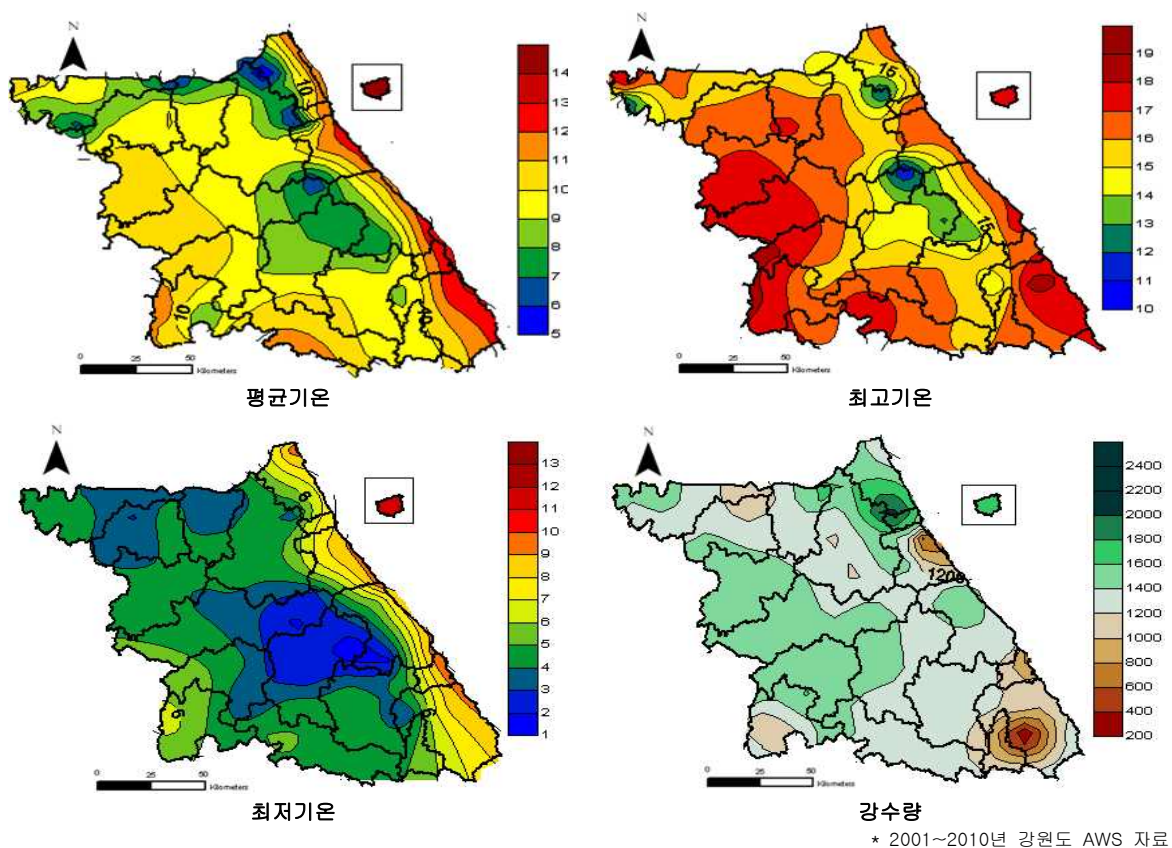


그림 3. 연평균 기온, 최고기온, 최저기온, 강수량의 상세공간분포도

◆ 바람

영동의 최근 30년(1981~2010년) 동안의 연평균 풍속은 대관령이 4.3m/s로 가장 세게 나타났고, 강릉이 2.6m/s로 가장 약했다.

표 1. 영동의 30년 동안의 평균 풍속

지점 풍속	속초	대관령	강릉	울릉도
평균 풍속(m/s)	2.8	4.3	2.6	3.7

* 자료:1981~2010년

2. 강원 영동의 기후변화

◆ 기온과 강수량

1973년부터 2010년 관측자료를 이용한 기온과 강수량의 변화경향을 살펴보았다. 영동의 평균은 울릉도를 제외한 속초, 대관령, 강릉의 평균으로 나타냈다. 영동의 평균기온 변화율은 0.028℃/년 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 평균기온의 변화율이 가장 큰 지점은 강릉(0.032℃/년)이며 통계적으로 유의하다. 영동의 최고기온 변화율은 0.030℃/년으로 평균기온보다 변화율이 높으며, 속초가 0.042℃/년으로 가장 높게 나타났고 통계적으로 유의한 값을 나타냈다. 최저기온의 변화율은 대관령이 0.044℃/년으로 가장 큰 변화율을 나타냈으며 다음은 강릉이 0.038℃/년으로 통계적으로 유의하다. 영동의 일교차는 변화율이 거의 없는 것으로 나타났는데, 속초는 0.034℃/년으로 통계적으로 유의한 증가 경향을 나타냈고. 대관령은 -0.019℃/년으로 감소하는 경향을 나타냈기 때문이다. 하지만 대관령의 변화율은 통계적으로 유의하지 않은 변화율이다.

영동의 강수량 변화율은 7.882mm/년으로 증가하고 있으며 이는 통계적으로 유의하지 않다. 강수량의 변화율은 울릉도가 13.005mm/년으로 가장 큰 상승률을 나타냈으며, 통계적으로 유의한 값이다. 변화율이 가장 작은 지점은 강릉(5.949mm/년)이다.

표 2. 영동의 평균, 최고, 최저, 일교차 강수량의 변화율

항목 \ 지점	영동	속초	대관령	강릉	울릉도
평균기온(℃/년)	0.028**	0.021*	0.031**	0.032**	0.023*
최고기온(℃/년)	0.030**	0.042**	0.026*	0.022*	0.024*
최저기온(℃/년)	0.030**	0.008	0.044**	0.038**	0.025*
일교차(℃/년)	0	0.034**	-0.019	-0.016**	-0.001
강수량(mm/년)	7.882	6.162	11.533	5.949	13.005*

* 자료:1973~2010년, *유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

◆ 현상일수의 변화

1973~2010년(38년) 동안 영동의 눈일수의 변화율은 영동 4개 지점 모두 감소하는 경향을 나타냈다. 황사일수는 모두 통계적으로 유의한 상승률을 나타냈고, 가장 변화율이 큰 곳은 속초이며, 변화율은 0.224(일수/년)으로 1970년대에 평균 2.9일에서 2000년대에 평균 9.8일을 나타냈다.

울릉도의 서리일수는 -0.465(일수/년)으로 가장 크게 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 통계적으로 유의한 변화율이다. 얼음일수는 영동 4개 지점에서 모두 감소하는 경향을 나타냈다.

연간 안개일수는 대관령을 제외한 3개 지점에서 모두 감소하는 경향을 나타냈으며, 울릉도가 가장 큰 감소율을 나타냈는데 1970년대에 평균 56.1일이고 2000년대에는 평균 33.6일로 약 22.5일 감소하였으나, 이는 통계적으로 유의하지 않다.

표 3. 영동의 현상일수의 변화율

항목 \ 지점	속초	대관령	강릉	울릉도
연간눈일수(일수/년)	-0.071	-0.019	-0.174	-0.161
연간황사일수(일수/년)	0.224**	0.207**	0.175**	0.137**
연간서리일수(일수/년)	0.128	-0.382	0.027	-0.465**
연간얼음일수(일수/년)	-0.427*	-0.449**	-0.462*	-0.367*
연간안개일수(일수/년)	-0.113	0.558	-0.284	-0.298

* 자료:1973~2010년, *유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

3. 강원 영동의 미래 기후변화 전망

기후변화전망은 기상청에서 제공하는 IPCC 4차 보고서에서 사용된 A1B시나리오 기반의 2001년부터 2100년까지 한반도 고해상도(10km) 기후변화 시나리오를 사용하여 강원도의 행정구역별 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온, 연강수량 평균장과 2001~2010년과 비교한 편차장의 변화를 2011~2040년, 2041~2071년, 2071~2100년으로 30년씩 평균하여 변화경향을 분석하였다.

◆ 기온

영동의 평균기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 3.5℃ 상승하여 14.5℃로 전망되었다. 30년 평균값은 2.6℃ 상승하여 13.8℃로 전망되었다. 편차는 2001~2010년 관측 값으로 나타난 것으로 장래모델결과와 관측 값의 오차로 인하여 다소 차이가 있다.

영동의 최고기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 2.0℃ 상승하여 16.7℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.4℃ 상승하여 16.5℃로 나타났다. 편차의 경우 모델과 관측치의 오차가 있으나, 점차 상승하는 것으로 나타났으며 2051~2060년부터는 양의 편차로 전망되었다.

영동의 최저기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년 평균값이 1.6℃ 상승하여 8.6℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.1℃ 상승하여 8.3℃로 전망되었다. 편차의 경우 모델과 관측치의 오차가 있으나, 점차 상승하는 것으로 나타났다. 2011~2020년의 편차가 음의 편차로 나타나는 것은 모델이 일 최저기온을 과소평가하였기 때문이다.

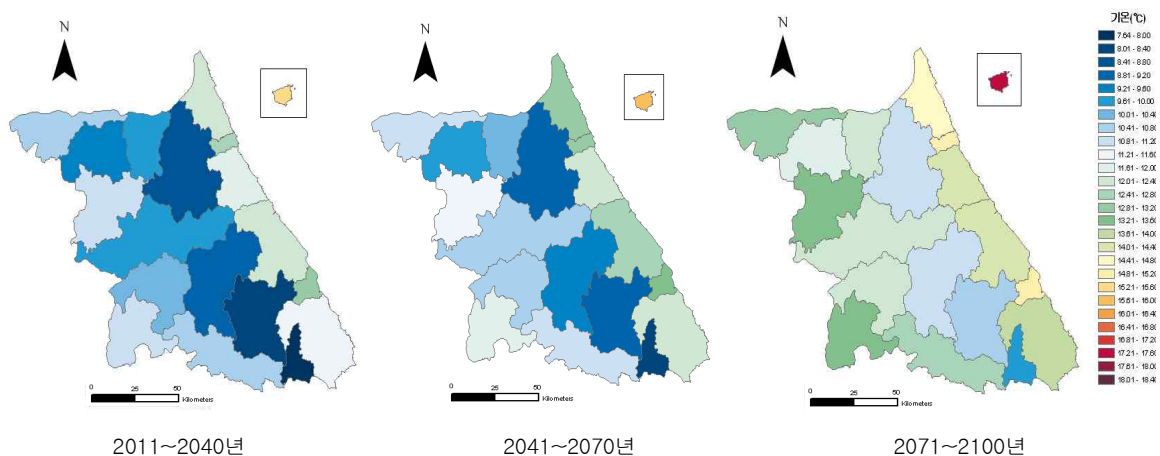


그림 4. 강원도의 연평균기온의 평균장

표 4. 영동의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
평균기온	10.1	11.0	11.2	11.4	11.8	12.0	12.5	13.1	13.7	14.5
		11.2			12.1			13.8		
최고기온	15.8	14.7	15.2	15.4	15.7	16.2	16.3	16.2	16.5	16.7
		15.1			16.1			16.5		
최저기온	7.3	7.0	7.1	7.4	7.4	7.7	8.0	8.0	8.3	8.6
		7.2			7.7			8.3		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

2) 강수량

영동의 강수량 미래전망을 나타낸 그래프이다. 영동의 강수량은 점차 증가하는 것으로 나타났으며, 30년 평균값은 231.0mm 증가하는 것으로 나타났다. 2011~2040년에서 2061~2070년 강수량의 평균이 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 2061~2070년의 10년 강수량의 평균값이 1,647.8mm로 가장 높게 나타났다.

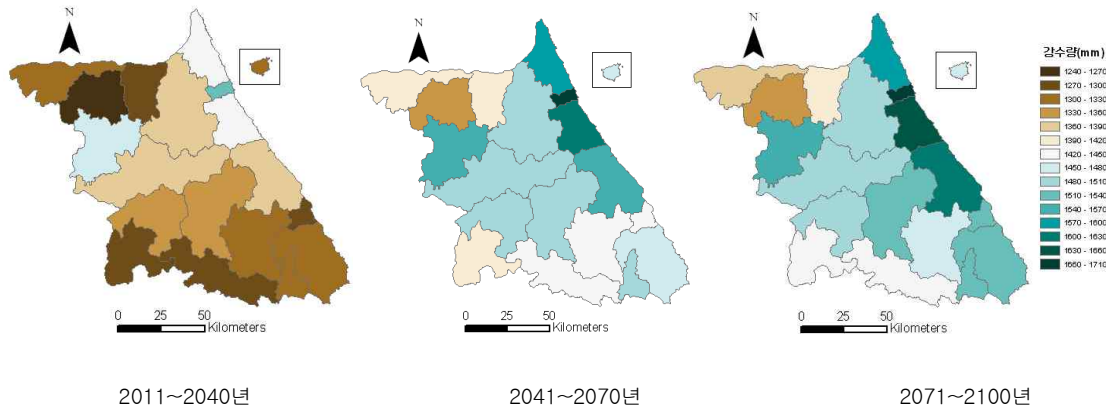


그림 5. 강원도의 강수량의 평균장

표 5. 영동의 강수량 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
강수	1370.6	1418.8	1403.3	1358.9	1465.5	1555.4	1647.8	1577.6	1636.6	1589.4
		1393.7			1556.2			1601.2		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

들어가기

저탄소 녹색성장의 국가발전 패러다임 하에 기후변화 적응 및 대응 전략 수립을 위해서는 지역단위의 기후변화에 대한 일관성 있는 정보가 포함된 기후변화 종합분석 보고서가 필요하다.

이에 강원지방기상청에서는 강원도를 영동과 영서로 나누어 보고서를 작성하였다. 본 보고서는 영동의 3개 기상대(속초, 강릉, 대관령)와 울릉도 기상대의 자료를 이용하여 강원 영동의 기후특성 및 기후변화에 대하여 분석하였다.

I 장은 서론이고, II 장은 영동지역의 기후 공간 분포, III 장은 영동지역의 기후변화, IV 장은 영동지역의 미래 기후변화 전망이며, V 장은 영동지역의 기후변화의 영향과 대응이다.

II 장은 ASOS지점의 30년(1981~2010년) 평균자료를 사용하여 분석하였으며, III 장은 38년(1973~2010년)의 연, 계절 변화를 지역평균과 지점별로 원자료 값과 7년 이동평균을 동시에 나타내어 그래프로 제공하였다. 또한 관측시기가 1973년 이전인 지점의 경우 10년 단위의 평균과 변화율을 동시에 제공하였으며 변화의 유의성 검증은 Kendal-tau를 이용하고, 38년의 변화율은 Pearson 회귀계수를 이용하였다. IV 장은 기상청에서 제공하는 2000년부터 2100년까지 한반도 고해상도(10km) 기후변화 시나리오를 사용하여 변화 경향을 분석하였으며, V 장은 기후변화 영향과 대응에 대한 전문가(지역별 발전연구원 등) 자문을 통해 지역별 현황 분석 및 사례 조사를 통해 작성하였다.

1

2

3

I. 서론

1. 지리적 특성
2. 관측환경의 특성

기후변화로 인해 전 세계적으로 홍수, 폭염, 한파, 가뭄의 피해가 빈번하게 발생하고 있다. 우리나라도 예외는 아니어서 2011년 2월 11일에는 강원 영동지방에 100cm가 넘는 폭설이 왔고 특히 강릉은 11일 77.7cm의 눈이 내려 하루 신적설량으로는 1911년 기상 관측 이후 100년 만에 가장 많았으며, 수많은 인명손실과 엄청난 재산피해가 발생했다. 이와 같은 피해를 줄이기 위해서는 적절한 기후변화 적응 및 대응 전략 수립이 필요하고, 지역별로 상세한 기후변화 특성 파악이 필수적이다. 전지구나 국가별 기후변화 경향은 상대적으로 일관성 있는 결과를 보이며 잘 이해되고 있지만, 기후 변화가 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 필요하다.

미국, 영국, 오스트레일리아, 일본 등 기상 선진국에서는 국가 규모에서 뿐만 아니라 지역별로 기후변화에 관한 정보를 체계적이고, 과학적으로 분석하고 있다. 우리나라에서도 지역별 기후변화에 관한 다양한 분석이 이루어졌으나 분석에 사용하는 통계적 방법, 기후요소, 자료기간, 관측지점 등에 따라 상이한 결과가 도출되어 혼란을 주고 있다. 종합적인 한국의 기후변화를 진단하기 위해서는 지역별로 일관성 있는 방법을 사용하여 결과를 제시하고 비교하는 것이 합리적임을 인지하고, 본 지역기후변화보고서에서는 강원 영동의 기후와 기후변화, 그리고 미래전망에 대해 차례로 이야기하고자 한다.

I 장에서는 강원 영동의 지리적 특성 및 다양한 기후요소의 기후변화 경향을 파악하기 위해 관측환경 및 역사, 지형 및 산업을 포함한 인문환경 지리적 특성 조사, 주요 기후변화 관련 이슈들, 피해와 영향 사례조사를 통해 지역단위의 기후변화분석의 중요성을 제시하고자 한다.

강원 영동지역의 기상관련 자연재해는 태풍에 의한 피해가 가장 크게 나타났으며, 강릉이 가장 큰 사망자 수와 피해액이 발생하였다. 최근 2011년 2월 최고 100cm가 넘는 폭설이 내리면서 주요 교통수단이 마비되고 일부지역이 고립되는 등 많은 피해를 초래하였다. 또한 영동지역의 폭설 피해액은 46억 9,000여만원의 재산피해가 발생한 것으로 잠정 집계되었다.

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

영동								
구분	강릉		동해		태백		속초	
	사망자 수(명)	피해액 (천원)	사망자 수(명)	피해액 (천원)	사망자 수(명)	피해액 (천원)	사망자 수(명)	피해액 (천원)
호우	0	4,929,125	0	1,844,932	0	78,730	0	1,914,351
강풍	-	-	-	-	-	-	-	-
대설	0	990,879	0	476,381	0	173,301	0	34,156
풍랑	-	-	-	-	-	-	-	-
태풍	50	132,537,899	10	9,433,263	5	3,236,834	9	2,411,759
합계	50	138,457,903	10	11,754,576	5	3,488,865	9	4,360,266

표 1-2. 분야별 기후변화 관련 주요 피해 사례(강원도, 2009년 이후~)

부 문	주요 피해 사례
홍 수	집중호우로 원주 및 영월지역에 실종사고(2명)·주택침수·차량유실 등 피해 발생 (데일리안 2010년 9월)
태 풍	태풍 곤파스의 초속 27m 강풍으로 가로수가 넘어지면서 전선을 덮쳐 도심 곳곳에서 정전사고가 잇따랐고, 춘천 도심과 강촌 등 외곽 지역 선로 13군데에서 정전 사고가 발생해 5000여 세대의 주민들이 불편을 겪음(뉴시스, 2010년 9월)
가 물	- 영동 지방은 비나 눈이 오지 않은 무강수일이 34일이나 되면서 40년 만에 건조일수 최대를 기록, 산불화재에 비상이 걸림 (뉴시스, 2011년 2월) - 가물 탓에 갈습 부족으로 생기는 석회 결핍증으로 고랭지 배추 흉작(YTN, 2010년 8월)
폭 염	영동 일부 지역에서는 폭염으로 고추와 옥수수 잎이 시드는 등 농작물도 타들어가는 현상이 목격(연합뉴스 2010년 8월)
폭 설	- 해안의 최고 100cm가 넘는 폭설이 내리면서 주요 교통수단이 마비됐고 일부 지역이 고립(한국경제, 2011년 2월) - 강원 영동 지방의 폭설로 46억9000여만원의 재산 피해가 발생한 것으로 잠정 집계
보 건	- 지난 2006년 도내에서 1·2군 전염병에 감염된 환자는 1148명으로 집계됐다. 이는 도민 1만명당 7.8명에 해당하는 것으로 전국 평균 2배 수준에 달하고 있다. (강원도민일보, 2009년 7월) - 강원도에 전염병이 몰려오고 있다. 올 해의 경우만이 아니라 매년 증가 추세(강원도민일보 2009년 5월)
농 업	- 산림과 과일나무를 말라죽게 하는 주홍날개꽃매미 역시 올해 도내에서 첫 피해가 발생(강원일보, 2009년 10월) - 아열대 해충인 멸강나방에 의한 피해 역시 평창·강릉·양구 등에서 잇따라 현재까지 집계된 피해면적만 유흥지 포함 111ha에 달함(강원일보, 2009년 10월)
산림/생태계	꽃매미의 피해를 입은 산림은 춘천·원주지역 약 7ha에 달한다. 인도, 베트남 등 동남아시아와 중국 남부 등에 주로 서식하는 꽃매미는 경기지역과 충남북, 경북 일부 지역에서 주로 피해가 발생했지만 올해 도내에서도 첫 피해가 나타난 것(강원일보, 2009년 10월)

1. 지리적 특성

1) 자연환경

강원도의 총면적은 20,569㎢이며 이 가운데 휴전선 이남이 82%인 16,873.61㎢로 남한 면적의 16.8%에 해당하며, 총 면적 중 81.0%인 13,665.66㎢가 임야이며 농경지는 9.9%에 해당하는 1,668.69㎢이며, 기타는 9.1%인 1,539.25㎢로 구성되어 있다.

강원도는 면적의 대부분이 산지로 형성된 산악도(山岳道)이며 한반도의 척추인 태백산맥을 분수령으로 동쪽은 영동, 서쪽은 영서지방으로 크게 구분되어 있다. 태백산맥 동쪽은 경사가 급하여 해안평야의 발달이 취약하고, 태백산맥 서쪽은 경사가 완만하여 남·북한강의 대하천이 발달하고 산지가 여러 곳에 분포되어 있다.

그러므로 100m 이하의 저지대가 강원도 총면적의 5.6%에 불과하여 함경남도의 9.6%보다 적고, 100m에서 500m까지 저산야지대가 43.1%, 500m에서 1,000m까지의 중산야지대가 43.4%로 전국에서 가장 그 비율이 높고 1,000m이상의 고산지대가 7.7%로 형성되고 있다. 평야는 동해안지방의 강릉 및 북평 근처와 영북지방 철원을 비롯하여 춘천, 원주 등 大小의 분지가 산간지역에 분포할 따름이고 각 하천유역 북방은 협곡상태를 나타내고 있다. 영동은 가파른 산자락이 동해와 맞닿아 평지가 협소하지만 대관령, 미시령, 진부령, 한계령 등 많은 령과 계곡이 산재하고 있어 그 경관이 빼어나다.

강원도는 태백산맥이 남북으로 길게 뻗쳐 있어 이 산맥을 중심으로 영동지방과 영서지방으로 나누어지고 이들 지역의 기후 또한 매우 다른 특성을 보이고 있다.

일반적인 기상특성을 보면 산맥의 급한 경사면을 따라 내려와 바다로 연결되는 영동지방은 해양성기후에 가까운 기상특성을 많이 보이고 있는 반면, 영서지방은 한반도의 중앙내륙에 위치해 있어 대륙성기후에 가까운 특성을 보이고 있다. 또한 산맥의 정상부를 중심으로 한 산악지방은 산악기후의 특성을 가지고 있어 복잡한 기상현상을 나타내고 있다.

영동지방은 산맥의 급경사면이 바다와 접해있어 평야지역은 거의 없으며, 해안선을 따라 좁고 길게 형성되어 있다. 이러한 지형적 여건에 따라 영동지방은 위도에 비하여 겨울철은 온난하고 여름철은 비교적 시원한 편이어서 연 기온의 교차가 적은 편에 속한다.

기상청에 따르면 1912년부터 2010년까지 100년간 지구 평균온도는 0.75도 올랐지만 우리나라 6대 도시(강릉, 서울, 인천, 대구, 부산, 목포)의 1912년부터 2010년까지 100년간

연평균기온은 1.8도 상승했다. 강원도 역시 1988년 12.8도였던 강릉의 연평균기온이 2009년은 13.4도로 0.6도 상승했으며 춘천은 10.6도에서 11.5도로 0.9도 올랐다. 강수량도 크게 늘어 1997년 강릉에서 측정된 연간 총 강수량은 1,273.9mm에 불과했지만 2002년 2,066.2mm, 2003년 2,095.4mm의 비가 내린 것을 비롯해 2006년 1,852.7mm, 2008년 1,342.7mm 등으로 10년 전에 비해 20~70% 가량 증가했다.

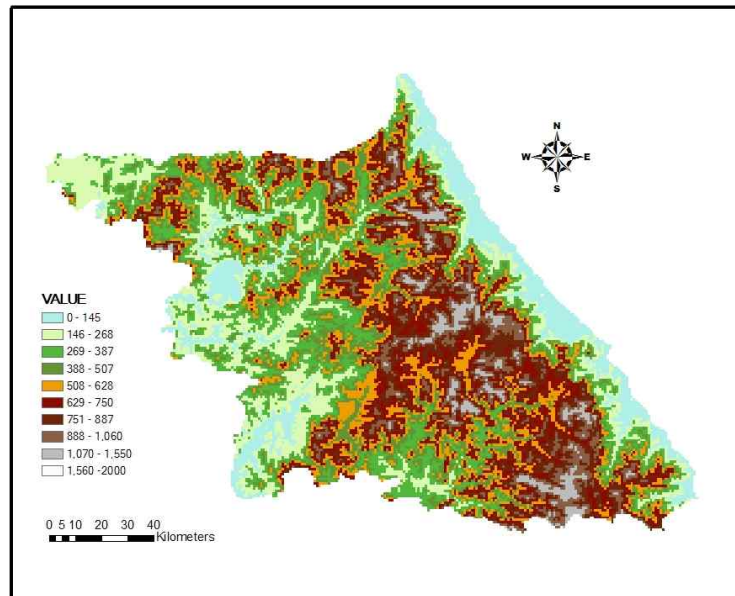


그림 1-1. 강원도의 지형

지구 온난화로 인한 무름병과 뿌리혹병, 멸강나비, 주홍꽃매미 등 병해충의 증가와 주로 남부지역에 나타났던 미국외풀 등 외래 잡초의 북상으로 피해가 증가했으며, 2011년 2월 11일에는 강원 영동지방에 100cm가 넘는 폭설이 왔고 특히 강릉은 11일 77.7cm의 눈이 내려 하루 신적설량으로는 1911년 기상 관측 이후 100년 만에 가장 많았다. 이 폭설로 비닐하우스 310동이 눈의 무게를 이기지 못하고 무너졌고, 어선 24척이 침몰했다. 축사 10곳이 붕괴돼 돼지 341마리와 산란계 5만2000마리가 폐사했고, 육상 양식시설 13곳이 피해를 입어 양식 중이던 생물 556만마가 폐사했다.

2) 인문환경

(1) 인구

표 1-3. 영동의 인구현황(2010.12.31.기준)

	세대수	인구(외국인포함)		
		계	남자	여자
속초시	36,671	85,034	41,958	43,076
평창군	19,392	43,939	22,487	21,452
강릉시	89,984	220,121	109,372	110,749
울릉도	4,573	10,220	5,324	4,896

(2) 산업

동해 연안은 대륙붕의 발달은 미약하나 한류인 북한해류와 난류인 동한해류가 교류해 명태·대구 같은 한류성 어족과 오징어·꽁치·고등어 같은 난류성 어족이 풍부하다. 그러나 최근 몇 해 동안은 해류의 이상온도로 인해 한류성 어종인 명태의 어획량은 급격히 감소하였고, 이로 인해 명태의 주요생산지인 강원 동해안 북부지역의 속초·고성 등지의 어민들은 매우 힘들어하고 있다. 동한해류는 4월경에 접어들면서 북상하기 시작해 한여름에 세력을 가장 크게 떨치며, 10월경에는 점차 약해져 남하하는 북한해류로 대체된다. 그리하여 동해안에서는 일 년 중 어기가 대체로 2회 형성된다.

주요수산물은 명태·오징어·꽁치 등의 어류와 미역·다시마 등의 해조류가 있고 가리비를 양식한다. 현재는 명태와 오징어가 가장 많이 잡히지만, 광복 전에는 정어리를 비롯해 고등어와 청어가 많이 잡혔다. 그러나 정어리는 광복 후에는 자취를 거의 감추었다. 수산가공품으로는 소건품·조미가공품이 가장 많이 생산되며, 냉동품·염신품·염장품·연제품·어유분 등이 중요한 생산물이다.

동해안은 해안선이 단조로워 자연적으로 형성된 좋은 항구는 별로 없으나 어항은 58개가 있는데 1종어항 14개, 2종어항 14개와 소규모어항 30개가 있다. 위판장은 32개소에 1만5,462㎡, 방파제는 86개소에 2만0289m, 선착장 1개소에 60m, 물양장 49개소에 1만1,148m이다. 거진·아야진·속초·주문진·묵호·삼척·임원진 등은 어업의 중심지이다.

2. 관측환경의 특성

본 보고서에 사용된 강원 영동의 관측지점으로는 30년 이상 관측 자료값이 있는 강릉과 속초, 대관령, 울릉도¹⁾의 자료를 이용하였다. 관측지점의 위치 정보는 표 1-4에 나타내었다.

표 1-4. 영동의 기상관측지점 정보

지점 번호	지점명	위도 (°N)	경도 (°E)	해발 고도 (m)	시작 연도 (년)	법정동
90	속초	38°15'53	128°34'53	22.9	1968	강원도 고성군 토성면
100	대관령	37°40'38	128°43'5	772.4	1971	강원도 평창군 대관령면
105	강릉	37°45'05	128°53'27	26.0	1911	강원도 강릉시 사천면
115	울릉도	37°28'53	130°53'55	222.8	1938	경상북도 울릉군 울릉읍

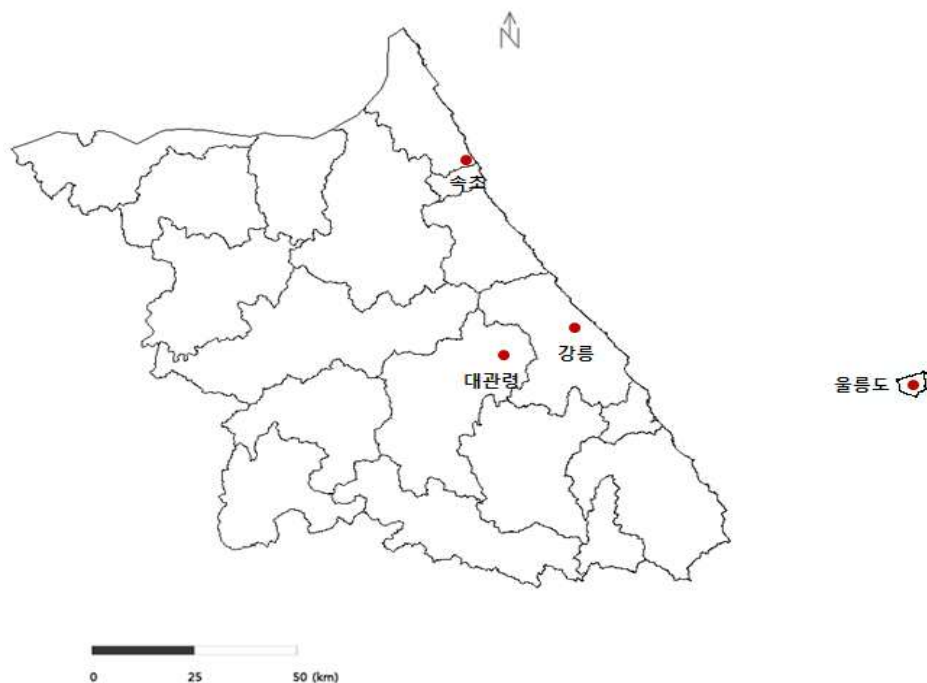


그림 1-2. 영동의 기상관측지점 위치

1) 울릉도는 경상북도 소재로 강원영동지역에 해당되지 않으나, 강원지방기상청 소속기상대로서 동해중부해상에 위치하고 있어 여기에 포함한다.

가. 속초



그림 1-3. 속초의 관측장소와 전경

속초는 2)연평균기온 12.2°C , 3)연교차 24.0°C 로 위도에 비하여 겨울에는 따뜻하고 여름에는 시원한 편이다. 연강수량 $1,402.2\text{mm}$, 가을철 강수량 400.4mm , 겨울철 강수량 132.1mm 로 늦장마와 폭설이 잦은 편이다. 연평균풍속 2.8m/s , 폭풍일수가 11일 이상으로 겨울과 봄에 서풍계열의 바람이 매우 강하다. 지속적인 서풍이 불 때 편 현상이 나타나고, 탁월한 북동기류의 유입 시 계절에 관계없이 날씨의 변화가 극심한 기상을 나타낸다.

속초기상대는 1968년 1월 1일부터 정규관측을 시작하였고, 속초시 중앙동에서 1988년 12월 31일까지 관측을 하였다. 이후, 현재 건물인 고성군 토성면 봉포리에서 관측을 이어오고 있으며, 고층관측 실시를 위하여 청사 옆에 고층타워를 설치했다. 관측장소는 150m의 거리를 두고 동해바다와 접해있는 돌출한 언덕의 정상부근에 있어 해풍 유입 시 해수온도의 변화로부터 영향을 받을 것으로 보인다.

2) 관측환경의 특성에서 기술된 연평균기온, 연강수량, 가을철 강수량, 겨울철 강수량.. 등은 최근 30년 평균값 (1981~2010년)임을 미리 밝혀둔다.
3) '연교차'는 일 년 가운데 월 평균기온이 가장 높은 달과 가장 낮은 달의 차를 나타낸 평균 연교차를 말한다.

나. 대관령



그림 1-4. 대관령의 관측장소와 전경

대관령은 해발 772.4m로 우리나라 중관기상관서 중 가장 높은 곳의 고산지대에 위치하므로 바람, 안개, 기온 등 고산 기후 특성이 나타난다. 연평균기온은 6.7℃이며, 최고기온이 30℃ 이상 되는 날이 거의 없으며, 0℃ 이하의 일수는 170일 이상이다. 6~10월의 월 평균기온이 20℃를 넘지 않는 경우가 많은 특성을 가진다. 6월에서 9월까지의 안개 발생이 잦아 월평균 연간 안개일수가 약 18일에 달하며, 이로 인한 일조시간의 감소도 나타나고, 연강수량은 1,898.0mm로 나타난다.

관측소는 평창군의 동쪽 끝에 위치하여 있으며, 남쪽으로는 약 2km 거리의 해발고도 1,123m의 능경봉과 1,083m의 선자령봉이 가로막고 있고, 서쪽으로는 백석산 등 험하고 높은 산이 가로막고 있다. 이러한 지리적 여건 때문에 서풍계열의 바람이 주풍이 되며 남풍과 북풍은 거의 없으며, 특히 동해안쪽으로 급경사면을 이루고 있어 북동기류에 의한 산안개가 자주 발생한다.

다. 강원지방기상청 (강릉)



그림 1-5. 강원지방기상청(강릉)의 관측장소와 전경

강원지방기상청의 서쪽은 태백산맥이 길게 뻗혀있고, 동쪽은 동해와 접해있어 북동기류의 장시간 유입 시 겨울철은 대설, 여름철은 지속적인 강우와 더불어 저온현상이 많이 나타나는 특성이 있다. 연평균기온은 13.1℃로서 강원도의 다른 지역에 비해 높으며, 연강수량은 1,464.5mm로 영서지방에 비해 다소 많은 편이나, 대관령보다는 적은편이다.

강원지방기상청은 1911년 10월 1일 강릉군 일대에서 강릉측후소로 창설되어 기상 업무를 시작한 이래 100년이 도래하였다. 이후 강릉시 용강동에서 관측을 이어오다가 2008년 8월 1일 사천면으로 이전하여 양호한 관측환경으로 관측을 이어나가고 있다. 또한, 용강동의 구 관측장소는 WMO자동기후관측소로 등록되어 무인기상관측을 계속 유지하고 있다.

라. 울릉도



그림 1-6. 울릉도의 관측장소와 전경

울릉도는 동해망망대해에 솟아난 대략 오각형의 섬으로 우리나라 어느 지역과도 다른 전형적인 해양성기후를 나타내고 있다. 울릉도의 기후는 부근을 흐르는 동한난류의 영향을 받아 온난다습한 해양성기후에 속하는데, 특별한 건계(乾季)나 계절적인 차가 별로 없는 것이 특징이다. 연평균기온이 12.4℃로, 일교차가 전국에서 가장 작은 특징을 갖고 있다. 여름철은 최난월 8월 평균기온이 23.6℃로 비교적 낮고, 겨울철은 최한월 1월 평균기온이 1.4℃로 따뜻하며, 연평균강수량은 1,383.4mm로 겨울철에는 대설현상이 많다.

울릉도 중앙에 위치한 해발고도 984m의 성인봉을 주봉으로 동서로 높은 산맥이 이어져 연중 남서계열과 북동계열의 바람이 많이 분다. 또한, 울릉도기상대 북서쪽을 가로막고 있는 성인봉의 영향으로 북서풍의 경우 북풍 또는 북동풍으로 관측되는 경향이 있고, 때로는 풍향이 순간적으로 자주 변하므로 풍향을 판단하기가 어려울 때도 있다. 울릉도기상대는 해발 220m의 산등성이에 위치하며 주변에 건물이 없어서 넓은 범위를 관측할 수 있어 파고 관측도 가능하다.

1

2

3

2. 강원 영동의 기후

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

II 장에서는 영동의 기온, 강수 등 기후요소와 현상일수, 극값 및 특이기상, 기후극한사상 등에 대하여 30년간(1981~2010년 ASOS 관측자료)의 평균적인 지역기후(계절별 포함)를 분석하고(평균값은 지점별 이전, 결측 등으로 인한 자료의 연속성 등을 고려하여 지점마다 기간이 다를 수 있다. 본 보고서에서는 기간 내의 모든 자료를 활용하여 분석하고자 함), 기온과 강수에 대해서는 10년간(2001~2010년 ASOS⁴⁾ 및 AWS⁵⁾ 관측자료)의 상세한 공간분포를 통하여 행정구역별 기후특성을 비교하였다.

4) ASOS 지점 : 총 4 지점(속초, 대관령, 강릉, 울릉도)

5) AWS 지점 : 총 68 지점(부록. 자동기상관측지점 정보 참고)

1. 기온

1) 평균기온 연과 계절분포

1981~2010년 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연과 계절 평균기온 공간 분포를 나타내었다. 영동의 30년(1981~2010년)동안 연평균기온이 가장 높은 지역은 강릉이 13.1℃이며, 울릉도가 12.4℃를 나타내었다. 그리고 속초가 12.2℃, 대관령이 6.7℃를 나타내었다. 영동의 평균기온 분포는 대체로 도시규모가 큰 강릉이 가장 높은 반면, 해발고도가 가장 높은 대관령이 낮은 평균기온 분포를 보였다. 계절분포 또한 연평균기온과 동일한 분포를 보였다. 특히 대관령의 경우 겨울철⁶⁾ 연평균기온이 -5.7℃를 기록하며 겨울철 연평균기온이 가장 높은 울릉도의 2.7℃와 8.4℃의 차이를 보였다.

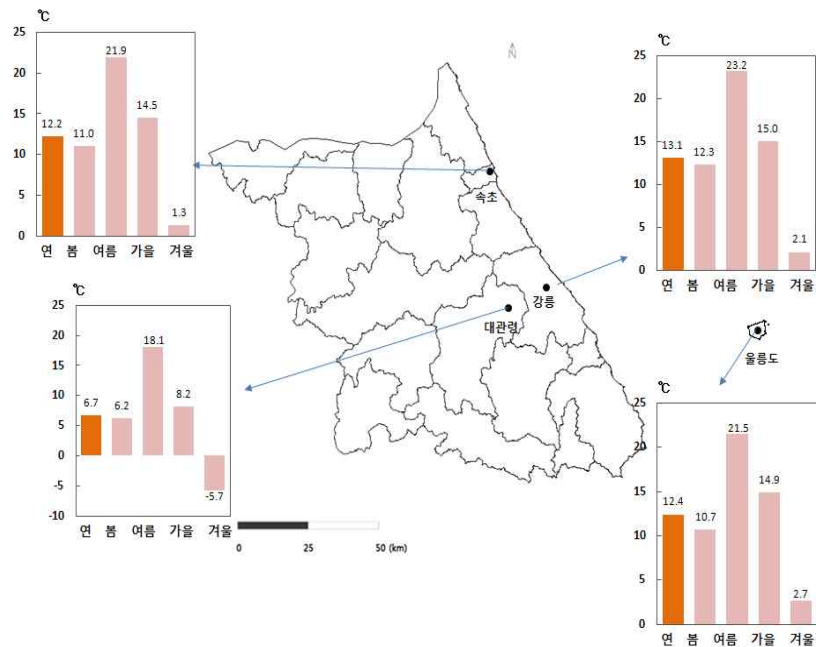


그림 2-1. 영동의 연 · 계절평균기온 공간분포(1981~2010년)

6) 겨울철은 당년 12월과 익년 1, 2월로 구분하여 사용함. 겨울철은 해를 달리하여 통계해야 하므로, 자료의 연속성을 고려하여 통계기간 첫째 1, 2월과 마지막 해 12월은 제외하고 통계함.

2) 평균기온의 상세공간분포

최근 10년(2001~2010년) 강원지역의 68개 지점(AWS)의 기온자료를 이용하여 연평균기온 공간분포를 나타내었다. 영동의 최근 10년(2001~2010년)동안 연평균기온이 가장 높은 지역은 도시지역에 속하는 동해와 속초가 각각 12.8℃와 12.7℃의 순서로 나타났고, 해양성 기후의 영향을 받는 울릉도가 12.6℃로 높게 나타났다. 연평균기온이 가장 낮은 지역은 평창으로 7.8℃를 보이며, 연평균기온이 가장 높은 동해에 비하여 5.0℃ 낮은 분포를 나타내었다.

행정구역별 상세분포도(그림 2-2)와 등치선도로 나타낸 상세분포도(그림 2-3)를 비교해 보면, 등치선도의 경우 같은 행정구역에서도 온도의 차이가 많이 나타나는 것을 볼 수 있다. 특히 강원도는 지형이 매우 복잡하기 때문에 산악지역을 중심으로 낮은 온도가 나타난다. 행정구역별 분포도는 지역별 온도 분포를 알 수 있지만, 지형에 따른 상세한 온도 차이는 볼 수 없기 때문에 등치선도로 나타낸 상세분포도를 함께 나타내었다.

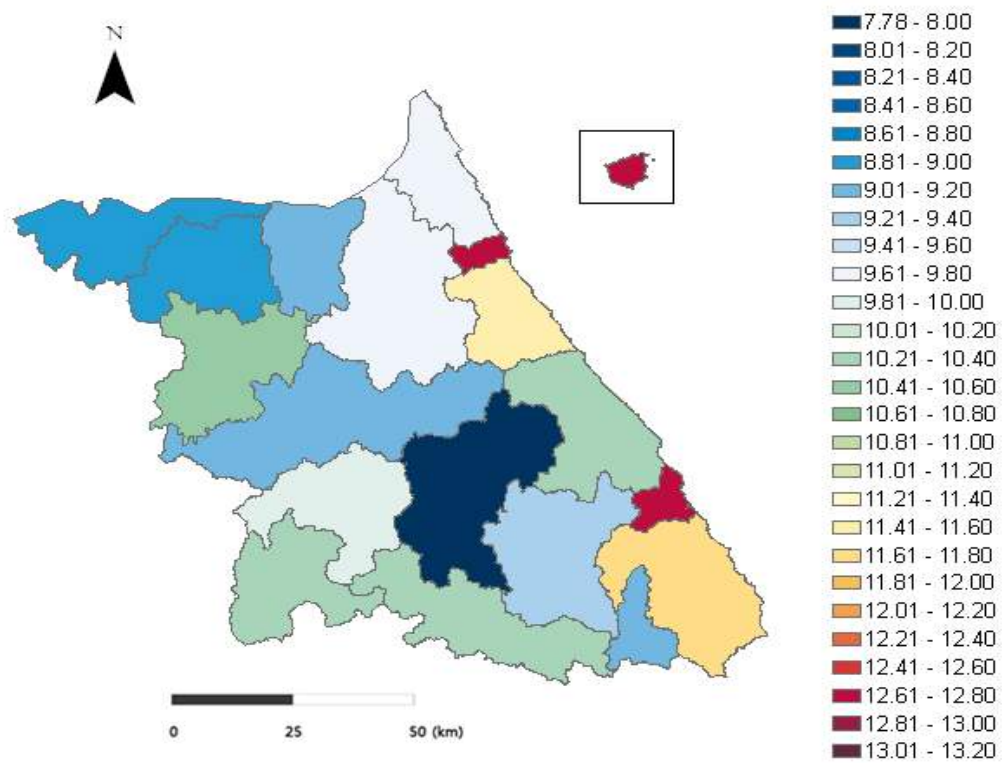


그림 2-2. 강원도의 행정구역별 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)

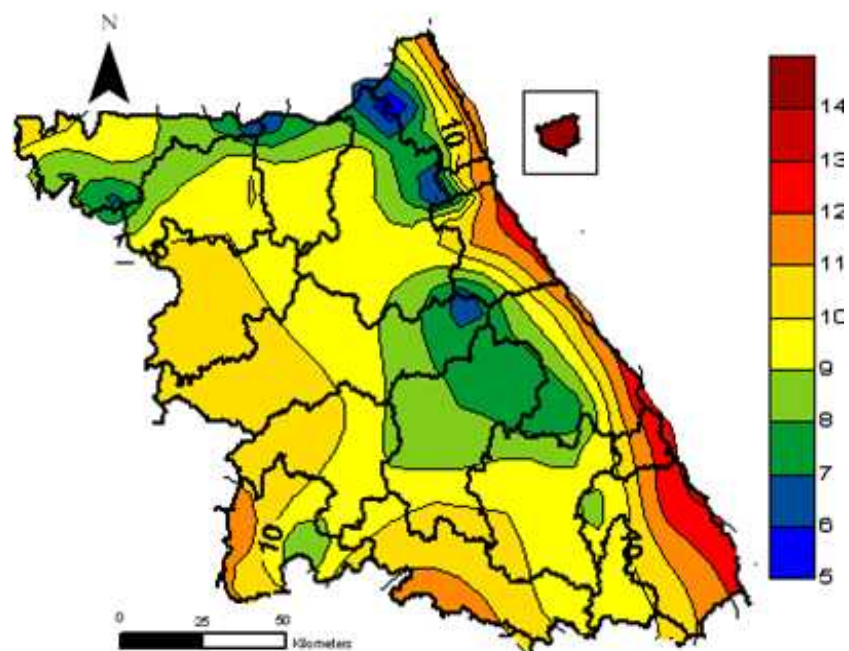


그림 2-3. 강원도의 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)

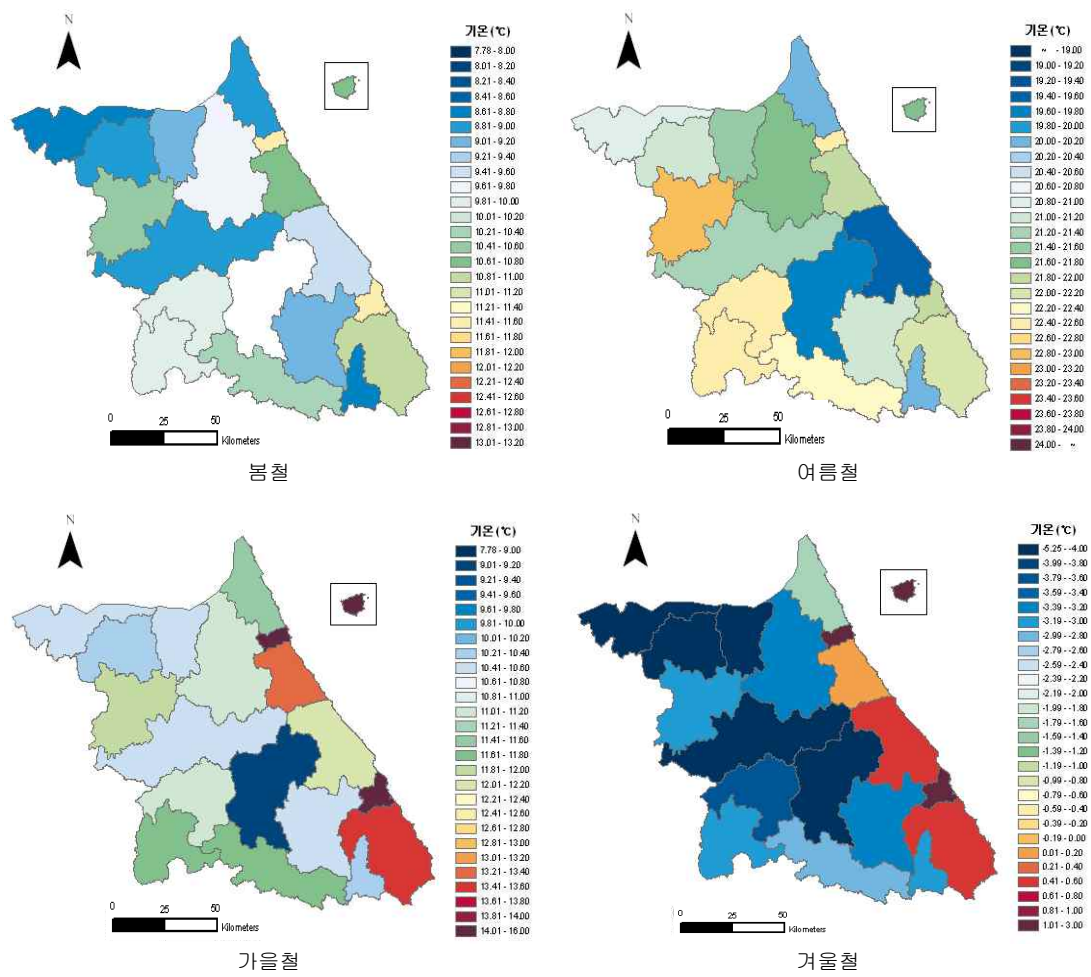


그림 2-4. 강원도의 행정구역별 계절별 평균기온 상세공간분포도 (2001~2010년)

3) 최고기온 연과 계절분포

1981~2010년 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연과 계절 최고기온 공간 분포를 나타내었다. 영동의 30년(1981~2010년)동안 최고기온이 가장 높은 지역은 강릉 17.5℃이며, 속초가 16.2℃를 나타내었다. 울릉도의 경우 15.8℃로 나타났고, 대관령은 11.7℃를 나타내었다. 영동의 최고기온 분포는 대체로 도시규모가 큰 강릉과 속초가 가장 높은 반면, 해발고도가 높은 대관령이 다른 지점에 비해 최고기온이 낮게 나타났다. 특히 대관령의 경우 겨울 최고기온이 -0.6℃를 기록하며 겨울 최고기온이 가장 높은 강릉의 6.6℃와 6.0℃의 차이를 보였다.

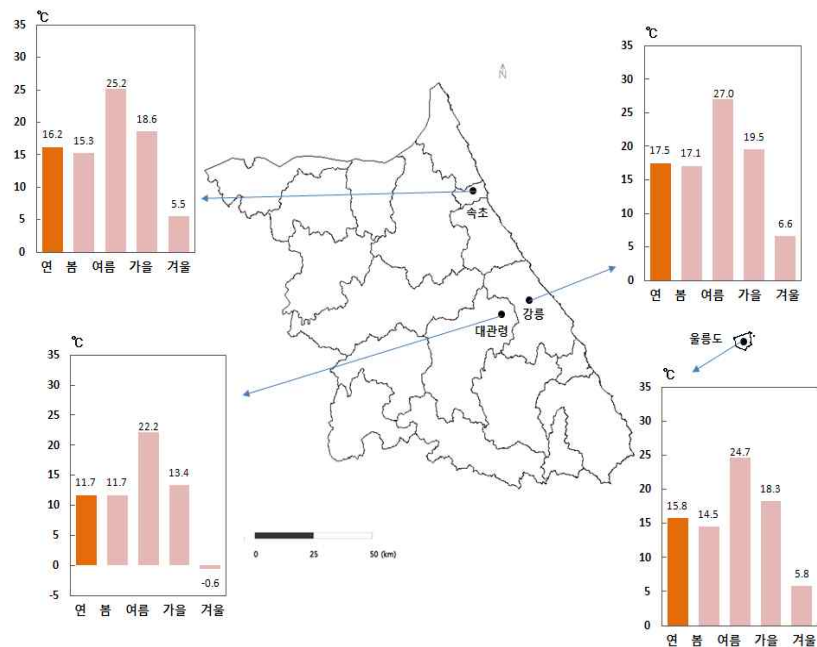


그림 2-5. 영동의 연 · 계절최고기온 공간분포(1981~2010년)

4) 최고기온 상세공간분포

최근 10년(2001~2010년) 강원지역의 68개 지점(AWS)의 기온자료를 이용하여 최고기온 공간 분포를 나타내었다. 영동의 최근 10년(2001~2010년)동안 최고기온이 가장 높은 지역은 도시지역에 속하는 삼척과 동해, 속초가 각각 16.9℃와 16.7℃, 16.4℃의 순서로 나타났다. 연평균기온이 가장 낮은 지역은 고성으로 14.0℃를 보이며, 연평균 기온이 가장 높은 동해에 비하여 2.9℃ 낮은 분포를 나타내었다.

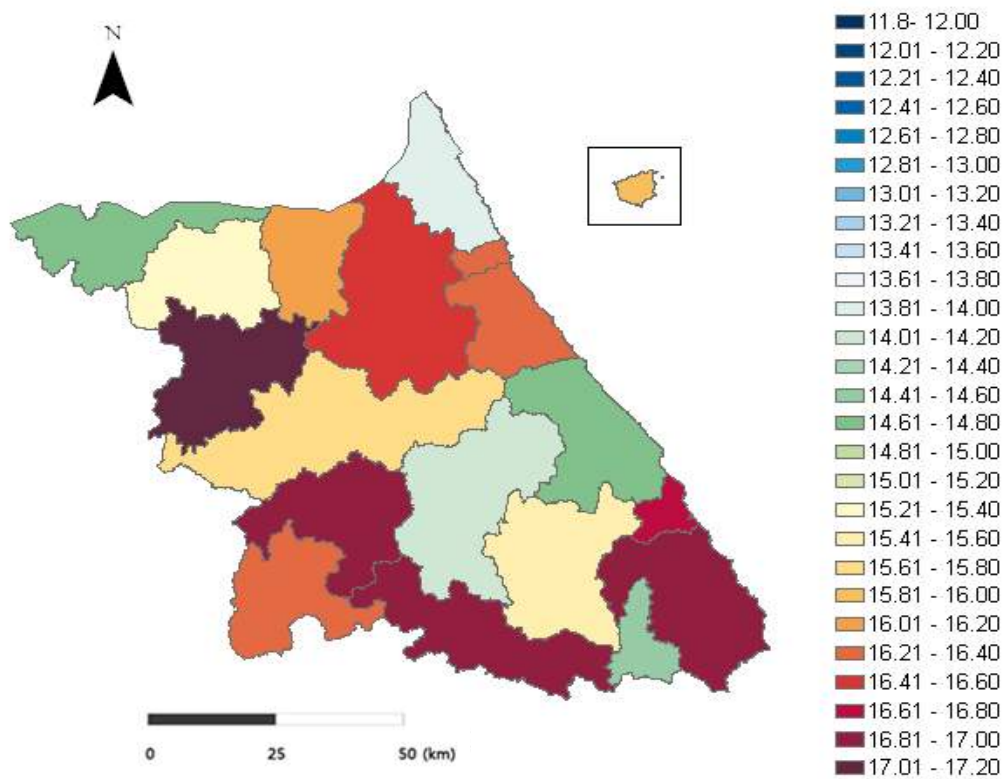


그림 2-6. 강원도의 행정구역별 연평균최고기온 상세분포도(2001~2010년)

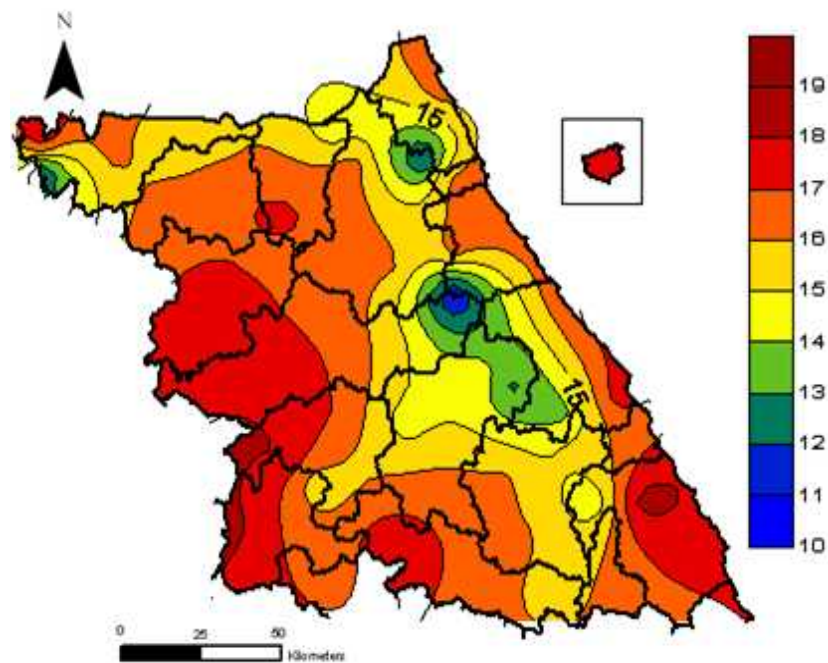


그림 2-7. 강원도의 연평균최고기온 상세분포도(2001~2010년)

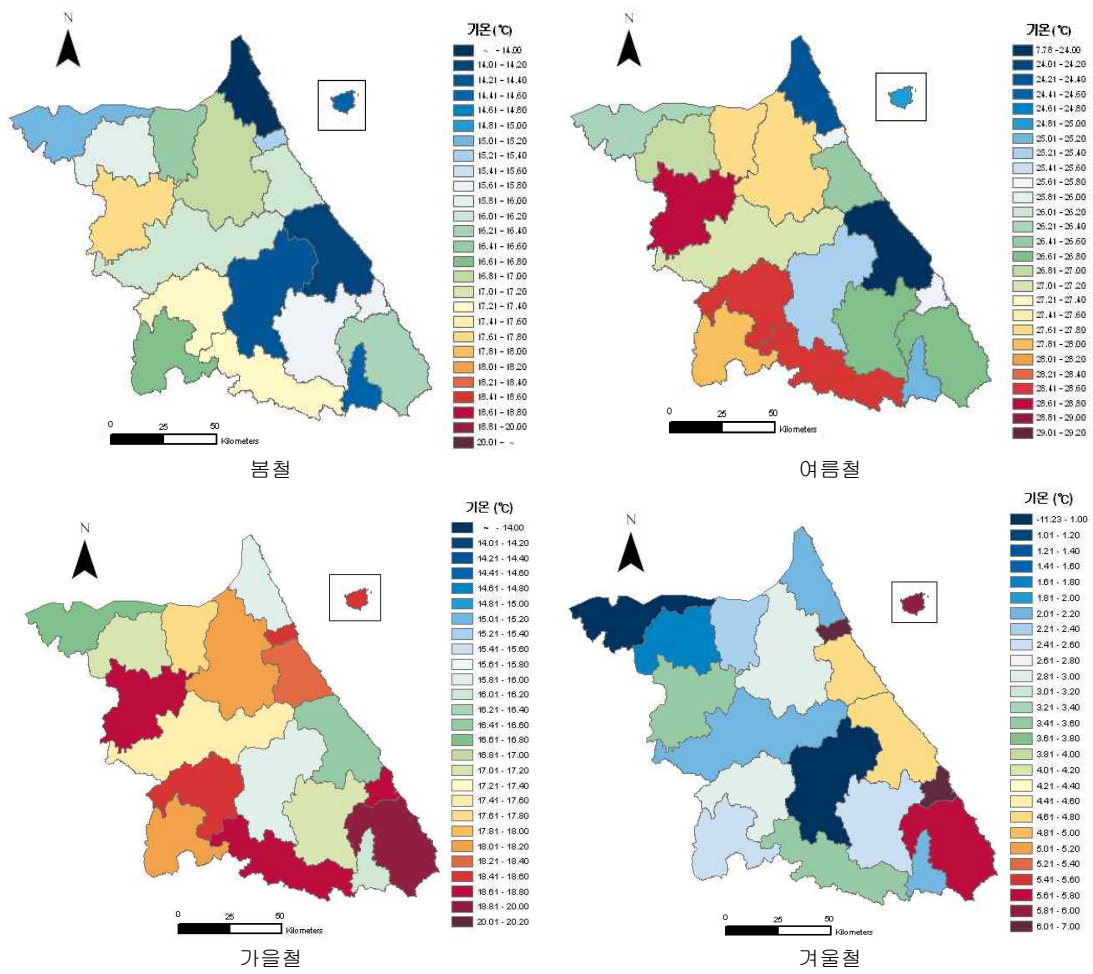


그림 2-8. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최고기온 상세공간분포도 (2001~2010년)

5) 최저기온 연과 계절분포

1981~2010년 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연과 계절 최저기온 공간 분포를 나타내었다. 영동의 30년(1981~2010년)동안 최저기온이 가장 높은 지역은 울릉도가 9.8℃이며, 강릉이 9.2℃를 나타내었다. 속초의 경우 8.5℃로 나타났고, 대관령은 2.1℃를 나타내었다. 영동의 최저기온 분포는 해양성기후에 속하는 울릉도가 가장 높은 반면, 해발고도가 높은 대관령이 낮은 최저기온 분포를 보였다. 겨울의 최저기온은 대관령이 -10.6℃로 최저기온이 가장 높은 울릉도의 0.3℃와 10.9℃의 큰 차이를 보였다. 여름의 최저기온 또한 대관령이 14.5℃로 가장 낮았으며, 강릉은 19.9℃로 대관령보다 5.4℃ 높았다.

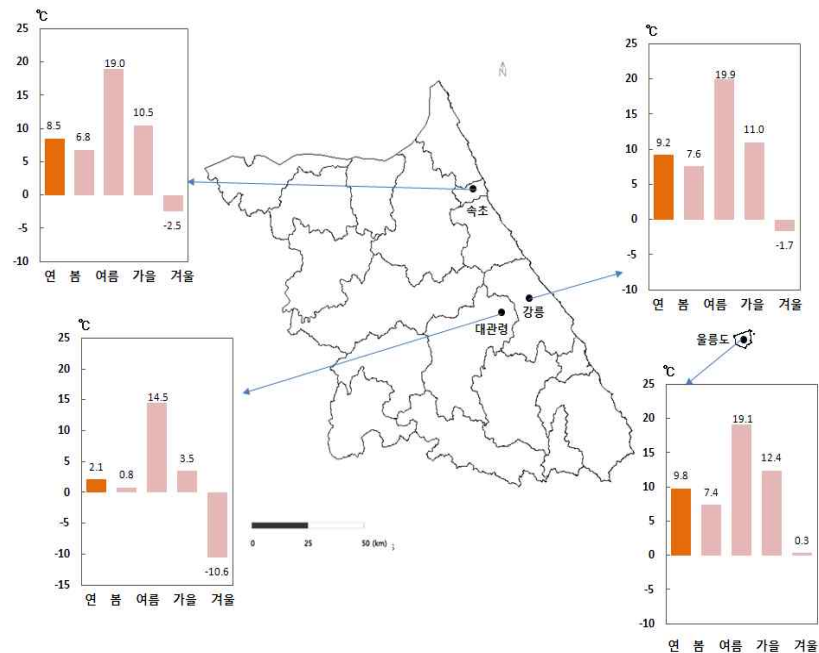


그림 2-9. 영동지역의 연·계절최저기온 공간분포(1981~2010년)

6) 최저기온 상세공간분포

최근 10년(2001~2010년) 강원지역의 68개 지점(AWS)의 기온자료를 이용하여 최저기온 공간 분포를 나타내었다. 영동의 최근 10년(2001~2010년)동안 최저기온이 가장 높은 지역은 해양성 기후를 보이는 울릉도가 10.1℃의 높은 최저기온을 보였고, 도시지역에 속하는 동해와 속초, 삼척이 각각 9.4℃와 9.4℃, 7.2℃의 순서로 나타났다. 최저기온이 가장 낮은 지역은 평창지역으로 2.2℃를 보이며, 최저기온이 가장 높은 동해에 비하여 7.2℃ 낮은 분포를 나타내었다.

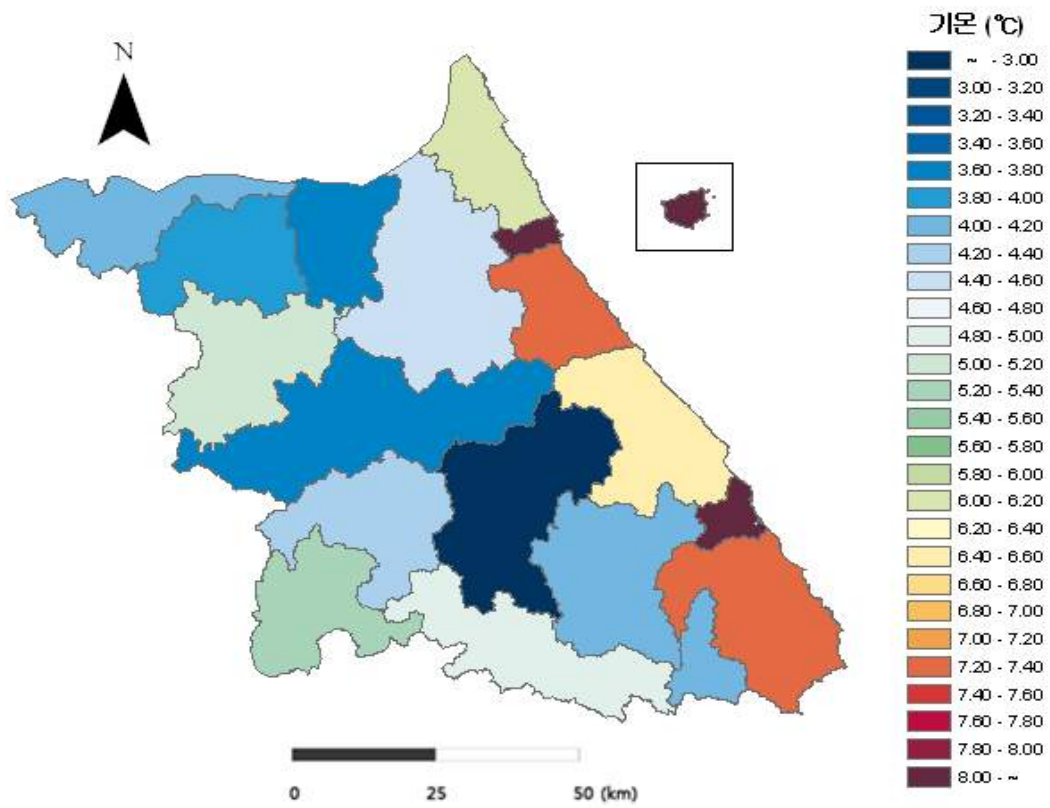


그림 2-10. 강원도의 행정구역별 연평균최저기온 상세분포도(2001~2010년)

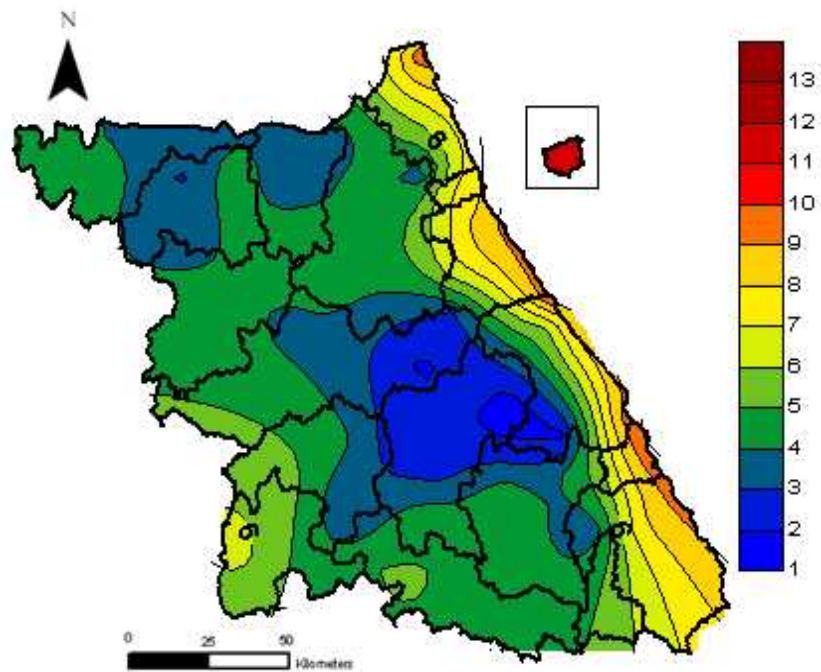


그림 2-11. 강원도의 연평균최저기온 상세분포도(2001~2010년)

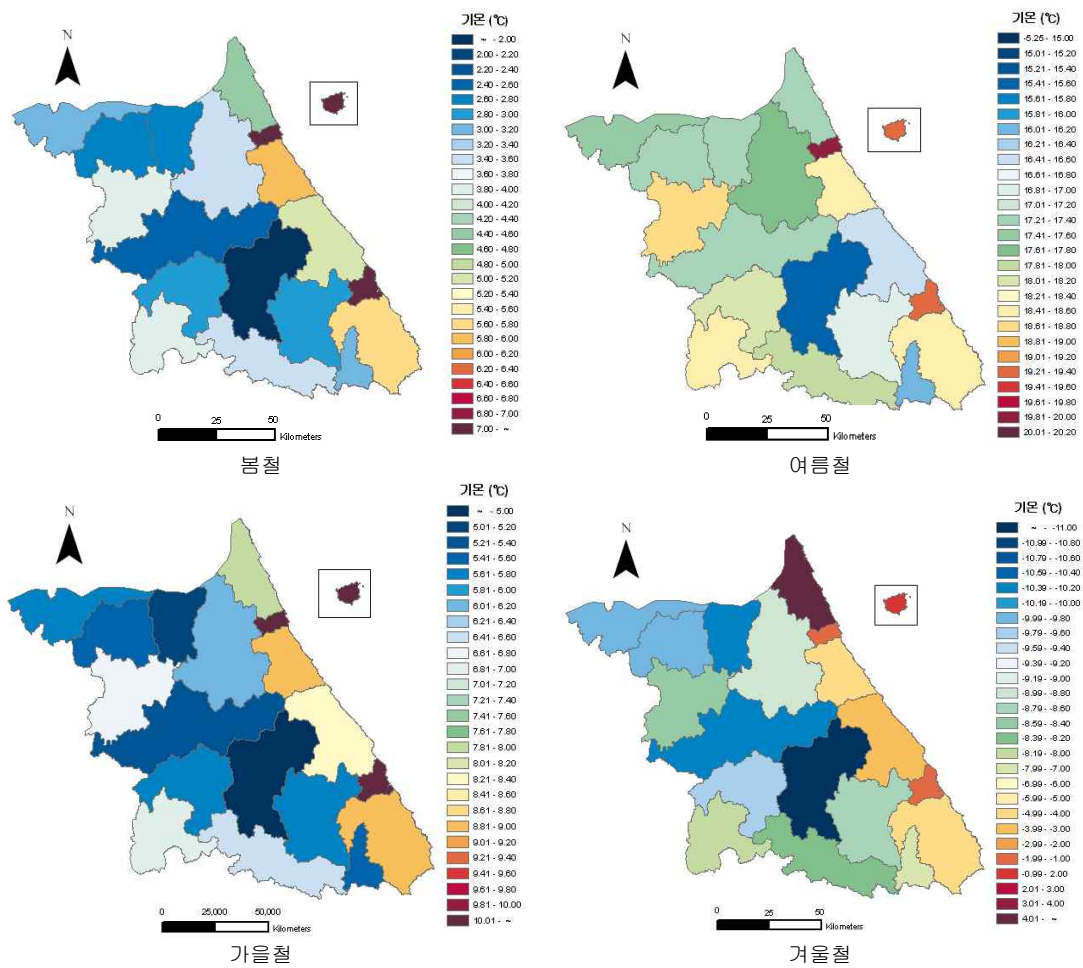


그림 2-12. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최저기온 상세공간분포도 (2001~2010년)

7) 일교차 연과 계절분포

일교차의 전년 연평균의 경우 대관령이 9.5℃로 가장 높았고, 강릉, 속초, 울릉도가 각각 8.3℃, 7.7℃, 6.0℃ 순으로 나타났다. 계절별 평균 일교차의 경우 모든 계절의 일교차가 대관령에서 각각 봄 10.8℃, 여름 7.7℃, 가을 9.8℃, 겨울 9.9℃로 가장 컸다. 계절별 평균 일교차가 가장 낮은 지역은 연평균 일교차가 가장 적은 울릉도로 봄 7.1℃, 여름 5.6℃, 가을 5.9℃, 겨울 5.5℃를 나타냈다.

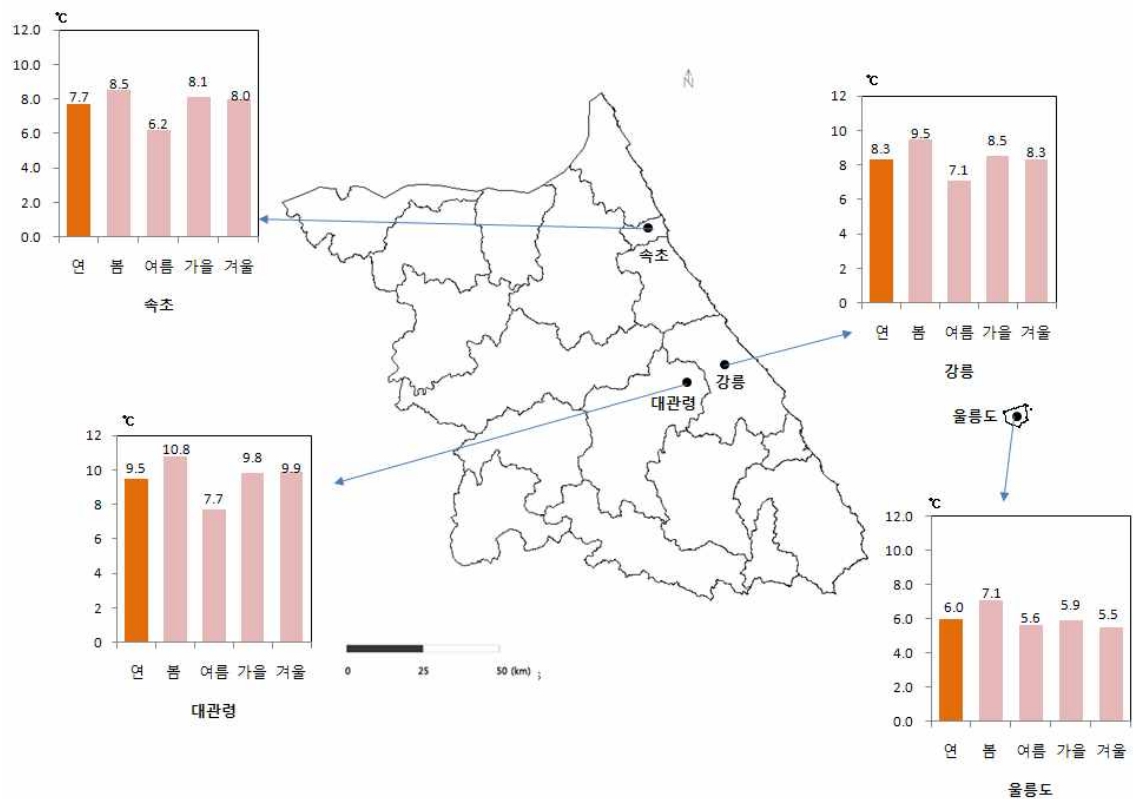


그림 2-13. 영동의 연 · 계절 일교차 공간분포(1981~2010년)

2. 강수

1) 연과 계절분포

1981~2010년 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연과 계절 평균 강수 공간 분포를 나타내었다. 강원 영동지역의 30년(1981~2010년)동안 연평균 강수가 가장 높은 지역은 대관령 1,821.4mm이며, 강릉이 1,464.5mm를 나타내었다. 그리고 속초가 1,402.2mm, 울릉도가 1,383.4mm 순으로 나타났다. 강원 영동의 평균 강수분포는 해발고도가 가장 높은 대관령이 높은 반면, 섬 지역인 울릉도가 낮은 평균 강수분포를 보였다. 계절적으로는 겨울의 경우 울릉도가 307.2mm로 가장 많았고, 여름은 대관령이 914.8mm로 가장 낮은 울릉도의 453.3mm 보다 약 461mm 많았다. 연평균 강수의 차이가 가장 큰 대관령과 울릉도의 강수 차이는 438mm를 보였다.

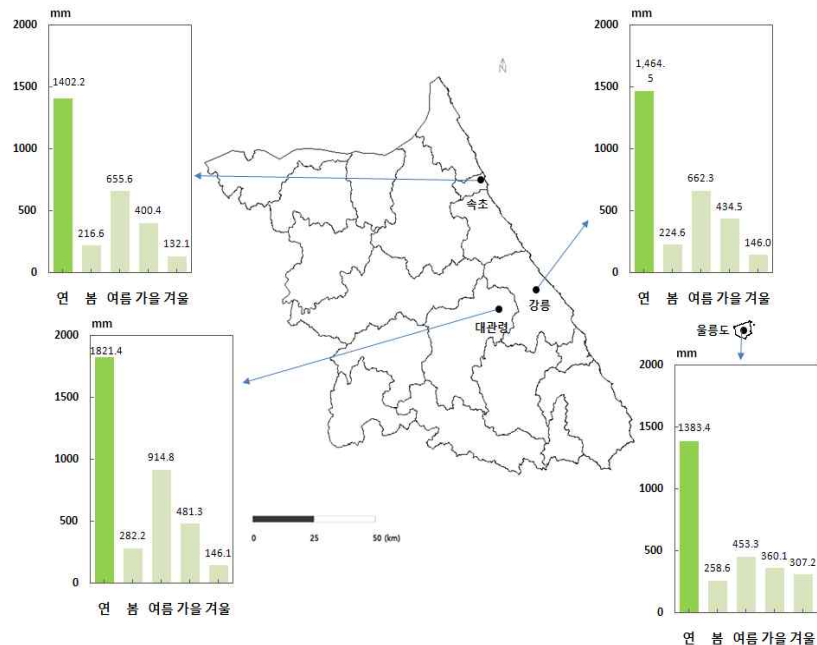


그림 2-14. 영동의 연 · 계절 강수량 공간분포(1981~2010년)

2) 상세공간분포

최근 10년(2001~2010년) 강원지역의 68개 지점(AWS)의 강수자료를 이용하여 강수 공간 분포를 나타내었다. 영동의 최근 10년(2001~2010년)동안 강수가 가장 높은 지역은 해양성 기후를 보이는 울릉도가 1,663.3mm의 높은 강수를 보였고, 양양군과 고성군이 각각 1,612.3mm와 1,567.0mm의 순서로 나타났다. 강수가 가장 낮은 지역은 속초로 1,194.5mm를 보이며, 연평균 강수가 가장 높은 울릉도에 비하여 468.8mm 낮은 분포를 나타내었다.

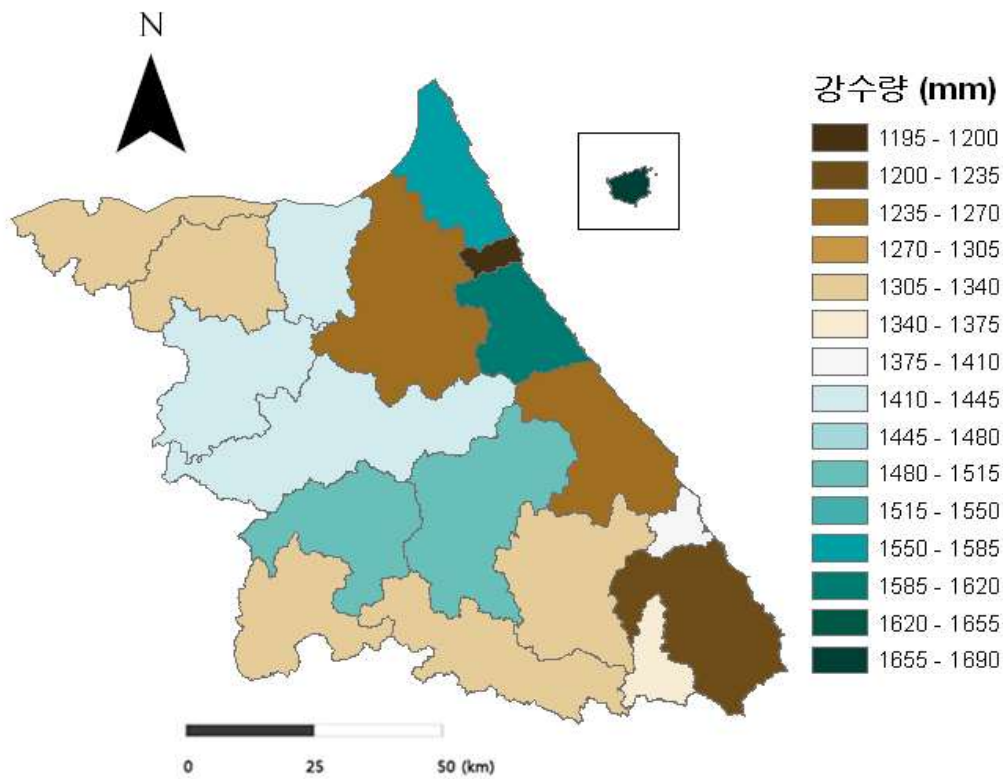


그림 2-15. 강원도의 행정구역별 연평균강수량 상세분포도(2001~2010년)

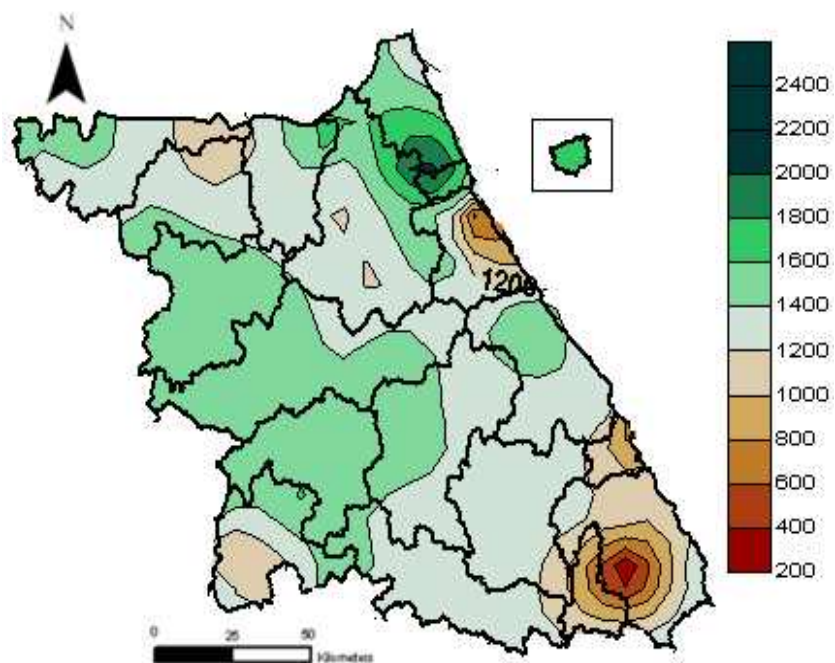


그림 2-16. 강원도의 연평균강수량 상세분포도(2001~2010년)

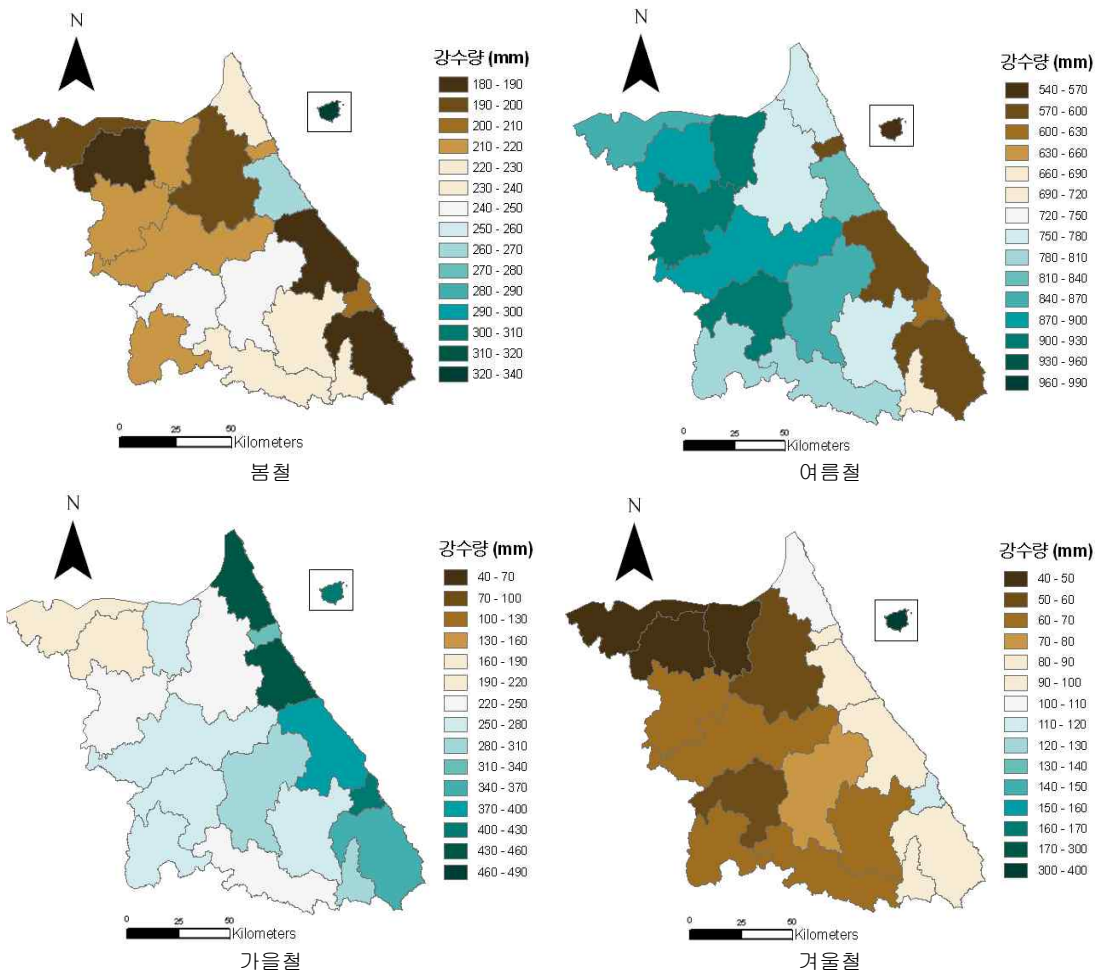
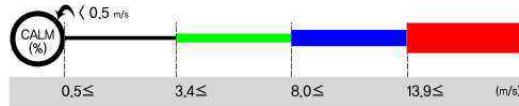
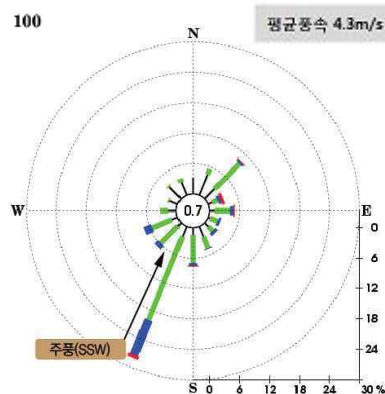


그림 2-17. 강원도의 행정구역별 계절별 연평균최저기온 상세공간분포도 (2001~2010년)

3. 바람

1981~2010년간의 바람 경향을 분석하기 위해 바람장미를 사용하였으며, 바람장미를 보는 방법은 아래와 같다.

[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)

1) 연과 계절 분포

최근 30년(1981~2010년)동안 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 연평균 평균풍속은 각각 2.8m/s, 4.1m/s, 2.6m/s, 3.7m/s로 대관령이 가장 강하고, 강릉이 가장 약하다. 속초, 대관령, 강릉의 주 풍향은 각각 북서풍, 서풍, 남서풍으로 서풍계열의 바람이 불었고, 울릉도의 경우 북동풍내지 남서풍으로 내륙과 다른 패턴을 보였다. 각각 지점의 계절별 바람장미의 패턴은 연평균 패턴과 유사했다. 계절별 가장 강한 평균 풍속은 대관령 지역에 겨울 5.2m/s였고, 가장 약한 평균 풍속은 강릉지역의 여름철 1.8m/s였다.

가. 속초

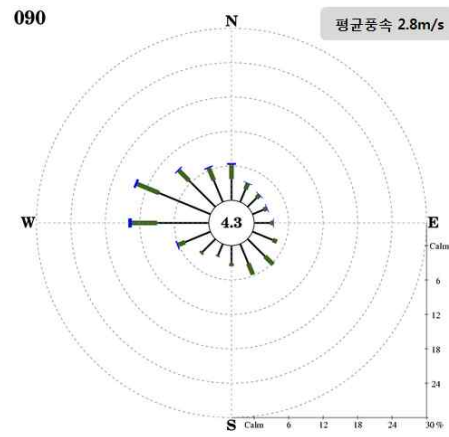


그림 2-18. 속초의 바람장미(1981~2010년)

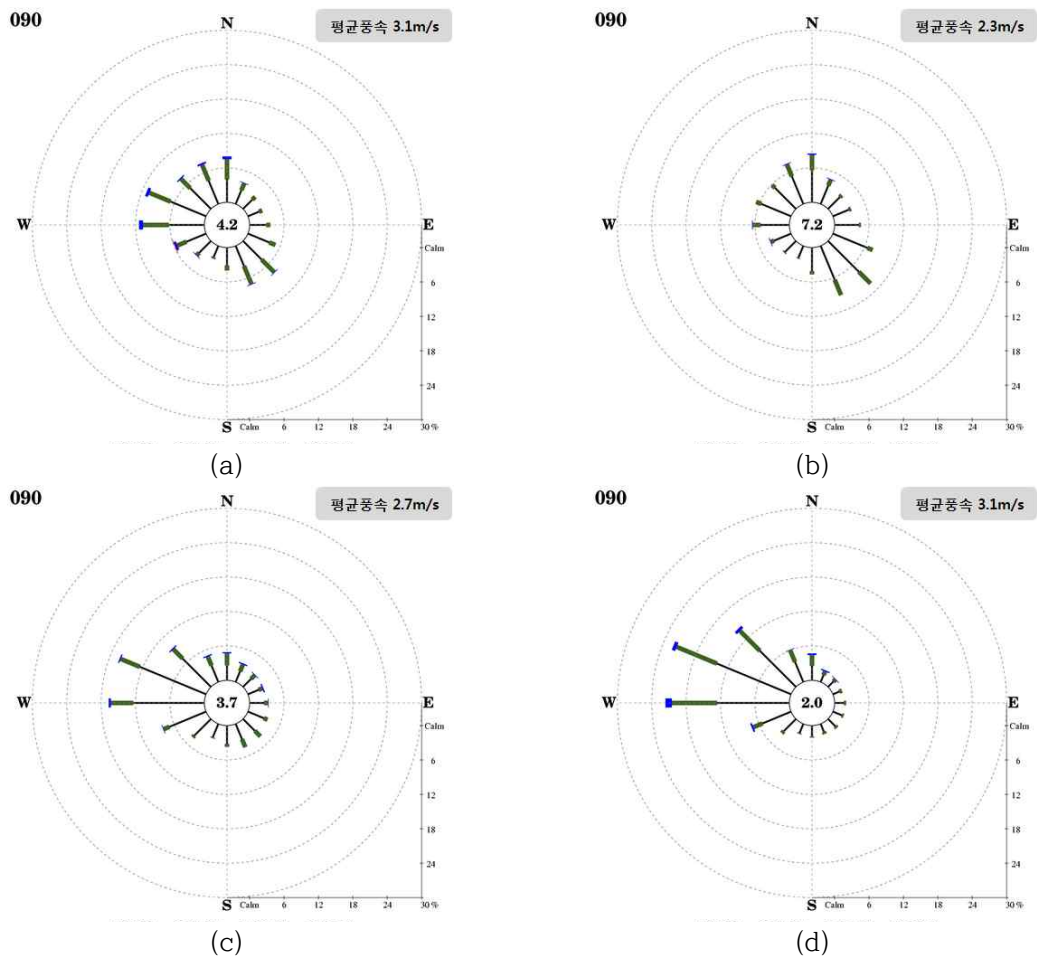


그림 2-19. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)

나. 대관령

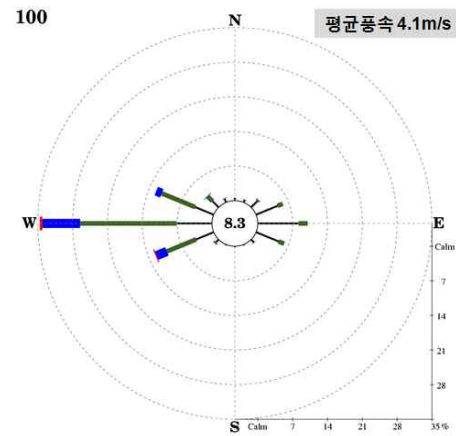
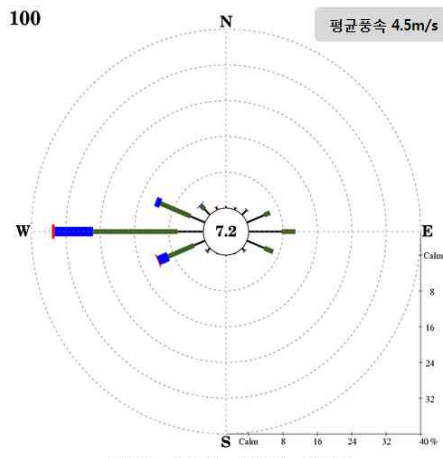
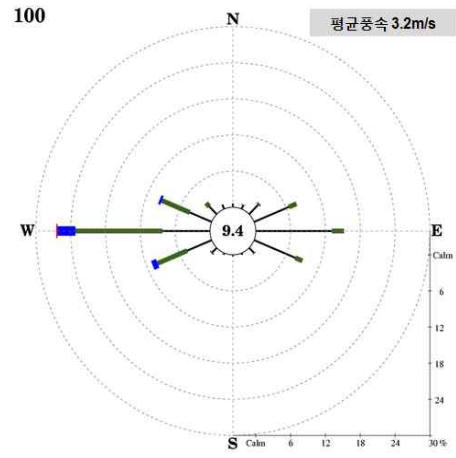


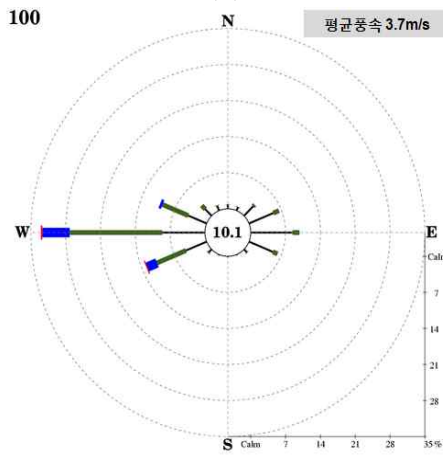
그림 2-20. 대관령의 바람장미(1981~2010년)



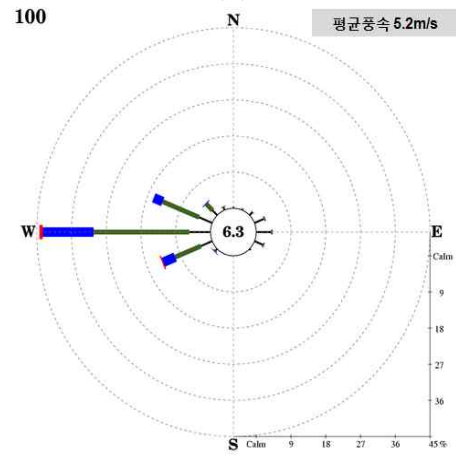
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 2-21. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)

다. 강릉

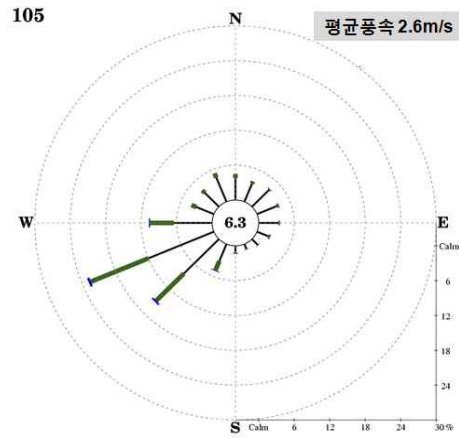
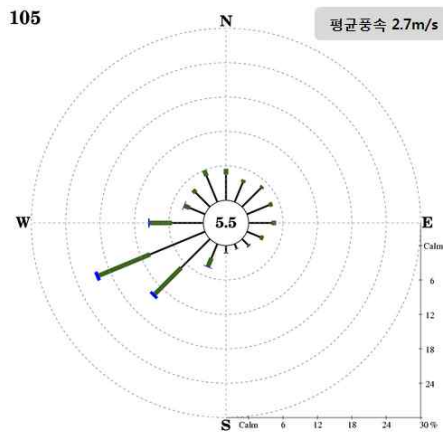
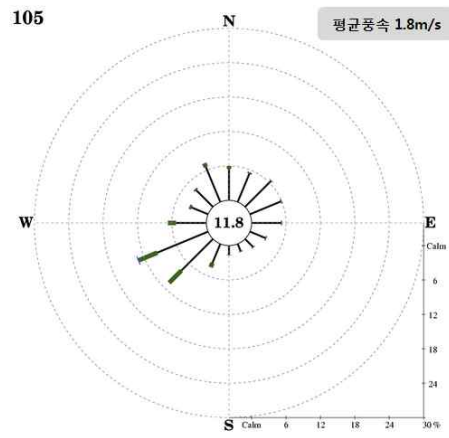


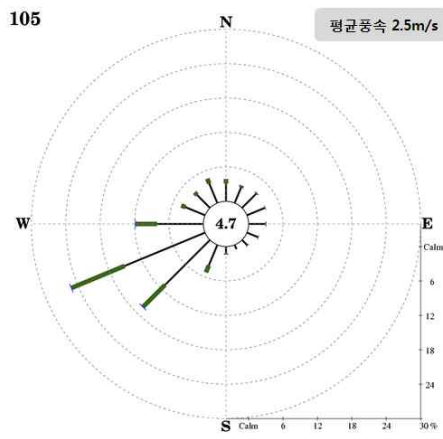
그림 2-22. 강릉의 바람장미(1981~2010년)



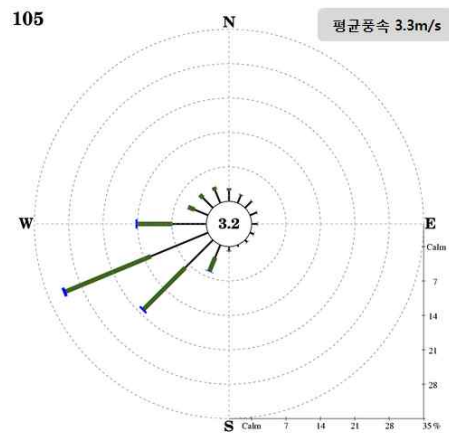
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 2-23. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)

라. 울릉도

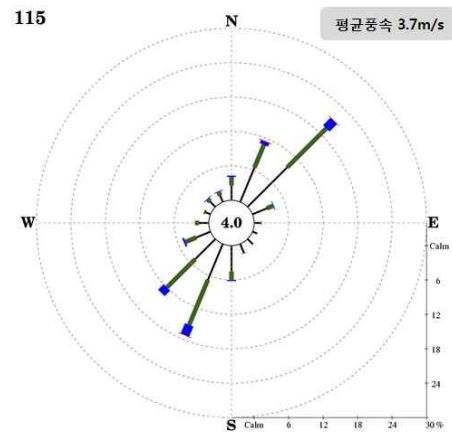


그림 2-24. 울릉도의 바람장미(1981~2010년)

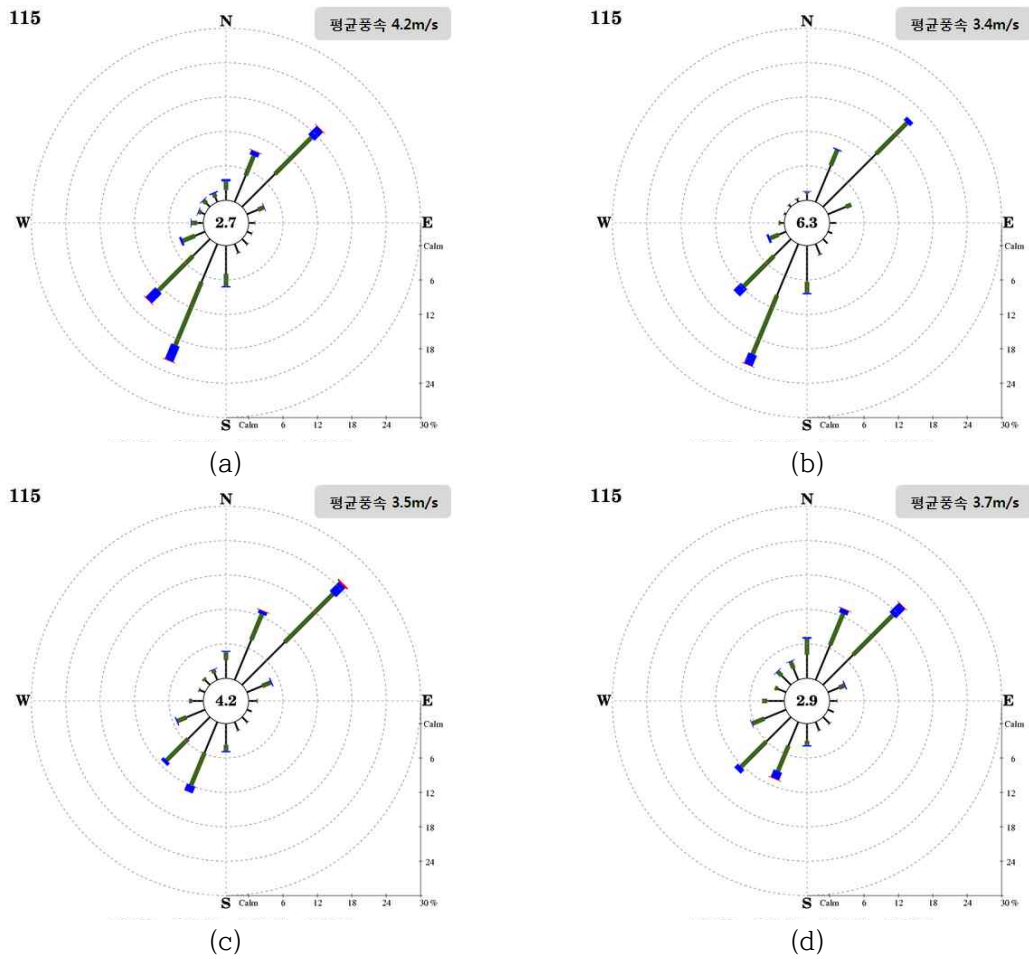


그림 2-25. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 바람장미(1981~2010년)

4. 기타기후요소

최근 30년(1981~2010년)동안 영동(속초, 대관령, 강릉)과 울릉도의 전년 평균과 계절별 평균에 대한 상대습도, 운량, 일교차, 일조시간 등에 대해 나타내었다. 상대습도의 전년 연평균의 경우 울릉도가 74.3%로 가장 높았고, 대관령, 속초, 강릉이 각각 73.3%, 65.7%, 61.4% 순으로 나타났다.

1) 상대습도

계절별 평균 상대습도의 경우 봄과 겨울의 상대습도가 울릉도에서 각각 70.4%와 69.5%로 가장 높았고, 여름과 가을은 대관령 지역에서 각각 83.8%, 76.8%로 높았다. 계절별 평균 상대습도가 가장 낮은 지역은 강릉이다.



그림 2-26. 영동의 연·계절 상대습도(1981~2010년)

2) 운량

운량의 전년 연평균의 경우 울릉도가 6.1할로 가장 높았고, 강릉, 대관령, 속초가 각각 5.2, 5.1, 5.1할 순으로 나타났다. 계절별 평균 운량의 경우 여름을 제외한 봄과 가을, 겨울의 운량이 울릉도 지역에서 각각 5.4, 5.7, 6.6할로 가장 높았고, 여름은 대관령에서 7.2할로 높았다. 계절별 평균 운량이 가장 낮은 지역은 봄-대관령 5.1할, 여름-울릉도 6.7할, 가을-속초 4.7할, 겨울-속초 3.5할로서 각각 다른 분포를 나타냈다.



그림 2-27. 영동의 연·계절 운량(1981~2010년)

3) 일조시간

일조시간의 지역별 전년 연평균의 경우 대관령이 2,159.7시간으로 가장 높았고, 속초, 강릉, 울릉도가 각각 2,129.9시간, 2,118.4시간, 1,856.1시간 순으로 나타났다. 계절별 평균 일조시간의 경우 봄과 겨울의 일조시간이 대관령에서 각각 642.0시간과 565.5시간으로 가장 높았고, 여름-울릉도 489.0시간, 가을-속초 522.1시간으로 높았다. 계절별 평균 일조시간이 가장 낮은 지역은 봄-강릉 602.5시간, 여름-대관령 443.1시간, 가을-울릉도 465.5시간, 겨울-울릉도 295.7시간이다.

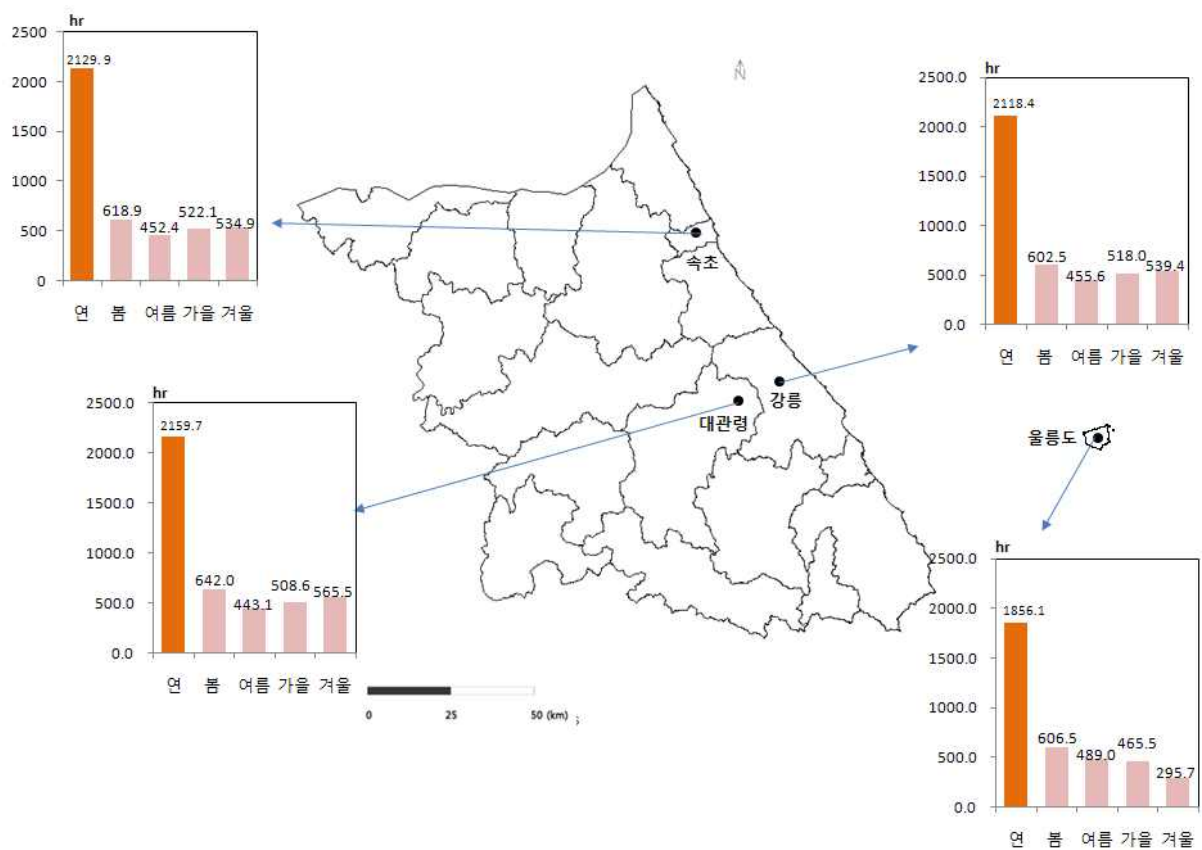


그림 2-28. 영동의 연·계절 일조시간 공간분포(1981~2010년)

5. 주요 현상일수와 극한기후사상

1) 주요 현상일수

최근 30년(1981~2010년)동안 속초, 대관령, 강릉, 울릉도의 전년 평균과 계절별 평균에 대한 일강수량 0.1mm이상 연간일수, 일강수량 80mm이상 연간일수, 연간 눈일수, 일최저기온 25℃ 이상 연간일수, 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수, 연간황사일수, 연간서리일수, 연간얼음일수, 연간우박일수, 연간안개일수, 연간뇌전일수를 각각 나타내었다.

(1) 일강수량 0.1mm이상 일수

일강수량 0.1mm이상 연간일수의 전년 연평균의 경우 대관령과 울릉도가 각각 143.1일, 143.1일로 가장 높았고, 속초와 강릉이 각각 111.0일과 111.1일로 낮게 나타났다. 계절별 일강수량 0.1mm이상 연간일수의 경우 대관령에서 겨울을 제외한 봄, 여름, 가을의 현상일수가 가장 높았고, 겨울의 경우 울릉도가 50.0일로 높았다. 계절별 일강수량 0.1mm이상 연간일수가 가장 낮은 지역은 봄-속초 25.5일, 여름-울릉도 32.7일, 가을-강릉 25.4일, 겨울-강릉 16.7일이다.



그림 2-29. 영동의 일강수량 0.1mm이상 연간일수(1981~2010년)

(2) 일강수량 80mm이상 연간일수

일강수량 80mm이상 연간일수의 전년 연평균의 경우 대관령이 3.5일로 가장 높았고, 울릉도가 1.5일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 일강수량 80mm이상 연간일수가 가장 높은 지역은 대관령에서 여름, 가을, 겨울의 현상일수가 각각 2.2일, 1.1일, 0.1일로 나타났고, 봄은 울릉도에서 0.3일로 높았다. 계절별 일강수량 80mm이상 연간일수가 가장 낮은 지역은 속초, 대관령, 강릉의 봄이 0.2일로 낮았고, 여름-울릉도 0.8일, 가을-울릉도 0.4일, 겨울-속초, 강릉, 울릉도 0일로서 각각 다른 분포를 나타냈다.



그림 2-30. 영동의 일강수량 80mm이상 연간일수(1981~2010년)

(3) 연간눈일수⁷⁾

연간눈일수의 전년 연평균의 경우 대관령이 57.3일로 가장 높았고, 속초가 17.3일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 연간눈일수의 경우 겨울을 제외한 봄과 가을의 눈일수가 대관령이 각각 28.3일, 6.1일로 가장 높았고, 겨울의 경우 울릉도에서 41.4일로 가장 높은 일수를 나타냈다. 계절별 평균 연간눈일수가 가장 낮은 지역은 속초로서 봄 4.3일, 가을 0.7일, 겨울 12.0일이었다.



그림 2-31. 영동의 연간눈일수(1981~2010년)

7) 눈일수는 눈, 진눈깨비, 소낙눈, 소낙성진눈깨비,싸락눈,가루눈,눈보라가 포함된 현상일수임

(4) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수

일최저기온 25℃ 이상 연간일수의 전년 연평균의 경우 강릉이 7.5일로 가장 높았고, 울릉도가 2.2일로 가장 낮게 나타났다. 대관령은 나타나지 않아 제외하였다. 계절별 평균 일최저기온 25℃ 이상 연간일수의 경우 여름을 제외한 봄과 가을, 겨울의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수가 지역별로 유사했고, 여름의 경우 강릉, 속초, 울릉도 순으로 각각 7.5일, 2.5일, 2.1일을 나타냈다.

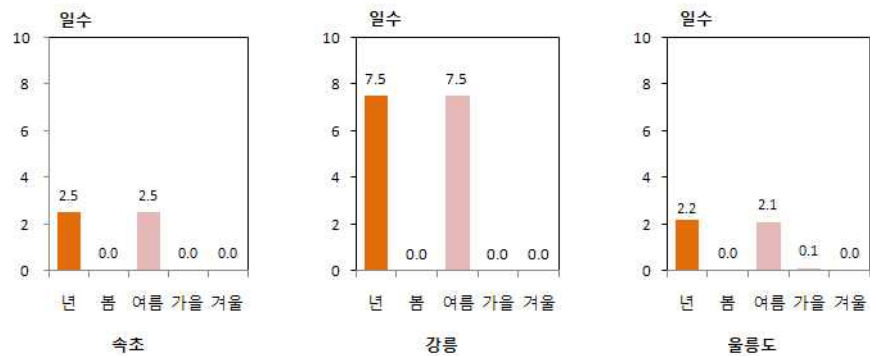


그림 2-32. 영동의 일최저기온 25℃이상 연간일수(1981~2010년)

(5) 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속 일수

일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수의 전년 연평균의 경우 강릉이 5.2일로 가장 높았고, 대관령은 한 번도 나타나지 않았다. 계절별 일 최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수의 경우 여름을 제외한 봄과 가을, 겨울의 일 최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속일수가 거의 없었으며, 여름철은 강릉과 속초가 각각 5.1일, 1.0일을 나타냈다.

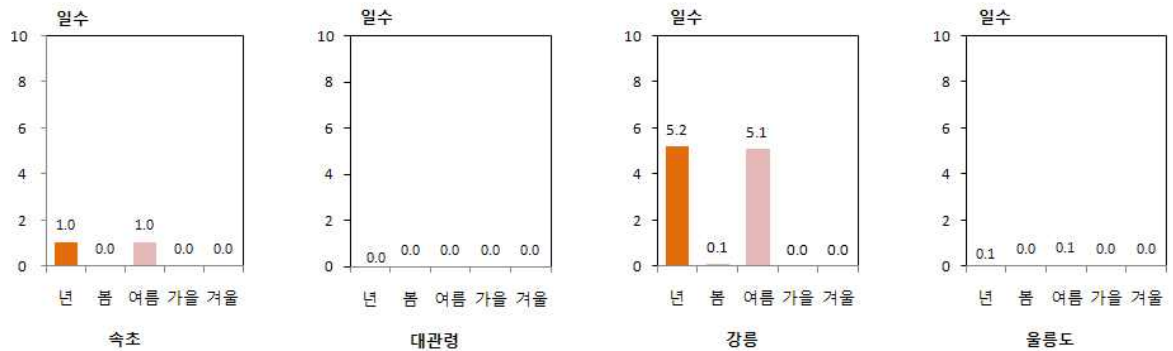


그림 2-33. 영동의 일최고기온 33℃이상 2일 이상 연간지속일수(1981~2010년)

(6) 연간황사일수

연간황사일수의 전년 연평균의 경우 대관령에서 5.6일로 가장 높았고, 울릉도가 3.4일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 황사일수의 경우 여름을 제외한 봄과 가을, 겨울 동안 연간황사일수가 나타났고, 봄철 대관령 4.8일, 강릉 4.3일, 속초 3.8일, 울릉도 2.9일 순으로 연간황사일수가 가장 많았다.



그림 2-34. 영동의 연간황사일수(1981~2010년)

(7) 연간서리일수

연간서리일수의 전년 연평균의 경우 대관령에서 83.7일로 가장 높았고, 울릉도에서 4.7일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 연간서리일수의 경우 대관령에서 봄 20.1일과 여름 0.1일 가을 19.5일, 겨울 44.0일 동안 연간서리일수가 가장 높게 나타났고, 울릉도는 전 계절에서 낮은 연간서리일수가 나타났다.



그림 2-35. 영동의 연간서리일수(1981~2010년)

(8) 연간얼음일수

연간얼음일수의 전년 연평균의 경우 대관령에서 165.6일로 가장 많았고, 울릉도에서 68.8일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 연간얼음일수의 경우 대관령에서 봄 45.2일, 여름 0.1일, 가을 30.9일, 겨울 89.4일로 연간얼음일수가 가장 높게 나타났고, 계절별 낮은 연간얼음일수는 울릉도에서 봄 10.4일, 가을 1.7일, 겨울 56.7일로 가장 낮게 나타났다.



그림 2-36. 영동의 연간얼음일수(1981~2010년)

(9) 연간우박일수

연간우박일수의 전년 연평균의 경우 울릉도에서 2.7일로 가장 많았고, 속초에서 1.0일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 연간우박일수의 경우 봄-대관령 1.1일, 여름-강릉 0.3일, 가을-울릉도 1.1일, 겨울-울릉도 1.0일로 연간우박일수가 가장 높게 나타났고, 계절별 낮은 연간우박일수는 봄-울릉도 0.6일, 여름-속초와 울릉도 0.0일, 가을-대관령 0.0일, 겨울-속초 0.0일로 나타났다.

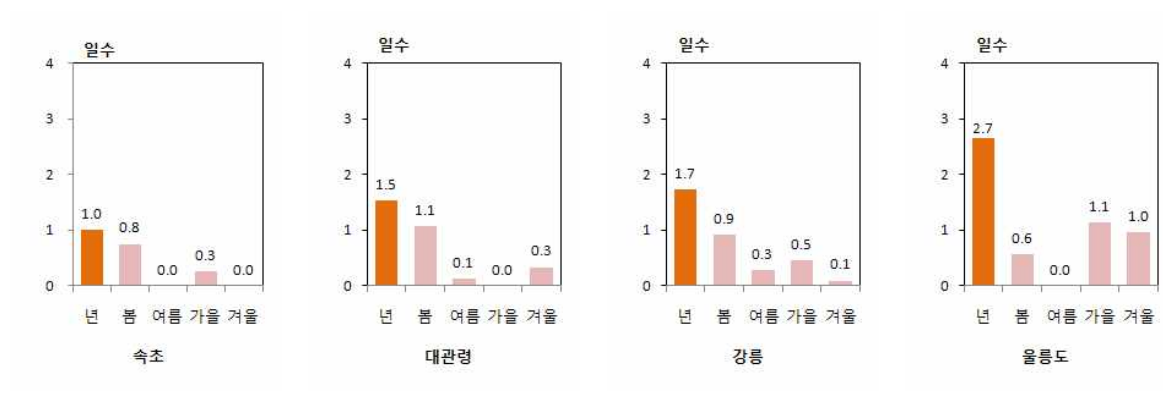


그림 2-37. 영동의 연간우박일수(1981~2010년)

(10) 연간안개일수

연간안개일수의 전년 연평균의 경우 대관령에서 130.3일로 가장 많았고, 강릉에서 10.9일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 평균 연간안개일수의 대관령의 모든 계절에서 높은 연간안개일수가 나타났고, 계절별 낮은 연간안개일수는 봄-강릉 2.4일, 여름-강릉 7.4일, 가을-속초 0.1일, 겨울-속초 0.2일로 나타났다.



그림 2-38. 영동의 연간안개일수(1981~2010년)

(11) 연간뇌전일수

연간뇌전일수의 전년 연평균의 경우 강릉에서 12.8일로 가장 많았고, 울릉도에서 9.3일로 가장 낮게 나타났다. 계절별 높은 연간뇌전일수의 경우 봄-대관령, 강릉, 울릉도 2.5일, 여름-강릉 8.3일, 가을-울릉도 3.1일, 겨울-울릉도 1.1일로 나타났고, 계절별 낮은 연간뇌전일수는 봄-속초 2.4일, 여름-울릉도 2.6일, 가을-대관령 1.1일, 겨울-속초 0.1일로 나타났다.



그림 2-39. 영동의 연간뇌전일수(1981~2010년)

2) 극값 및 특이기상

관측 개시일부터 2011년 10월 31일 기준으로 지점별 5순위 극값 및 특이기상을 표 2-2에 나타내었다.

강릉의 일강수량은 2002년 8월 31일에 관측된 870.5mm가 1위로 가장 많았으며, 대관령의 일강수량도 같은 날 712.5mm로 관측 이래 가장 많은 강수량을 나타냈다.

1시간 최다강수량 최고는 2002년 8월 31일 강릉이 100.5mm로 가장 많았으며, 울릉도는 1942년 9월 13일의 81.6mm가 가장 많은 것으로 나타났다.

일평균기온의 최고는 속초와 강릉에서 각각 2004년 7월 23일과 1994년 8월 6,7일에 32.7℃로 가장 높게 나타났다. 대관령의 일평균기온의 최고는 2010년 8월 5일 25.6℃로 속초와 강릉의 1위 값에 비하여 7.1℃ 낮았다. 일평균기온의 최저는 대관령이 1986년 1월 5일에 -21.9℃로 관측 이래 가장 낮은 값을 나타냈다.

일최고기온은 1942년 7월 25일에 강릉이 39.4℃로 가장 높았으며, 속초는 2004년 7월 23일에 나타난 37.1℃가 가장 높은 1위 값을 나타냈다. 일최고기온이 가장 높은 강릉과 대관령의 각각 1위 값의 온도 차이는 6.7℃이다. 일최저기온은 1974년 1월 24일 대관령에서 -28.9℃로 관측 이래 가장 낮은 값을 나타냈다.

최심신적설은 1955년 1월 20일 울릉도에서 150.9cm로 가장 많았으며, 대관령의 최심신적설 1위 값은 1992년 1월 31일에 92.0cm로 나타났다. 속초는 1969년 2월 20일에 89.6cm로 관측 이래 가장 많은 값을 나타냈으며, 다음 날인 2월 21일의 최심적설이 123.8cm로 1위 값을 나타냈다. 울릉도의 최심적설은 1962년 1월 31일 293.6cm로 다른 지점에 비해 높은 값을 보였다.

일최대풍속의 최대값은 1954년 9월 14일에 울릉도의 45.0m/s로 가장 높았다. 일최대순간풍속의 최대값은 속초가 2006년 10월 23일에 63.7m/s로 다른 영동 지점에 비해 높은 값을 나타냈으며, 대관령의 1위 값은 45.7m/s, 강릉은 41.6m/s를 나타냈다.

표 2-1. 영동의 극값 및 특이기상(관측개시일 ~ 2011.10.31.) 5순위

	속초		대관령		강릉		울릉도	
일강수량(mm) 최고								
1위	314.2	84.09.02	712.5	02.08.31	870.5	02.08.31	257.8	81.09.03
2위	303.3	84.09.01	349.0	93.08.10	305.5	21.09.24	227.0	60.09.18
3위	295.5	02.08.31	330.8	90.09.11	304.0	06.10.23	172.5	05.09.06
4위	241.0	04.07.04	303.0	82.08.27	297.7	36.09.27	170.5	63.07.05
5위	240.8	90.09.11	256.0	98.09.30	297.5	90.09.11	162.3	55.01.20
1시간 최다 강수량(mm) 최고								
1위	69.0	04.07.04	67.5	02.08.31	100.5	02.08.31	81.6	42.09.13
2위	59.0	02.09.01	60.0	03.08.25	81.5	06.10.23	73.0	87.08.03
3위	56.8	86.08.21	56.5	03.09.13	60.0	87.07.16	70.7	68.07.16
4위	50.5	84.09.02	48.5	03.09.12	53.4	85.08.31	63.0	96.08.22
5위	47.0	92.10.12	43.4	87.07.15	52.0	03.09.13	53.7	99.09.05
일평균기온(℃)의 최고								
1위	32.7	04.07.23	25.6	10.08.05	32.7	94.08.07	30.1	83.08.04
2위	31.9	02.07.31	25.6	04.07.22	32.7	94.08.06	29.8	83.08.03
3위	31.6	05.08.14	25.4	08.07.06	32.6	83.08.04	29.7	94.08.04
4위	31.5	10.07.31	25.4	77.07.30	32.4	92.07.29	29.6	39.07.16
5위	31.5	68.07.23	25.1	05.07.20	32.4	83.08.03	29.5	94.08.07
일평균기온(℃)의 최저								
1위	-11.9	04.01.21	-21.9	86.01.05	-16.1	31.01.10	-11.5	81.02.26
2위	-11.9	86.01.05	-20.6	01.01.15	-15.7	15.01.13	-9.8	63.01.23
3위	-11.8	01.01.15	-19.5	01.01.14	-12.9	63.01.23	-9.6	43.01.12
4위	-11.2	81.02.26	-19.3	04.01.22	-12.8	27.01.22	-9.3	03.01.29
5위	-11	77.02.16	-19.3	76.12.27	-12.8	15.01.14	-9.1	63.01.24
일최고기온(℃)의 최고								
1위	37.1	04.07.23	32.7	73.08.12	39.4	42.07.25	34.6	94.08.04
2위	36.6	02.07.31	32.3	05.06.24	39.3	94.07.13	34.6	92.07.29
3위	36.0	05.08.14	32.0	77.07.31	38.9	94.08.06	34.5	94.08.07
4위	35.9	04.07.24	31.9	05.07.20	38.5	39.07.20	34.5	51.08.13
5위	35.9	97.08.23	31.9	77.07.30	38.0	39.07.19	34.4	94.08.08
일최저기온(℃)의 최저								
1위	-16.2	81.02.26	-28.9	74.01.24	-20.2	15.01.13	-13.6	81.02.26
2위	-15.6	04.01.22	-27.6	78.02.15	-19.1	31.01.11	-12.1	87.02.11
3위	-15.6	70.01.05	-26.9	74.01.25	-18.2	31.01.10	-11.6	43.01.12
4위	-14.8	03.01.29	-26.8	78.02.16	-17.8	15.01.14	-11.5	03.01.29
5위	-14.7	77.02.16	-26.3	81.01.22	-17.0	17.01.08	-11.5	58.01.16
일최심신적설(cm)								
1위	89.6	69.02.20	92.0	92.01.31	67.9	90.01.31	150.9	55.01.20
2위	80.6	78.12.19	90.3	87.02.03	67.2	56.02.28	118.4	67.02.12
3위	69.3	96.02.18	87.7	01.01.07	63.6	69.02.20	94.1	54.01.25
4위	56.2	78.01.02	87	89.02.25	62.6	90.01.30	88.9	82.01.15
5위	55.0	08.12.22	70.2	88.01.15	60.8	78.12.19	84.2	59.01.06
일최심적설(cm)								
1위	123.8	69.02.21	188.8	89.02.26	138.1	90.02.01	293.6	62.01.31
2위	113.8	69.02.20	186.5	89.02.25	130.2	23.01.27	291.6	62.01.30
3위	102.0	69.02.22	184.2	89.02.27	118.0	90.02.02	290.1	62.01.28
4위	88.6	72.02.11	180.5	89.02.28	113.7	90.01.31	288.9	62.01.27
5위	87.0	96.02.18	177.7	89.03.07	109.7	69.02.21	287.9	62.02.01
일최대풍속(m/s) 최대								
1위	30.5	06.10.23	28.3	90.04.08	36.7	58.01.15	45.0	54.09.14
2위	28.7	73.04.18	25.7	87.04.21	35.5	46.03.30	43.3	52.03.19
3위	26.7	80.04.19	24.8	97.01.02	35.3	16.04.10	38.0	54.09.13
4위	26.7	79.02.10	24.2	00.07.12	31.7	57.12.18	37.8	55.09.30
5위	25.7	83.04.27	24.0	90.03.19	30.9	15.03.04	37.5	57.07.07
일최대순간풍속(m/s) 최대								
1위	63.7	06.10.23	45.7	87.04.21	41.6	83.04.27	52.4	07.09.17
2위	46.0	80.04.19	42.2	90.04.08	38.0	74.06.01	51.0	92.09.25
3위	46.0	74.04.22	42.0	97.01.02	36.2	87.04.21	49.0	90.12.11
4위	43.6	80.10.26	40.8	88.11.12	36.0	68.11.09	48.3	83.04.27
5위	43.0	83.04.27	39.6	90.12.26	33.0	82.05.04	47.3	05.09.07

3) 극한기후사상⁸⁾

영동의 최고기온 상위 95퍼센타일의 1981~2010년 평균값은 강릉이 31.4℃로 가장 높으며, 모든 계절에 강릉이 가장 높았다. 여름철 강릉의 평균값은 33.9℃로 가장 낮은 대관령(27.8℃) 보다 6.1℃ 높았다. 겨울의 최고기온 상위 95퍼센타일은 강릉이 13.1℃로 가장 높게 나타났으며 가장 낮은 대관령(6.4℃) 보다 두 배 이상 높았다.

최고기온 상위 99퍼센타일 값도 강릉이 34.2℃로 가장 높았으며, 특히 여름에 35.2℃로 높은 값을 보였다. 여름철은 강릉-속초-울릉도-대관령 순으로 나타났다. 겨울의 최고기온 99퍼센타일은 강릉이 16.0℃로 가장 낮은 대관령과 7.0℃ 차이를 나타냈다.

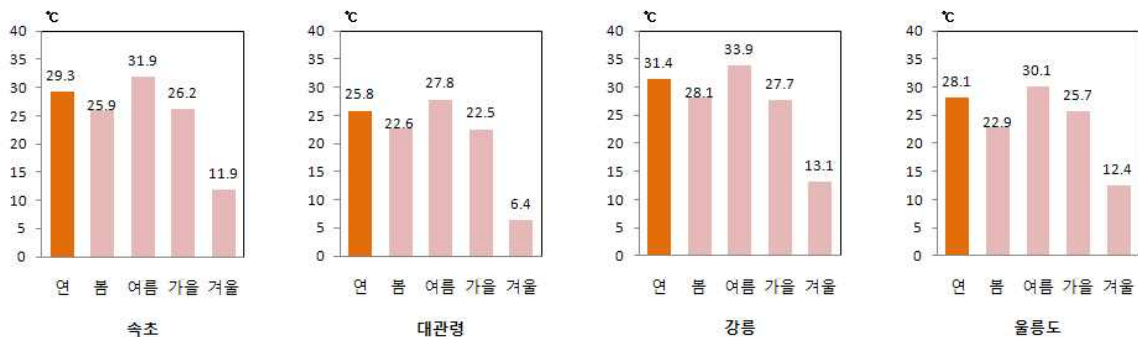


그림 2-40. 영동의 최고기온 상위 95퍼센타일(1981~2010년)



그림 2-41. 영동의 최고기온 상위 99퍼센타일(1981~2010년)

8) 본 보고서에서 사용하는 극한기후사상의 정의는 부록. 참조

영동의 최저기온 하위 1퍼센타일의 1981~2010년 평균은 대관령이 -19.3°C 로 가장 낮았으며 울릉도가 -5.3°C 로 가장 높았다. 겨울철의 최저기온 하위 1퍼센타일은 대관령이 -21.1°C 이며 속초(-11.1°C), 강릉(-10.5°C), 울릉도(-7.1°C) 순으로 나타났다.

최저기온 하위 5퍼센타일의 1981~2010년 평균도 대관령이 -15.5°C 로 가장 낮았다. 울릉도는 -2.7°C 로 대관령과 12.8°C 의 차이를 나타났다. 겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일은 대관령이 -18.7°C 이고 속초(-9.0°C), 강릉(-8.1°C), 울릉도(-4.9°C) 순으로 나타났다.



그림 2-42. 영동의 최저기온 하위 1퍼센타일(1981~2010년)



그림 2-43. 영동의 최저기온 하위 5퍼센타일(1981~2010년)

영동의 강수 상위 99퍼센타일의 1981~2010년 평균은 대관령이 106.5mm로 가장 많았고, 특히 여름철 평균이 129.1mm로 많았다. 연평균은 대관령 다음으로 강릉(96.2mm), 속초(95.3mm), 울릉도(68.4mm)순으로 나타났으며, 여름철 평균은 가장 많은 대관령과 울릉도는 55.3mm 차이가 났다.

강수 상위 95퍼센타일의 1981~2010년 여름철 평균값은 대관령이 67.9mm로 가장 높았으며 속초, 울릉도, 강릉 순으로 나타났다. 가장 높은 대관령과 가장 낮은 강릉의 여름철 강수 상위 95퍼센타일의 차이는 17.7mm이다. 연평균 또한 대관령이 47.3mm로 가장 높았으며 그 다음은 속초가 46.8mm이고, 강릉과 울릉도 순으로 나타났다.

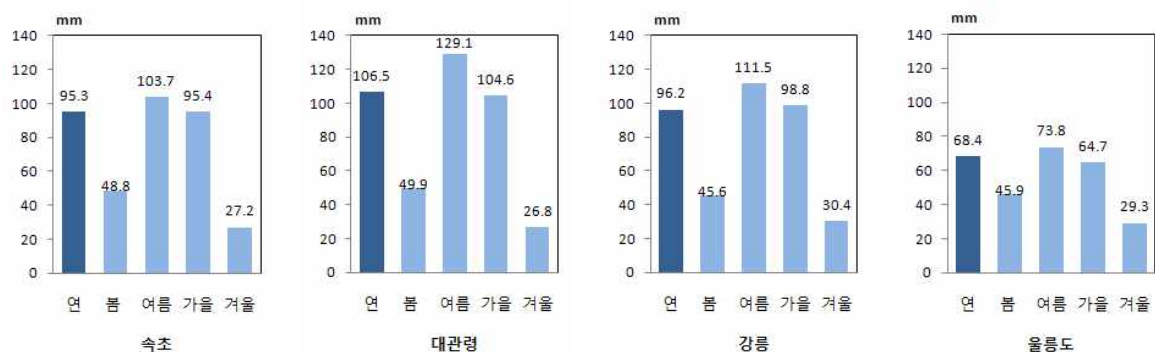


그림 2-44. 영동의 강수 상위 99퍼센타일(1981~2010년)

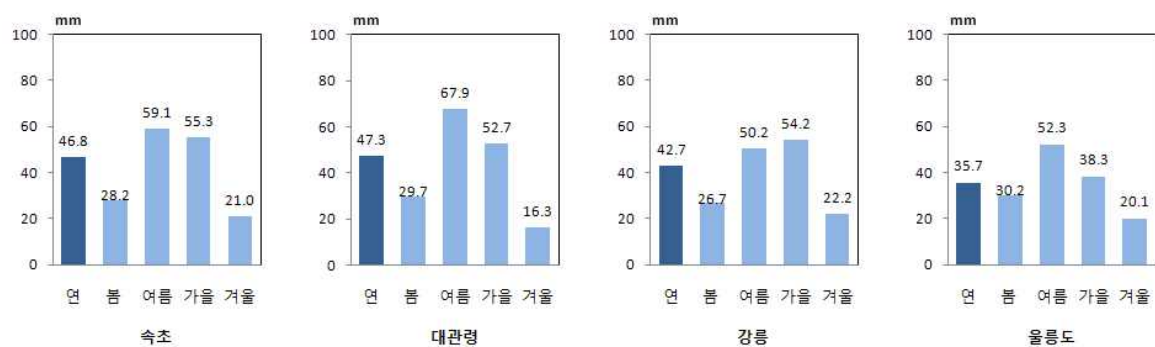


그림 2-45. 영동의 강수 상위 95퍼센타일(1981~2010년)

최근 30년(1981~2010년)동안 속초, 대관령, 강릉, 울릉도의 일최저기온 0℃ 미만인 날의 수, 연극한기온교차, 온난야율, 식물성장가능기간, 최대열파지속일수, 10mm이상 강수일수, 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수, 5일 최다강수량, 일강수강도, 95퍼센타일의 호우율 평균을 그림 2-36에서 그림 2-45까지 각각 나타내었다.

일최저기온 0℃ 미만인 날의 수는 대관령이 157.7일로 가장 많은 반면, 울릉도는 49.9일로 약 3배 가까이 작았다. 연극한 기온교차의 경우 대관령이 51.6℃로 가장 큰 교차를 보였고 울릉도가 40.2℃로 가장 작은 차이를 보였다. 온난야율의 경우 대관령이 10.9%로 높았고, 속초가 9.5%로 가장 작았다. 식물성장가능일수는 강릉이 277일로 높았고, 대관령이 210일로 가장 작았다. 최대열파지속기간의 경우 대관령 2.9일, 강릉 2.7일, 속초 2.0일 순으로 높았으며, 울릉도는 1.3일로 가장 작았다.

10mm이상 강수일수는 대관령이 43.5일로 가장 크며, 가장 작은 속초 35.4일과는 8.1일의 차이를 보인다. 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속일수는 속초가 31.1일로 가장 크게 나타났고, 울릉도는 20.1일로 가장 작았다. 5일 최다강수량은 대관령이 332.1mm로 가장 크게 나타났고, 울릉도가 172.6mm으로 가장 작았다. 강우강도는 강릉과 대관령이 각각 17.6mm/일, 17.4mm/일로 강하고, 울릉도의 경우 12.8mm/일의 약한 강도를 나타내었다. 95퍼센타일의 호우율 평균은 대관령이 가장 크고, 울릉도가 가장 작았다.

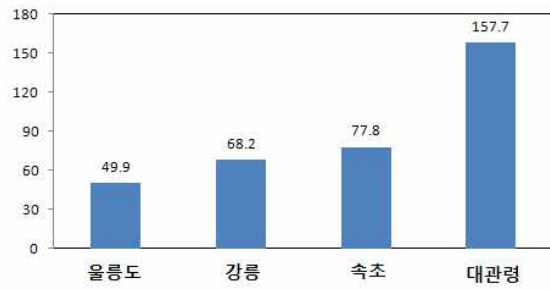


그림 2-46. 일최저기온 0℃미만 일수
(1981~2010년)

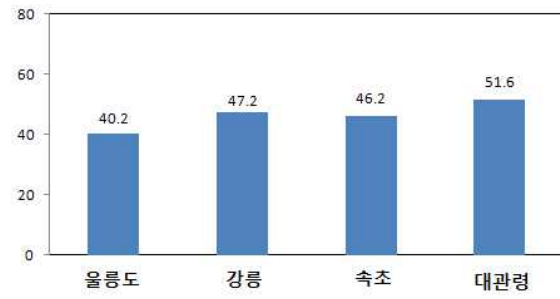


그림 2-47. 연극한기온교차(1981~2010년)

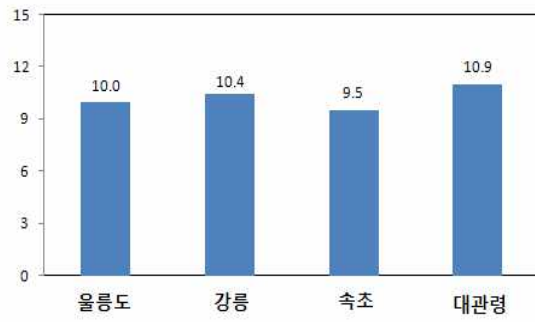


그림 2-48. 온난야율(1981~2010년)

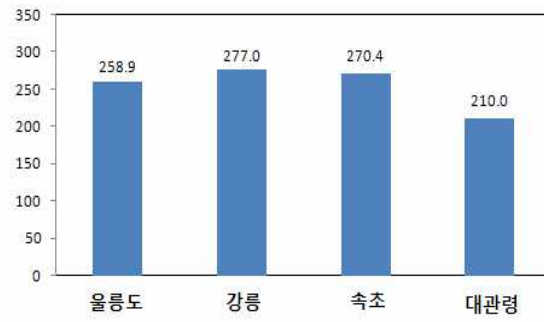


그림 2-49. 식물성장가능기간(1981~2010년)

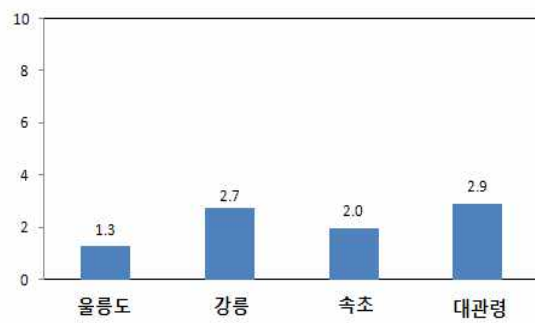


그림 2-50. 최대열파지속일수(1981~2010년)

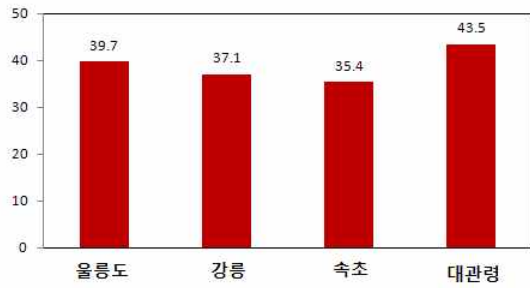


그림 2-51. 10mm이상 강수일수
(1981~2010년)

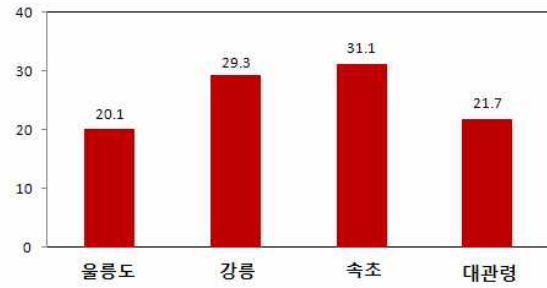


그림 2-52. 일강수량 1mm 미만인 날의 최대지속일수
(1981~2010년)

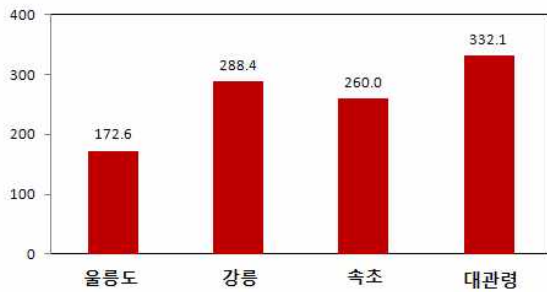


그림 2-53. 5일 최다강수량(1981~2010년)

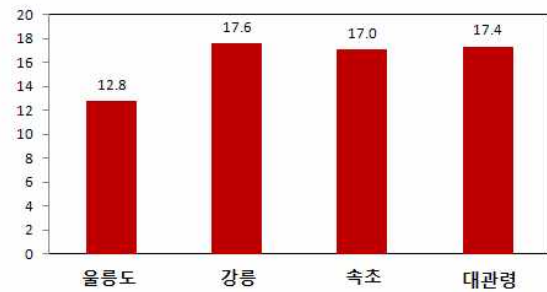


그림 2-54. 일강수강도(1981~2010년)

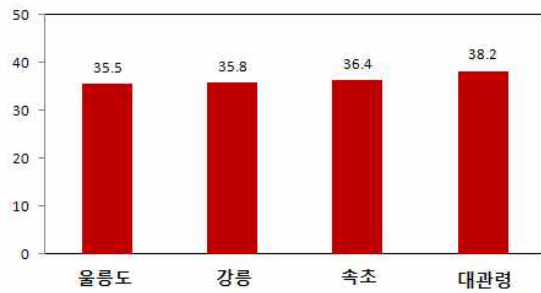


그림 2-55. 95퍼센타일 호우율 평균(1981~2010년)

1

2

3

3. 강원 영동의 기후변화

1. 기온 / 2. 강수
3. 기타 기후요소
4. 주요 현상일수와 극한기후사상
5. 계절기상관측정보

Ⅲ장에서는 영동에 대해 기간별 climograph를 통해 기온, 강수의 연, 월별 기후변화경향을 파악하고, 1973~2010년 관측자료를 이용하여 강원 영동의 기온, 강수, 기타 기후요소, 주요 현상일수, 극값 및 특이기상, 기후극한사상에 대하여 연, 계절별 변화경향을 보이고자 한다. 영동의 개략적인 기후 특징과 변화를 알아보기 위하여 그림 3-1에서 그림 3-3과 표 3-1에서 표 3-3에는 영동지역 중 저지대에 속하는 강릉과 속초, 산간지역에 속하는 대관령, 동해상의 울릉도 3지역으로 구분하여 월평균 기온과 강수량의 30년간 평균값을 2개 기간(1971~2000년, 1981~2010년)으로 나누어 나타내었다.

강릉과 속초의 30년 평균값의 특징을 보면 일평균기온은 1971~2000년대에 12.5℃, 1981~2010년대에는 12.7℃로서 지속적인 증가 추세를 나타내고 있으며 연강수량은 1971~2000년대에는 1,372.2mm/년, 1981~2010년대에는 1,433.4mm/년으로 뚜렷한 증가 추세를 보이고 있다. 월별로 보면 기온은 8월에 가장 높고 1월에 가장 낮은 연 변화를 보이며, 30년 평균값을 시기별로 비교하여 보면 기온의 경우 2월에 온난화 경향이 가장 뚜렷하며 강수량은 12월과 1월부터 4월까지의 강수량은 다소 감소하는 추세이며 7월부터 9월에 뚜렷한 증가추세를 보이고 있다.

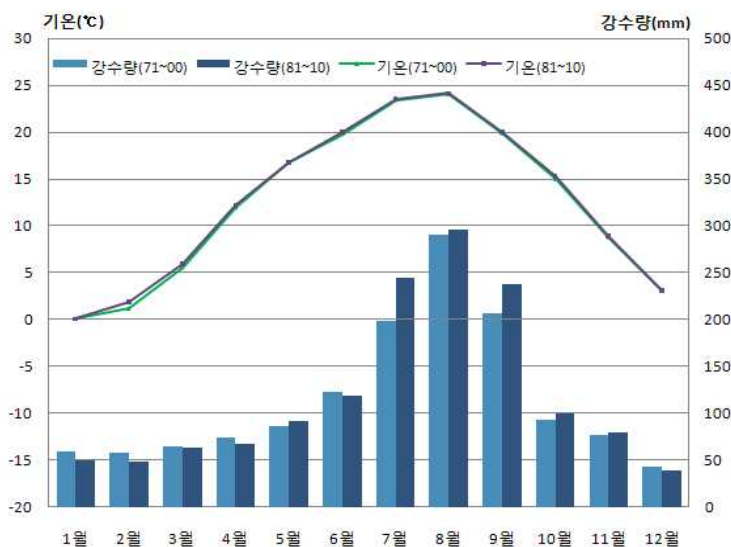


그림 3-1. 강릉, 속초의 climograph (1971~2000년, 1981~2010년)

표 3-1. 강릉, 속초의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)

항목 \ 기간	1971~2000년	1981~2010년
평균기온(°C)	12.5	12.7
최고기온(°C)	16.6	16.9
최저기온(°C)	8.7	8.9
강수량(mm)	1372.2	1433.4

산간지역인 대관령의 30년 평균값의 특징을 보면 일평균기온은 1971~2000년대에 6.4℃, 1981~2010년대에는 6.7℃로서 증가 추세를 나타내고 있으며 연강수량은 1971~2000년대에는 1,717.2mm/년, 1981~2010년대에는 1,821.4mm/년으로서 증가 추세를 보이고 있다. 월별로 보면 기온은 7월에 가장 높고 1월에 가장 낮은 연변화를 보이며 30년 평균값을 시기별로 비교하여 보면 강수량은 5월부터 10월까지의 증가 추세가 나타나며 특히 7월에서 9월까지의 하계에 강수량 증가가 크다.

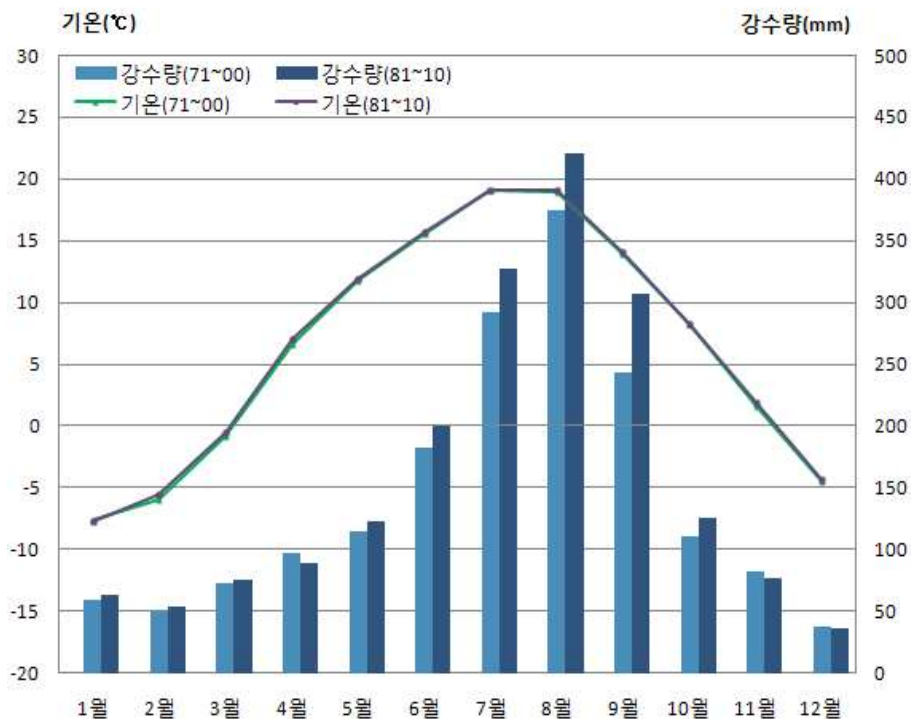


그림 3-2. 대관령의 climograph(1971~2000년, 1981~2010년)

표 3-2. 대관령의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)

항목 \ 기간	1971~2000년	1981~2010년
평균기온(°C)	6.4	6.7
최고기온(°C)	11.4	11.7
최저기온(°C)	1.7	2.1
강수량(mm)	1717.2	1821.4

울릉도의 30년 평균값의 특징을 보면 일평균기온은 1971~2000년대에 12.3℃, 1981~2010년대에는 12.4℃로서 지속적인 증가 추세를 나타내고 있으며 연강수량은 1971~2000년대에는 1,236.2mm/년, 1981~2010년대에는 1,383.4mm/년으로서 뚜렷한 증가 추세를 보이고 있다. 월별로 보면 기온은 8월에 가장 높고 1월에 가장 낮은 연변화를 보인다. 30년 평균값을 시기별로 비교하여 보면 기온의 경우 대부분이 온난화 경향이 나타나고, 강수량은 11월부터 4월까지의 강수량은 다소 감소하는 추세이며 5월부터 10월까지의 강수량은 증가하고 특히, 7월부터 9월에 뚜렷한 증가추세를 보이고 있다.

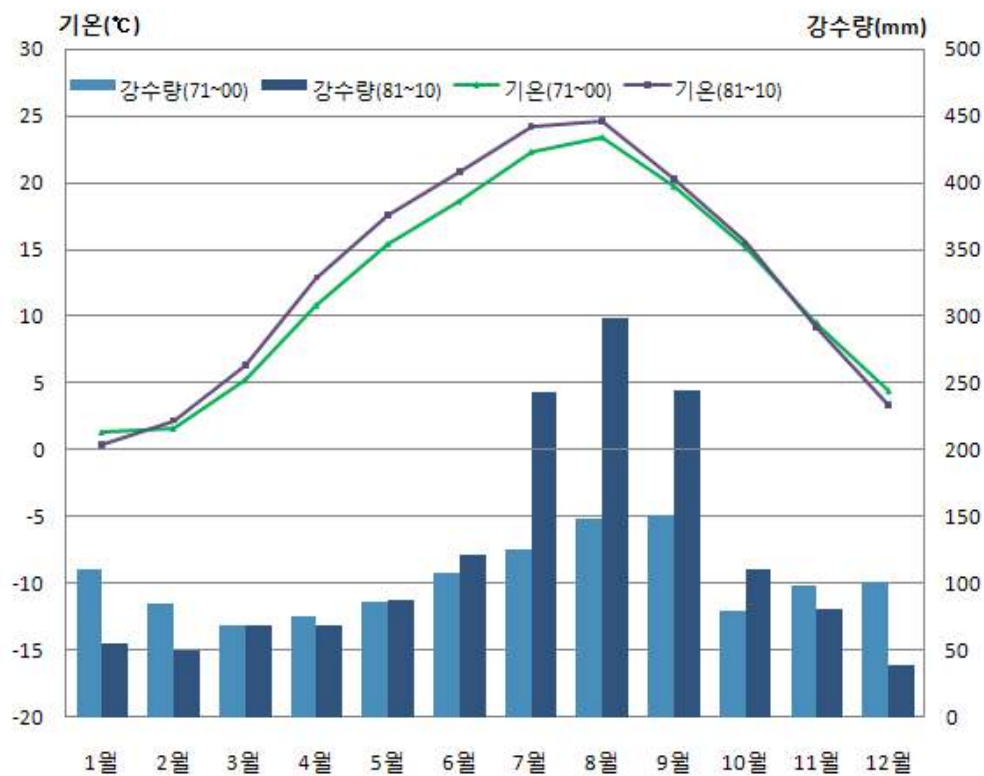


그림 3-3. 울릉도의 climograph(1971~2000년, 1981~2010년)

표 3-3. 울릉도의 시기별 기온과 강수량 평균값(단위 : °C, mm)

항목 \ 기간	1971~2000년	1981~2010년
평균기온(°C)	12.3	12.4
최고기온(°C)	15.6	15.8
최저기온(°C)	9.6	9.8
강수량(mm)	1236.2	1383.4

1. 기온

강원도 영동의 속초, 대관령, 강릉과 울릉도 기상대 자료를 사용하여 분석하였으며 4개 기상대 지역과 속초, 강릉의 평균값을 강원 동해안의 대표 값으로 간주하여 매 10년마다 30년 평균한 기온 및 기온의 변화율을 구하였다. 기온변화율은 1973년부터 2010년까지의 38년간의 변화율을 구하였다.

기후변화에 따른 강원 동해안의 평균기온의 상승률을 보면 연평균기온 상승률은 $0.026^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 100년간에 2.6°C 상승하는 비율로 상승속도가 큰 편이다. 계절별로는 겨울철에 $0.037^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크며 여름에는 $0.021^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작다. 지역별로 살펴보면 강릉의 연평균기온의 상승률은 겨울철에 $0.046^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크고, 여름에는 $0.023^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작으며 연평균기온 상승률은 $0.032^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 이었다. 대관령의 경우 연평균기온의 상승률은 겨울철에 $0.068^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크고, 여름에는 $0.015^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작으며 연평균기온의 상승률은 $0.031^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 100년간에 3.1°C 의 비율로서 상승하고 있다. 속초와 울릉도는 기온 상승률이 다소 작은 편이다.

강원 동해안의 최고기온 상승률은 $0.032^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 100년간에 3.2°C 상승하는 비율로서 상승속도가 큰 편이며, 이는 통계적으로 유의한 값이다. 계절별로는 봄철에 $0.031^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크며, 겨울에는 $0.027^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작다. 강원 동해안의 변화율은 여름과 겨울을 제외하고 모두 통계적으로 유의하다. 반면에 강원 산간지역인 대관령은 겨울의 최고기온 상승률이 $0.053^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 가장 크게 나타났다.

4개 지점 중에서 속초의 연평균 최고기온의 상승률이 $0.042^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 가장 크며 봄과 여름철에 $0.044^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 최고기온 상승률이 가장 크며, 봄과 여름은 모두 통계적으로 유의한 변화율이다. 겨울철에는 $0.029^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 상승률은 작은 편이며 통계적으로 유의하지 않다. 강릉과 울릉도는 기온 상승률이 다소 작은 편이다.

강원 동해안의 최저기온의 상승률을 보면 최저기온 상승률은 $0.023^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 100년간에 2.3°C 상승하는 비율로서 상승속도가 큰 편이다. 계절별로는 겨울철에 $0.041^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크고, 여름에는 $0.016^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작으며, 겨울철 변화율은 통계적으로 유의 하지만 여름철은 유의하지 않다.

산간지역인 대관령의 연평균 최저기온의 상승률이 가장커서 $0.044^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 이며 겨울철에 $0.082^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 최저기온 상승률이 가장 크며 여름과 겨울 모두 통계적으로 유의한 변화율을 나타낸다. 속초의 경우에는 최저기온의 상승률은 $0.008^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 작으며 통계적으로 유의하지 않다. 겨울철에 $0.025^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 크며 여름에는 $0.008^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 가장 작다. 속초의 최저기온 변화율은 모두 통계적으로 유의하지 않다.

기후변화에 따른 강원 해안의 일교차의 변화는 겨울철에 $0.009^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 통계적으로는 유의하지 않은 변화율을 나타낸다. 봄철에는 $0.011^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 의 비율로 증가하고 있다. 대관령, 강릉, 울릉도는 일교차가 다소 감소하고 있는 추세인데 비하여 속초는 일교차 증가율은 연평균 $0.034^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로서 오히려 증가하고 있는 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 값을 나타냈다. 계절 중에는 여름철에 증가율이 $0.036^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 가장 크다. 일반적으로 일교차가 감소하는데 비하여 속초의 일교차가 증가하는 이유는 최저기온의 상승에 비하여 최고기온의 상승이 더 크기 때문이며 특이한 현상이라고 생각된다.

1) 평균기온

가. 강원 동해안(강릉, 속초)

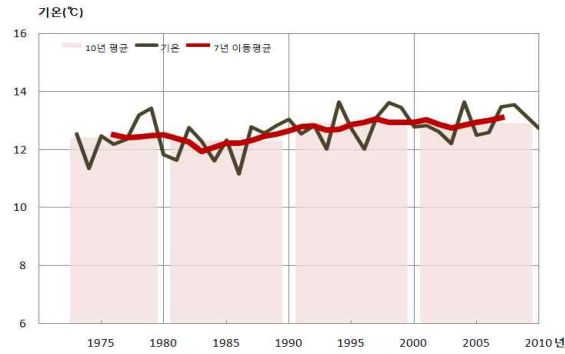
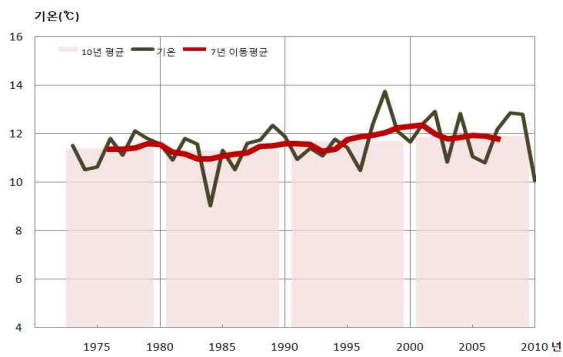
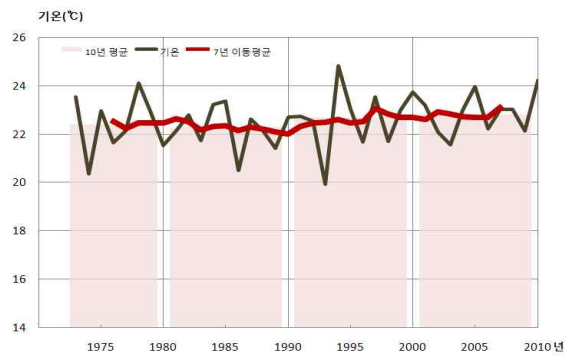


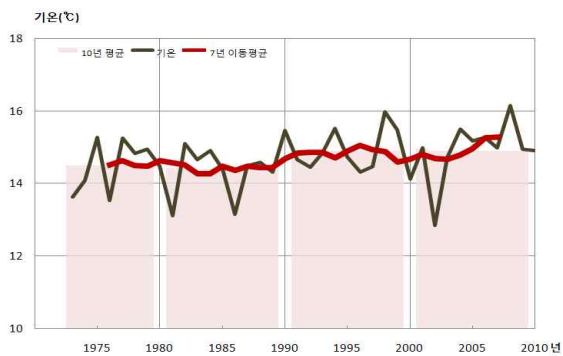
그림 3-4. 강원 동해안의 연평균기온 변화 (1973~2010년)



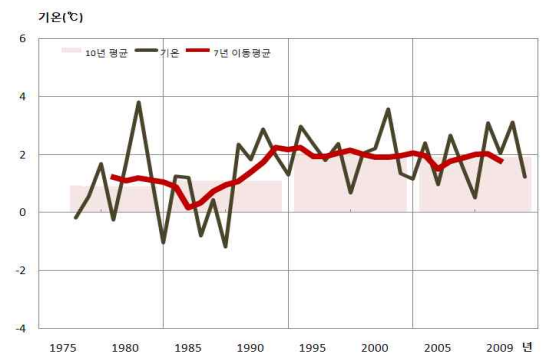
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-5. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균기온 변화(1973~2010년)

나. 속초

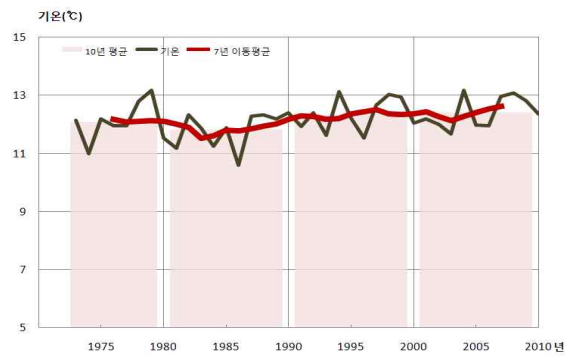
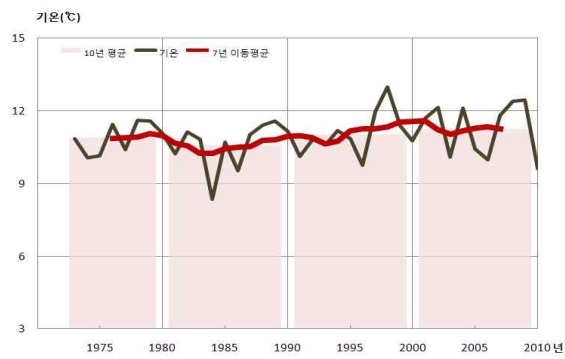
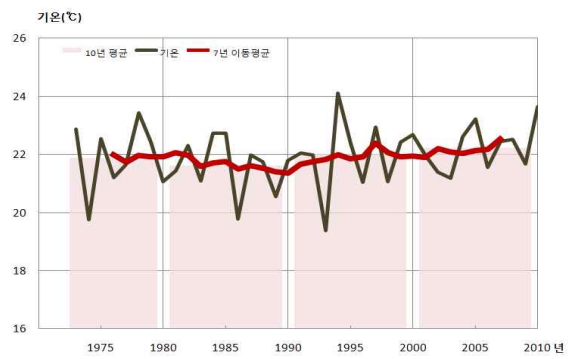


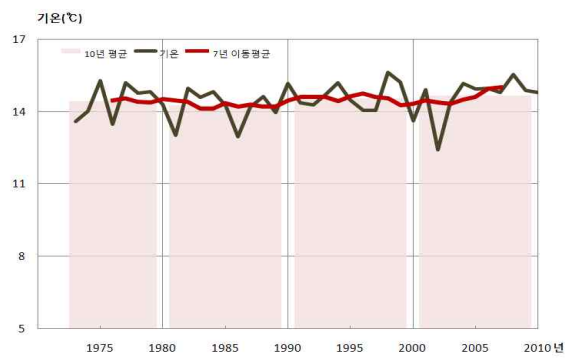
그림 3-6. 속초의 연평균기온 변화 (1973~2010년)



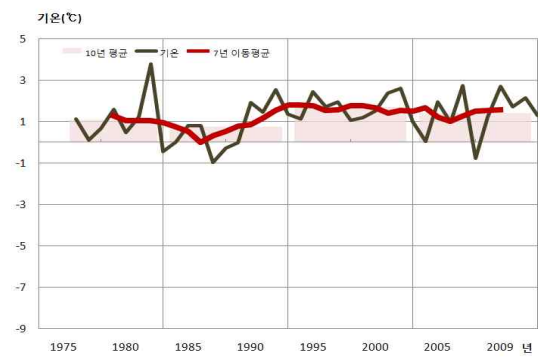
(a)



(b)



(c)



(d)

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

다. 대관령

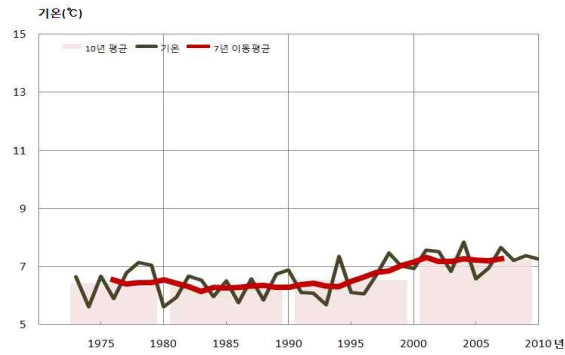
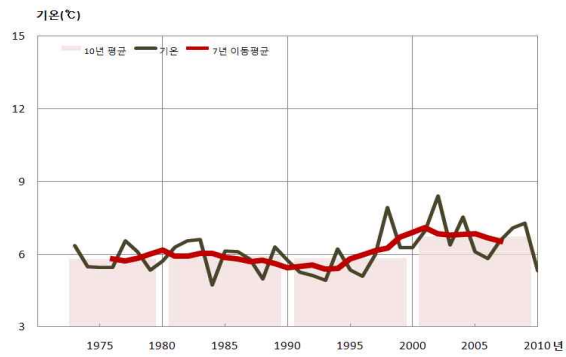
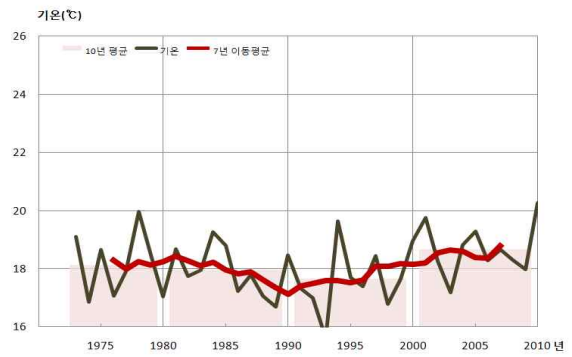


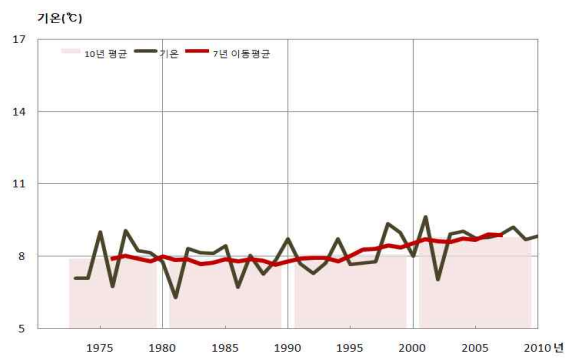
그림 3-8. 대관령의 연평균기온 변화 (1973~2010년)



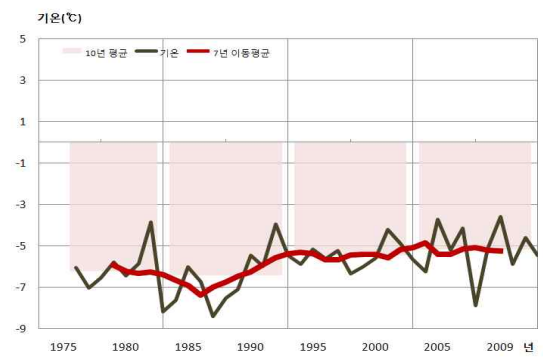
(a)



(b)



(c)



(d)

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

라. 강릉

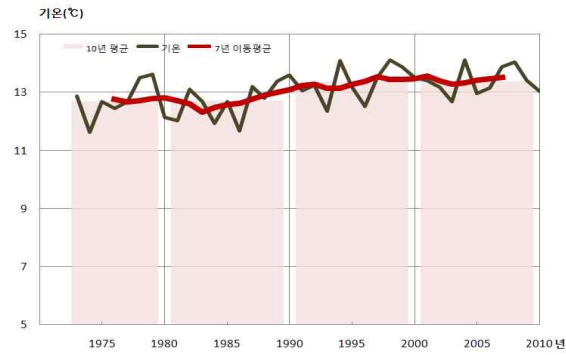
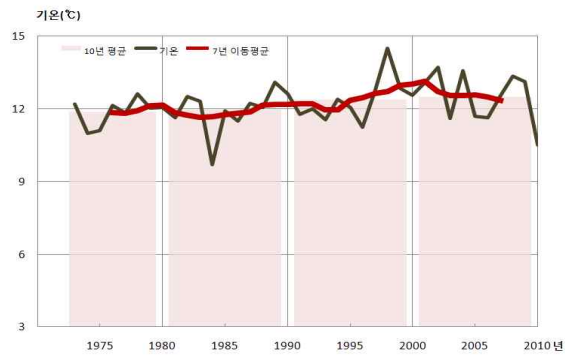
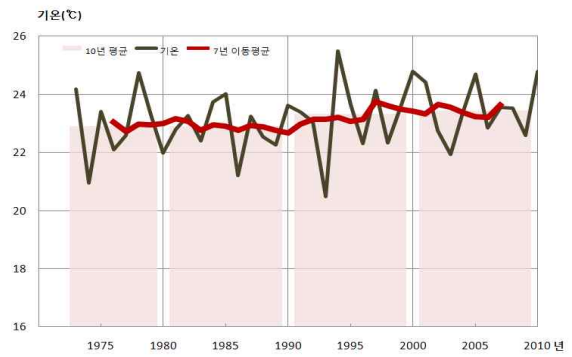


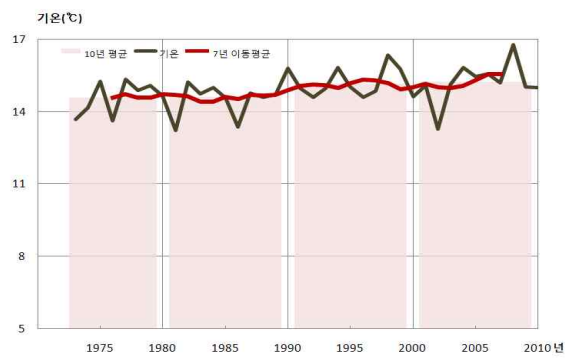
그림 3-10. 강릉의 연평균기온 변화 (1973~2010년)



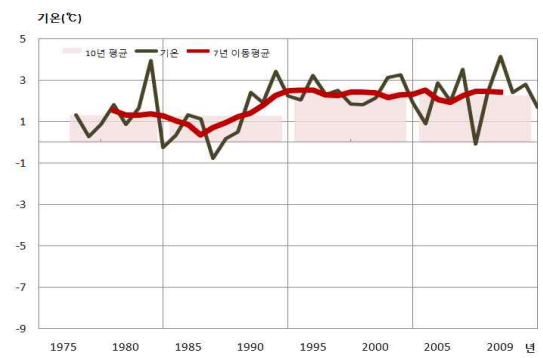
(a)



(b)



(c)



(d)

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

마. 울릉도

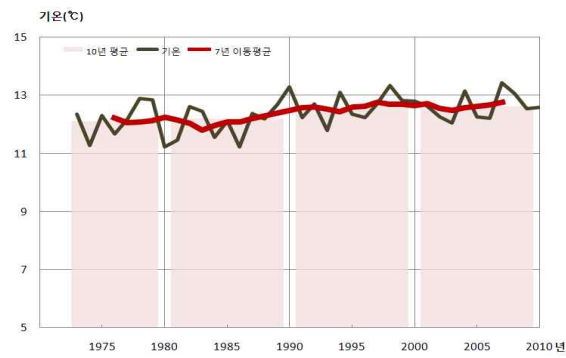
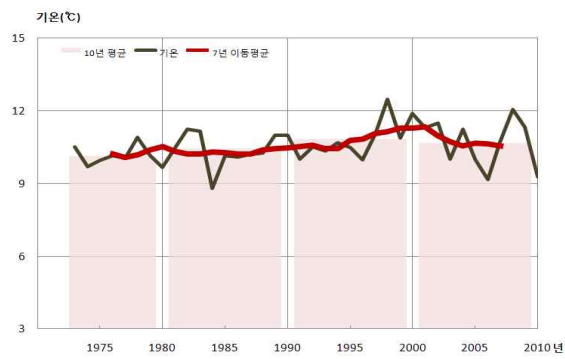
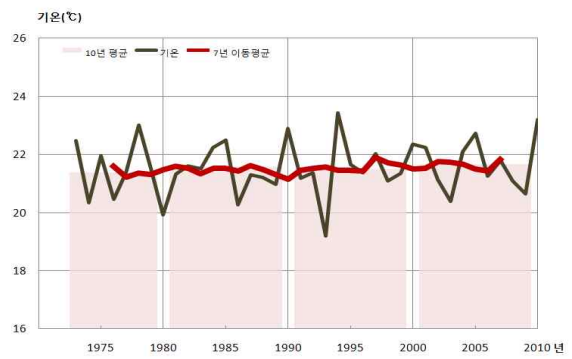


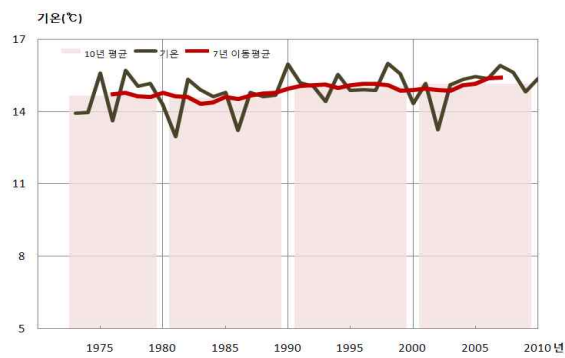
그림 3-12. 울릉도의 연평균기온 변화 (1973~2010년)



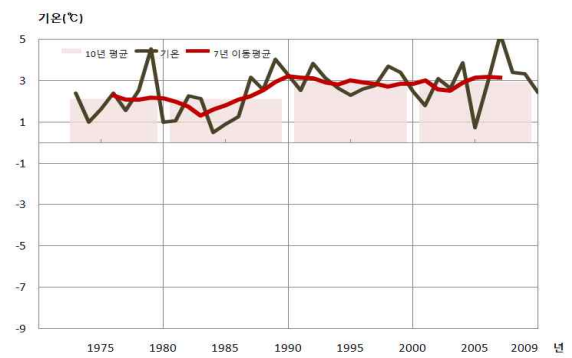
(a)



(b)



(c)



(d)

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

표 3-4. 10년 단위 평균기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
강원 동해안	-	-	-	-	-	-	12.3	12.3	12.8	12.9
속초	-	-	-	-	-	-	12.0	11.8	12.3	12.4
대관령	-	-	-	-	-	-	6.4	6.3	6.5	7.3
강릉	12.0	11.8	11.9	11.9	제외 (결측포함)	12.3	12.6	12.7	13.3	13.4
울릉도	-	-	-	11.8	제외 (결측포함)	11.9	12.1	12.2	12.6	12.6

표 3-5. 연, 계절 평균기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
강원 동해안	0.026**	0.024	0.021	0.023	0.037
속초	0.021*	0.022	0.018	0.015	0.028
대관령	0.031**	0.027	0.015	0.035*	0.068**
강릉	0.032**	0.026	0.023	0.031**	0.046*
울릉도	0.023*	0.020*	0.009	0.024*	0.039

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

2) 최고기온

가. 강원 동해안(강릉, 속초)

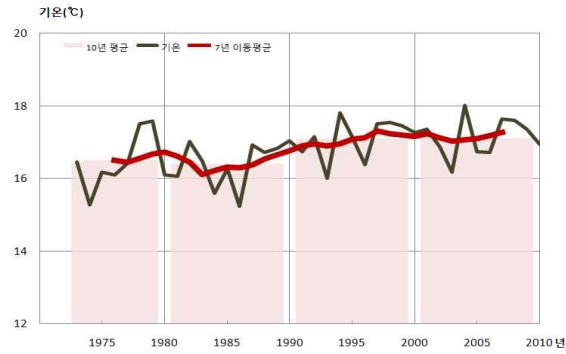
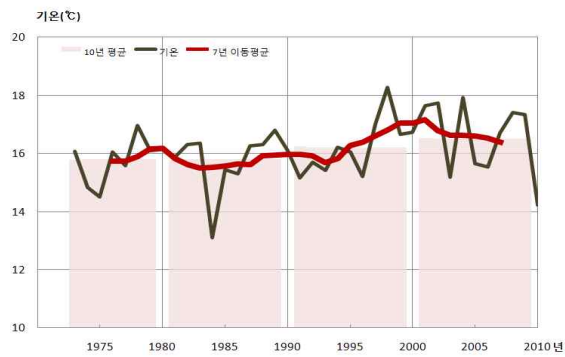
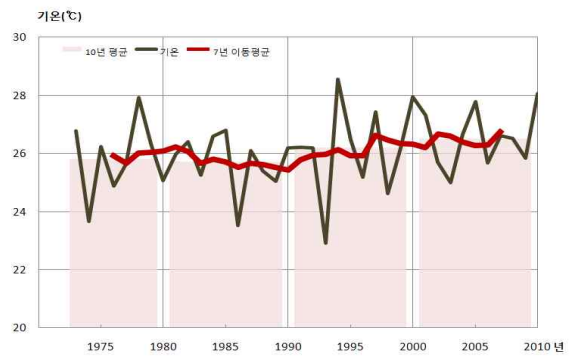


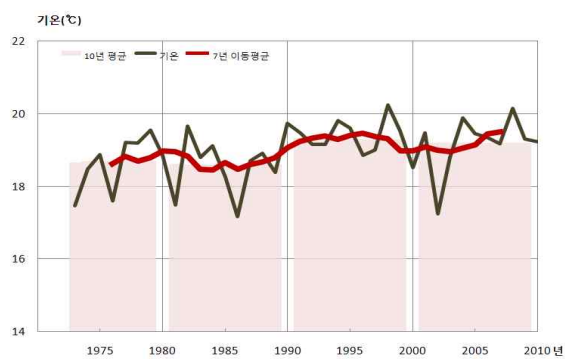
그림 3-14. 강원 동해안의 연평균 최고기온 변화
(1973~2010년)



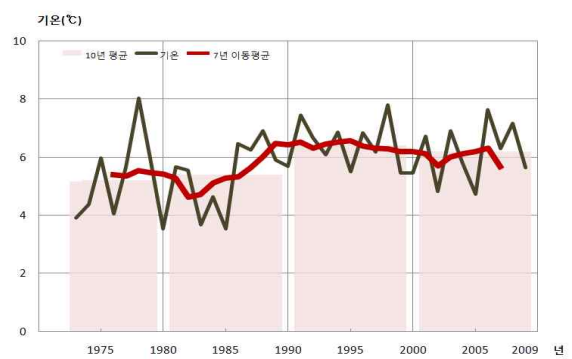
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-15. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년)

나. 속초

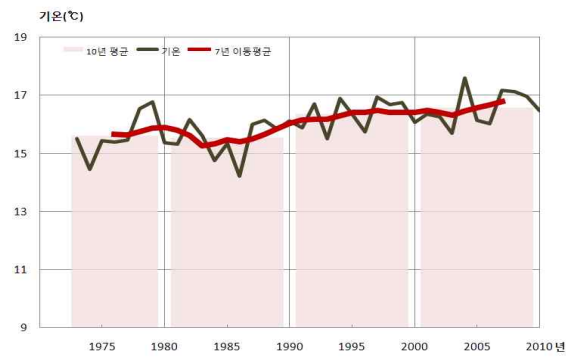
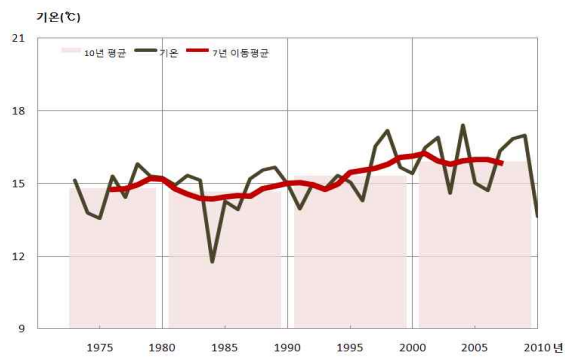
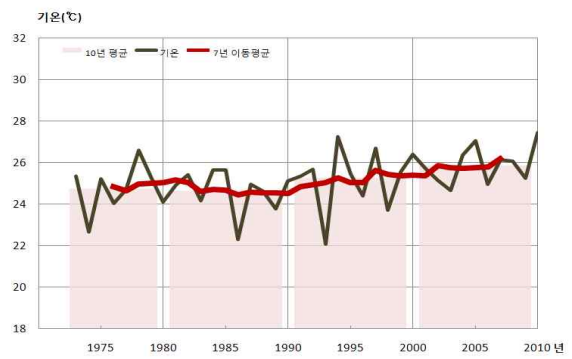


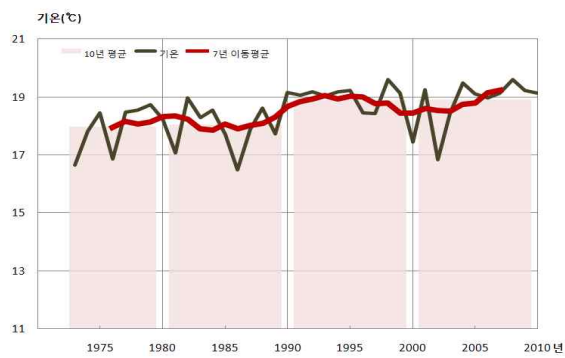
그림 3-16. 속초의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)



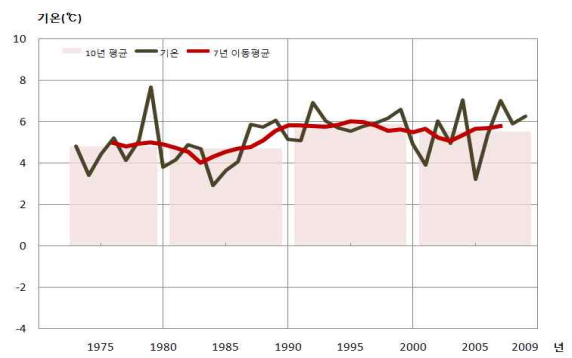
(a)



(b)



(c)



(d)

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

다. 대관령

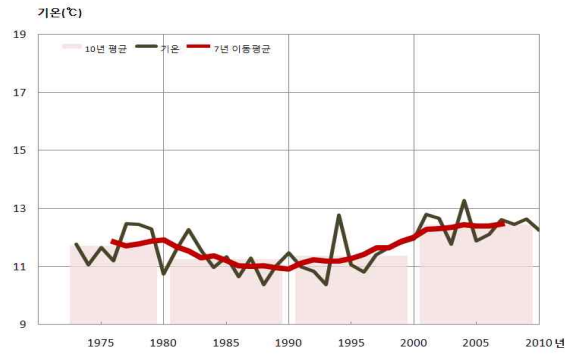
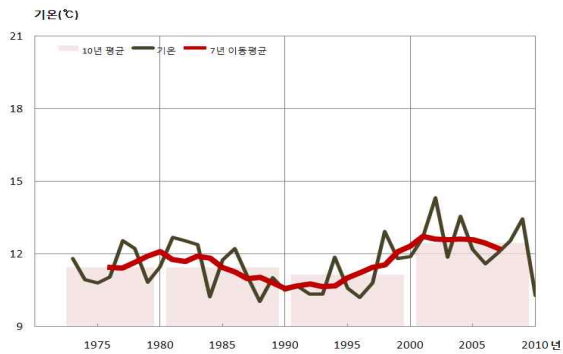
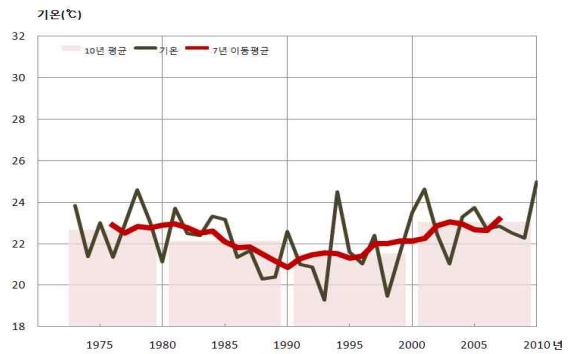


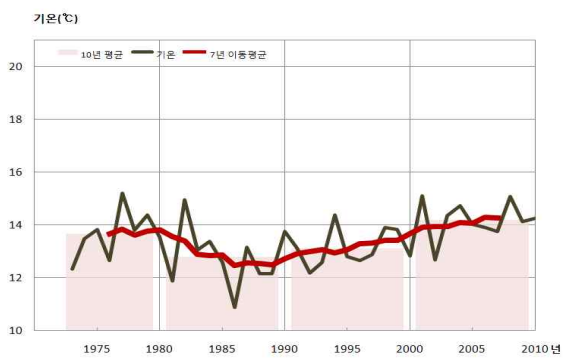
그림 3-18. 대관령의 연평균 최고기온 변화
(1973~2010년)



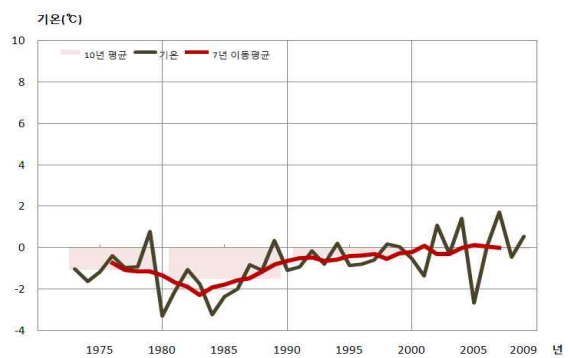
(a)



(b)



(c)



(d)

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

라. 강릉

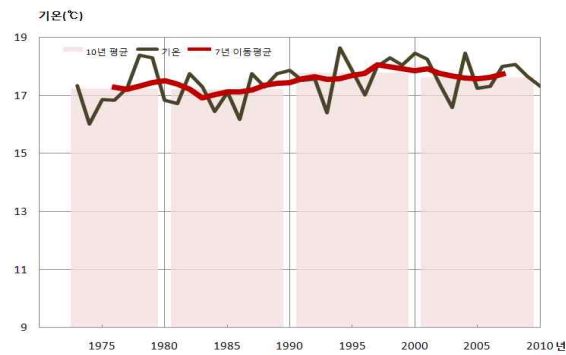
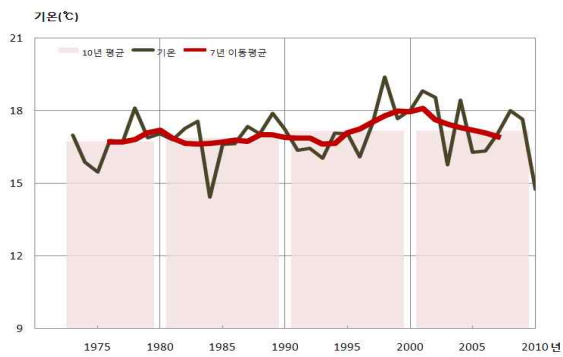
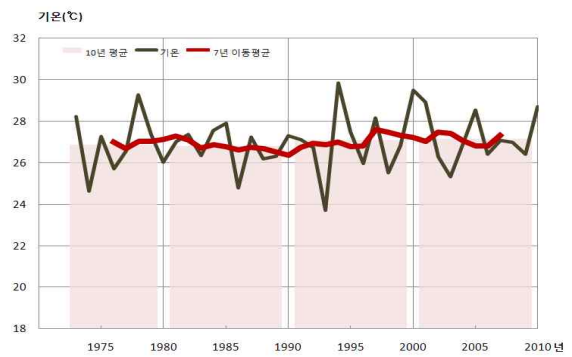


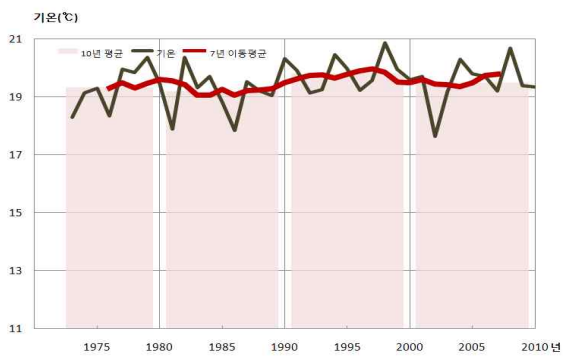
그림 3-20. 강릉의 연평균 최고기온 변화 (1973~2010년)



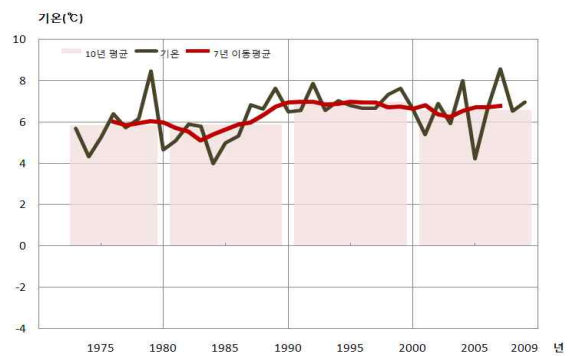
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-21. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년)

마. 울릉도

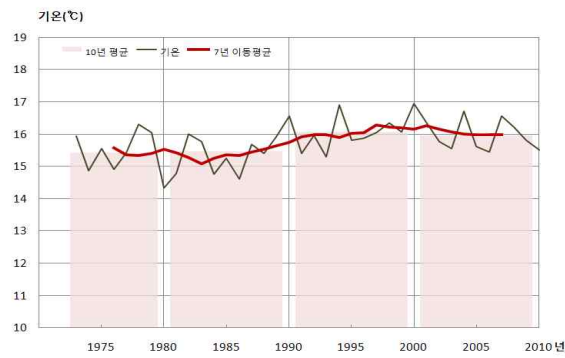
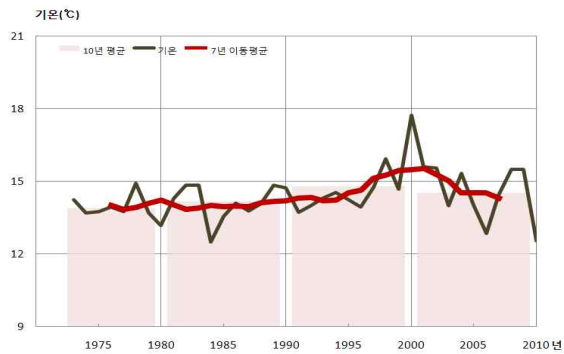
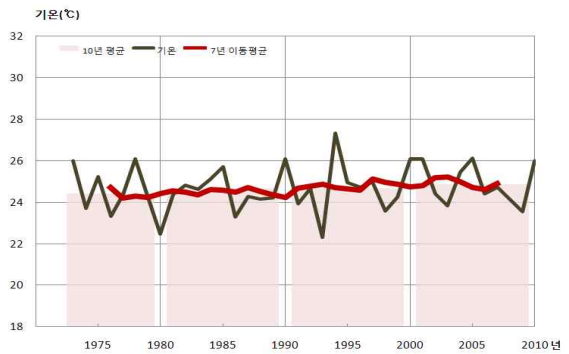


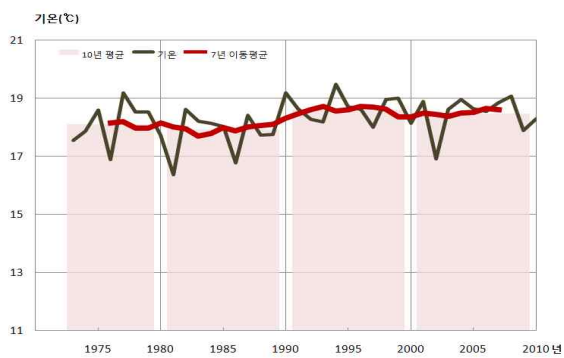
그림 3-22. 울릉도의 연평균 최고기온 변화
(1973~2010년)



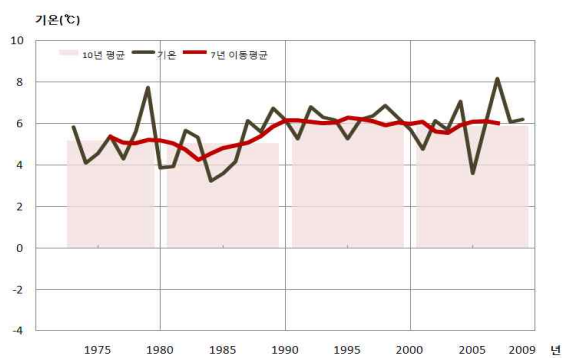
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-23. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최고기온 변화(1973~2010년)

표 3-6. 10년 단위 평균최고기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
강원 동해안	-	-	-	-	-	-	16.4	16.4	17.1	17.1
속초	-	-	-	-	-	-	15.5	15.5	16.3	16.6
대관령	-	-	-	-	-	-	12.0	11.2	11.3	12.4
강릉	16.9	17.0	17.3	16.8	제외 (결측포함)	16.8	17.2	17.2	17.8	17.6
울릉도	-	-	-	15.1	제외 (결측포함)	15.1	15.4	15.5	16.0	16.0

표 3-7. 연, 계절별 평균최고기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
강원 동해안	0.032**	0.031*	0.029	0.028*	0.027
속초	0.042**	0.044*	0.044*	0.039**	0.029
대관령	0.026*	0.024	0.006	0.026	0.053**
강릉	0.022*	0.018	0.014	0.016	0.026
울릉도	0.024*	0.027*	0.012	0.021*	0.030

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

3) 최저기온

가. 강원 동해안(강릉, 속초)

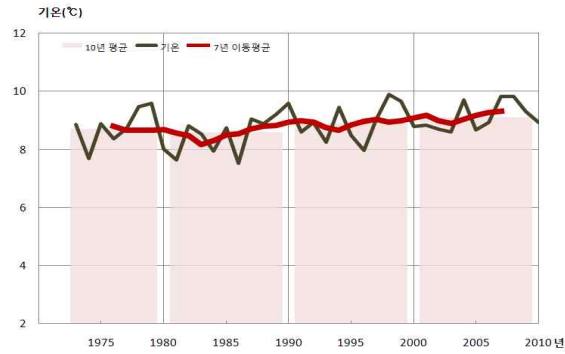


그림 3-24. 강원 동해안의 연평균 최저기온 변화
(1973~2010년)

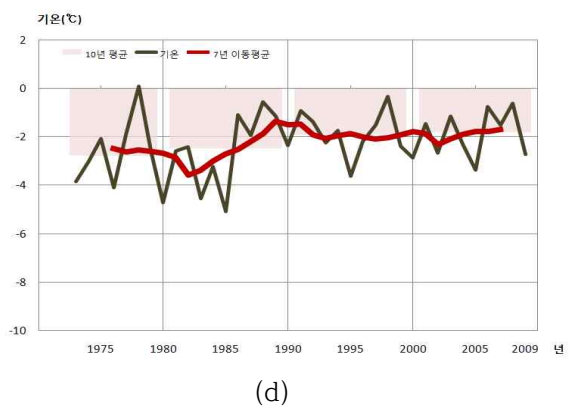
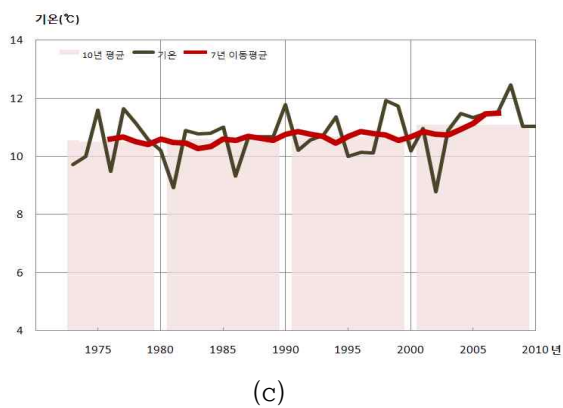
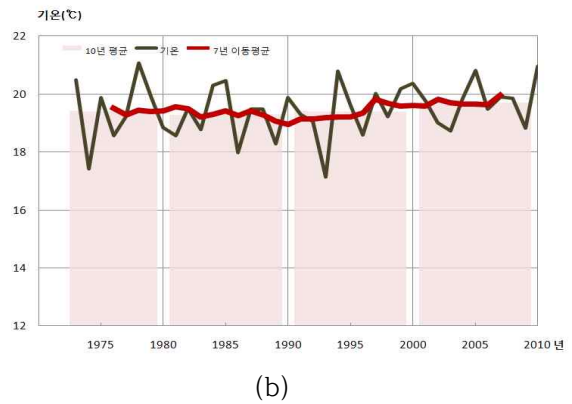
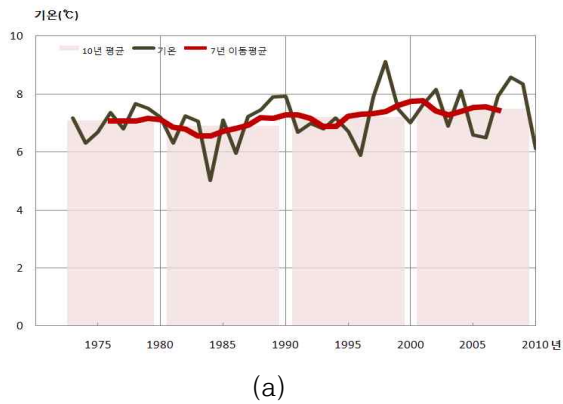


그림 3-25. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년)

나. 속초

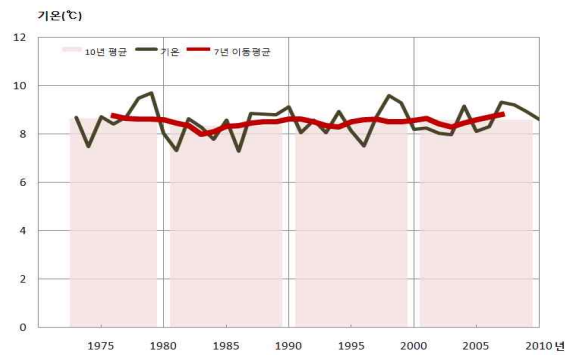
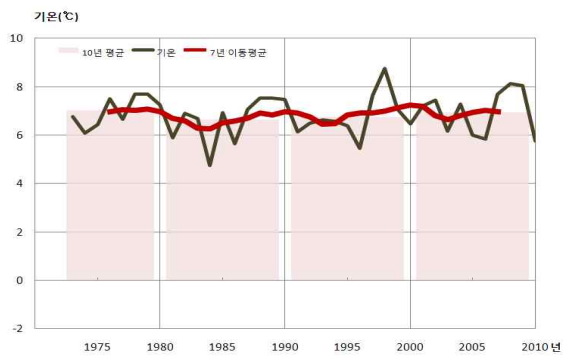
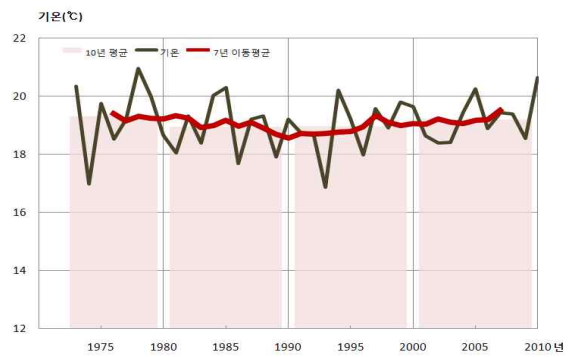


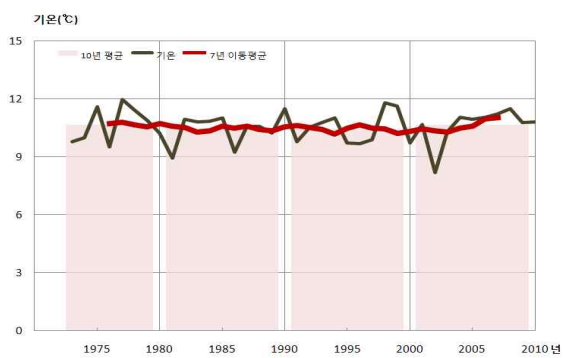
그림 3-26. 속초의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)



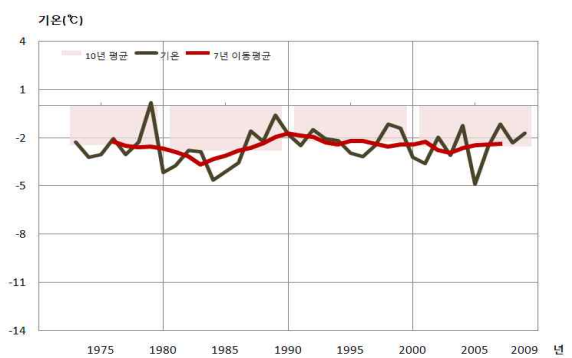
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-27. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년)

다. 대관령

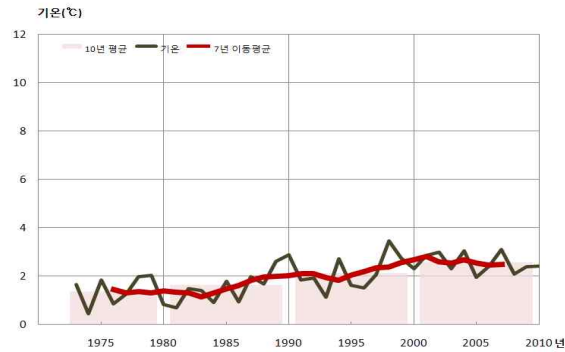
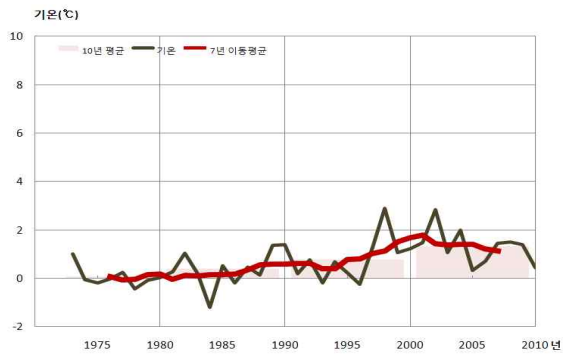
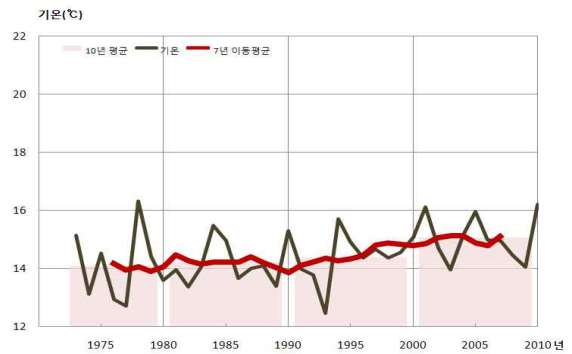


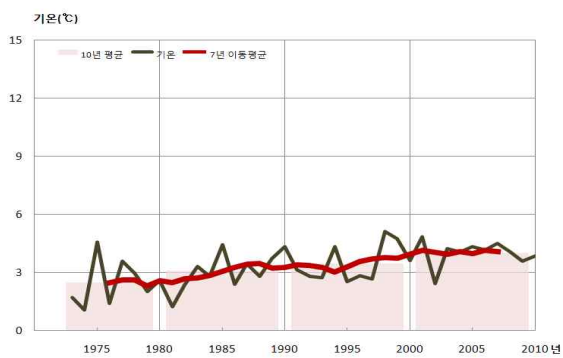
그림 3-28. 대관령의 연평균 최저기온 변화
(1973~2010년)



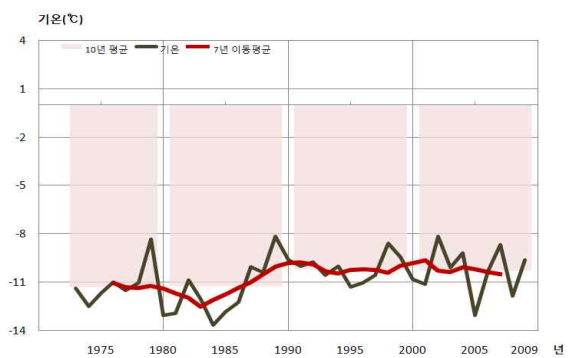
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-29. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균최저기온 변화(1973~2010년)

라. 강릉

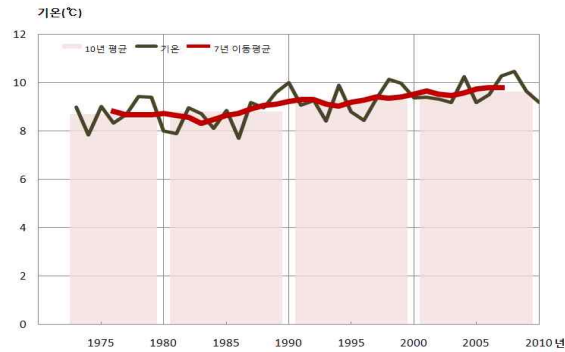
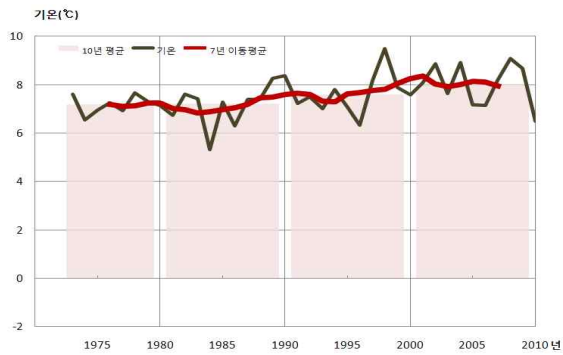
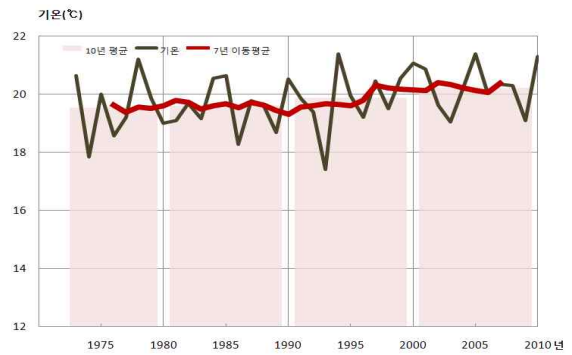


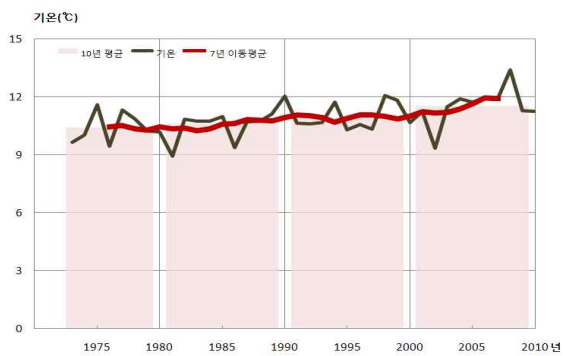
그림 3-30. 강릉의 연평균 최저기온 변화 (1973~2010년)



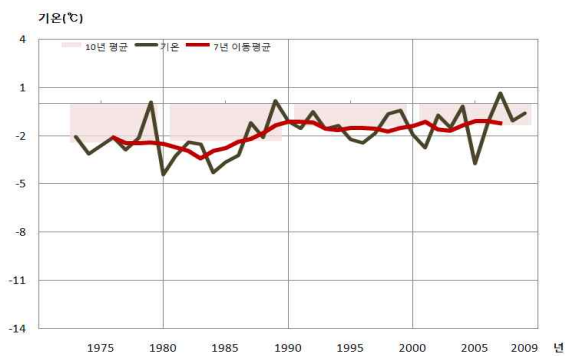
(a)



(b)



(c)



(d)

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

마. 울릉도

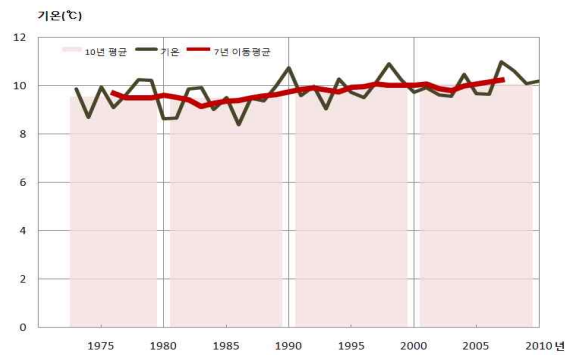
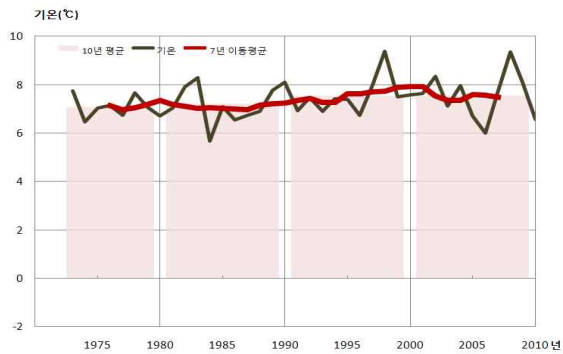
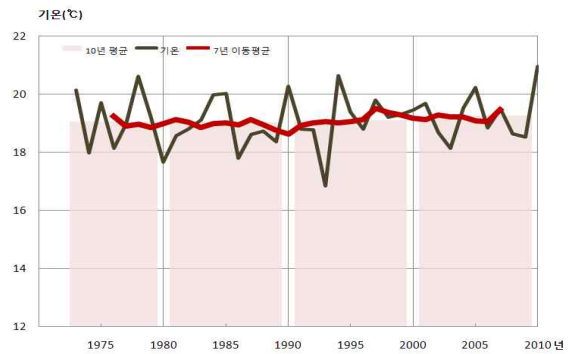


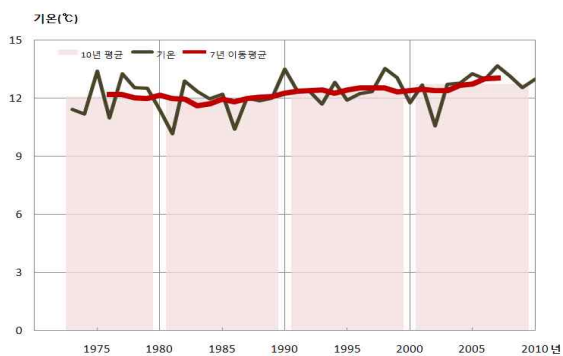
그림 3-32. 울릉도의 연평균 최저기온 변화
(1973~2010년)



(a)



(b)



(c)



(d)

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

표 3-8. 10년 단위 평균최저기온(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
강원 동해안	-	-	-	-	-	-	8.7	8.6	8.9	9.1
속초	-	-	-	-	-	-	8.7	8.3	8.5	8.6
대관령	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6	2.1	2.5
강릉	7.8	7.4	7.6	7.7	제외 (결측포함)	8.3	8.7	8.8	9.2	9.6
울릉도	-	-	-	9.3	제외 (결측포함)	9.3	9.6	9.5	9.9	10.1

표 3-9. 연, 계절별 평균최저기온의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
강원 동해안	0.023*	0.021	0.016	0.025*	0.041*
속초	0.008	0.008	0.005	0.006	0.025
대관령	0.044**	0.043**	0.033*	0.055**	0.082*
강릉	0.038**	0.033**	0.027	0.044**	0.058**
울릉도	0.025*	0.019	0.010	0.031*	0.045*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

4) 일교차

가. 강원 동해안(강릉, 속초)

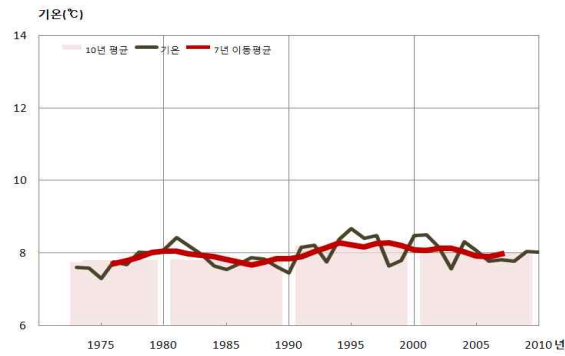
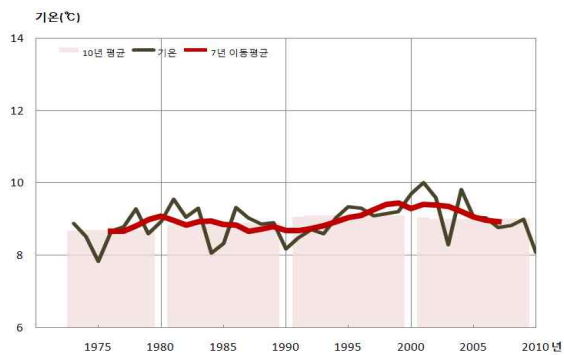
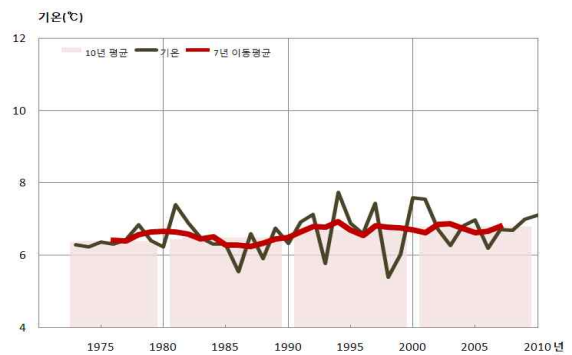


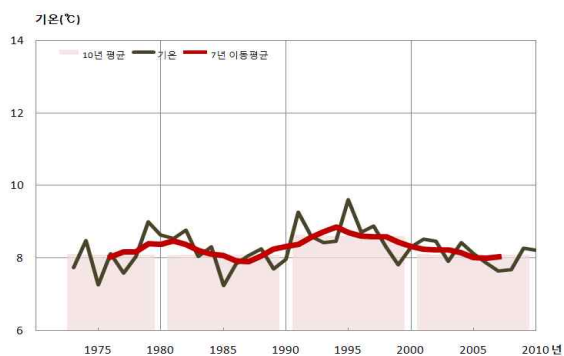
그림 3-34. 강원 동해안의 연평균일교차(1973~2010년)



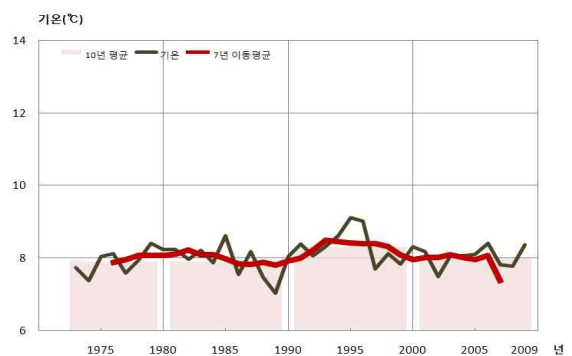
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-35. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)

나. 속초

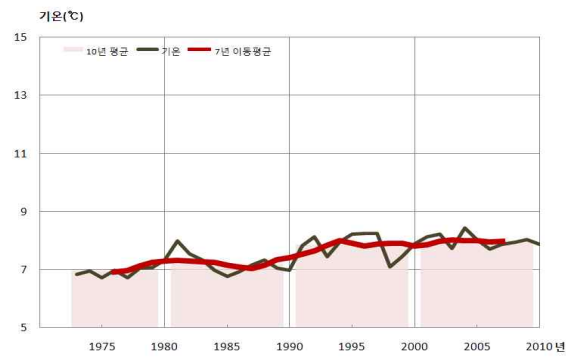
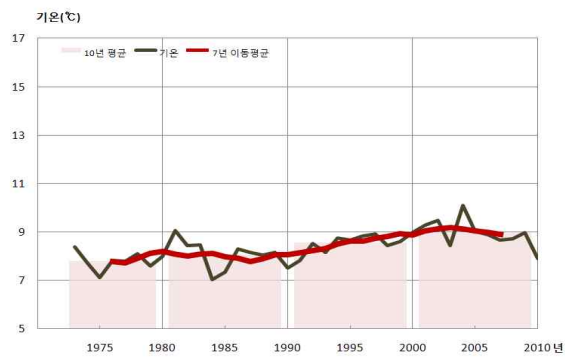
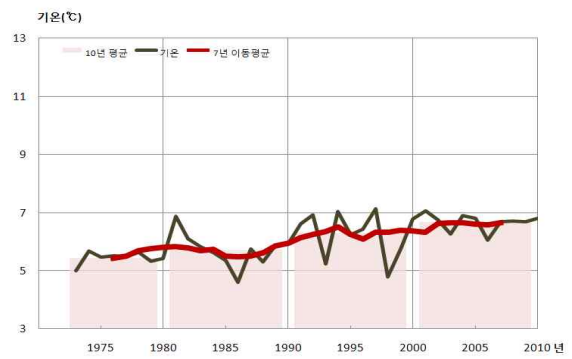


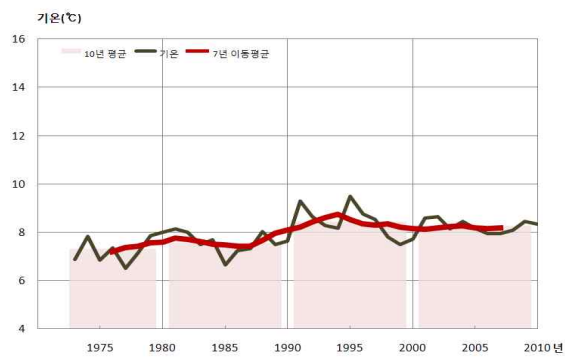
그림 3-36. 속초의 연평균일교차(1973~2010년)



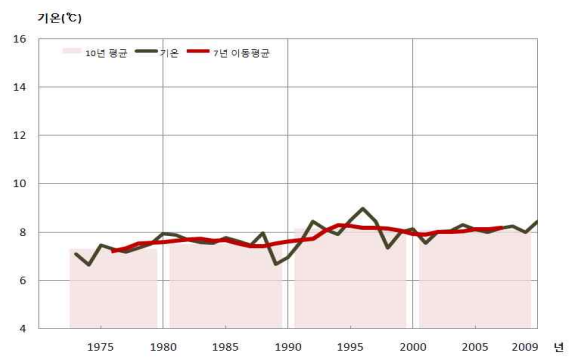
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-37. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)

다. 대관령

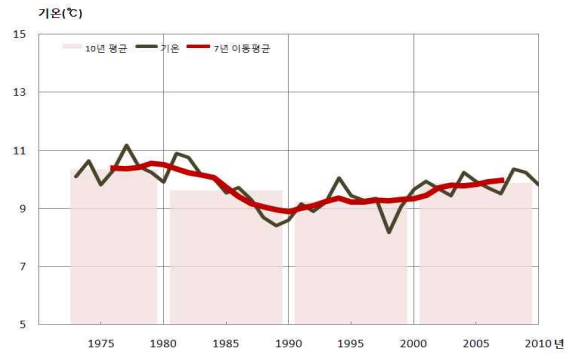
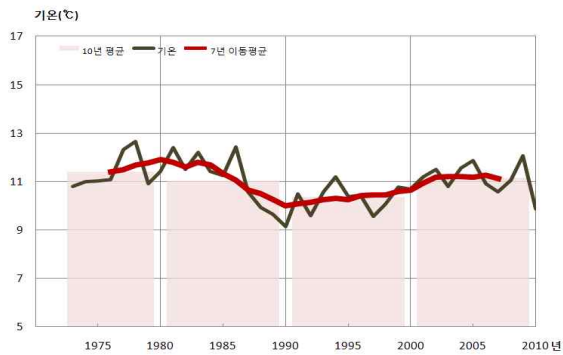
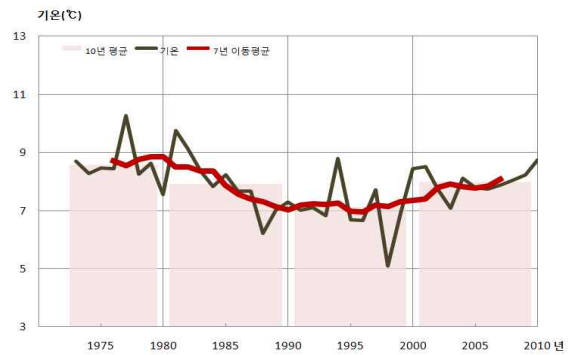


그림 3-38. 대관령의 연평균일교차(1973~2010년)



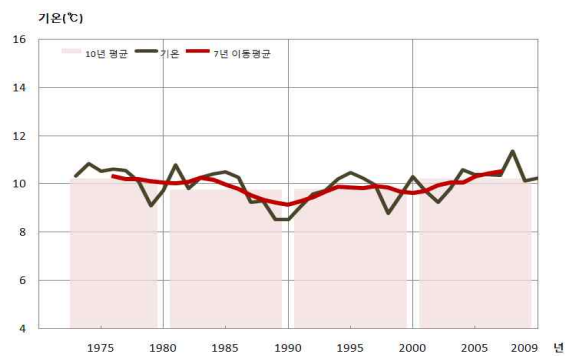
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-39. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)

라. 강릉

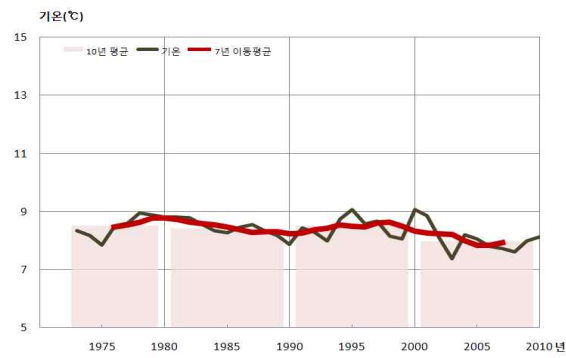
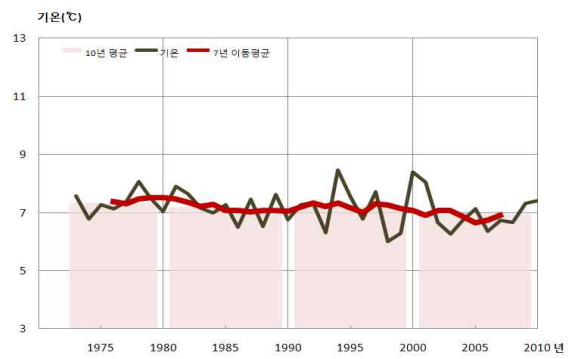


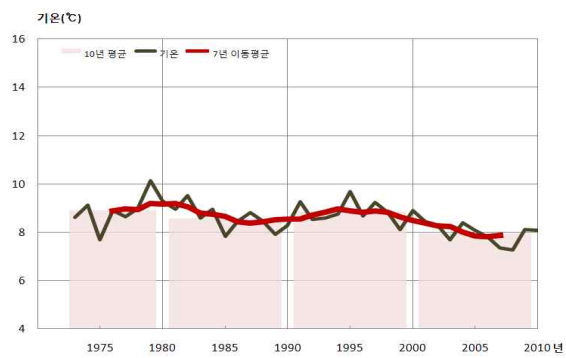
그림 3-40. 강릉의 연평균일교차(1973~2010년)



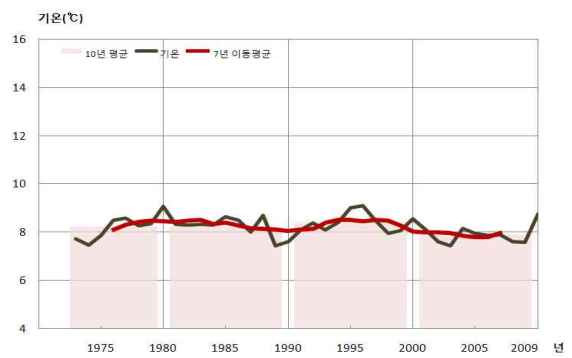
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-41. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)

마. 울릉도

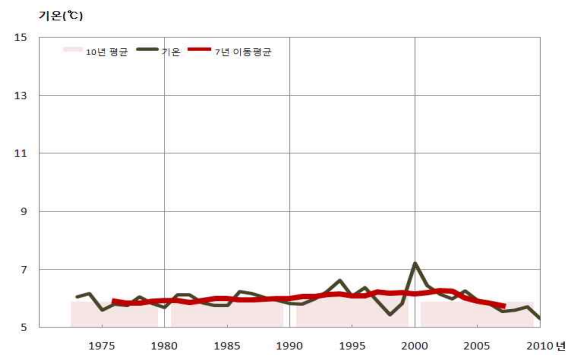
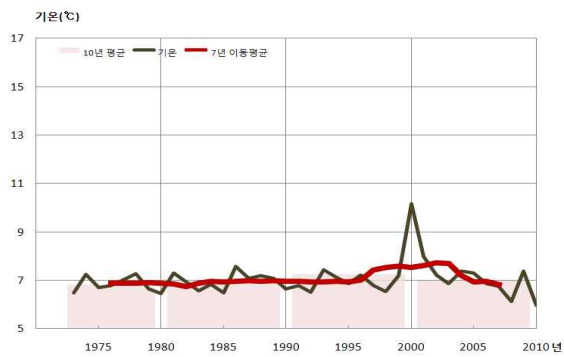
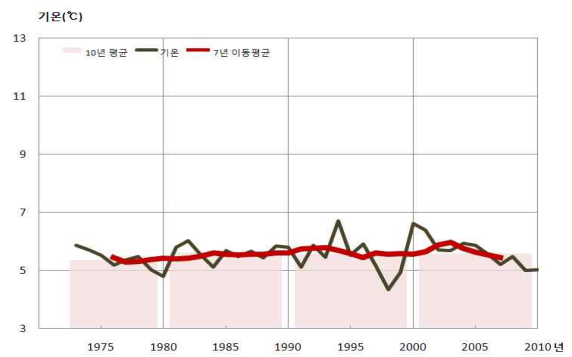


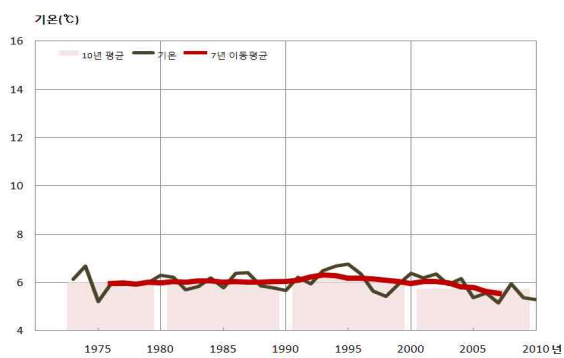
그림 3-42. 울릉도의 연평균일교차(1973~2010년)



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-43. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균일교차 변화(1973~2010년)

표 3-10. 10년 단위 평균일교차(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
강원 동해안	-	-	-	-	-	-	7.7	7.8	8.2	8.0
속초	-	-	-	-	-	-	6.8	7.2	7.9	8.0
대관령	-	-	-	-	-	-	10.4	9.6	9.2	9.9
강릉	9.1	9.5	9.7	8.9	제외 (결측포함)	8.6	8.5	8.4	8.5	8.0
울릉도	-	-	-	5.9	제외 (결측포함)	5.8	5.9	6.0	6.2	5.9

표 3-11. 연, 계절 평균일교차의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
강원 동해안	0.009	0.011	0.013*	0.003	-0.014
속초	0.034**	0.036**	0.039**	0.033**	0.004**
대관령	-0.019	-0.018	-0.027	-0.029	-0.028
강릉	-0.016**	-0.015	-0.013	-0.028**	-0.032*
울릉도	-0.001	0.008	0.001	-0.010	-0.015

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

2. 강수량

강원 영동의 속초, 대관령, 강릉과 울릉도의 강수량 자료로 기후변화에 따른 강수량의 변화를 분석하였으며 강원 동해안지역의 특성을 알아보기 위해 속초와 강릉의 평균값은 강원 동해안의 강수량의 대푯값이라고 간주하여 강수량의 변화 경향을 분석하였다.

영동의 강수량은 연도에 따른 변동이 매우 크며 지역에 따른 편차도 크게 나타나고 있다. 기후변화에 따른 강원의 연강수량의 변화율은 7.056mm/년으로 지속적인 증가로 나타나지만 년도에 따른 변화폭이 커서 불규칙적인 변화 특징을 보이며 이는 통계적으로 유의한 경향이 아니다. 계절별로는 여름철의 강수량이 가장 많으며 변화율도 5.079mm/년으로 뚜렷이 증가하고 있으며 가을철에도 강수량의 증가는 비교적 큰 편이지만 통계적으로 유의하지 않은 값이다. 겨울철 강수량은 연도에 따른 변동 폭이 크며 강수량 변화율은 -1.774mm/년으로서 오히려 감소추세를 보인다. 지역별로 보면 강수량 증가율이 가장 큰 지역은 울릉도로서 연 강수량의 변화율은 13.005mm/년으로 매우 큰 편이며 통계적으로 유의한 경향을 보인다. 이는 주로 여름철의 강수량 증가율(6.773mm/년)이 주요인이며 가을철의 강수량 증가도 비교적 큰 편이다. 한편 겨울철 강수량의 변화율은 대관령을 제외한 3개 지역에서 감소 경향을 보이고 있다.

강원 산간지역인 대관령은 연평균 강수량이 11.533mm/년 증가하는 경향을 보이나 통계적으로 유의하지 않다. 변화율이 가장 큰 계절은 여름철로 변화율이 6.450mm/년이다. 강원 동해안을 포함한 다른 지역에는 겨울철 강수량이 모두 감소하는 변화율을 나타내지만 대관령은 0.303mm/년으로 약간 증가하는 경향을 보였으며 통계적으로 유의하지 않다.

가. 강원 동해안(강릉, 속초)

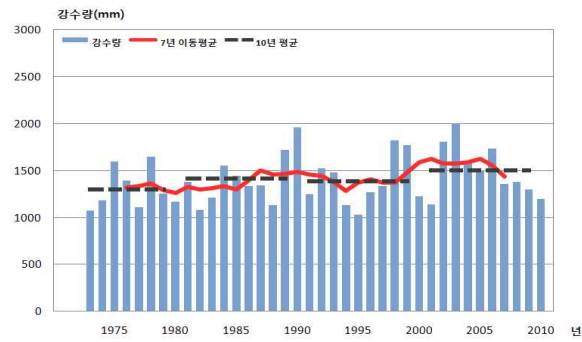


그림 3-44. 강원 동해안의 연강수량 변화 (1973~2010년)

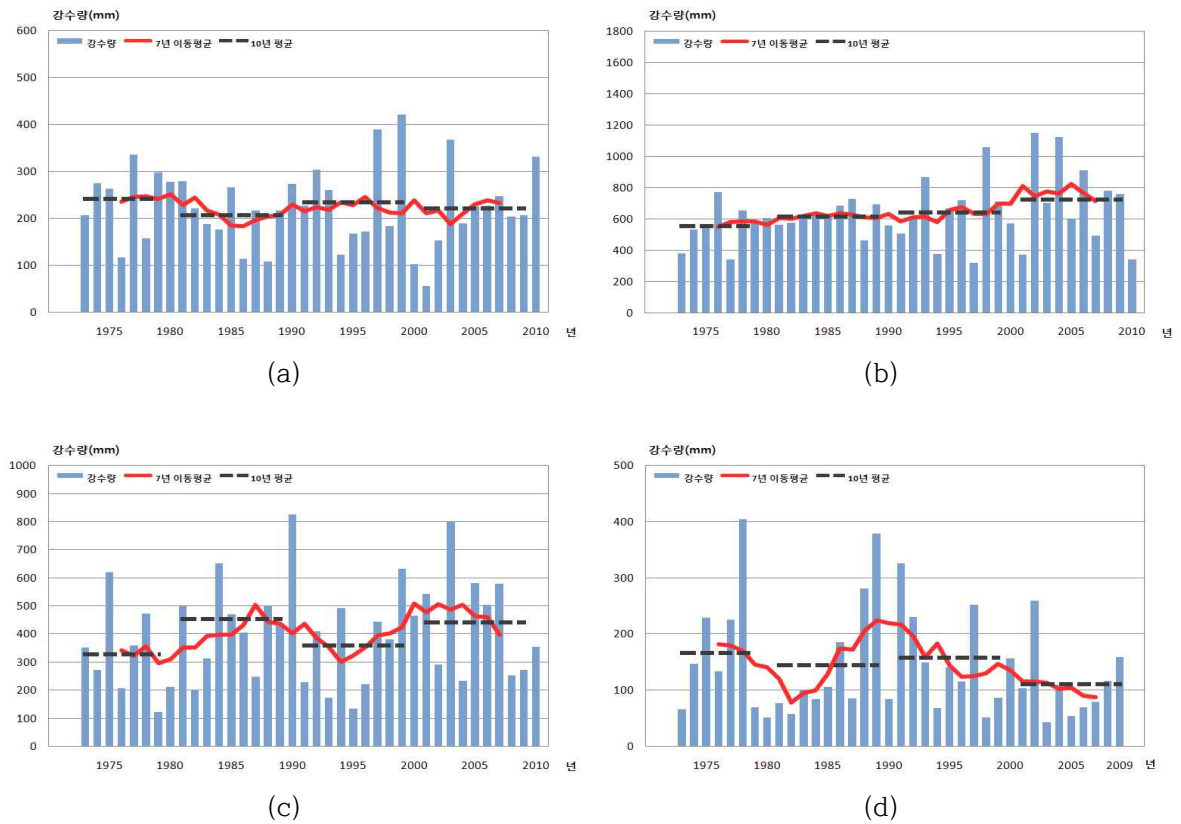


그림 3-45. 강원 동해안의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)

나. 속초

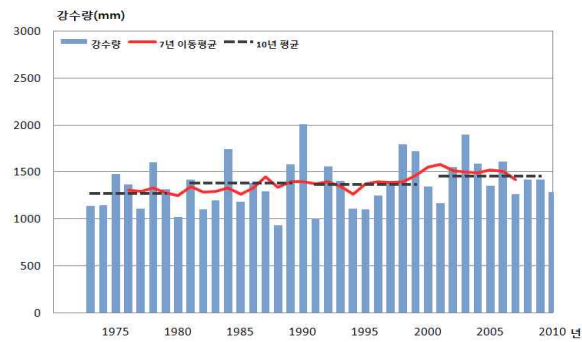
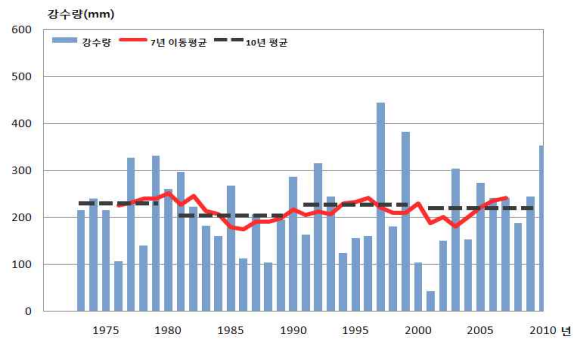
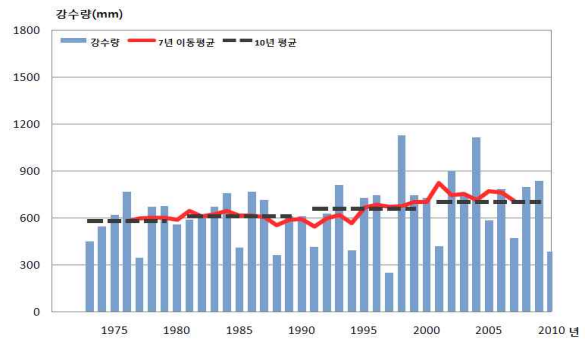


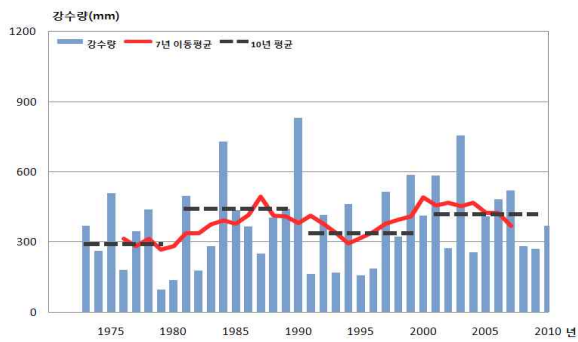
그림 3-46. 속초의 연강수량 변화 (1973~2010년)



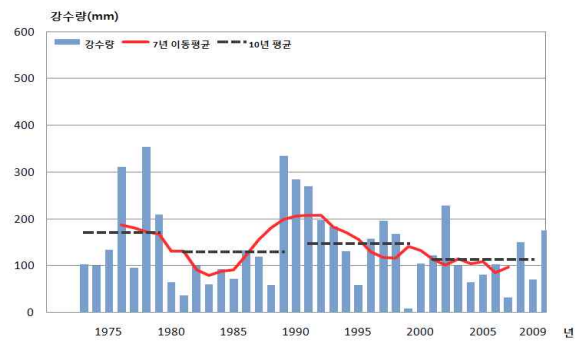
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-47. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)

다. 대관령

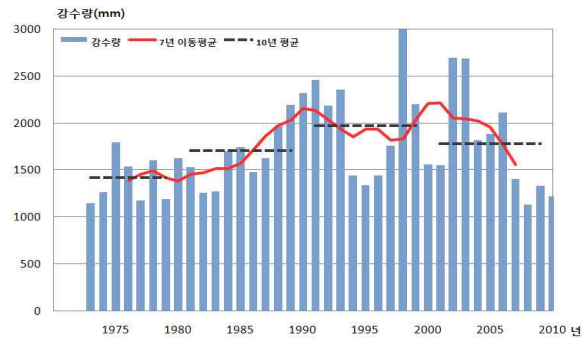
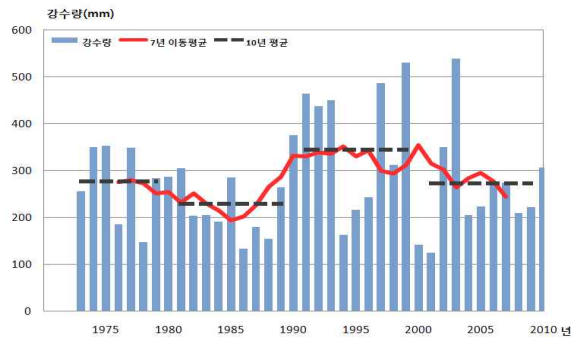
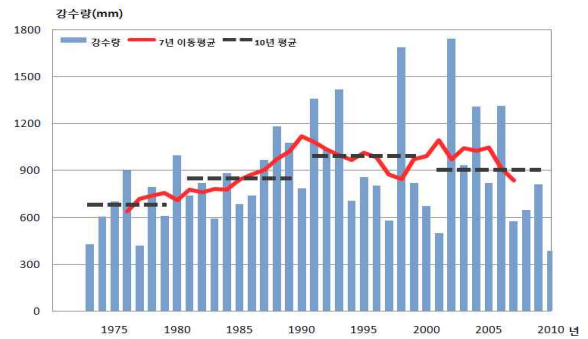


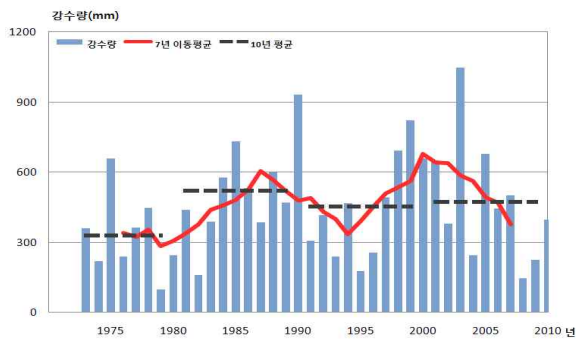
그림 3-48. 대관령의 연강수량 변화 (1973~2010년)



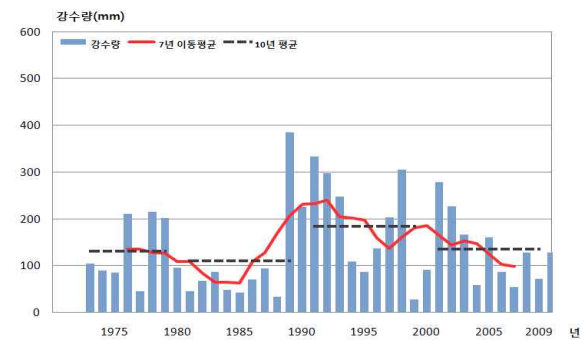
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-49. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)

라. 강릉

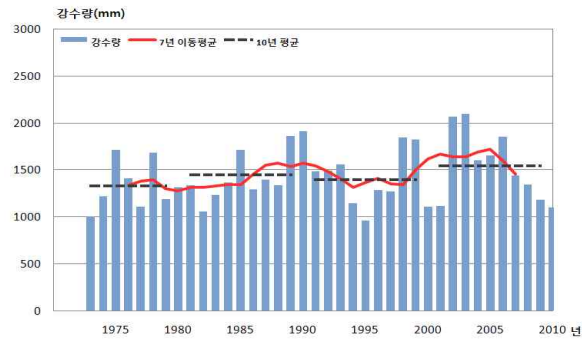
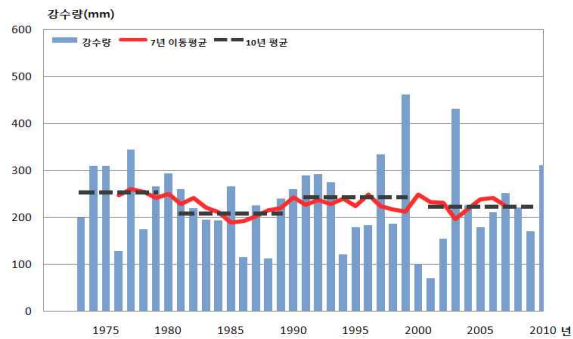
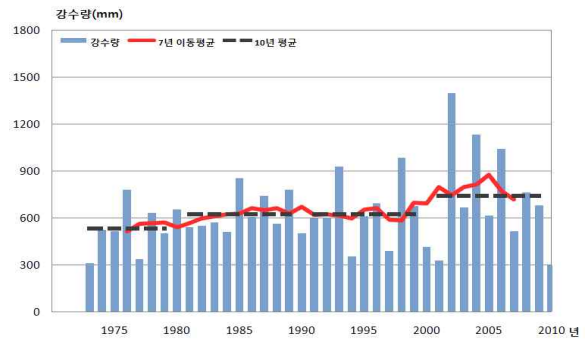


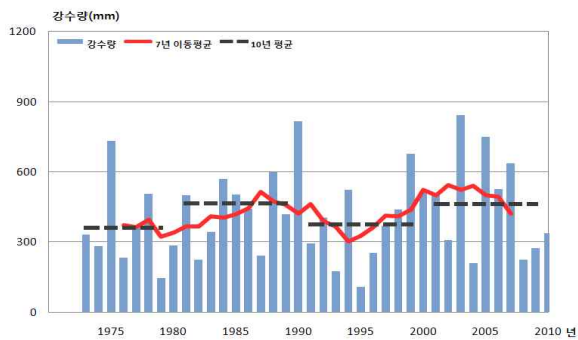
그림 3-50. 강릉의 연강수량 변화 (1973~2010년)



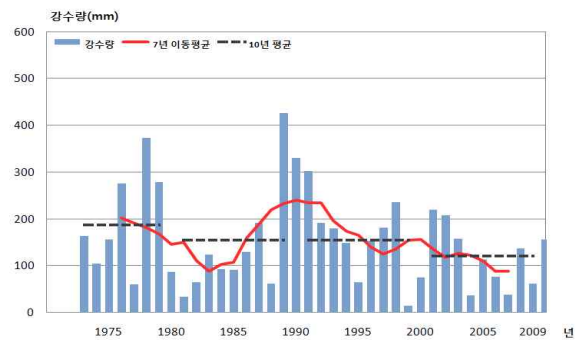
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-51. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)

마. 울릉도

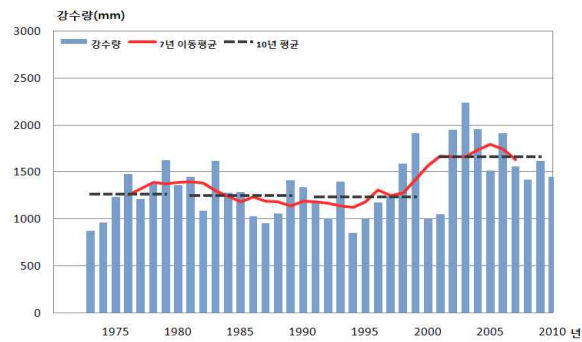
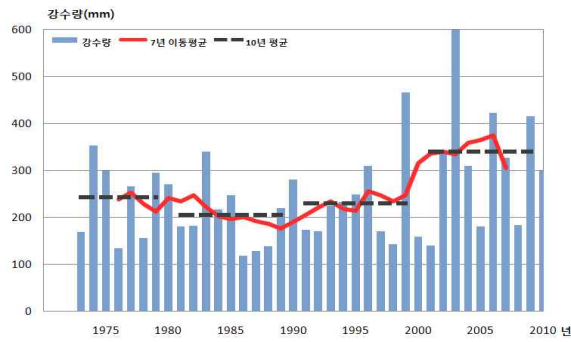
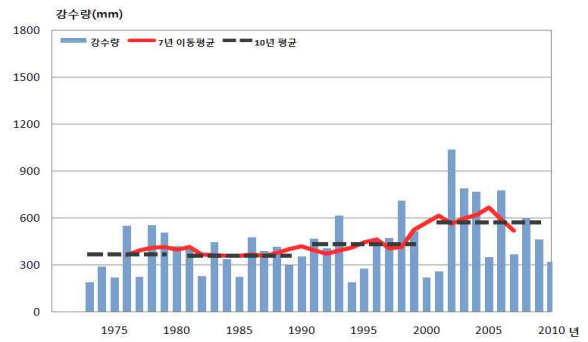


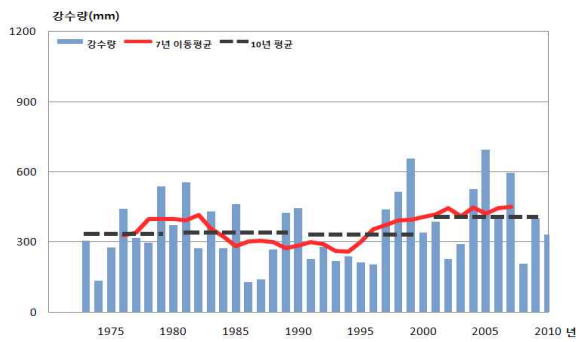
그림 3-52. 울릉도의 연강수량 변화 (1973~2010년)



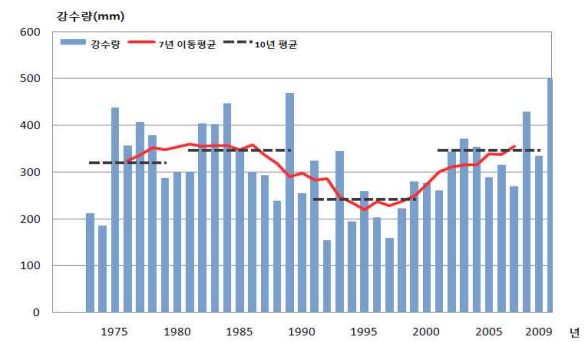
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-53. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 변화(1973~2010년)

표 3-12. 10년 단위 강수량(관측이래~2010년)(단위 : mm)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
강원 동해안	-	-	-	-	-	-	1316.6	1416.4	1383.4	1500.2
속초	-	-	-	-	-	-	1274.9	1382.7	1369.4	1454.3
대관령	-	-	-	-	-	-	1326.2	1707.8	1974.1	1782.3
강릉	1299.8	1226.3	1253.1	1119.6	제외 (결측포함)	1319.0	1358.2	1450.1	1397.3	1546.0
울릉도	-	-	-	1375.2	제외 (결측포함)	1211.1	1223.8	1248.8	1235.9	1665.5

표 3-13. 연, 계절 강수량의 변화율(1973~2010년)(단위:mm/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
강원 동해안	7.056	0.034	5.079	2.450	-1.774
속초	6.162	0.420	4.384	2.628	-1.597
대관령	11.533	0.799	6.450	3.587	0.303
강릉	5.949	-0.353	5.773	2.271	-1.951
울릉도	13.005*	3.437	6.773	2.841	-0.991

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

3. 기타 기후요소

영동의 속초, 대관령, 강릉, 울릉도의 4개 지점에 대하여 각종 기후요소의 10년 단위 평균과 1973년부터 2010년까지의 38년간 변화율을 분석하였다.

상대습도는 대관령을 제외한 3개 기상대 지역에서는 1990년대에 일시적으로 상대습도가 높았던 기간이 있어서 상대습도의 변화추세는 일관성이 약하지만 2000년대에 큰 폭으로 감소를 나타낸다. 38년간의 변화율은 전 지역에서 감소하고 있으며, 강릉의 변화율이 $-0.184\%/년$ 으로 가장 크게 감소하고 있고 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 강릉은 특히 겨울철 변화율이 $-0.375\%/년$ 으로 가장 많이 감소하는 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 경향을 나타냈다. 이와 같은 상대습도의 감소는 대기 중의 수분 감소보다는 주로 기온상승에 의한 상대습도의 감소가 주요인으로 추정되지만 차후 비습 관측자료 등을 이용한 분석이 필요하다.

운량은 속초, 대관령, 강릉, 울릉도 관측 자료가 있으므로 변화 경향을 분석한 결과 속초, 강릉은 감소하는 경향을 보이며 대관령, 울릉도는 증가하는 경향을 나타냈다. 계절별로는 속초는 가을을 제외한 계절에서는 감소하였고, 대관령은 겨울을 제외한 나머지 계절에서 증가하는 경향이 나타났다. 강릉은 4계절 모두 감소하는 경향이 나타났고, 울릉도는 겨울을 제외한 계절에서 모두 증가하는 경향이 나타났다. 운량의 변화율은 모두 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다.

일조시간은 울릉도를 제외한 영동지역 전 지역에서 감소 추세를 나타내었으며 1973년부터 2010년까지 38년간의 변화율은 대관령에서 연간 일조율 감소가 가장 커서 $16.632\text{hr}/년$ 의 비율로 감소하고 있으며 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 대관령의 여름철 변화율은 $-7.096\text{hr}/년$ 으로 감소하며 통계적으로 유의한 경향을 나타냈다. 대관령의 1972~1980년 평균은 $2,591.2\text{hr}$ 으로 2001~2010년에 529.6hr 감소한 $2,061.5\text{hr}$ 을 나타냈다. 강릉이 일조율 감소가 가장 작아서 $-2.264\text{시간}/년$ 의 비율로 감소하였으며 통계적으로 유의한 경향은 나타나지 않았다. 한편 울릉도는 일조율이 $3.203\text{시간}/년$ 의 비율로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 상대습도가 감소추세인 영동지역에서 일조율이 이와 같이 감소하는 원인은 쉽게 설명되기 어려운 부분이며 추후의 분석이 필요하다.

1) 상대습도

가. 속초

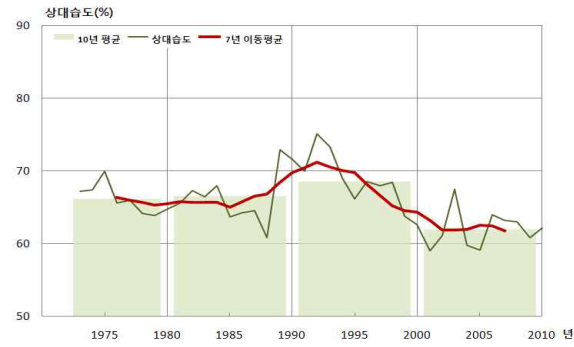
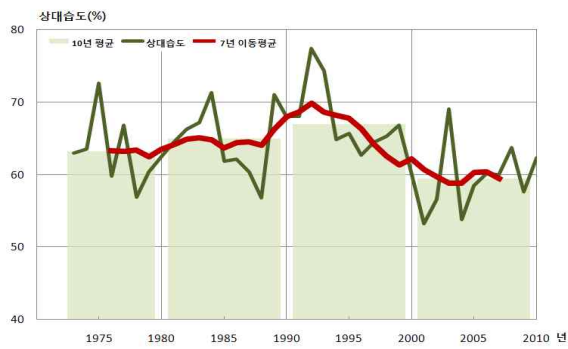
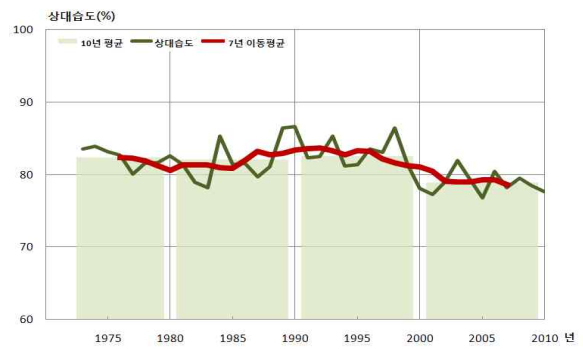


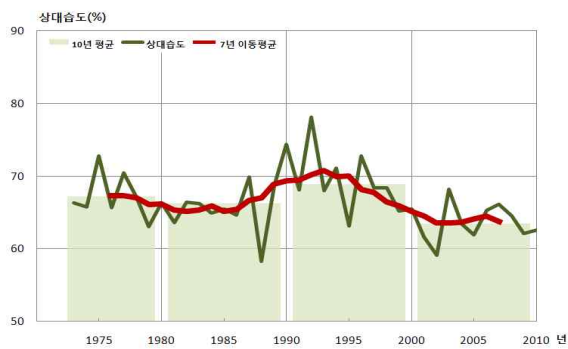
그림 3-54. 속초의 연평균 상대습도 변화(1973~2010년)



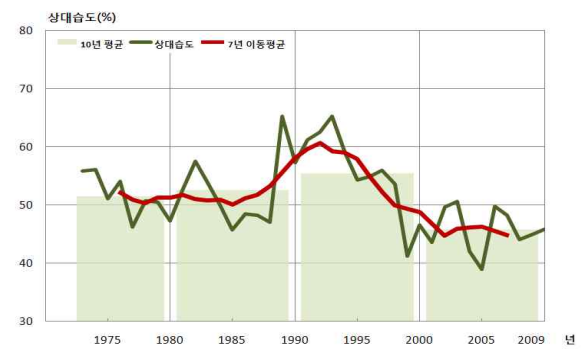
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-55. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년)

나. 대관령

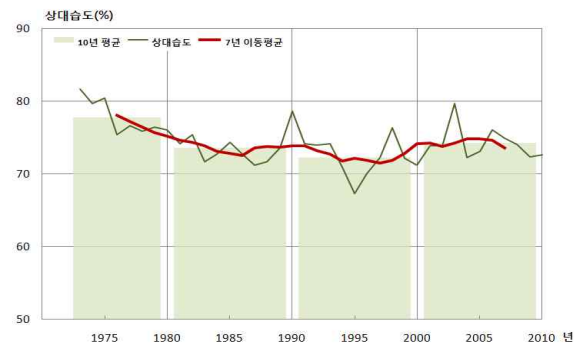
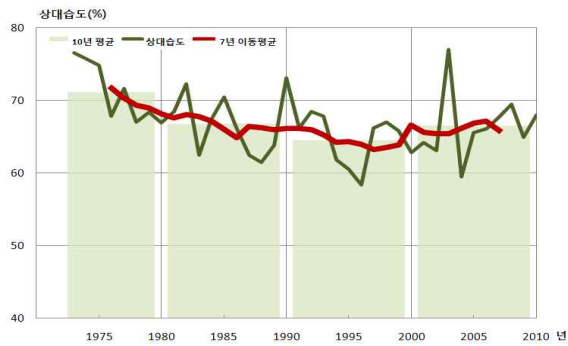
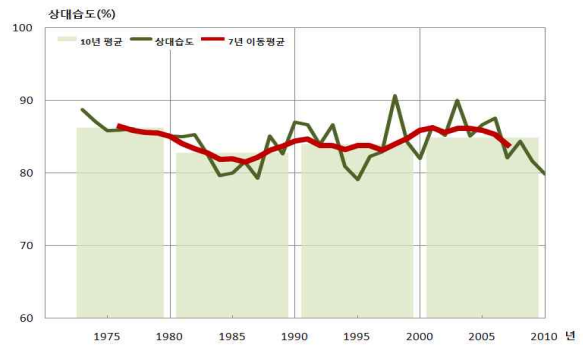


그림 3-56. 대관령의 연평균 상대습도변화(1973~2010년)



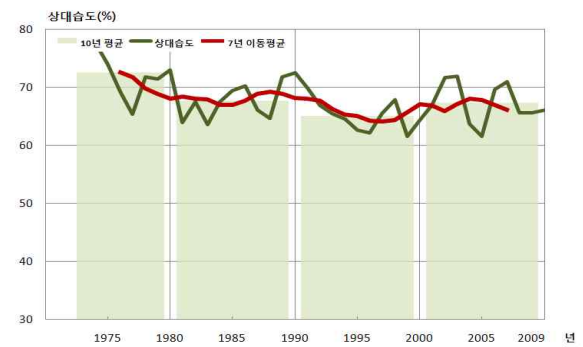
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-57. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년)

다. 강릉

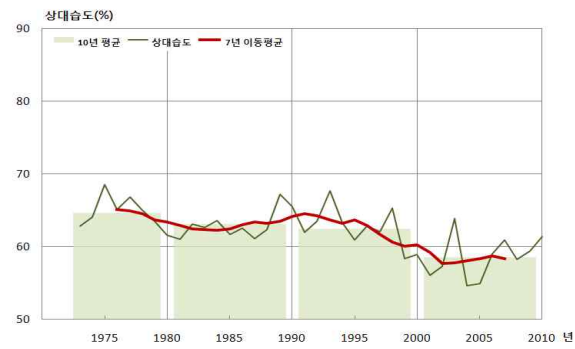
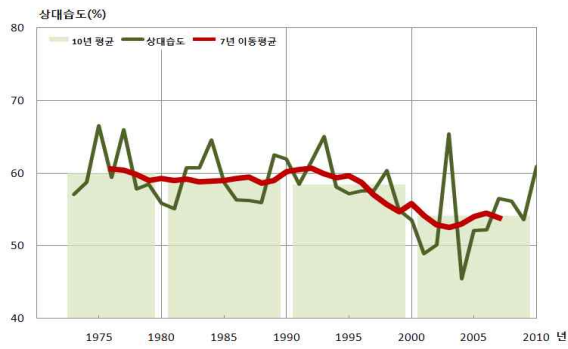
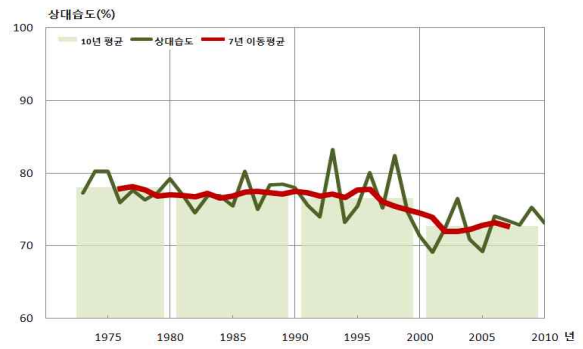


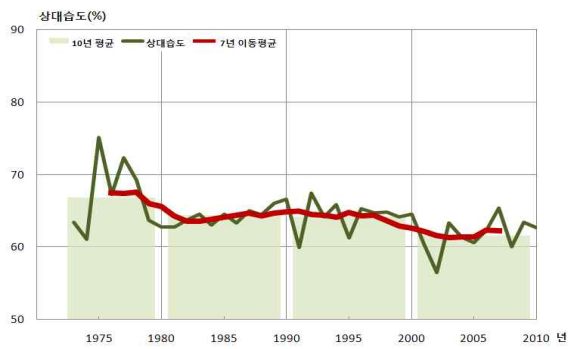
그림 3-58. 강릉의 연평균 상대습도 변화(1973~2010년)



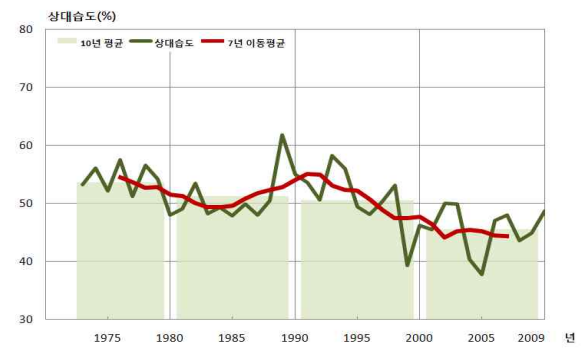
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-59. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균상대습도 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

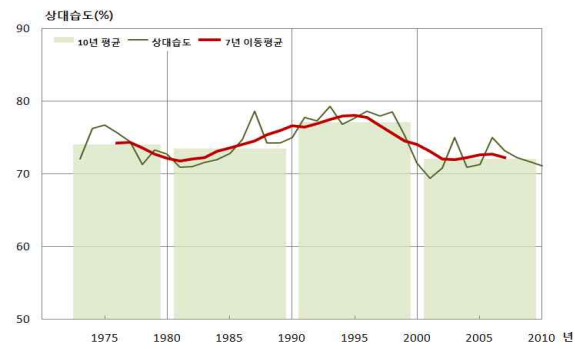
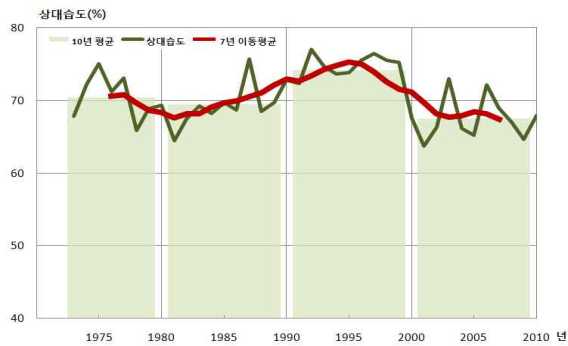
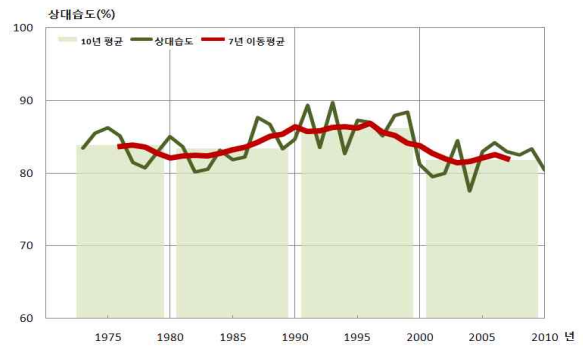


그림 3-60. 울릉도의 연평균 상대습도변화(1973~2010년)



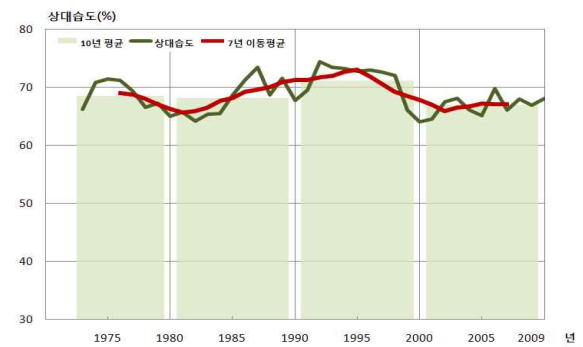
(a)



(b)



(c)



(d)

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

표 3-14. 10년 단위 평균상대습도(관측이래~2010년)(단위 : %)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	66.3	66.6	68.5	62.0
대관령	-	-	-	-	-	-	78.2	73.7	72.3	74.4
강릉	67.0	68.1	64.6	64.0	제외 (결측포함)	68.1	64.7	63.2	62.5	58.6
울릉도	-	-	-	71.5	제외 (결측포함)	74.3	74.3	73.6	77.2	72.2

표 3-15. 연, 계절 평균상대습도의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-0.128*	-0.125	-0.100**	-0.089	-0.313*
대관령	-0.113**	-0.161*	-0.033	-0.083	-0.323*
강릉	-0.184**	-0.184**	-0.158**	-0.137*	-0.375**
울릉도	-0.025	-0.039	-0.030	-0.012	-0.208

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

2) 운량

가. 속초

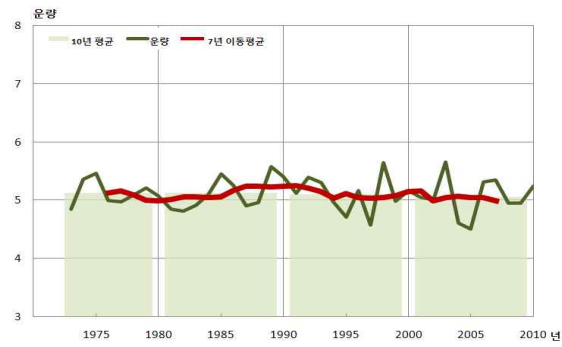
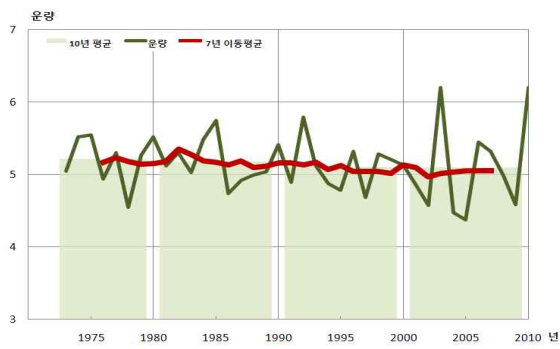
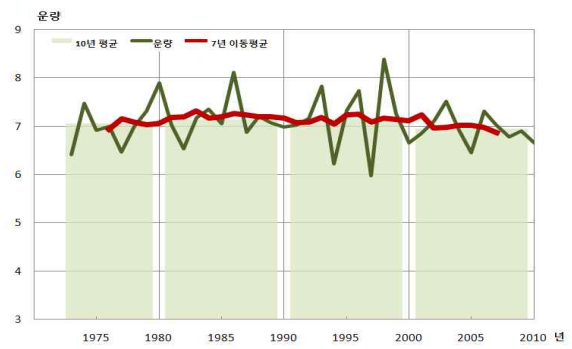


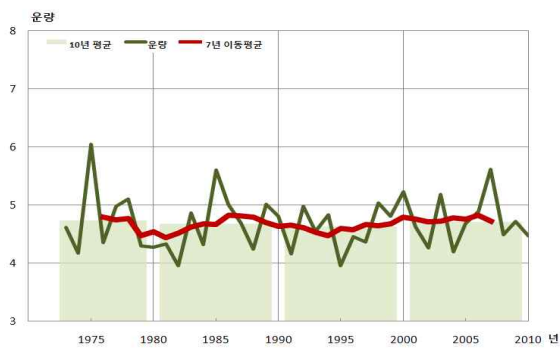
그림 3-62. 속초의 연평균운량 변화(1973~2010년)



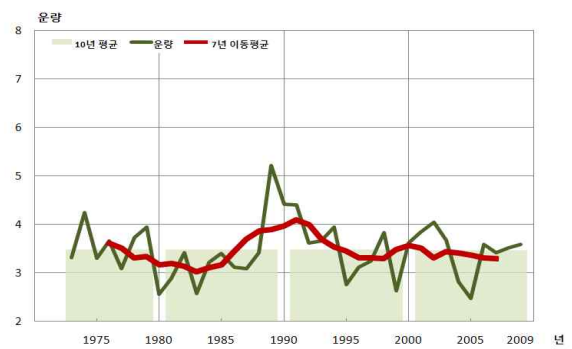
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-63. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)

나. 대관령

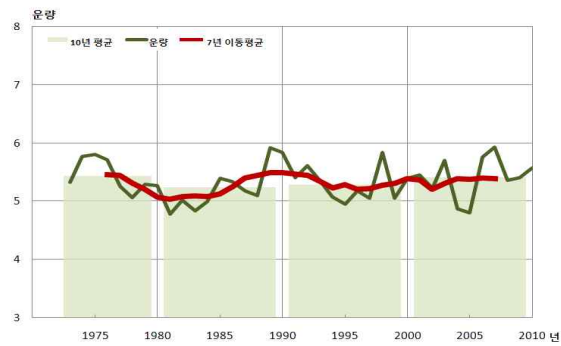
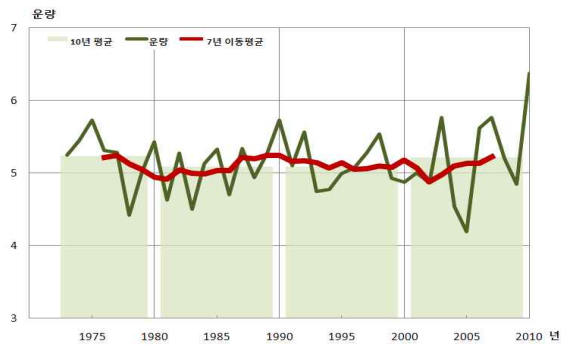
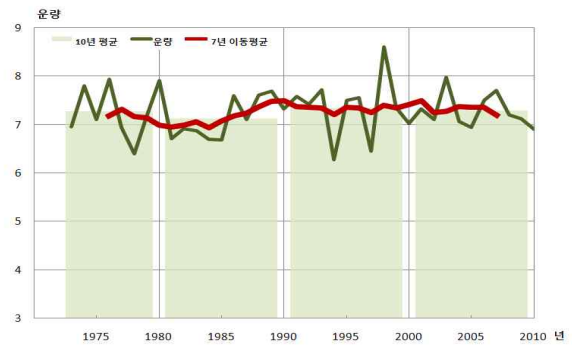


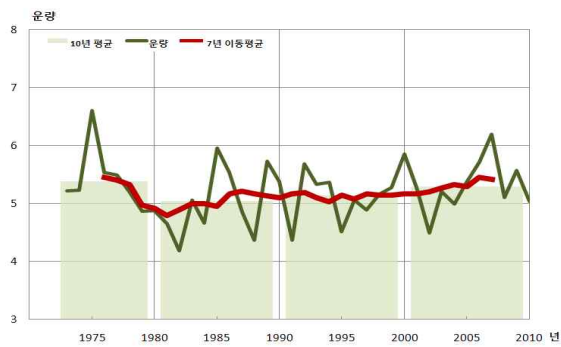
그림 3-64. 대관령의 연평균운량 변화(1973~2010년)



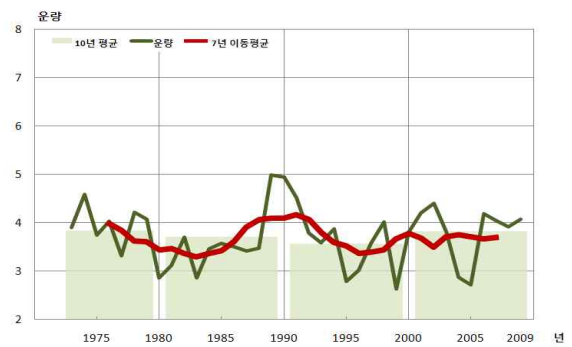
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-65. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)

다. 강릉

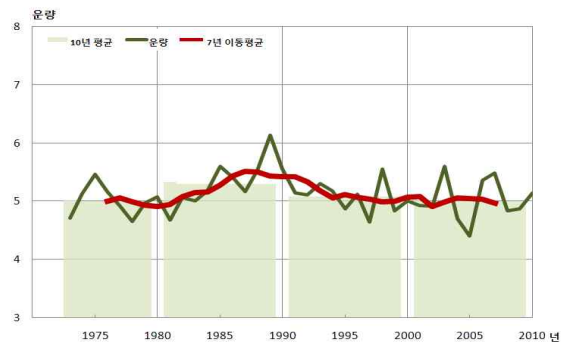
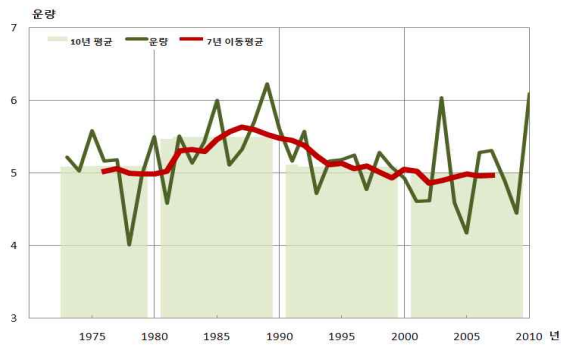
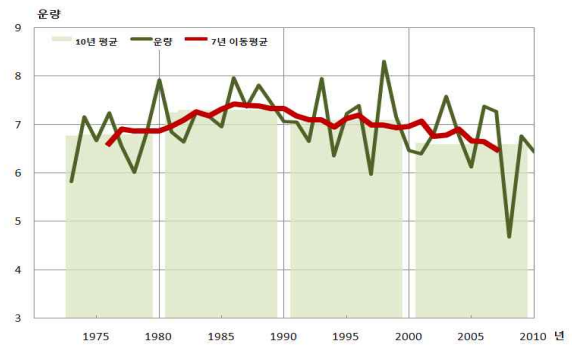


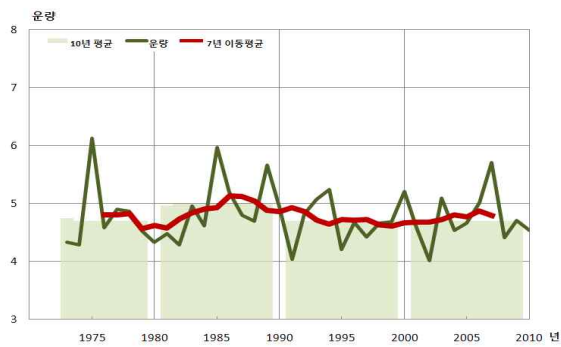
그림 3-66. 강릉의 연평균운량 변화(1973~2010년)



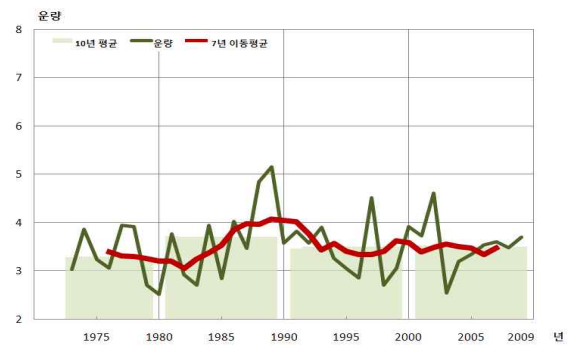
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-67. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)

라. 울릉도

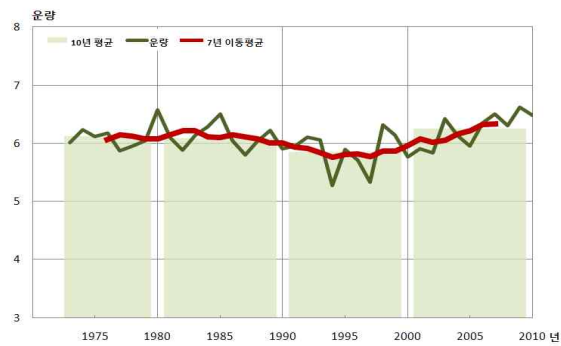
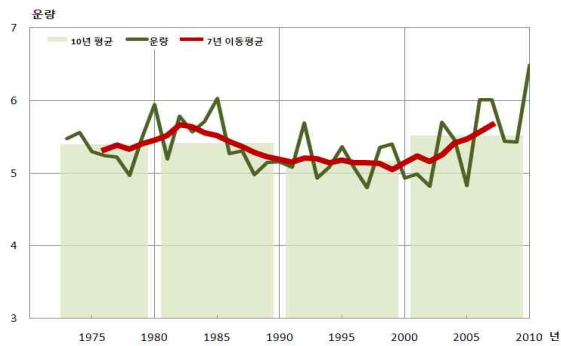
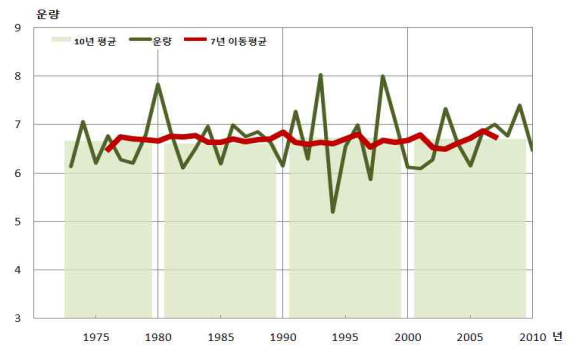


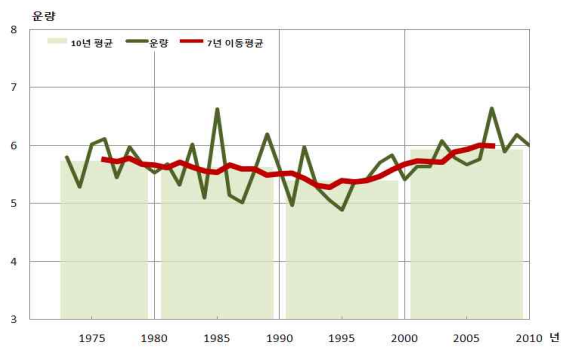
그림 3-68. 울릉도의 연평균운량 변화(1973~2010년)



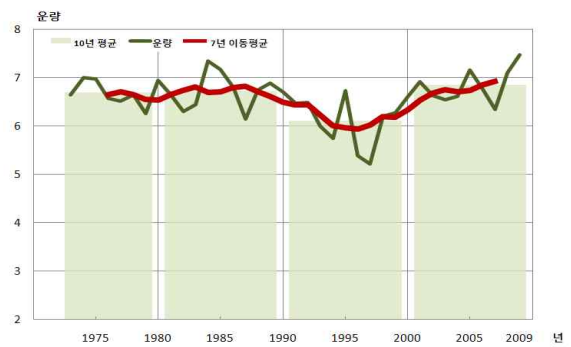
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-69. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 평균 운량변화(1973~2010년)

표 3-16. 10년 단위 연평균운량(관측이래~2010년)(단위 : 할)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	5.2	5.1	5.1	5.1
대관령	-	-	-	-	-	-	5.5	5.2	5.3	5.4
강릉	5.5	5.3	5.3	5.2	제외 (결측포함)	5.1	5.1	5.4	5.1	5.1
울릉도	-	-	-	6.7	제외 (결측포함)	6.5	6.2	6.1	5.9	6.3

표 3-17. 연, 계절 평균운량의 변화율(1973~2010년)(단위 : 할/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-0.001	-0.003	-0.003	0.001	-0.007
대관령	0.002	0.002	0.004	0.002	-0.008
강릉	-0.048	-0.047	-0.060	-0.054	-0.036
울릉도	0.003	0.003	0.004	0.006	-0.017

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

3) 일조시간

가. 속초

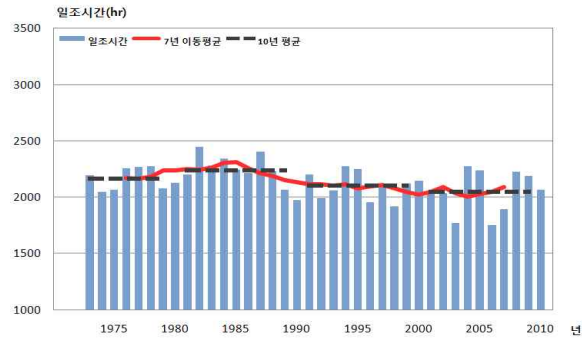
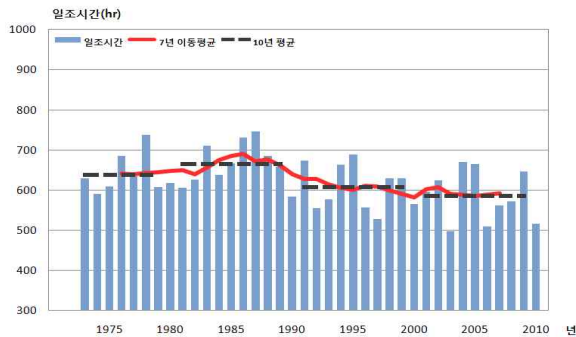
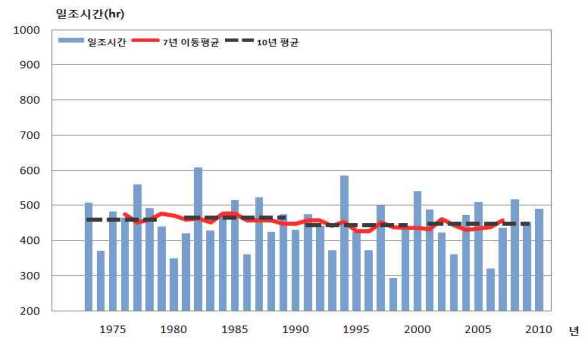


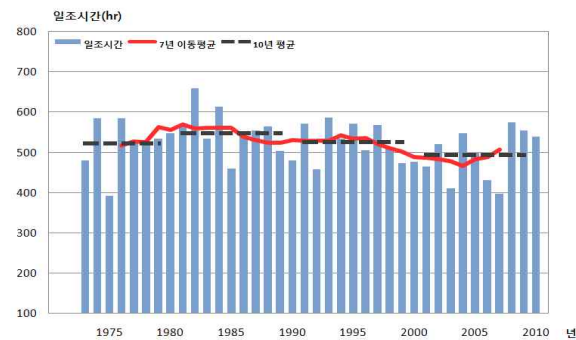
그림 3-70. 속초의 연간일조시간 변화(1973~2010년)



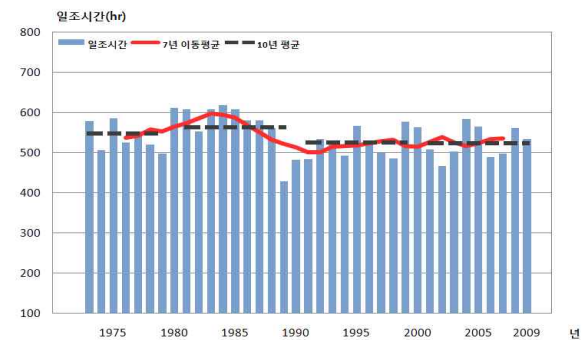
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-71. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)

나. 대관령

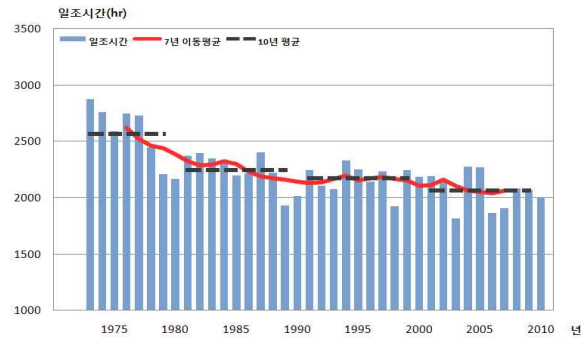
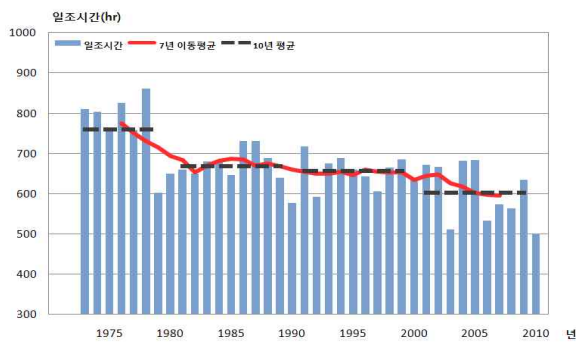
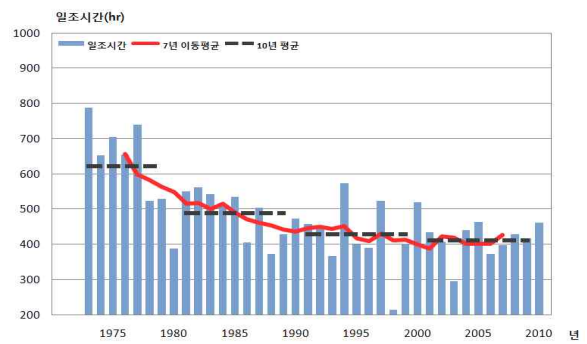


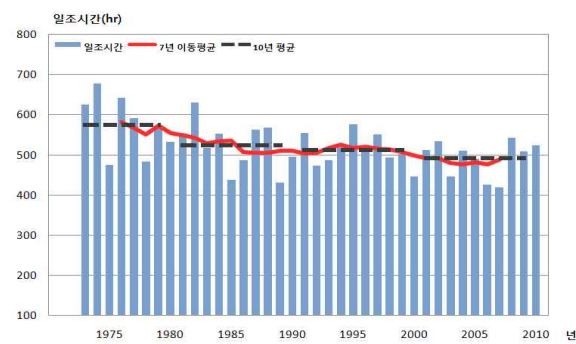
그림 3-72. 대관령의 연간일조시간 변화(1973~2010년)



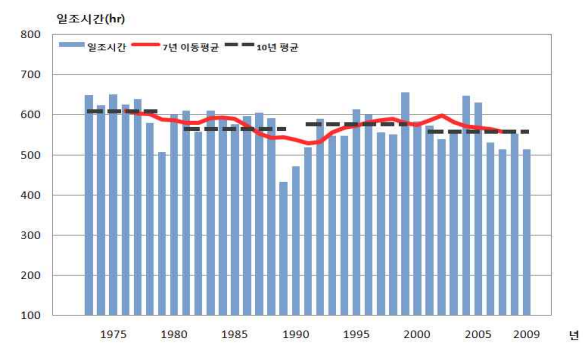
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-73. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)

다. 강릉

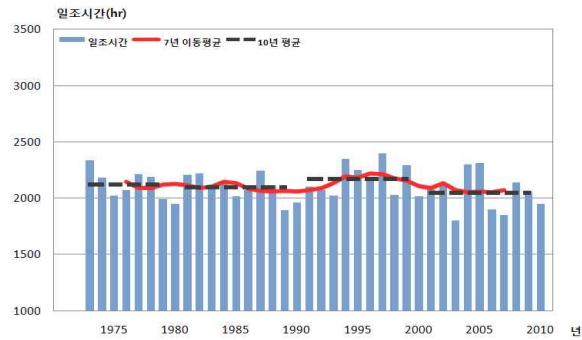
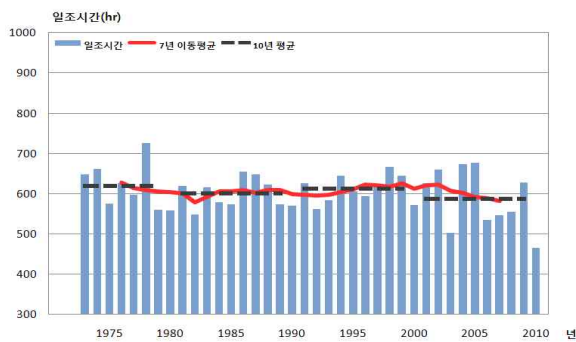
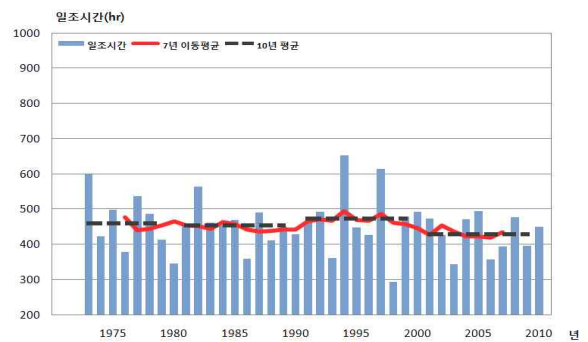


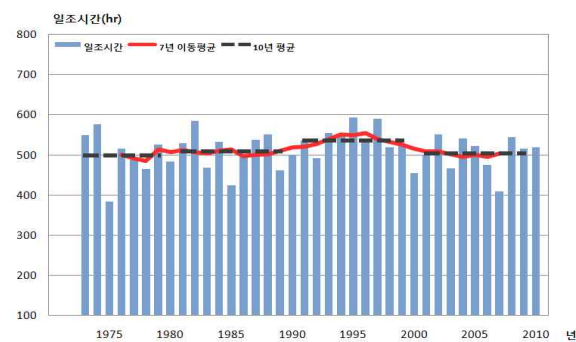
그림 3-74. 강릉의 연간일조시간 변화(1973~2010년)



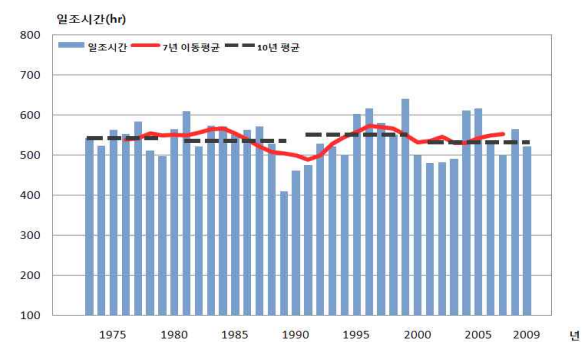
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-75. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

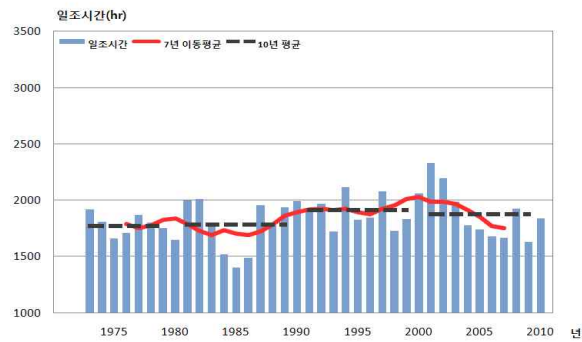
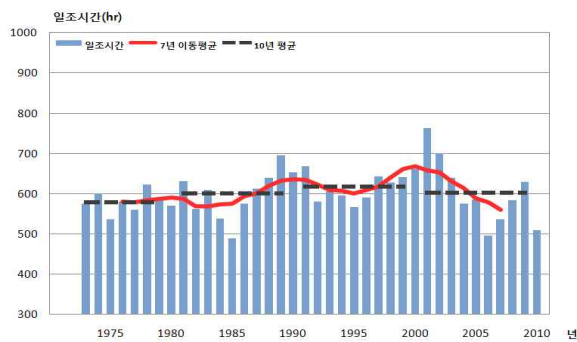
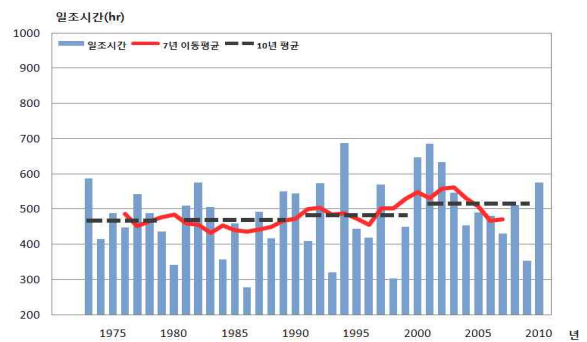


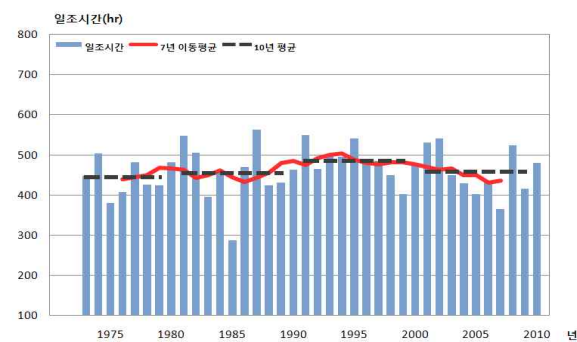
그림 3-76. 울릉도의 연간일조시간 변화(1973~2010년)



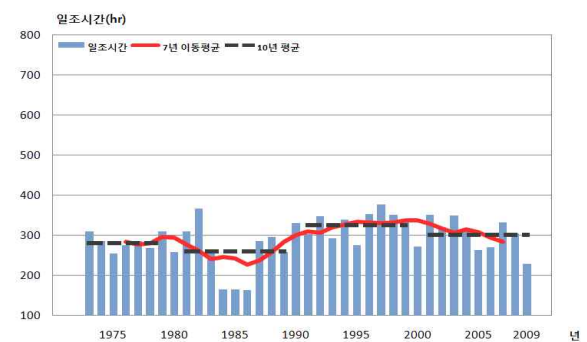
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-77. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일조시간 변화(1973~2010년)

표 3-18. 10년 단위 일조시간(관측이래~2010년)(단위 : hr)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	2192.0	2240.4	2100.6	2048.6
대관령	-	-	-	-	-	-	2591.2	2243.7	2173.9	2061.5
강릉	2407.6	2429.5	2433.2	2345.7	제외 (결측포함)	2240.7	2139.4	2098.1	2171.0	2049.8
울릉도	-	-	-	2150.0	제외 (결측포함)	1778.9	1786.0	1783.2	1910.1	1875.0

표 3-19. 연, 계절 일조시간의 변화율(1973~2010년)(단위 : hr/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-5.529*	-2.326*	-0.674	-1.282	-2.740*
대관령	-16.632**	-5.043**	-7.096**	-2.826**	-3.072*
강릉	-2.264	-1.048	-1.158	0.154	-1.890
울릉도	3.203	0.670	1.157	0.274	0.307

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

4. 주요 현상일수와 극한기후사상

1) 주요 현상일수

영동의 주요 현상일수와 극한기후사상을 분석하기 위하여 1973년부터 2010년까지 38년간 자료를 연평균과 계절평균으로 구분하여 비교하였다. 연평균의 경우 시간변화에 따른 장기간 기후변화 추이를 파악할 수 있으며, 계절평균은 계절의 빠르고 늦음의 지역적인 차이 등을 통계 분석하여 기후변화의 추이를 총괄적으로 파악하기 위하여 사용하였다.

일강수량이 0.1mm이상인 날에 대한 영동의 현상일수는 강릉, 속초, 울릉도, 대관령 모든 지역에서 10년 단위 일강수량이 증가했다. 강원산간인 대관령과 울릉도의 연간 강수량의 빈도는 강릉과 속초에 비해 크게 나타났고, 특히 계절별 일강수량 0.1mm 이상에서 울릉도의 경우 다른 지역과 달리 겨울철 강수일수의 빈도가 가장 큰 비중을 차지했다. 연별 일강수량 0.1mm이상의 일수 변화율이 가장 큰 지역은 속초 0.453일/년이며, 대관령이 0.149일/년으로 가장 작은 변화율을 보였다. 겨울철 계절별 일강수량 0.1mm이상 일수 변화가 감소하는 지점은 속초 0.004일/년을 제외한 모든 지점에서 나타났고, 울릉도의 가을철 변화율은 -0.079일/년으로 감소했다.

일강수량 80mm이상의 일수변화 경우 영동 4개 지점 모두 10년 단위 평균이 증가하는 추세를 보였고, 울릉도가 0.063일/년으로 연간 가장 큰 변화율을 보였다. 계절별 변화율은 여름철에 강릉이 0.032일/년으로 가장 높았지만 통계적으로 유의하지 않았고, 속초는 0.031일/년으로 통계적으로 유의한 변화율을 나타냈다.

연간눈일수에 대한 지역별 변화의 경우 모든 지역에서 감소 경향을 보였으며, 도시지역에 비하여, 산간지대인 대관령과 해양성기후를 보이는 울릉도의 연간눈일수가 약 4배 이상 높은 일수를 나타냈다. 특히 동해안지역에 속하는 강릉과 속초는 10년 단위의 변화에서 꾸준히 감소 경향을 보였다. 강릉을 제외한 속초, 대관령, 울릉도의 겨울철 연간눈일수 변화율은 감소하고 있으며, 봄철의 경우 울릉도가 -0.058일/년으로 가장 큰 감소율을 보였다. 가을철 변화율도 모든 지점에서 감소하였으며, 울릉도의 변화율이 -0.097일수/년으로 감소율이 가장 크게 나타났다.

일최저기온 25℃ 이상의 연간일수 변화를 지역별 관측한 결과 강릉의 일최저기온 변화율이 가장 크게 증가하였다. 대관령은 현상일수가 나타나지 않아 비교대상에서 제외하였다. 강릉의 경우 10년 단위의 일최저기온 일수가 꾸준히 증가하고 있으며, 변화폭이 0.147일/년으로 가장 큰 증가율을 기록했다. 반면, 속초의 경우 일수의 변화율이 -0.032일/년으로 오히려 감소하였다.

일최고기온 33℃ 이상 2일 이상인 일수의 변화에서 속초가 가장 큰 변화율(0.036일/년)을 기록하며 초과일수가 증가하였다. 대관령은 일최고기온이 33℃ 이상 2일 이상 지속되는 날이 없었고, 속초의 경우 일최저기온과 유사한 변화율을 보이며 감소하였다.

영동에서 관측된 연간황사일수의 경우 봄철(3월, 4월, 5월) 연간황사일수가 전체 연평균 연간황사일수의 대부분을 차지하고 있으며, 2000년 이후 모든 지역에서 월별 누년황사일수가 급격히 증가하였다. 연간황사일수의 변화율은 강릉이 0.219일/년으로 가장 큰 증가율을 보였고, 속초, 대관령이 각각 0.196일/년, 0.183일/년 순이며, 내륙에서 떨어진 울릉도가 0.085일/년으로 가장 작은 증가율을 보였다.

영동에서 관측된 연간서리일수와 연간얼음일수의 경우 대관령은 지역적 영향으로 연간서리일수의 빈도가 높게 나타났다. 연간얼음일수 변화의 경우, 12월에 월별 누적연간얼음일수가 가장 많이 발생했고, 모든 지점에서 감소하고 있다. 연간 연간서리일수 변화율은 동해안 지역인 속초는 증가하고 있는 반면, 강릉과 산간지대인 대관령, 해양성기후를 보이는 울릉도의 변화율은 감소하고 있다. 연간얼음일수 변화율의 경우 전 지점에서 감소 경향을 보였다. 특히 강릉의 변화율이 -0.594일/년으로 가장 크게 감소했고, 대관령, 속초, 울릉도 순으로 각각 -0.449일/년, -0.427일/년, -0.405일/년으로 감소했다.

연간우박일수에 대한 영동 4지점의 변화추이를 분석한 결과 모든 지점에서 감소하고 있으며 대관령의 경우 연간우박일수 감소의 변화율(-0.049일/년)이 가장 크며, 4계절 모든 기간 동안 감소하는 경향을 보였고, 울릉도는 여름을 제외한 모든 계절에서 연간우박일수 감소 경향이 나타났다.

연간안개일수에 대한 영동지역의 변화율을 보면, 대관령의 안개발생일수가 타지역에 비해 월등히 높은 빈도를 나타내고 있고, 전 계절을 통해 안개가 발생하고 있으며, 특히 여름의 안개발생일수 빈도가 높았다. 도시지역인 강릉과 속초는 봄과 여름의 안개 발생일수 빈도가 나타나고 있고, 울릉도 역시 봄과 여름의 안개발생빈도가 높지만 도시지역보다 빈도가 높게 나타났다. 연별 연간안개일수 변화율은 대관령을 제외한 모든 지역에서 감소 경향을 나타내고 있지만 대관령의 경우 연간 0.558일의 증가율을 나타냈다.

영동에서 관측된 연간뇌전일수의 경우 울릉도를 제외한 동해안지역(속초, 강릉)과 대관령에서 여름철 높은 연간뇌전일수 빈도를 보였다. 강릉이 1.78일로 연간 가장 큰 변화율을 보이며 연간뇌전일수가 증가하고 있는 반면 울릉도는 0.072로 연간 연간뇌전일수의 증가폭이 작았다. 계절별 봄과 여름철 연간뇌전일수의 변화율이 큰 증가를 보였고, 가을철 연간뇌전일수의 변화율이 가장 작았다.

(1) 일강수량 0.1mm이상 연간일수

가. 속초

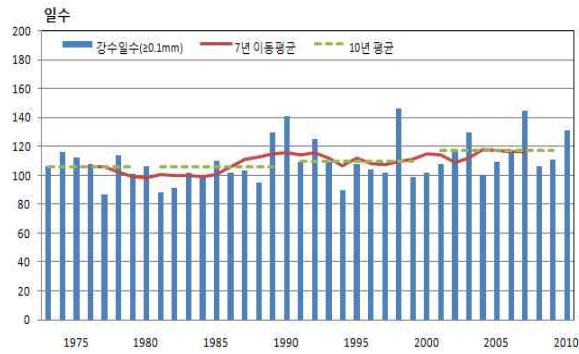
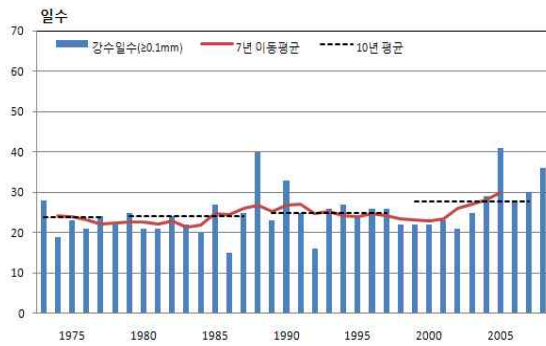
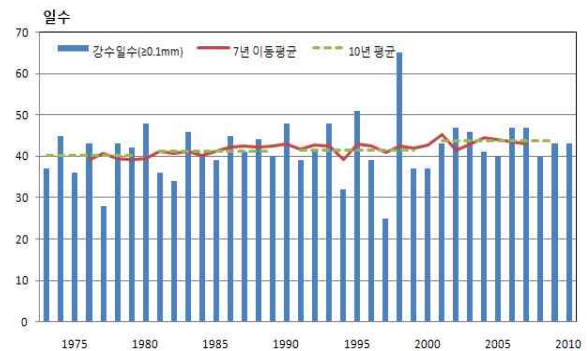


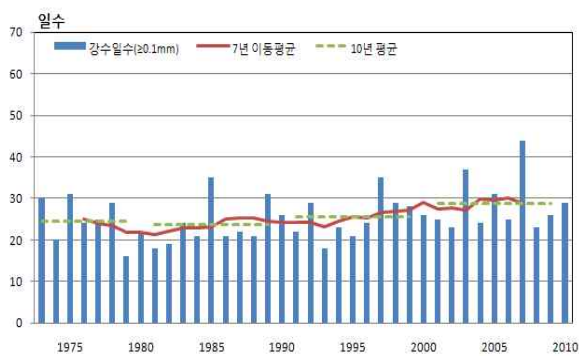
그림 3-78. 속초의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



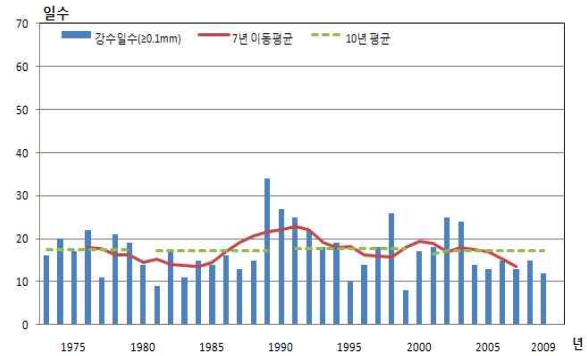
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-79. 속초의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

나. 대관령

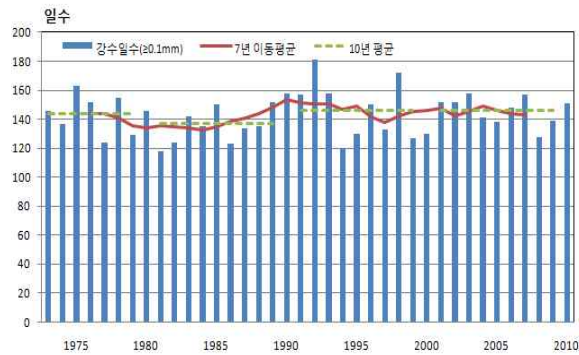
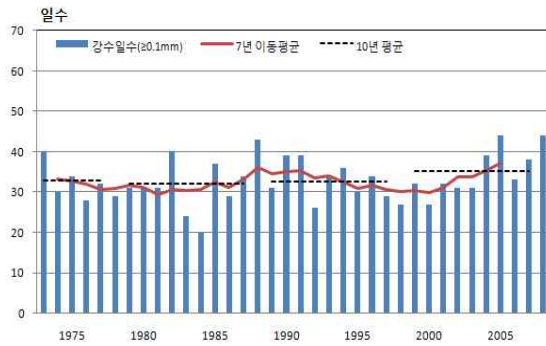
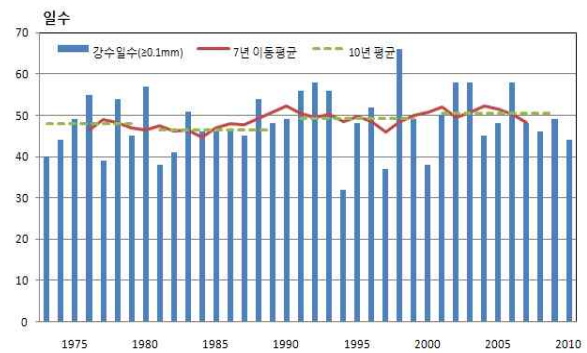


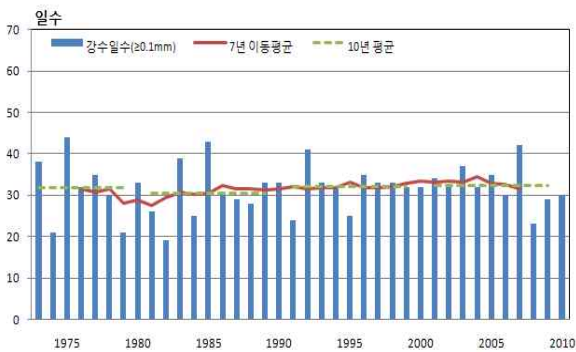
그림 3-80. 대관령의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



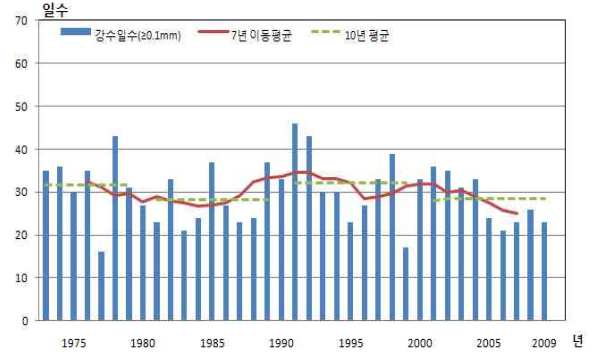
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-81. 대관령의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

다. 강릉

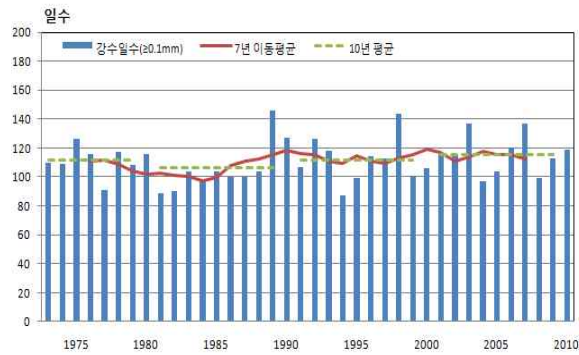
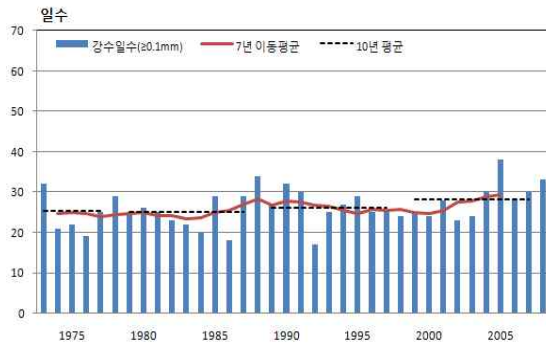
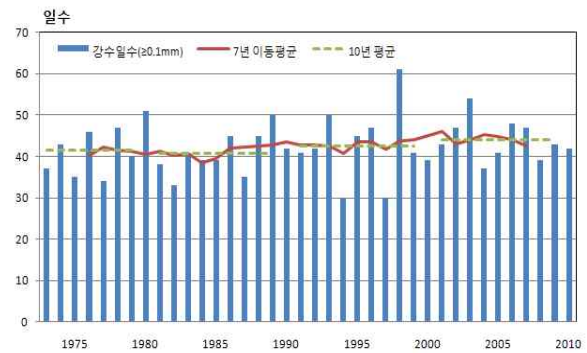


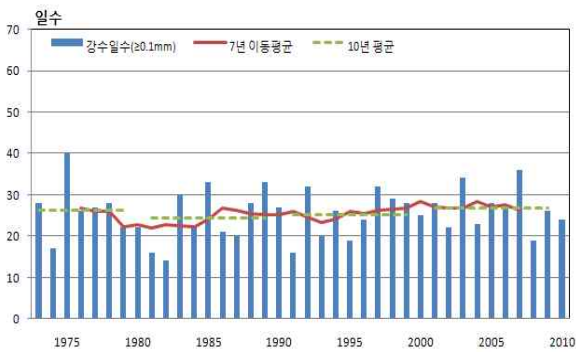
그림 3-82. 강릉의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



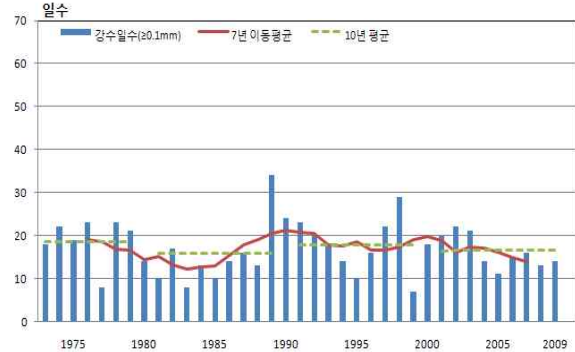
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-83. 강릉의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

라. 울릉도

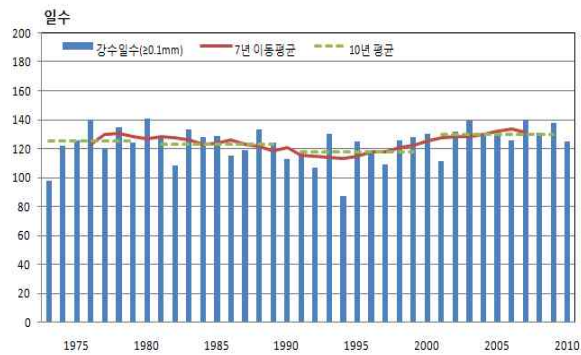
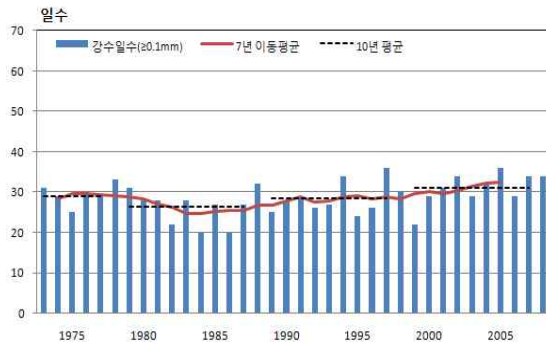
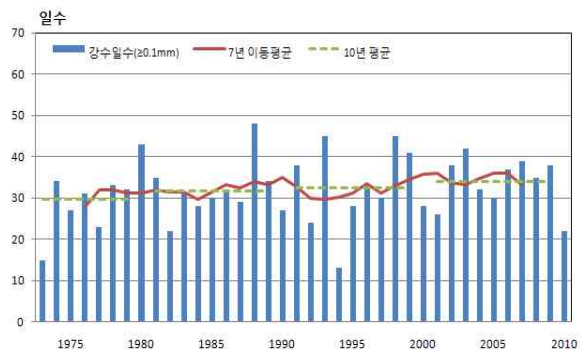


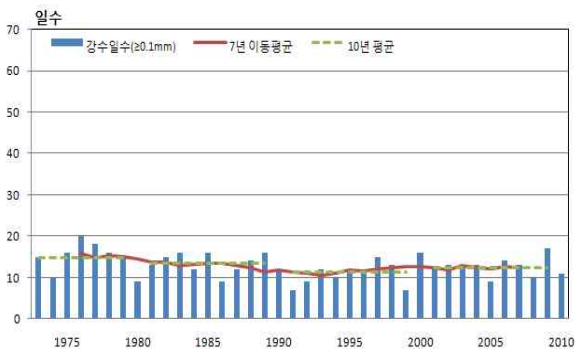
그림 3-84. 울릉도의 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



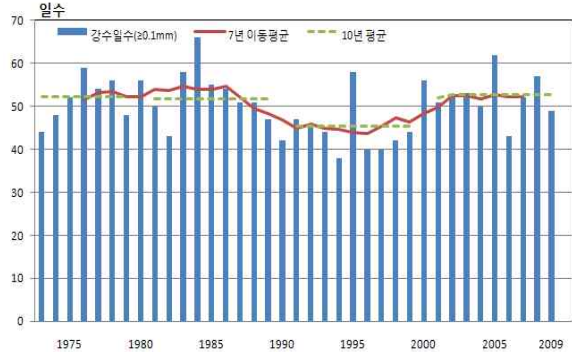
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-85. 울릉도의 일강수량 0.1mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

표 3-20. 10년 단위 일강수량 0.1mm이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	106.7	106.2	109.4	117.3
대관령	-	-	-	-	-	-	147.1	137.1	145.8	146.4
강릉	114.8	109.9	113.5	98.9	제외 (결측포함)	110.0	111.4	106.1	111.5	115.7
울릉도	-	-	-	152.5	제외 (결측포함)	150.1	146.4	142.0	135.0	150.9

표 3-21. 연, 계절 일강수량 0.1mm이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.453	0.204 [*]	0.123	0.167 [*]	0.004
대관령	0.149	0.126	0.105	0.033	-0.085
강릉	0.275	0.148	0.112	0.053	-0.019
울릉도	0.179	0.128	0.164	-0.079	-0.028

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(2) 일강수량 80mm이상 연간일수

가. 속초

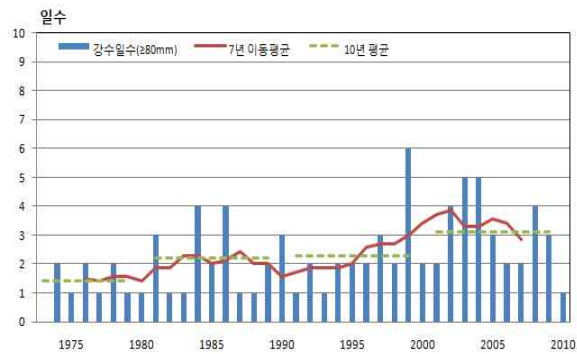
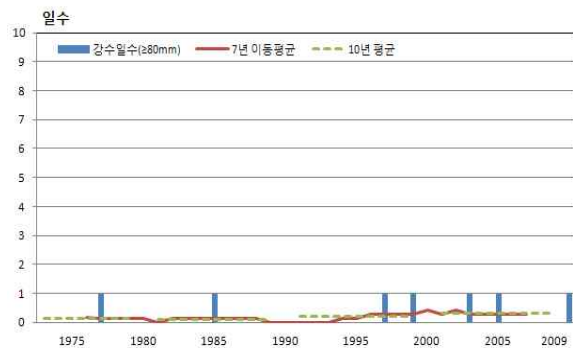
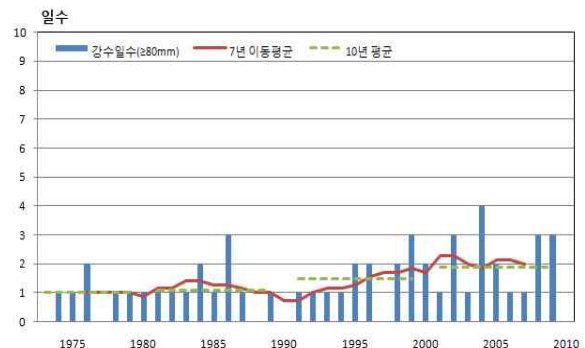


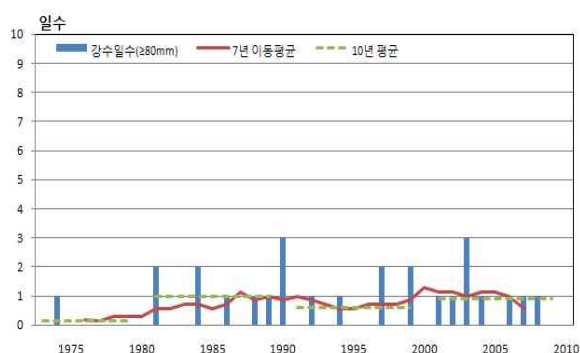
그림 3-86. 속초의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



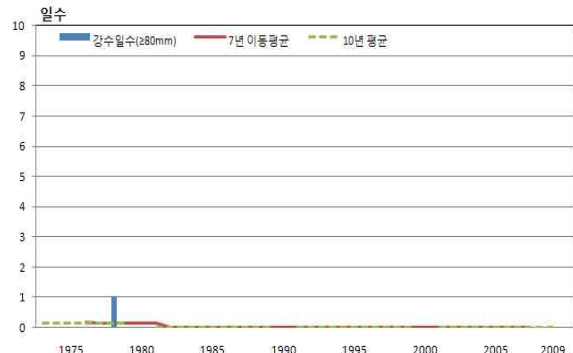
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-87. 속초의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

나. 대관령

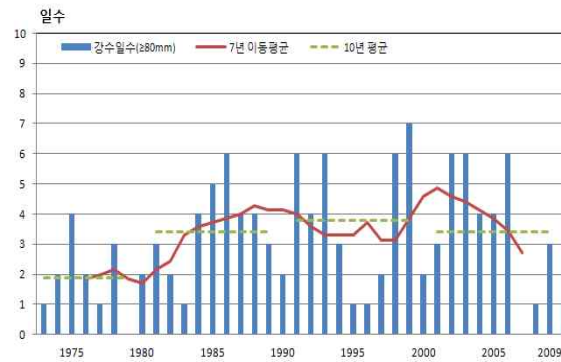
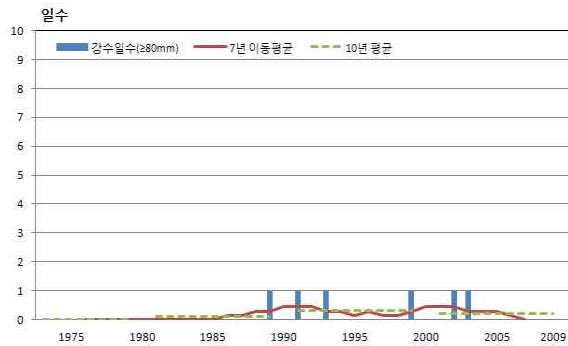
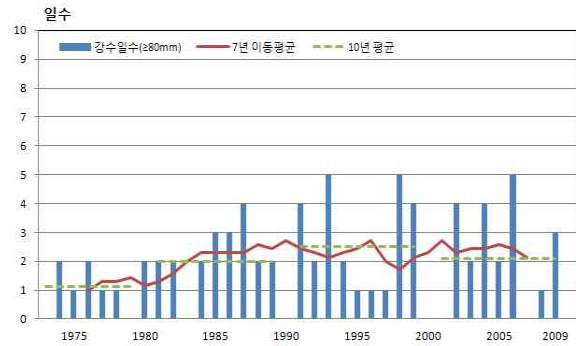


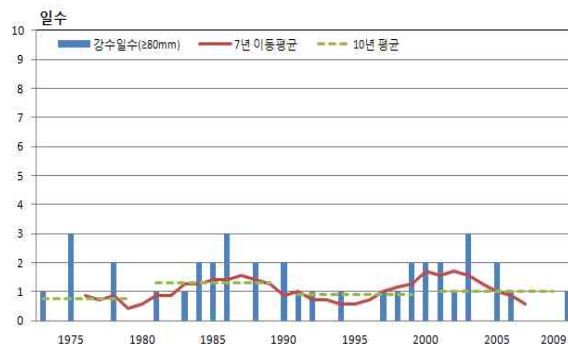
그림 3-88. 대관령의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



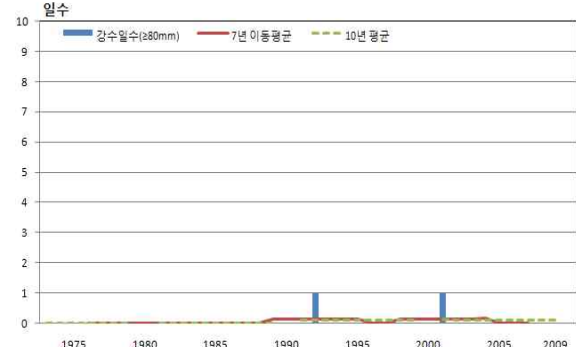
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-89. 대관령의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

다. 강릉

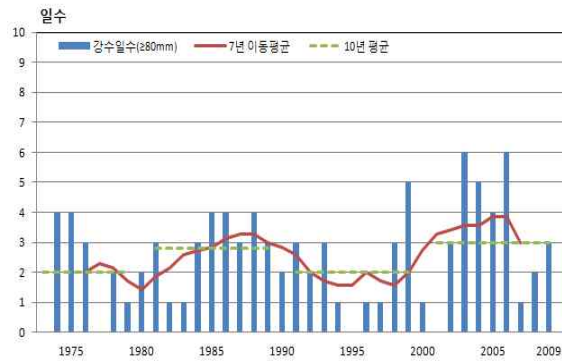
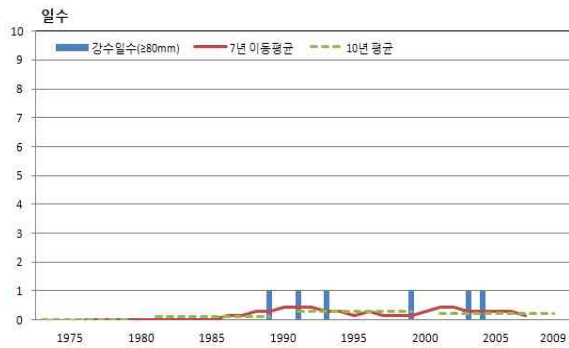
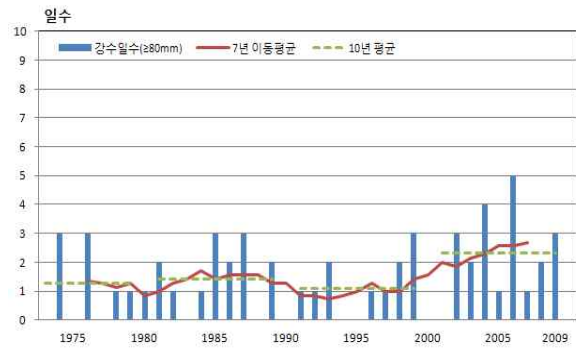


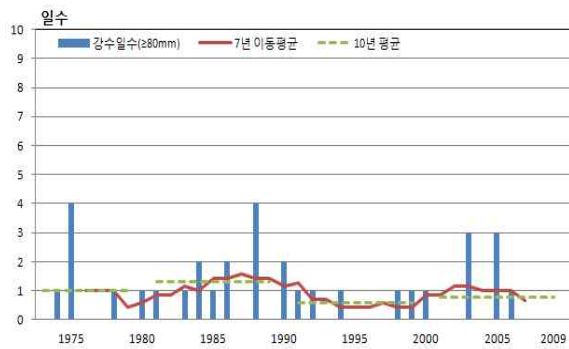
그림 3-90. 강릉의 일강수량 80mm이상 연간일수
변화(1973~2010년)



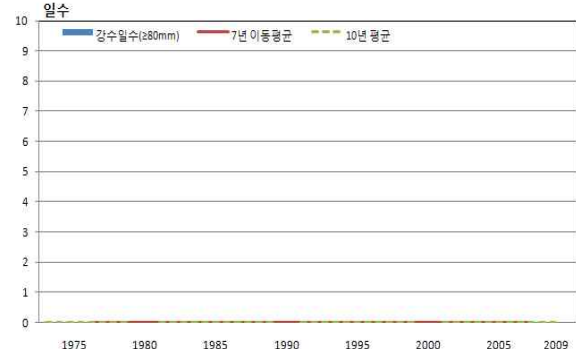
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-91. 강릉의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화(1973~2010년)

라. 울릉도

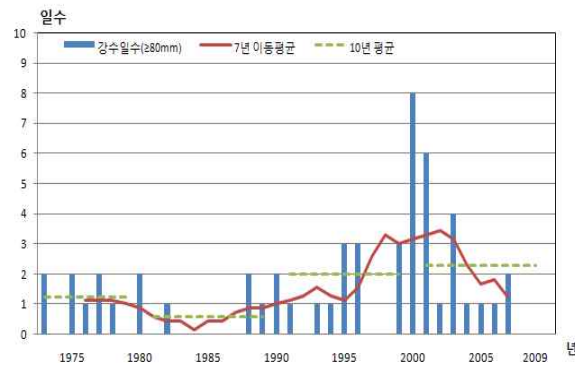
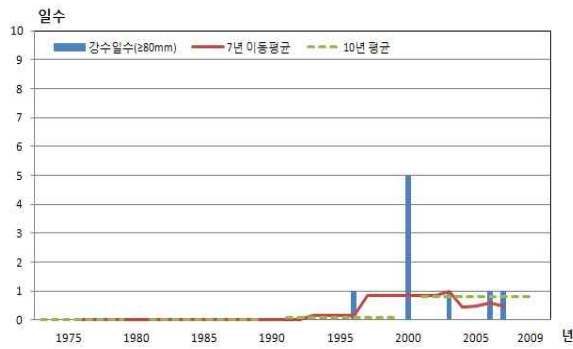
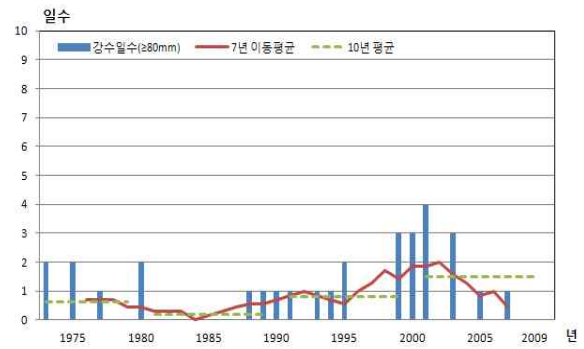


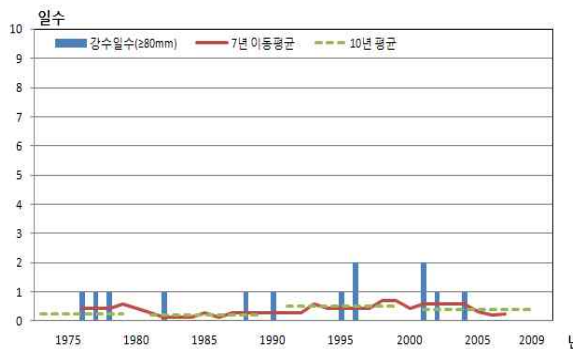
그림 3-92. 울릉도의 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-93. 울릉도의 일강수량 80mm이상 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 일수변화 (1973~2010년)

표 3-22. 10년 단위 일강수량 80mm이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	1.4	2.2	2.3	3.1
대관령	-	-	-	-	-	-	2.2	3.4	3.8	3.4
강릉	2.3	1.8	1.5	1.8	제외 (결측포함)	2.0	2.1	2.8	2.0	3.0
울릉도	-	-	-	1.8	제외 (결측포함)	0.5	1.3	0.6	2.0	2.3

표 3-23. 연, 계절 일강수량 80mm이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.055**	0.008	0.031*	0.014	-0.003
대관령	0.034	0.007	0.030	0.001	0.002
강릉	0.022	0.008*	0.032	0.018	0
울릉도	0.063**	0.031**	0.013*	-0.003	0

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(3) 연간눈일수

가. 속초

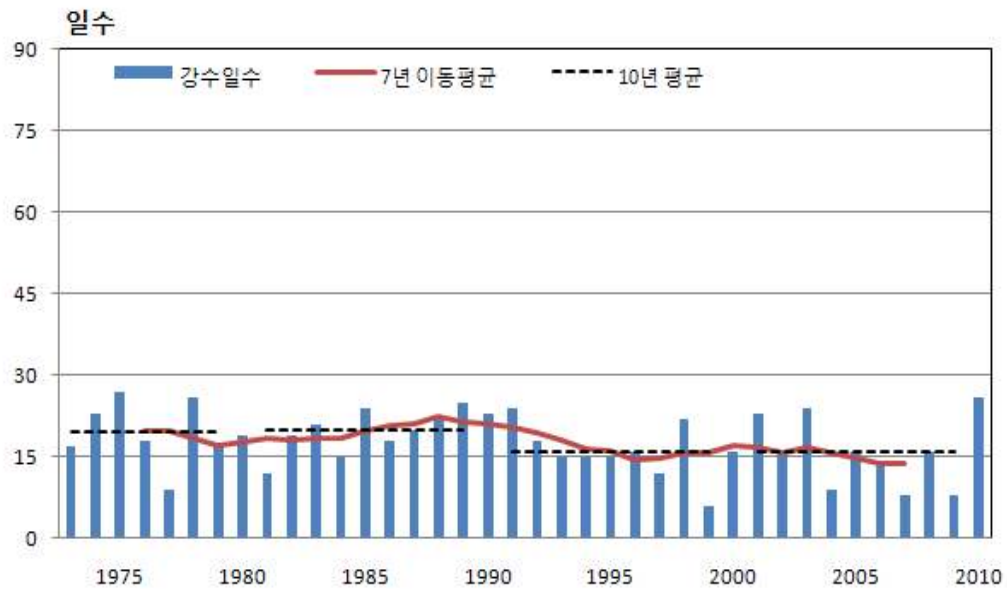


그림 3-94. 속초의 연간눈일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

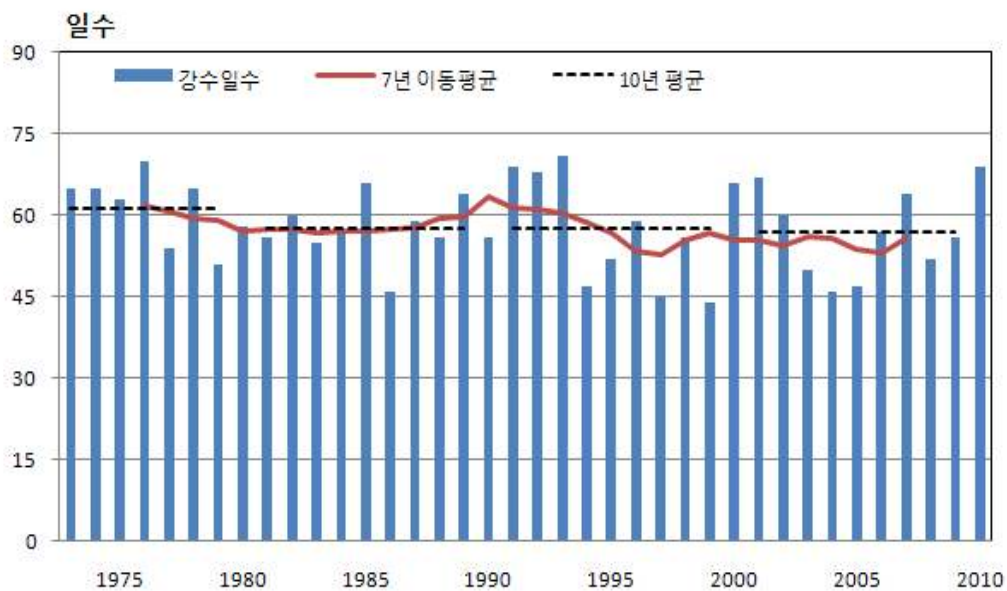


그림 3-95. 대관령의 연간눈일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

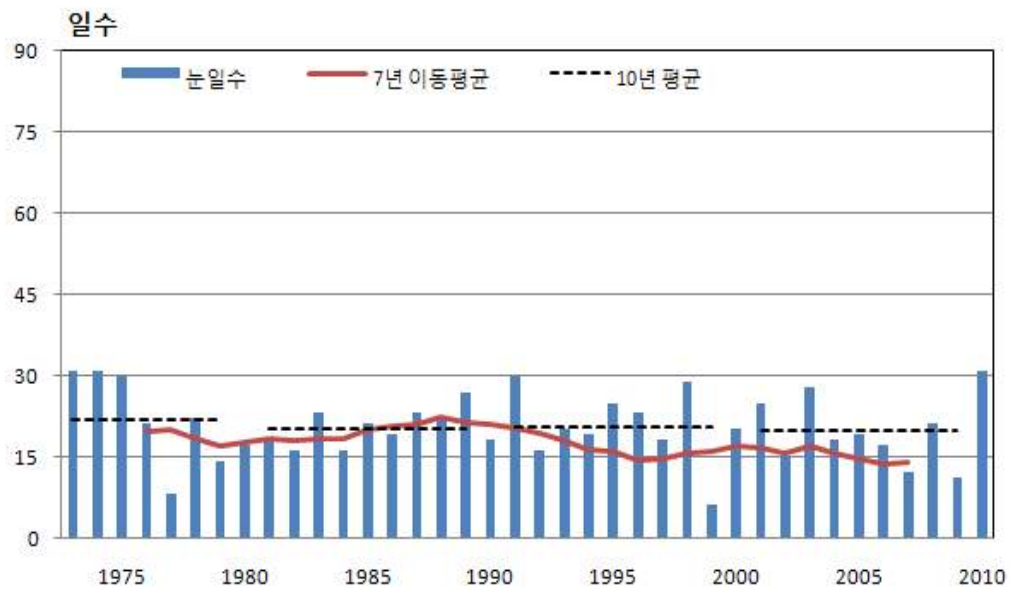


그림 3-96. 강릉의 연간눈일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

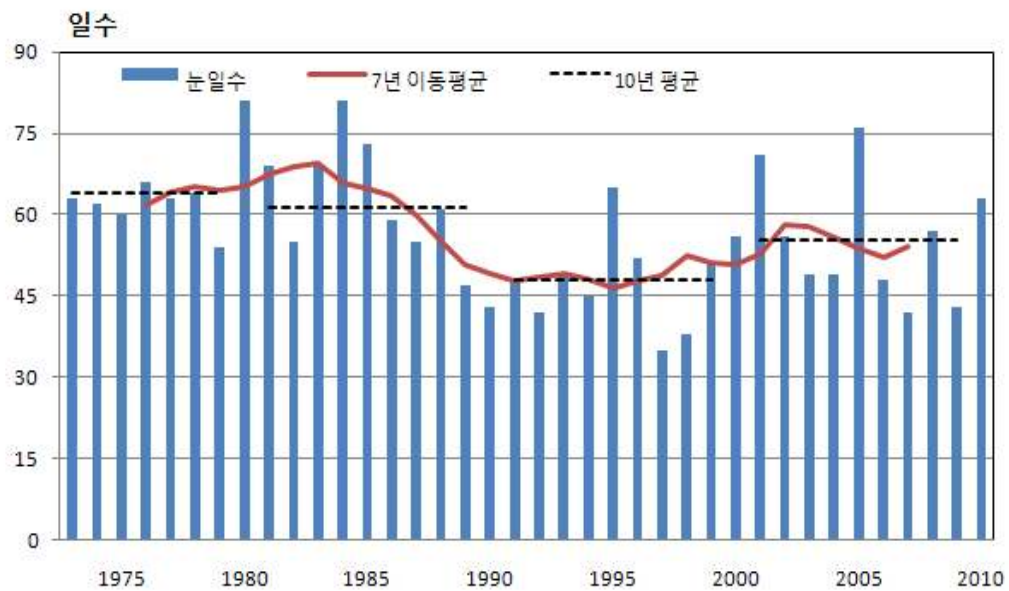


그림 3-97. 울릉도의 연간눈일수 변화(1973~2010년)

표 3-24. 10년 단위 눈일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	20.8	19.9	15.9	16.0
대관령	-	-	-	-	-	-	60.6	57.5	57.7	56.8
강릉	-	-	5.7	11.8	제외 (결측포함)	14.5	23.1	20.3	20.6	19.7
울릉도	-	-	-	45.2	제외 (결측포함)	46.7	63.4	61.2	48.1	55.4

표 3-25. 연, 계절 눈일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-0.152	-0.043	0	-0.008	-0.110
대관령	-0.156	-0.031	0	-0.042	-0.087
강릉	-0.084	-0.018	0	-0.004	-0.061
울릉도	-0.420	-0.058	0	-0.097**	-0.344

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(4) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수

가. 속초

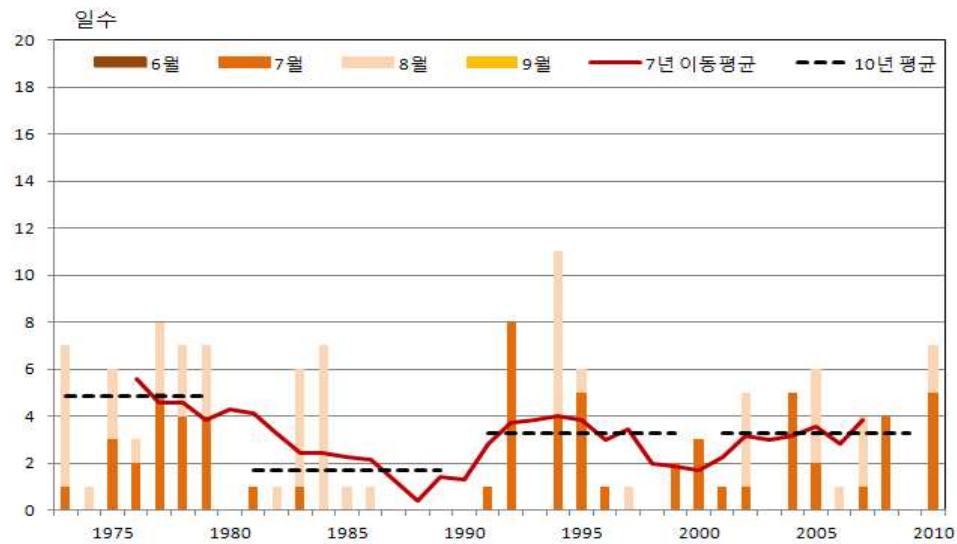


그림 3-98. 속초의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)

나. 강릉

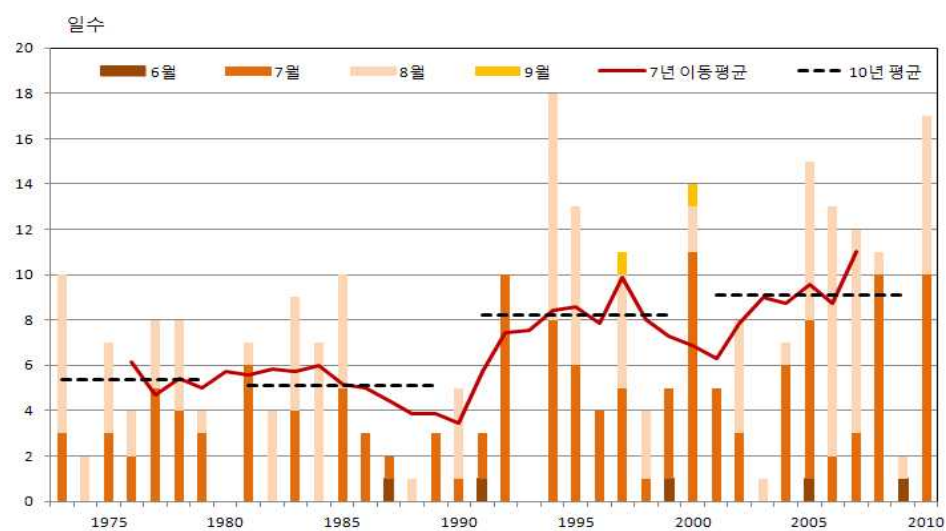


그림 3-99. 강릉의 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화(1973~2010년)

다. 울릉도

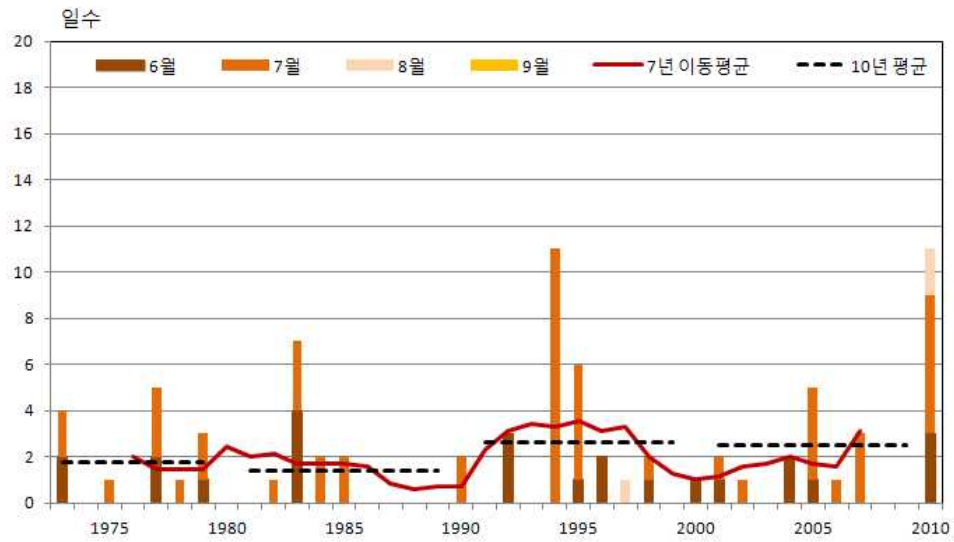


그림 3-100. 울릉도의 일최저기온 25℃이상 연간일수 변화(1973~2010년)

표 3-26. 10년 단위 일최저기온 25℃이상 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	4.9	1.7	3.3	3.3
강릉	3.4	4.3	4.2	4.2	제외 (결측포함)	5.9	6.2	5.1	8.2	9.1
울릉도	-	-	-	2.2	제외 (결측포함)	2.0	1.7	1.4	2.6	2.5

표 3-27. 연 일최저기온 25℃이상 일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	-0.032
강릉	0.147
울릉도	0.035

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(5) 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 연간지속 일수

가. 속초

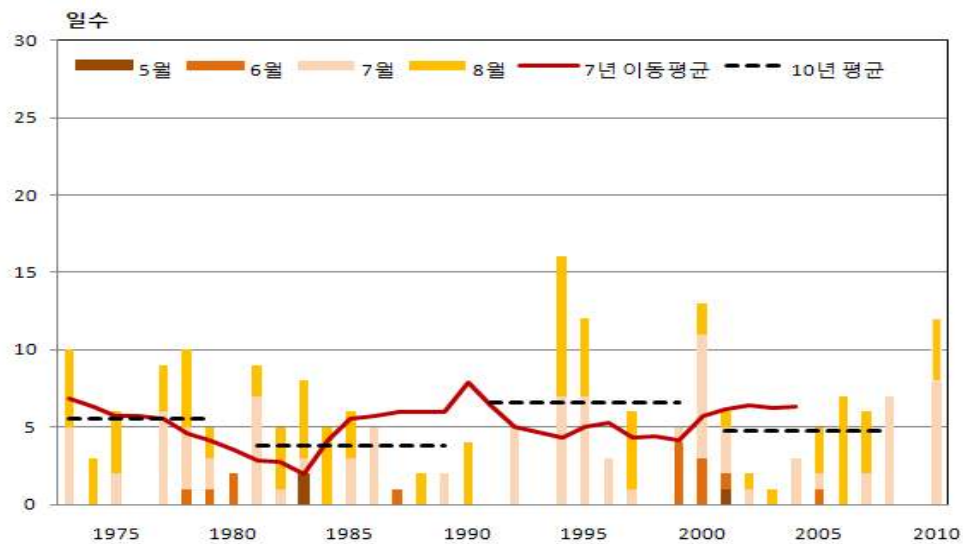


그림 3-101. 속초의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)

나. 강릉

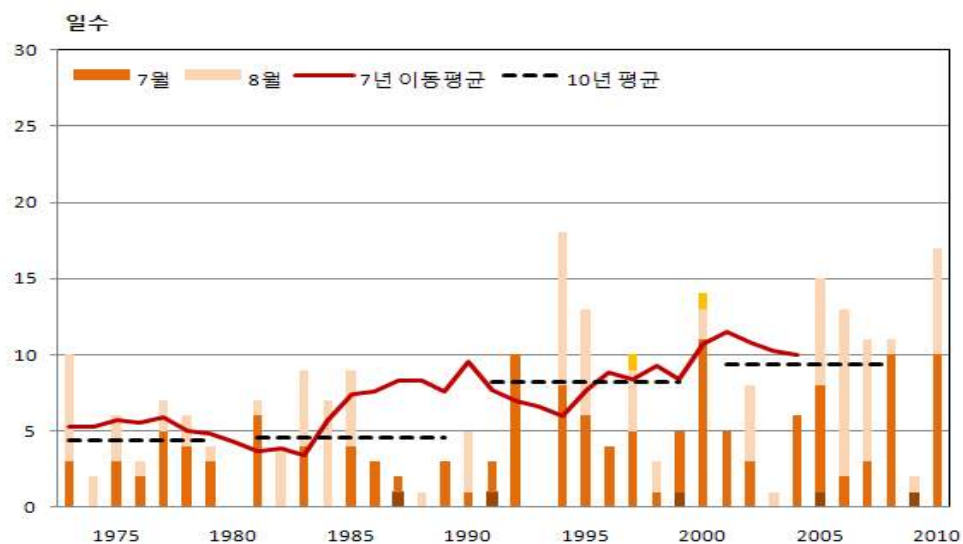


그림 3-102. 강릉의 일최고기온 33℃ 이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)

다. 울릉도

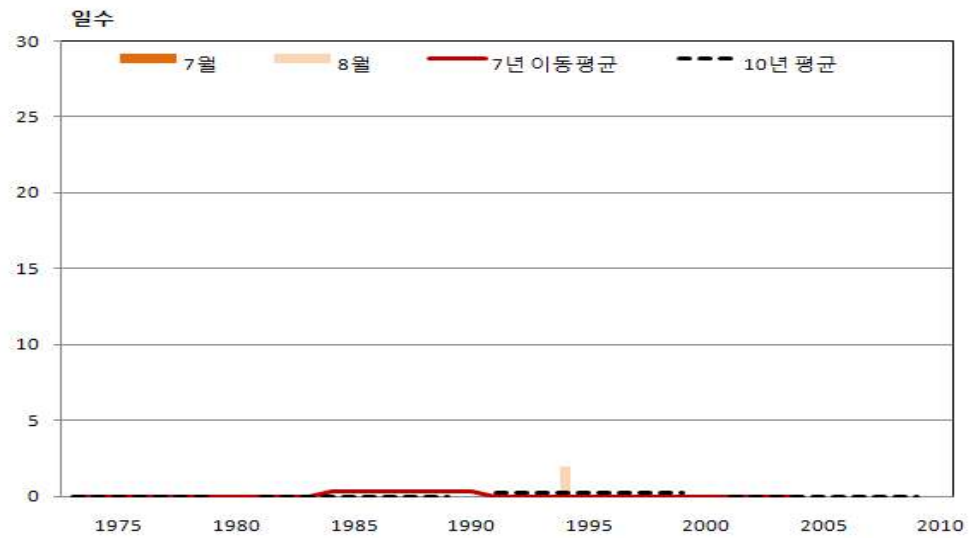


그림 3-103. 울릉도의 일최고기온 33℃이상 2일 이상 지속일수변화(1973~2010년)

표 3-28. 10년 단위 일최고기온 33℃이상 2일 이상 일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	0.8	0.4	0.9	1.9
강릉	4.9	6.9	7.6	3.4	제외 (결측포함)	4.0	5.6	4.7	6.1	5.3
울릉도	-	-	-	0.2	제외 (결측포함)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

표 3-29. 연 일최저기온 33℃이상 2일 이상 일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.036
대관령	0.016
강릉	-0.004
울릉도	0.001

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(6) 연간황사일수

가. 속초

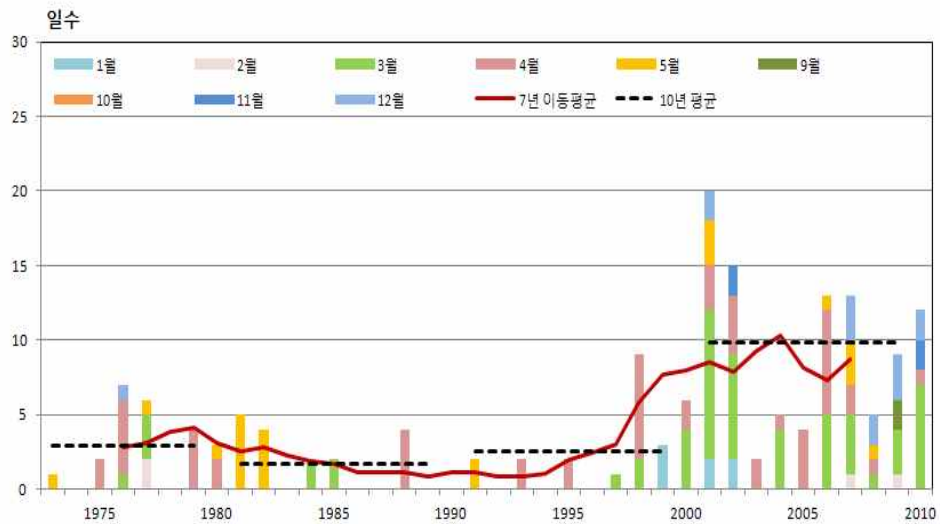


그림 3-104. 속초의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

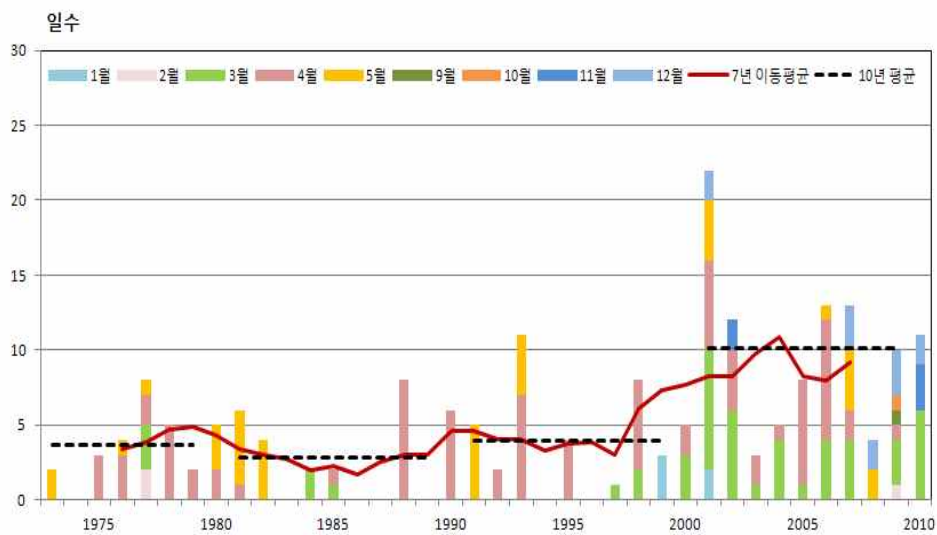


그림 3-105. 대관령의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

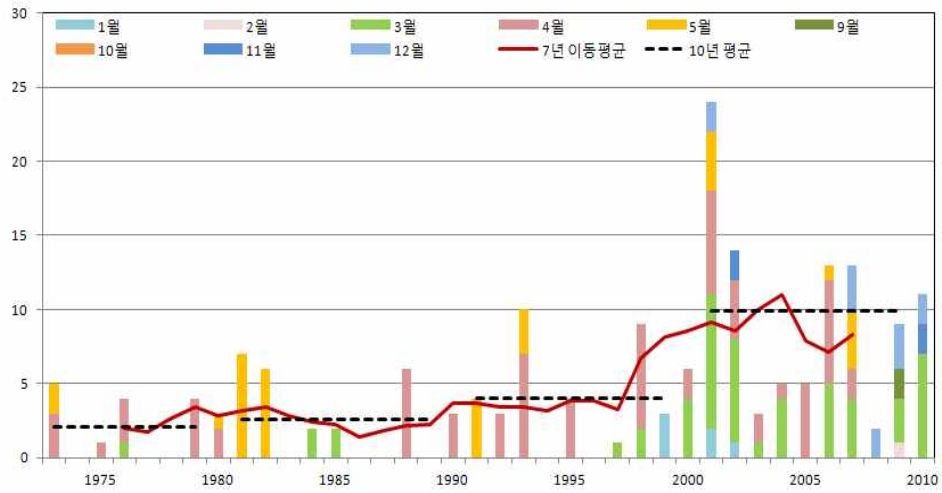


그림 3-106. 강릉의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

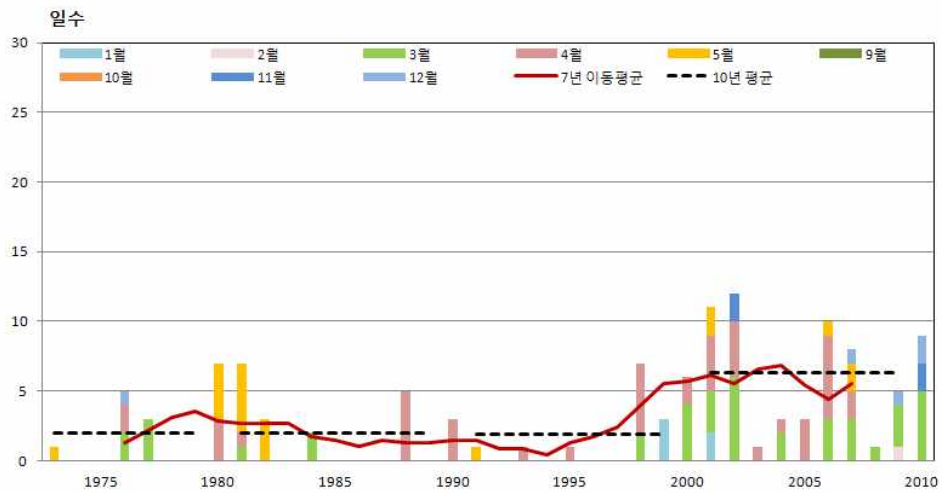


그림 3-107. 울릉도의 월별누년황사일수 변화(1973~2010년)

표 3-30. 10년 단위 황사일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	2.3	1.7	2.5	9.8
대관령	-	-	-	-	-	-	3.2	2.8	3.9	10.1
강릉	-	-	-	-	제외 (결측포함)	0.9	1.7	2.6	4.0	9.9
울릉도	-	-	-	-	-	1.2	1.7	2.0	1.9	6.3

표 3-31. 연간황사일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.224**
대관령	0.207**
강릉	0.175**
울릉도	0.137**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(7) 연간서리일수와 연간얼음일수

가. 속초

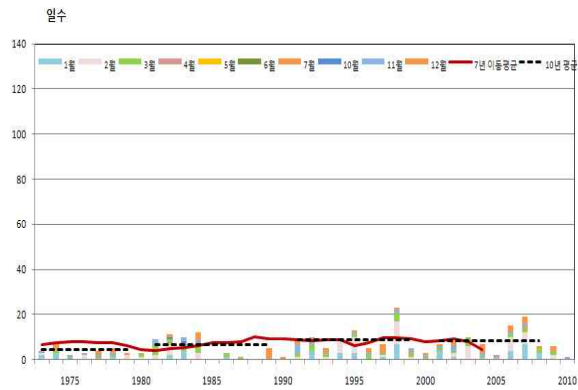


그림 3-108. 속초의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)

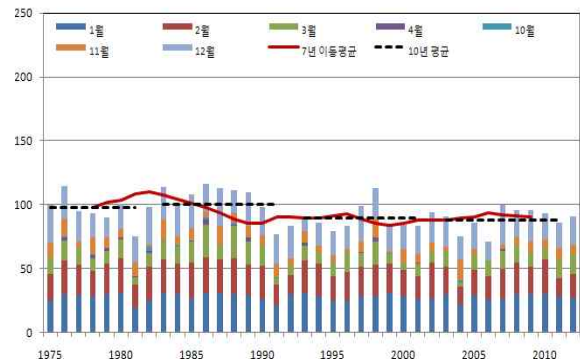


그림 3-109. 속초의 월별누적연간얼음일수 변화 (1973~2010년)

나. 대관령

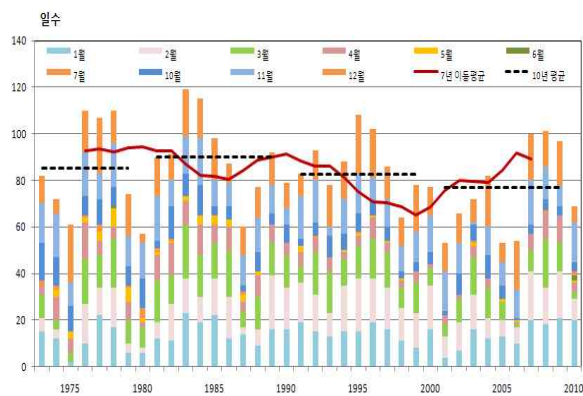


그림 3-110. 대관령의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)

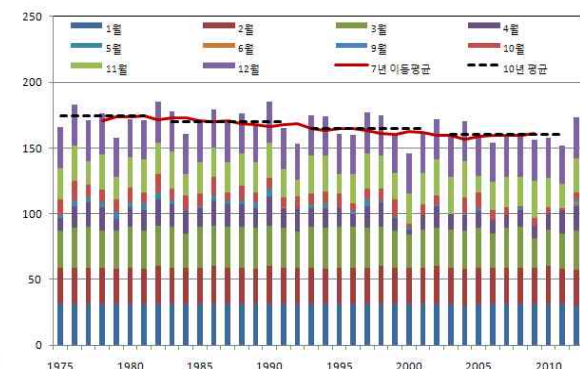


그림 3-111. 대관령의 월별누적연간얼음일수 변화 (1973~2010년)

다. 강릉

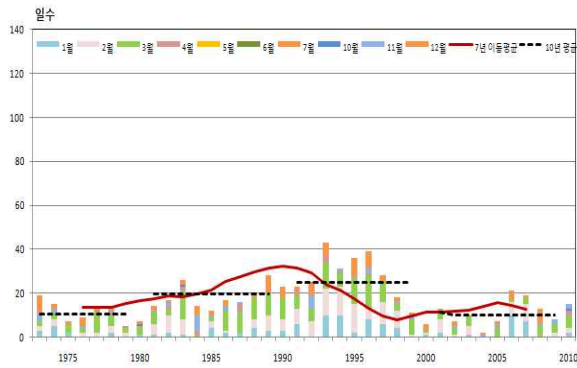


그림 3-112. 강릉의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)

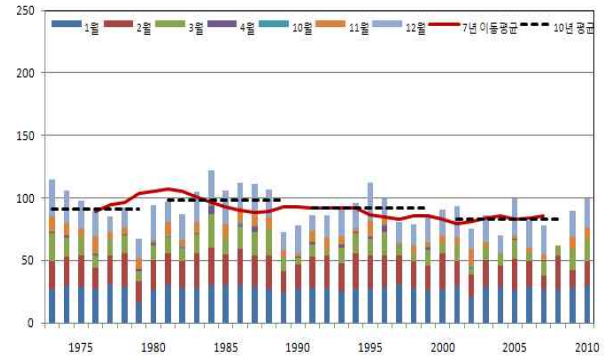


그림 3-113. 강릉의 월별누적연간얼음일수 변화 (1973~2010년)

라. 울릉도

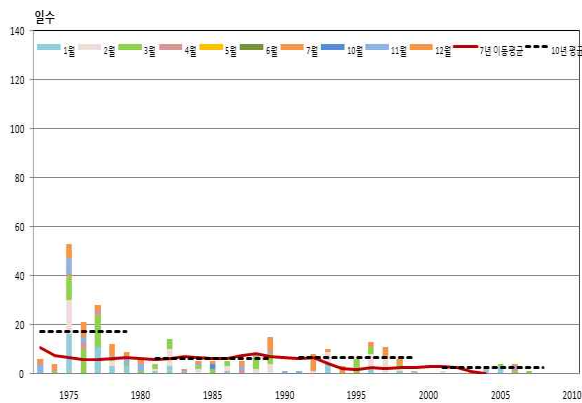


그림 3-114. 울릉도의 월별누적연간서리일수 변화(1973~2010년)

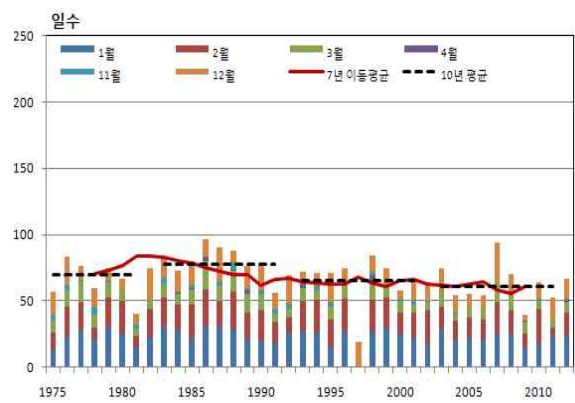


그림 3-115. 울릉도의 월별누적연간얼음일수 변화 (1973~2010년)

표 3-32. 10년 단위 서리일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	3.8	5.2	8.8	8.1
대관령	-	-	-	-	-	-	81.3	90.8	85.7	74.7
강릉	44.4	26.0	34.9	13.1	제외 (결측포함)	8.7	11.1	18.6	26.0	11.7
울릉도	-	-	-	14.1	제외 (결측포함)	4.8	13.6	6.9	6.0	1.3

표 3-33. 연간서리일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.127
대관령	-0.382
강릉	-0.002
울릉도	-0.405**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-34. 10년 단위 얼음일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	95.9	103.0	89.5	88.5
대관령	-	-	-	-	-	-	172.2	170.5	166.2	160.0
강릉	21.8	59.5	55.1	81.9	제외 (결측포함)	96.9	93.1	99.8	90.9	86.9
울릉도	-	-	-	74.1	제외 (결측포함)	74.8	64.6	7837	65.3	62.5

표 3-35. 연간얼음일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연
속초	-0.427*
대관령	-0.449**
강릉	-0.462*
울릉도	-0.367*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(8) 연간우박일수

가. 속초

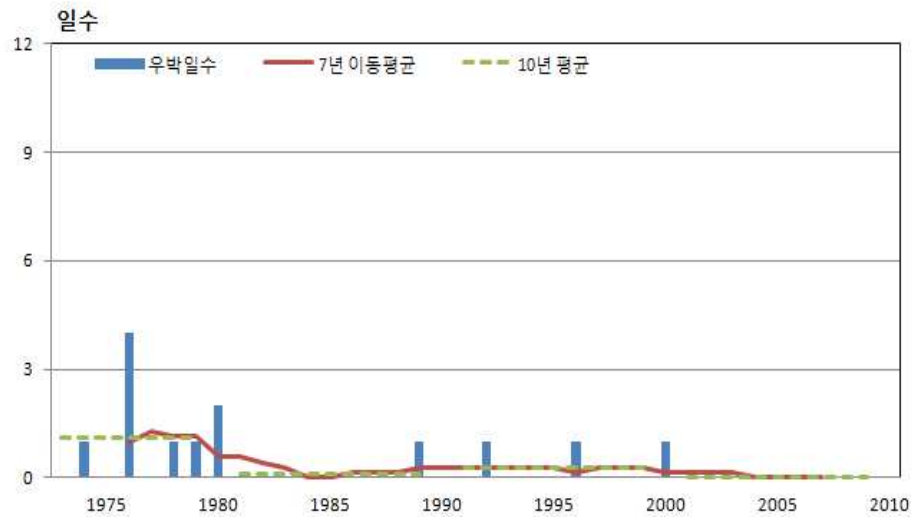
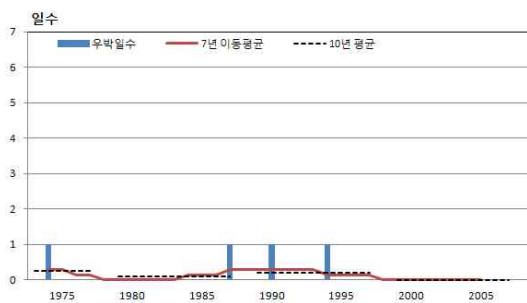
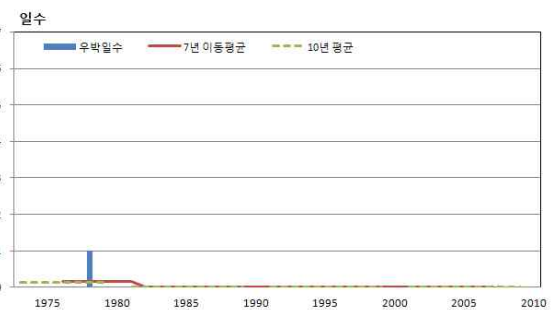


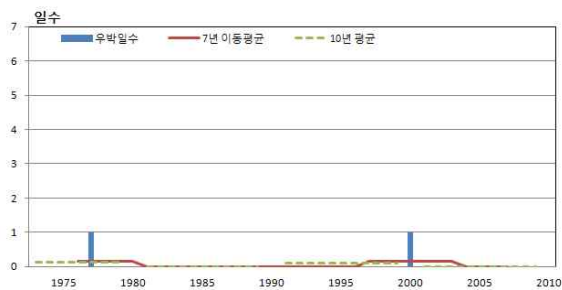
그림 3-116. 속초의 연간우박일수 변화(1973~2010년)



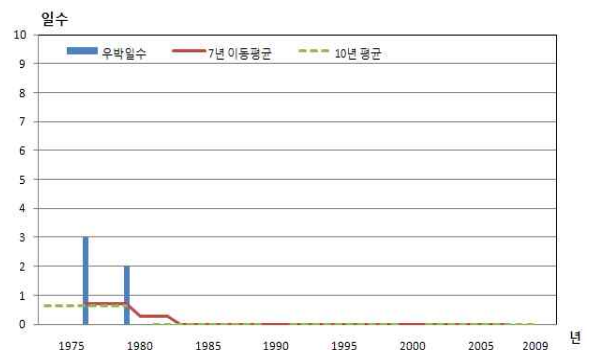
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-117. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

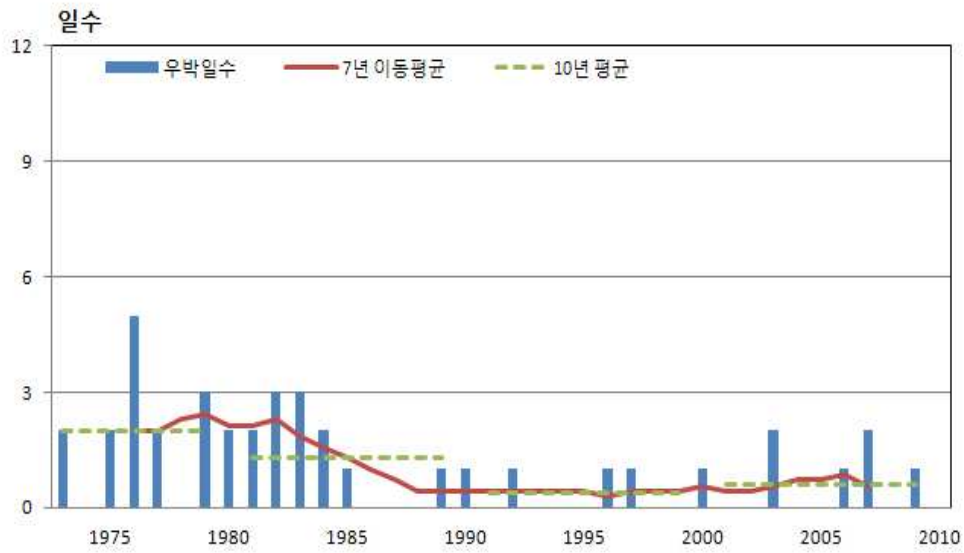
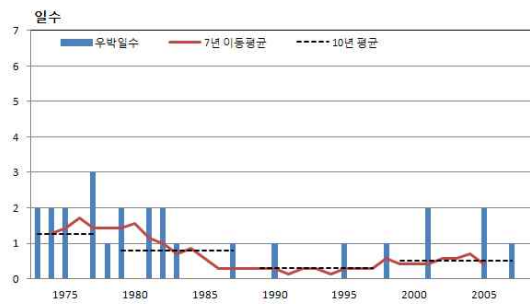
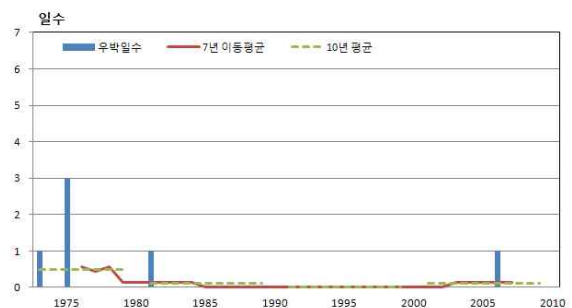


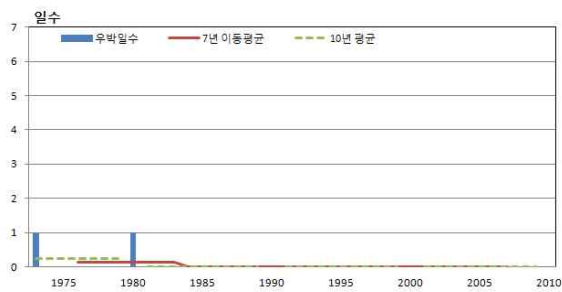
그림 3-118. 대관령의 연간우박일수 변화(1973~2010년)



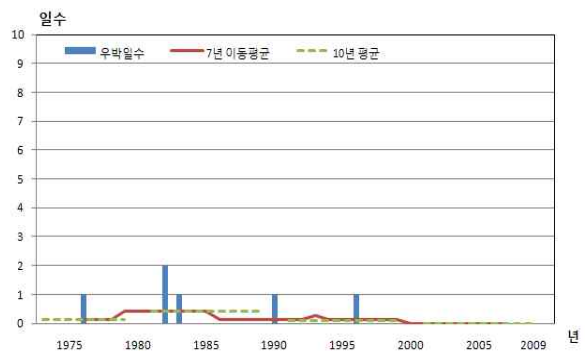
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-119. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

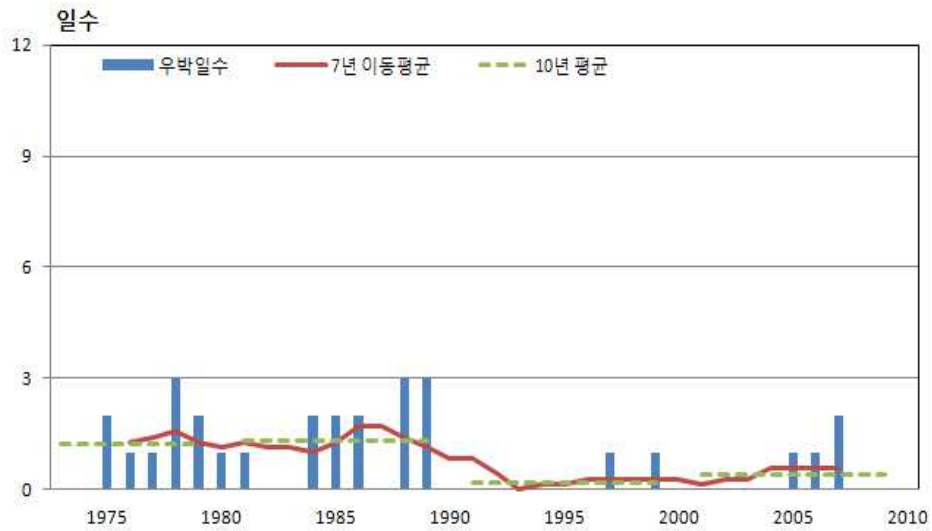
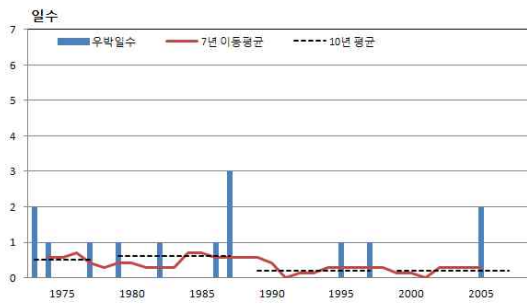
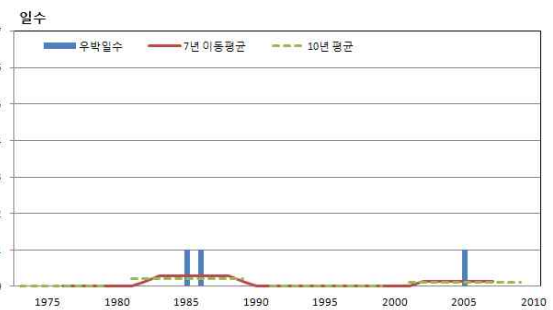


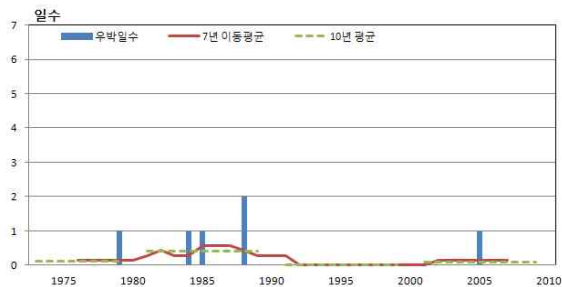
그림 3-120. 강릉의 연간우박일수 변화(1973~2010년)



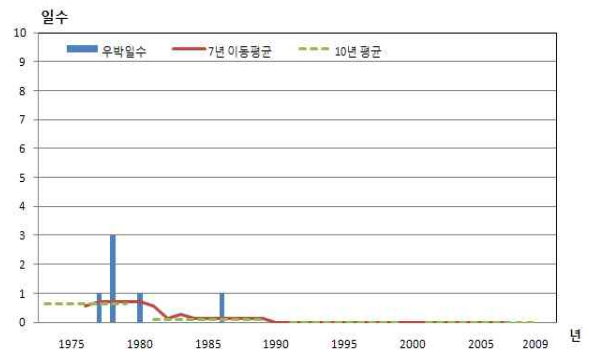
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-121. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

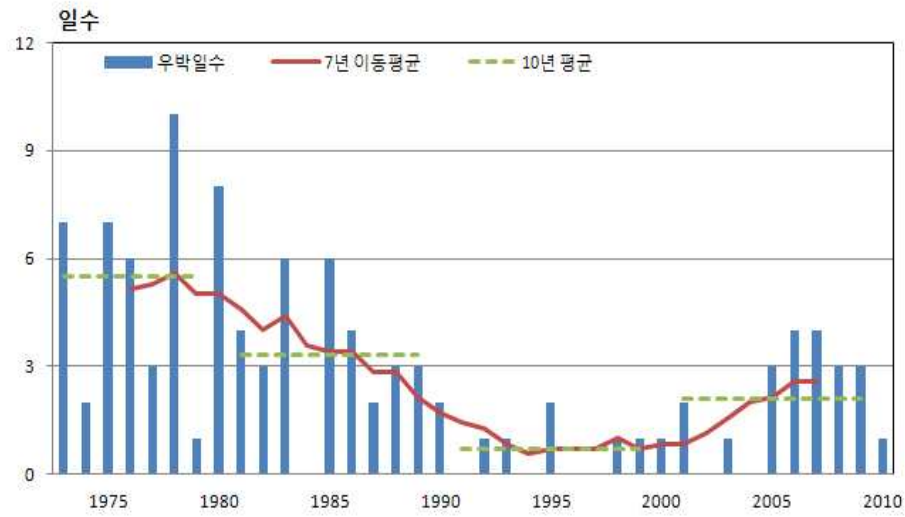
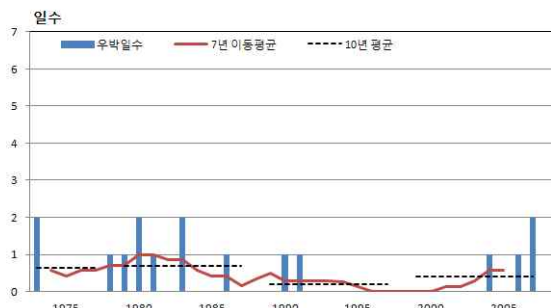
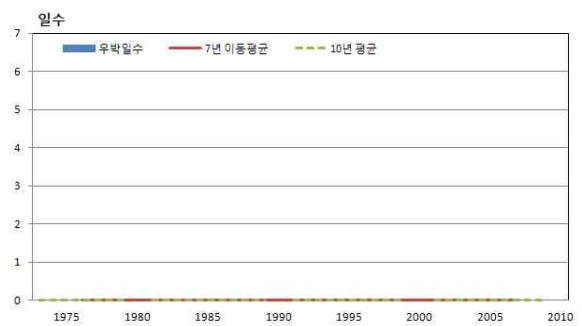


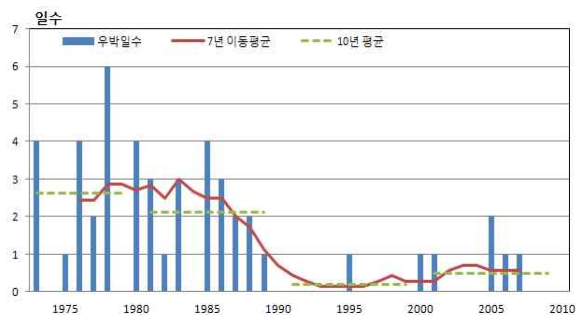
그림 3-122. 울릉도의 연간우박일수 변화(1973~2010년)



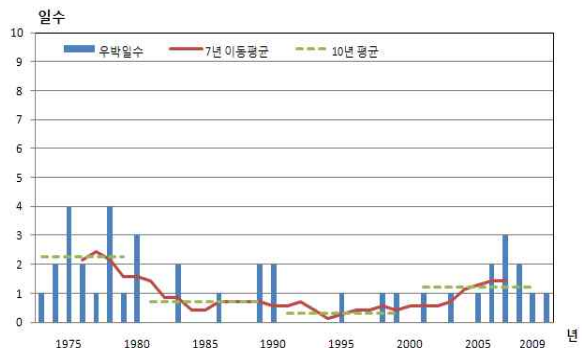
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-123. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 우박일수 변화(1973~2010년)

표 3-36. 10년 단위 우박일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	1.0	0.1	0.3	-
대관령	-	-	-	-	-	-	2.4	1.3	0.4	0.6
강릉	5.9	6.4	7.4	4.6	제외 (결측포함)	1.3	1.0	1.3	0.2	0.4
울릉도	-	-	-	15.1	제외 (결측포함)	8.7	5.2	3.3	0.7	2.1

표 3-37. 연, 계절 우박일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-0.026*	-0.004	-0.003	-0.001	-0.016*
대관령	-0.021**	-0.037*	-0.014	-0.007*	-0.009
강릉	-0.030*	-0.015	0	-0.004	-0.016*
울릉도	-0.012**	-0.012	0	-0.081**	-0.022

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(9) 연간안개일수

가. 속초

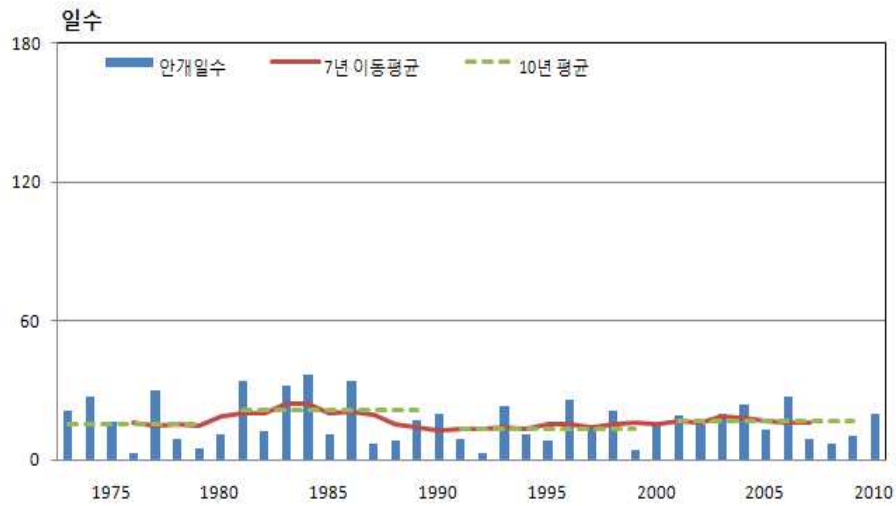
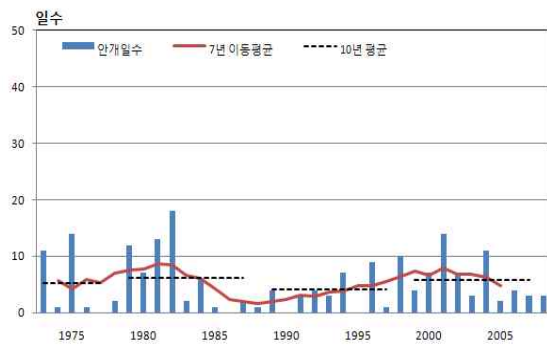
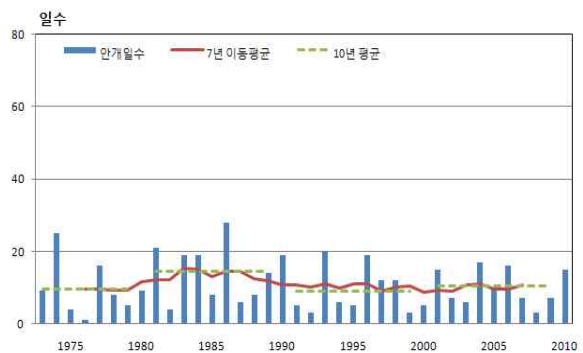


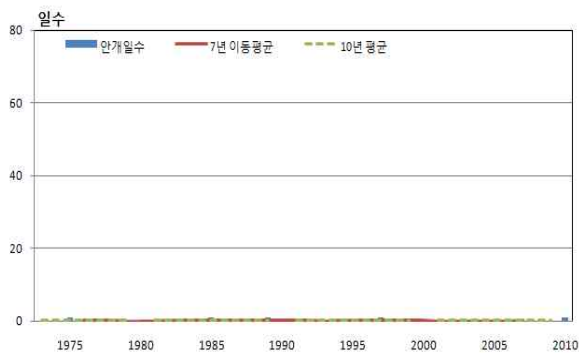
그림 3-124. 속초의 연간안개일수 변화(1973~2010년)



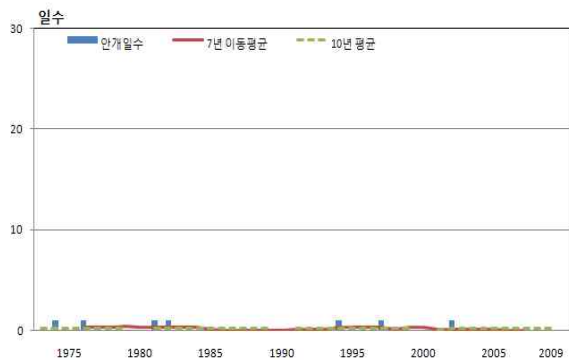
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-125. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

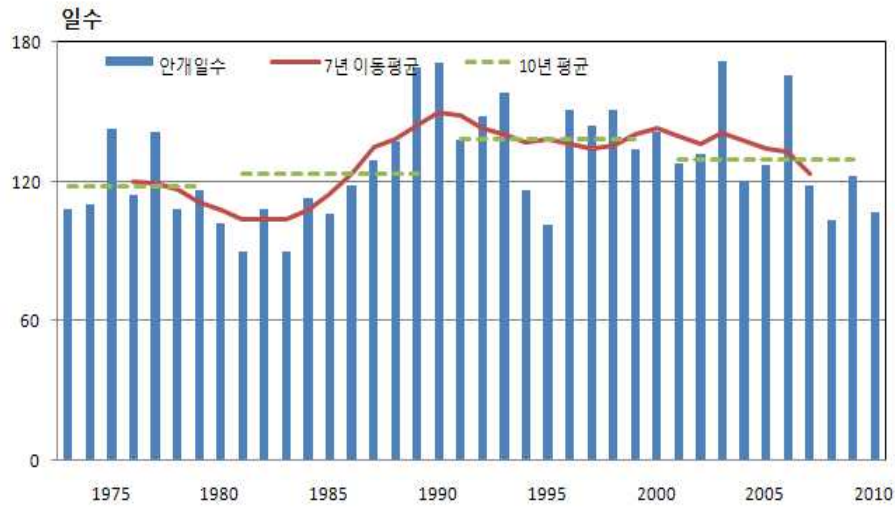
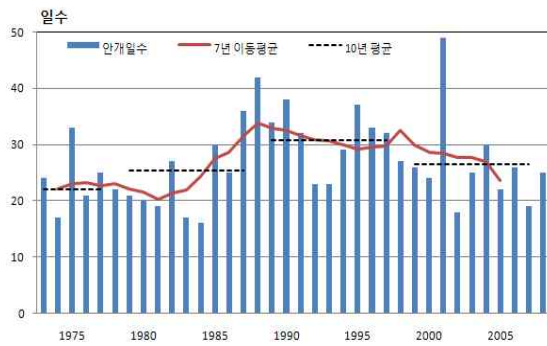
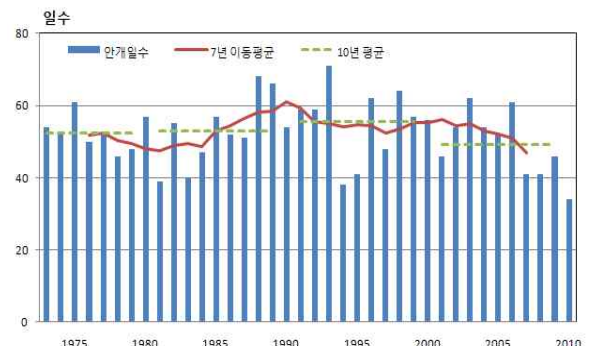


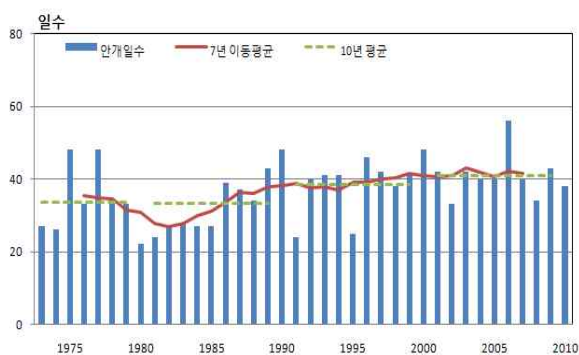
그림 3-126. 대관령의 연간안개일수 변화(1973~2010년)



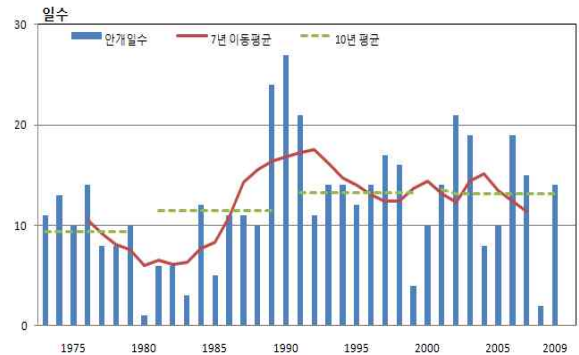
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-127. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

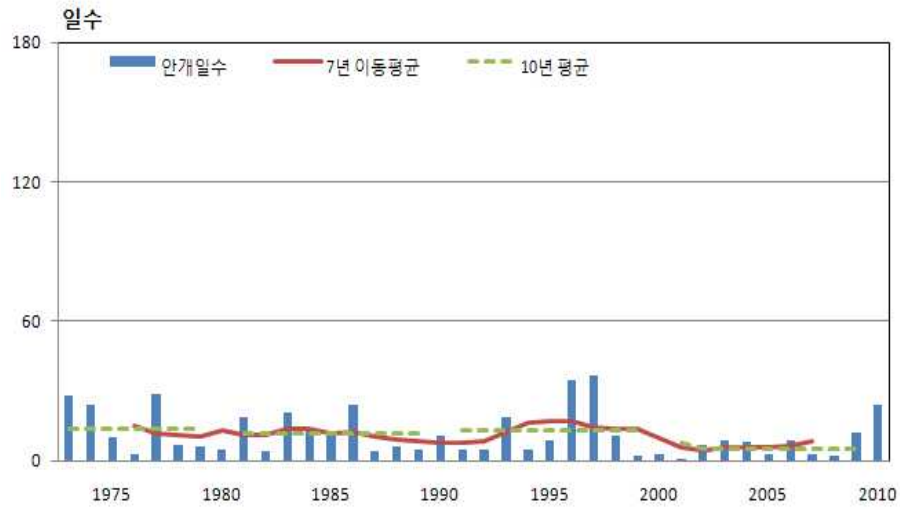
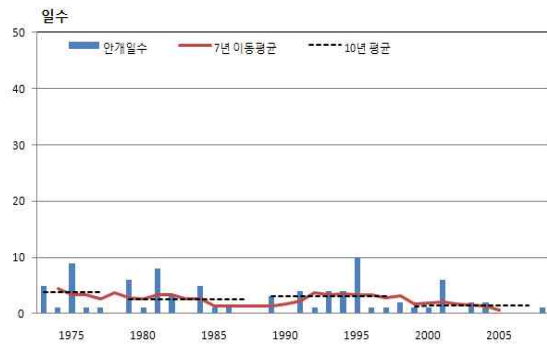
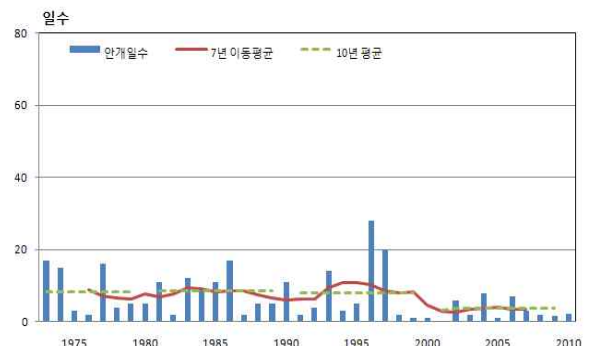


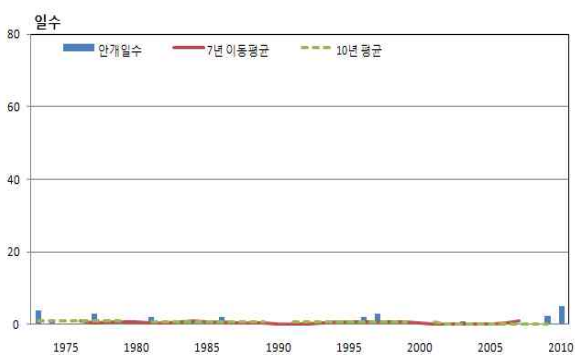
그림 3-128. 강릉의 연간안개일수 변화(1973~2010년)



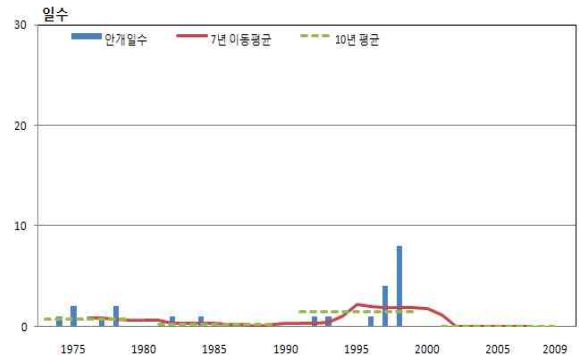
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-129. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

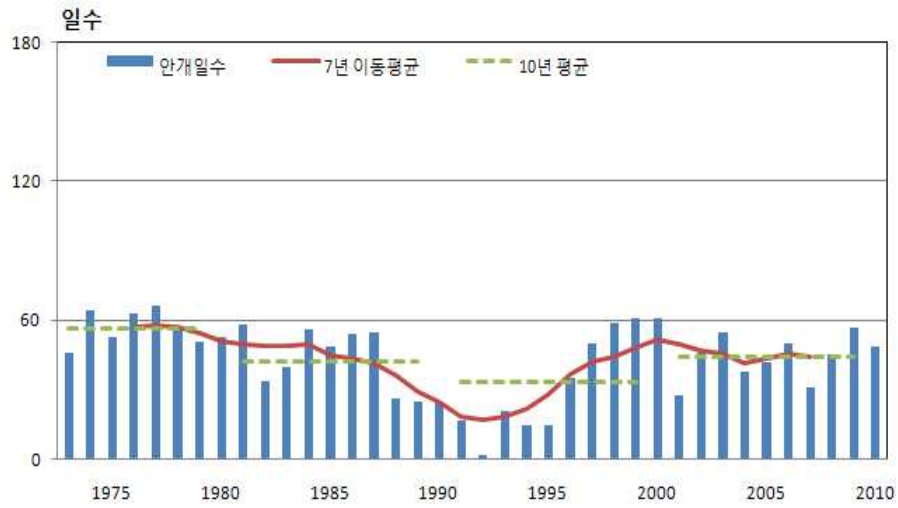
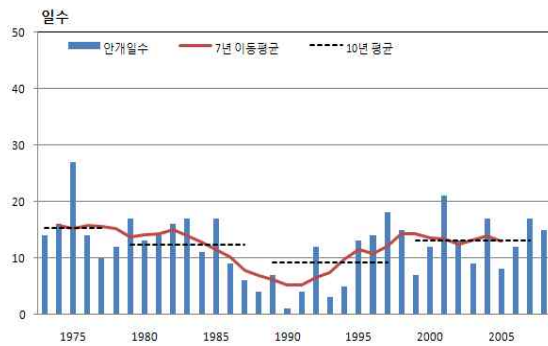
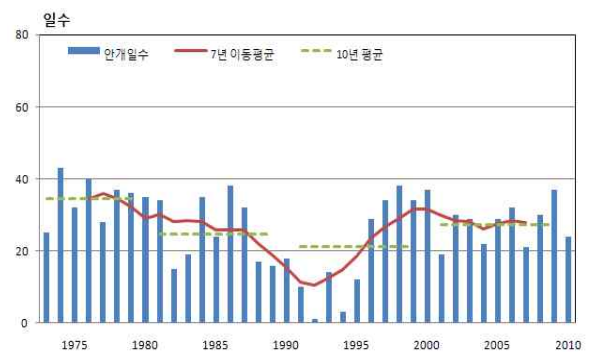


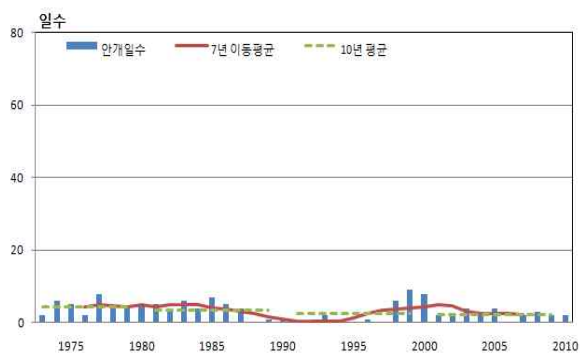
그림 3-130. 울릉도의 연간안개일수 변화(1973~2010년)



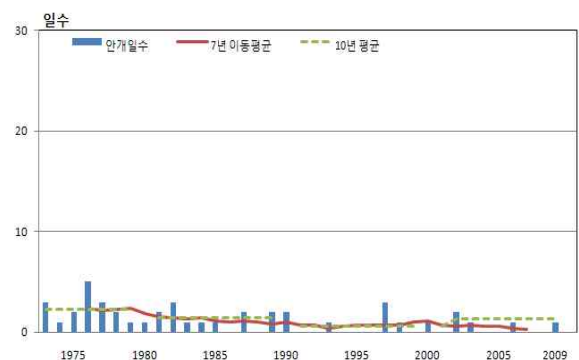
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-131. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 안개일수 변화(1973~2010년)

표 3-38. 10년 단위 안개일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	14.6	21.2	13.4	16.4
대관령	-	-	-	-	-	-	116.9	123.1	138.2	129.5
강릉	8.4	13.6	62.9	53.7	제외 (결측포함)	13.4	13.9	11.9	13.1	7.9
울릉도	-	-	-	53.5	제외 (결측포함)	56.1	58.3	42.2	33.6	44.1

표 3-39. 연, 계절 안개일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

지역 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
속초	-0.113	-0.044	-0.066	-0.001	-0.003
대관령	0.558	0.190	-0.084	0.33**	0.122
강릉	-0.284	-0.087	-0.163	-0.032	-0.001*
울릉도	-0.298	-0.077	-0.133	-0.061	-0.027**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(10) 연간뇌전일수

가. 속초

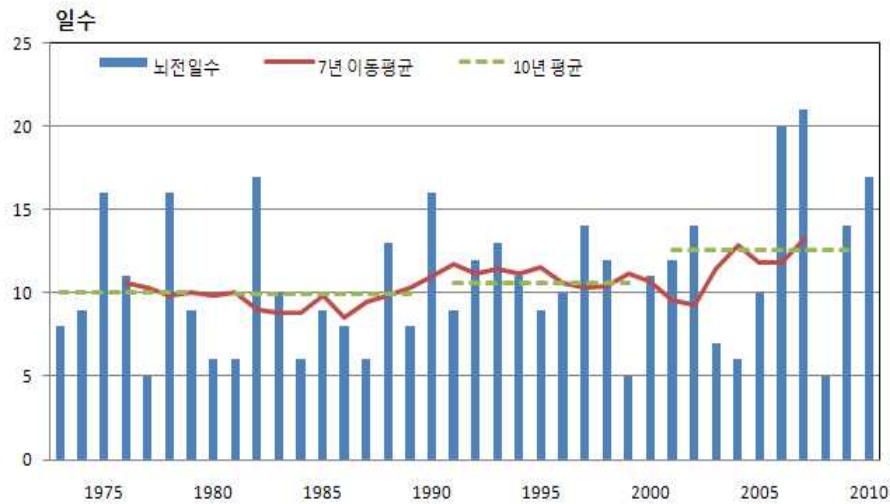
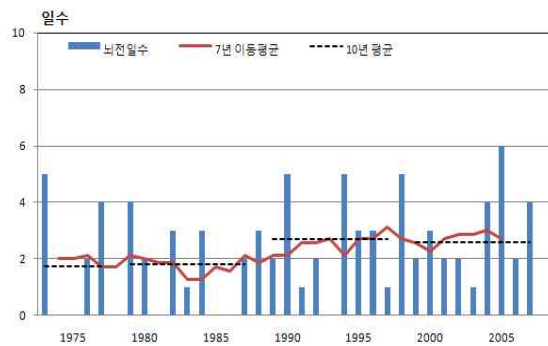
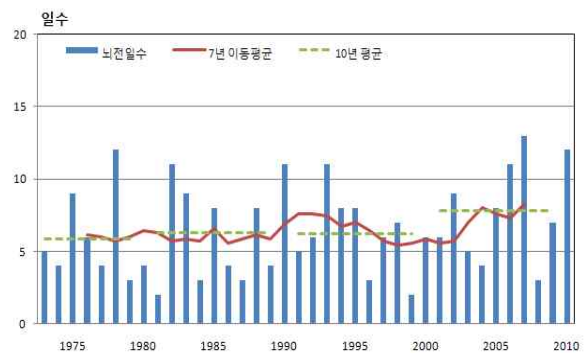


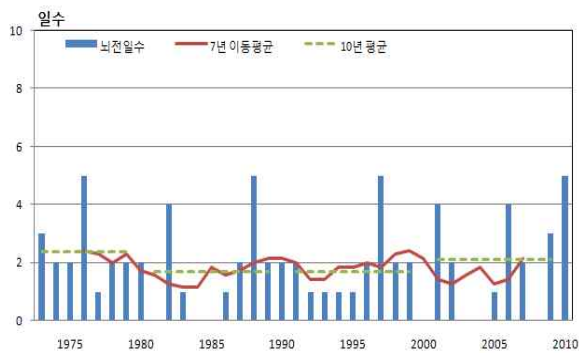
그림 3-132. 속초의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)



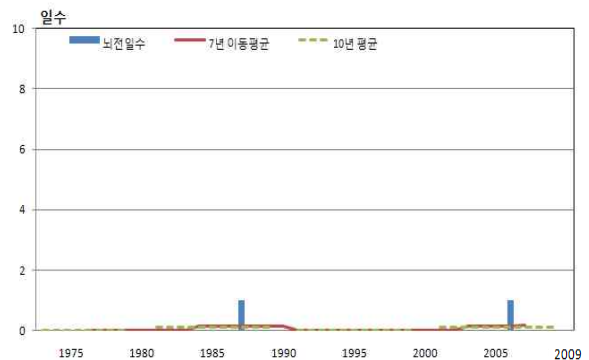
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-133. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

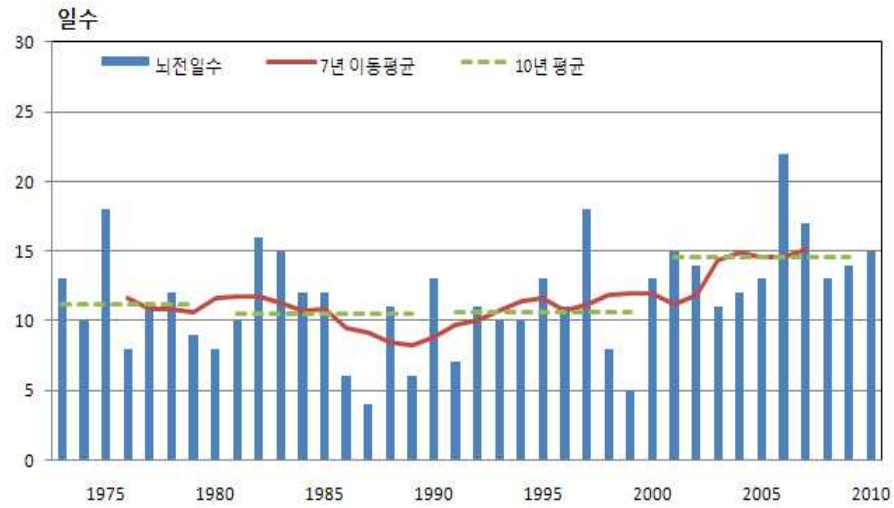
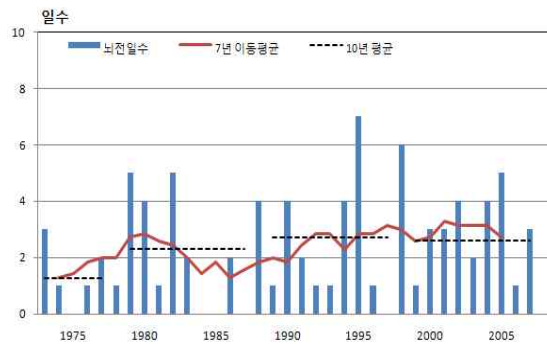
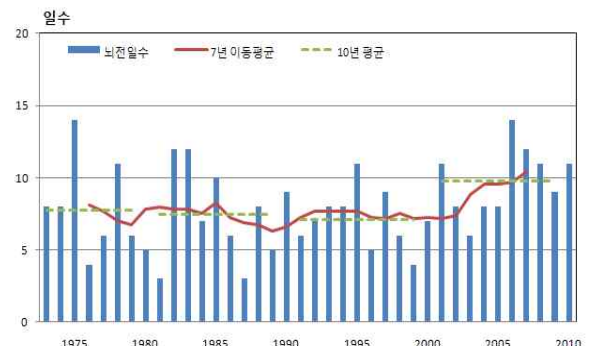


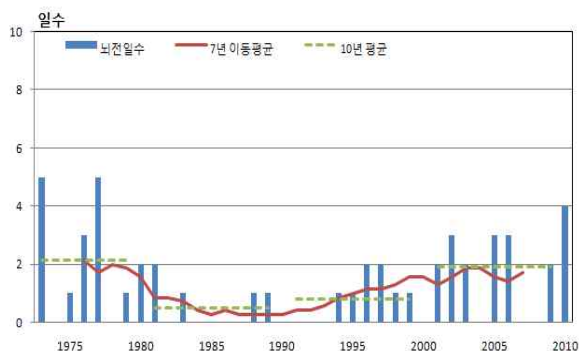
그림 3-134. 대관령의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)



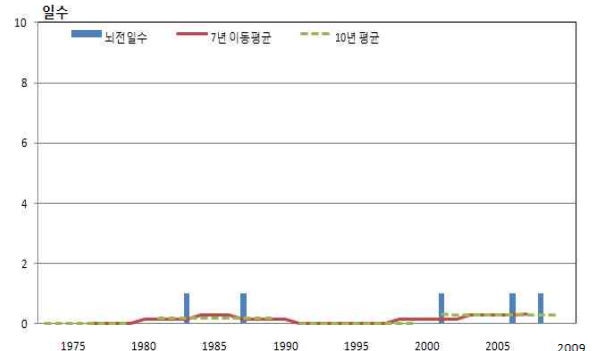
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-135. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)

]

다. 강릉

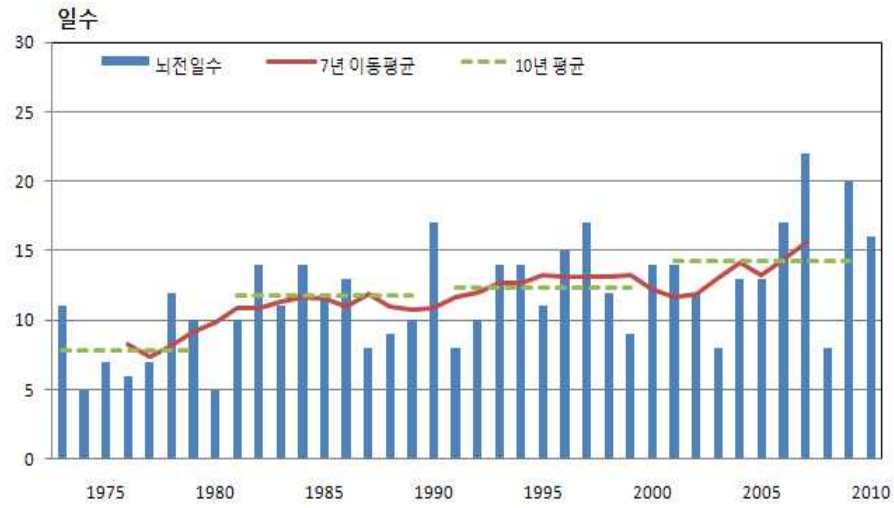
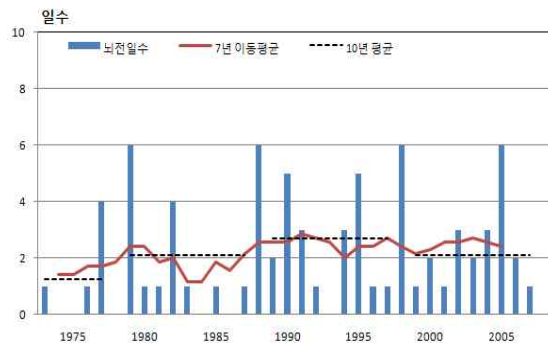
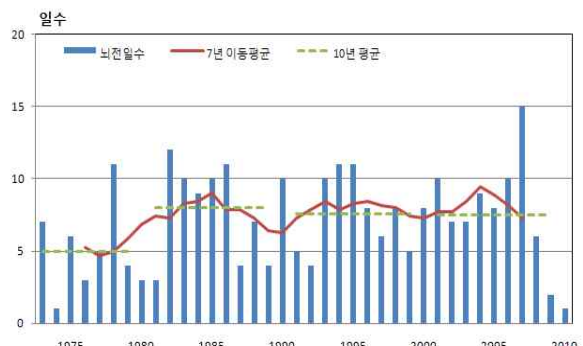


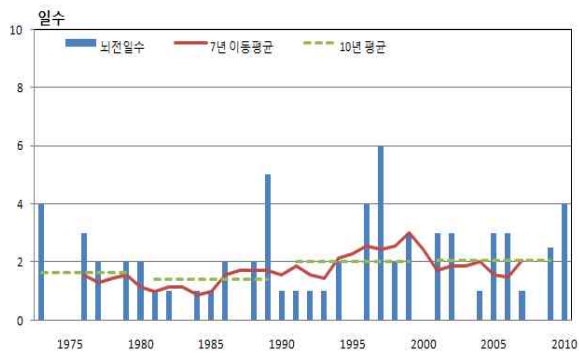
그림 3-136. 강릉의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)



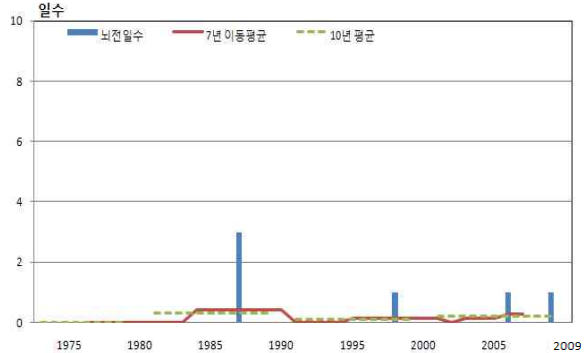
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-137. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

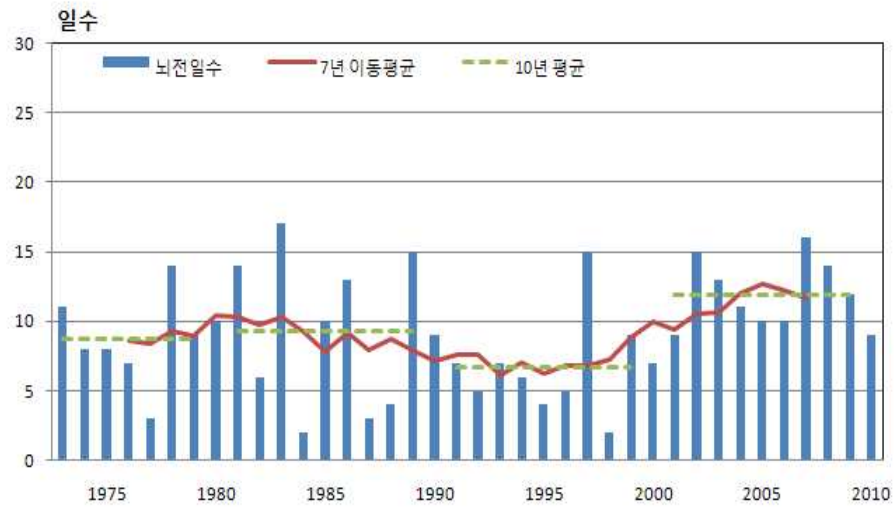
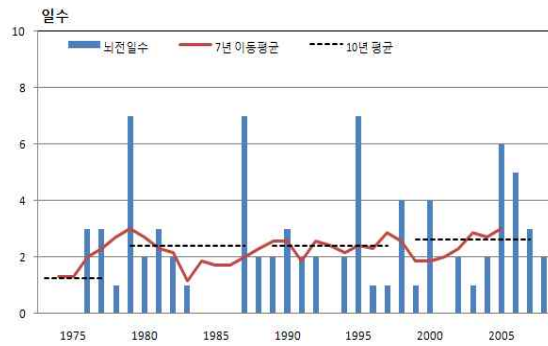
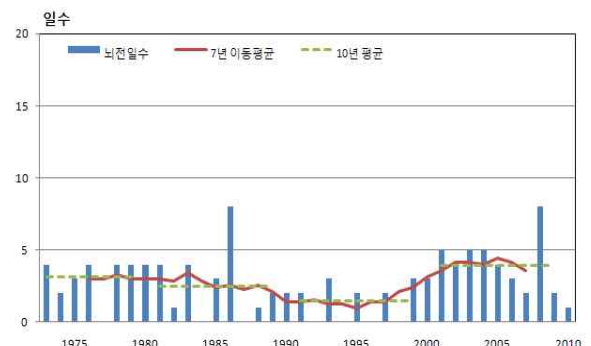


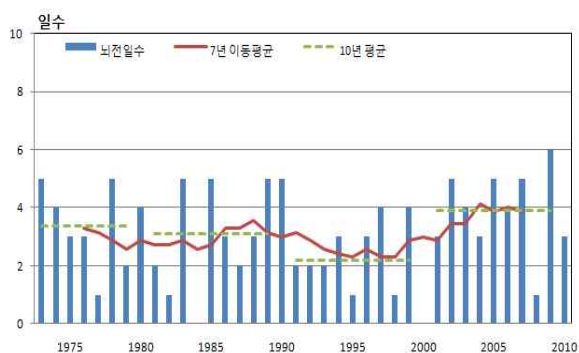
그림 3-138. 울릉도의 연간뇌전일수 변화(1973~2010년)



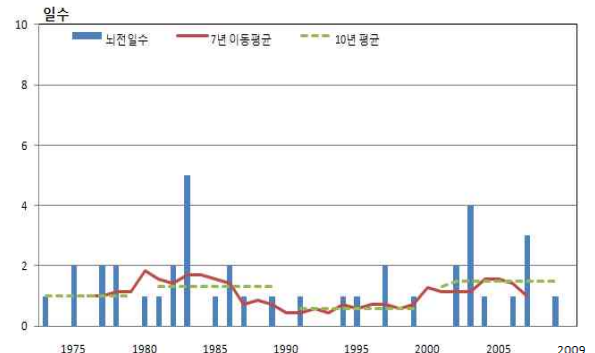
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-139. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 뇌전일수 변화(1973~2010년)

표 3-40. 10년 단위 뇌전일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	10.3	9.9	10.6	12.6
대관령	-	-	-	-	-	-	11.2	10.5	10.6	14.6
강릉	8.0	12.1	12.8	10.7	제외 (결측포함)	10.5	8.5	11.8	12.4	14.8
울릉도	-	-	-	4.9	제외 (결측포함)	8.3	8.9	9.3	6.7	11.9

표 3-41. 연, 계절 뇌전일수의 변화율 (1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.096	0.032	0.059	0	0.003
대관령	0.100*	0.031	0.056	0.002	0.007
강릉	0.203**	0.031*	0.048*	0.026	0.006
울릉도	0.072	0.041	0.014	0.013	0.003

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

2) 극값 및 특이기상

영동의 극값 및 특이기상을 파악하기 위하여 4지점의 연도별 극값을 사용하였다. 분석 항목은 강수량과 기온, 풍속의 관측결과를 연도별 경향, 10년 단위 평균과 관측시작 이후부터 2010년까지 변화율을 비교하였다.

연최다일강수량의 경우 울릉도를 제외한 속초와 강릉, 대관령의 연최다일강수량이 110mm 이상을 기록했고, 2002년의 경우 태풍 루사의 영향으로 강릉과 대관령에 기록적인 강우량을 기록했다. 연최다일강수량 증가율은 강릉이 2.726mm/년으로 가장 큰 증가율을 나타낸 반면, 속초는 대상기간동안 0.811mm/년의 감소율을 보였다. 연최다1시간 강수량은 연최다일강수량과 유사한 패턴을 보이고 있다.

일평균기온에 대한 연최고값의 경우 울릉도를 제외한 모든 지역에서 대상기간동안 연최고값이 상승하였다. 강릉의 연별 일평균기온의 연최고값이 30℃ 이상으로 가장 높았고, 대관령은 평균 23℃의 연 변화 패턴을 보였다. 속초의 대상기간동안 상승률(0.028℃/년)이 가장 컸으며, 울릉도가 -0.003℃/년으로 감소 경향을 나타냈다.

일평균기온의 연최저값의 경우 모든 지역에서 관측기간 동안 상승하는 변화율을 보였다. 대관령의 연최저값의 변화가 가장 낮은 온도를 나타낸 반면, 해양성기후를 보이는 울릉도의 연최저값은 대관령에 비해 약 10℃ 높은 온도 범위를 나타냈다. 대관령의 상승률이 0.046℃/년으로 가장 컸던 반면, 속초의 상승률은 0.015℃/년으로 상승률이 가장 낮았다.

일최고기온에 대한 연최고값의 경우 강릉의 연최고값의 변화율이 감소 경향을 보인 반면, 나머지 지역의 변화율은 증가했다. 울릉도와 속초가 각각 0.012℃/년으로 증가했으며, 대관령은 0.008℃/년 상승했다.

일최저기온의 연최저값의 경우 모든 지역에서 연최저값의 변화율이 증가했으며, 대관령이 연간 0.103℃의 증가율을 보이며 가장 크게 증가했고, 강릉, 속초, 울릉도 순으로 변화율이 각각 증가했다.

연최심신적설의 경우 속초(0.041cm/년)를 제외한 모든 측정지점에서 감소하고 있으며, 울릉도(-0.471cm/년)에서 가장 큰 감소율을 보였다. 연최심적설의 경우 연최심신적설과 유사한 패턴을 보였고, 감소율의 경우 신적설과 마찬가지로 속초를 제외한 모든 측정지점에서 감소하는 패턴의 변화율을 보였다. 가장 큰 연최심적설의 변화율을 보인 지역은 강릉으로 연간 -0.229cm의 감소율을 보였다.

일최대풍속 연최대값 변화율은 대관령의 연간 0.105m/s를 제외한 모든 지역에서 대상기간 동안 풍속이 감소하였고, 속초의 변화율이 연간 -0.238m/s로 가장 컸다.

대관령은 대상기간동안의 연평균 0.105m/s 로 오히려 풍속의 변화율이 증가하였다. 일최대순간풍속의 연최대값의 경우 전 지점에서 풍속의 변화율이 감소하는 경향을 보였고, 속초(-0.307m/s/년)의 일최대순간풍속의 감소율이 가장 컸다. 하지만 연별 일최대순간풍속과 10년 단위 일최대순간풍속의 연최대값의 경우 울릉도가 가장 강하게 불었다.

(1) 연최다일강수량과 연최다1시간강수량

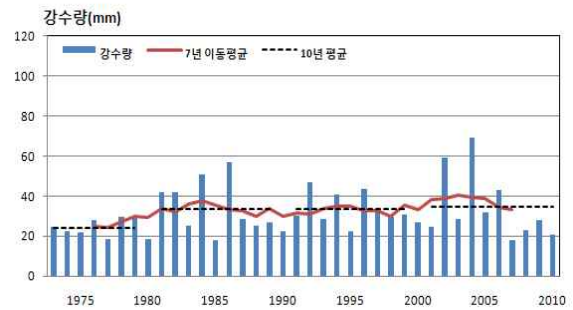
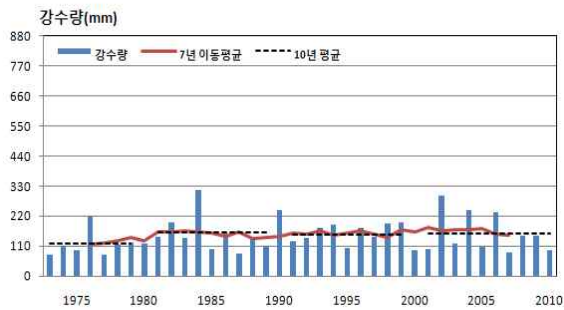


그림 3-140. 속초의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)

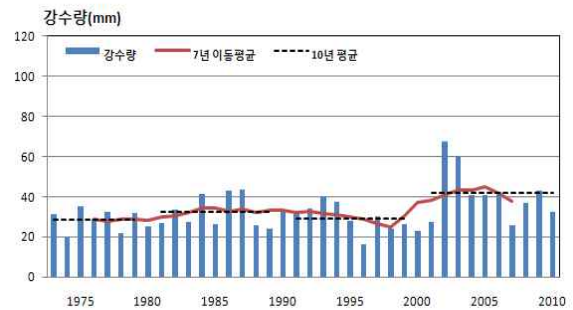
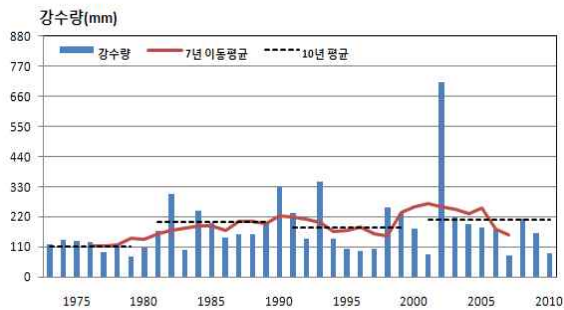


그림 3-141. 대관령의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)

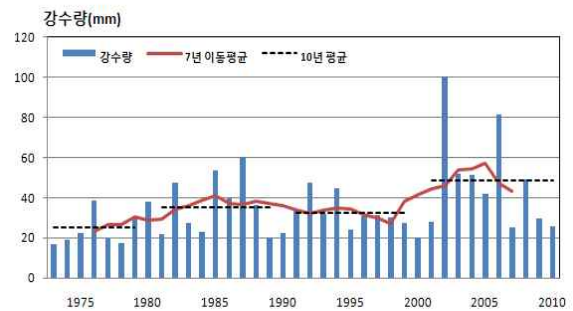
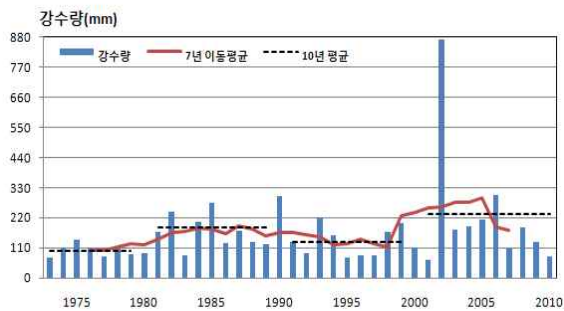


그림 3-142. 강릉의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)

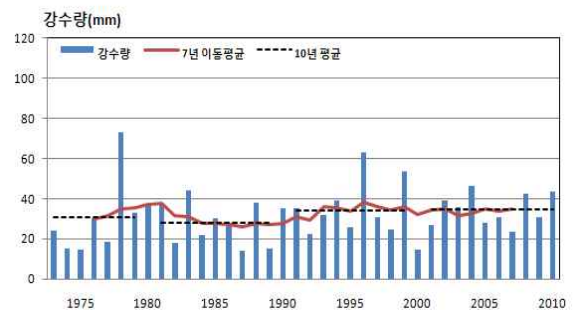
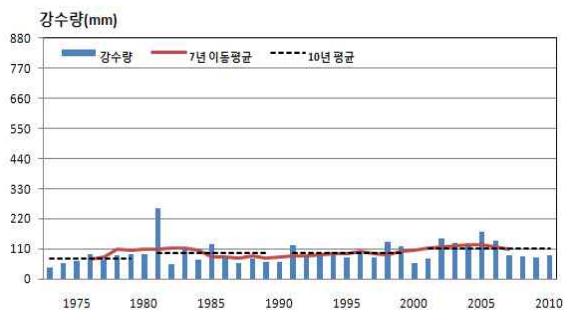


그림 3-143. 울릉도의 연최다일강수량과 연최다1시간강수량 변화 (1973~2010년)

표 3-42. 10년 단위 연최다일강수량 (관측이래~2010년)(단위 : mm)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	126.1	161.4	153.5	157.1
대관령	-	-	-	-	-	-	129.2	199.4	182.2	208.8
강릉	142.0	133.7	120.8	137.2	제외 (결측포함)	130.8	129.1	183.2	132.6	232.3
울릉도	-	-	-	103.8	제외 (결측포함)	92.1	79.2	94.9	95.8	112.4

표 3-43. 연 연최다일강수량 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.811
대관령	1.922
강릉	2.726
울릉도	0.838*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-44. 10년 단위 연최다1시간강수량 (관측이래~2010년)(단위 : mm)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	26.4	33.8	33.3	34.6
대관령	-	-	-	-	-	-	26.8	32.4	29.2	41.7
강릉	-	17.2	26.5	19.6	제외 (결측포함)	28.5	39.0	39.6	38.8	31.5
울릉도	-	-	-	23.7	제외 (결측포함)	34.3	30.1	28.4	34.9	35.2

표 3-45. 연 연최다1시간강수량 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.177
대관령	0.304
강릉	0.560*
울릉도	0.221

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(2) 일평균기온의 연최고값과 일평균기온의 연최저값

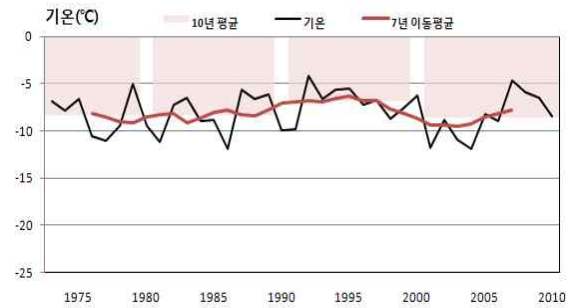
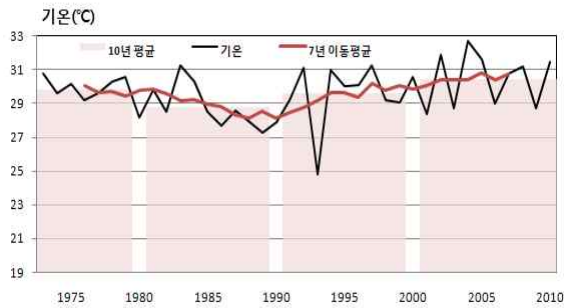


그림 3-144. 속초의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)

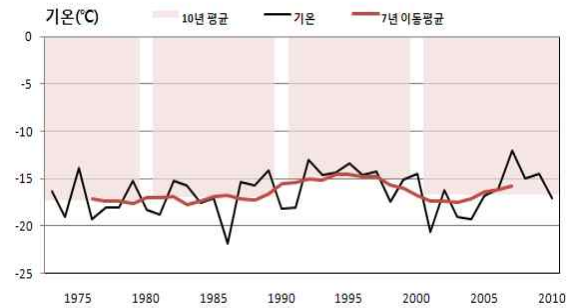
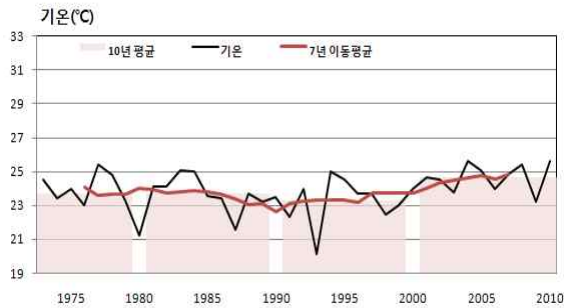


그림 3-145. 대관령의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)

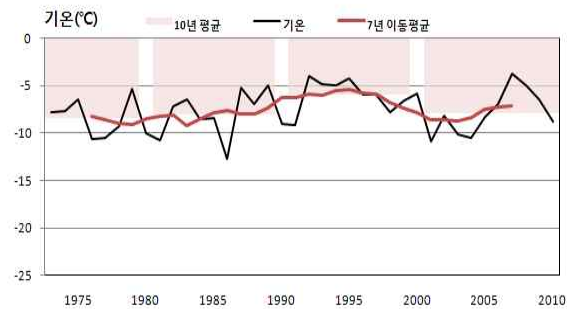
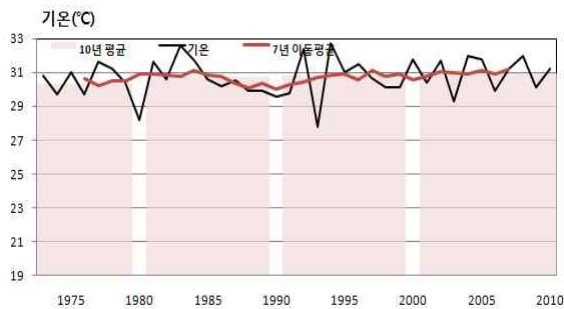


그림 3-146. 강릉의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)

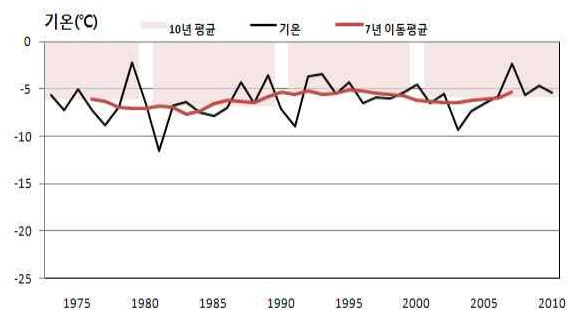
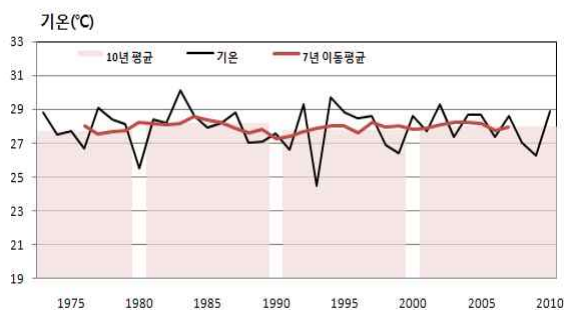


그림 3-147. 울릉도의 일평균기온의 연최고값과 연최저값 변화 (1973~2010년)

표 3-46. 10년 단위 일평균기온의 연최고값 (관측이래~2010년)(단위 : °C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	30.0	28.8	29.6	30.5
대관령	-	-	-	-	-	-	23.7	23.7	23.3	24.7
강릉	29.8	30.2	30.1	30.1	제외 (결측포함)	30.4	30.4	30.7	30.8	31.0
울릉도	-	-	-	27.7	제외 (결측포함)	27.7	27.7	28.2	27.8	28.0

표 3-47. 연 일평균기온의 연최고값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.028
대관령	0.023
강릉	0.014
울릉도	-0.003

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-48. 10년 단위 일평균기온의 연최저값 (관측이래~2010년)(단위 : °C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	-7.8	-8.3	-6.8	-8.6
대관령	-	-	-	-	-	-	-16.9	-17.0	-14.9	-16.7
강릉	-10.6	-9.6	-9.7	-9.3	제외 (결측포함)	-9.2	-7.9	-8.0	-5.9	-7.9
울릉도	-	-	-	-7.2	제외 (결측포함)	-6.7	-5.9	-6.9	-5.4	-5.9

표 3-49. 연 일평균기온의 연최저값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.015
대관령	0.046
강릉	0.044
울릉도	0.040

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(3) 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값

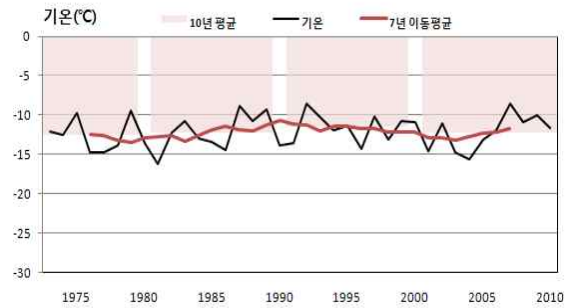
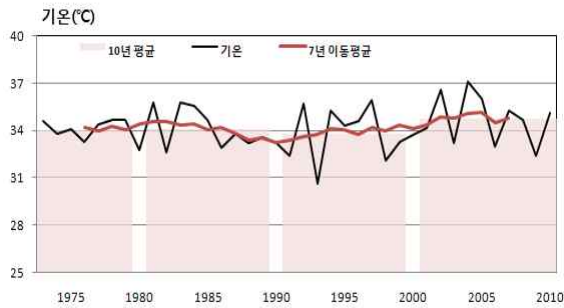


그림 3-148. 속초의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)

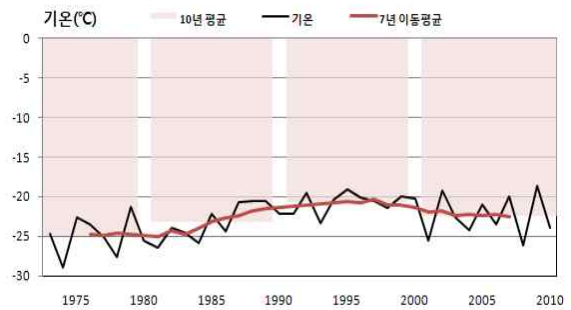
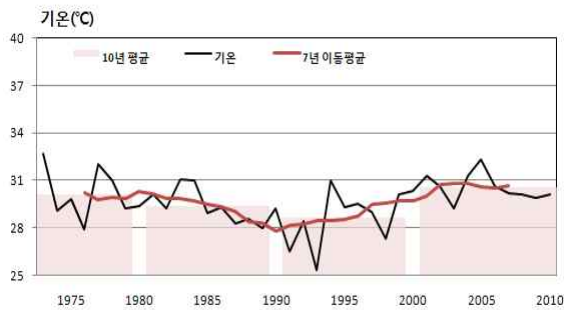


그림 3-149. 대관령의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)

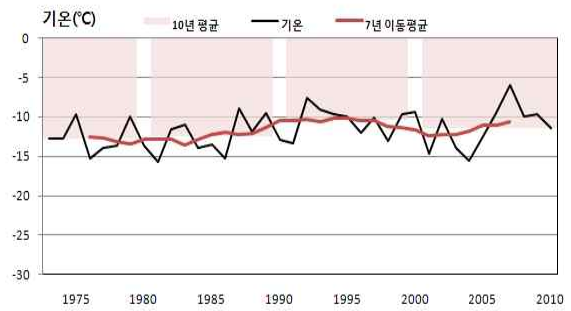
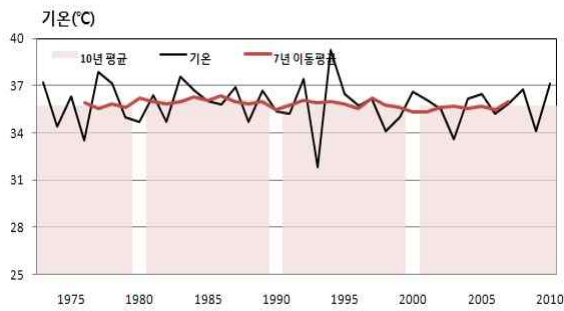


그림 3-150. 강릉의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)

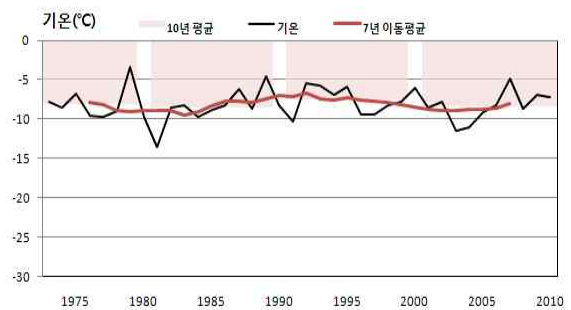
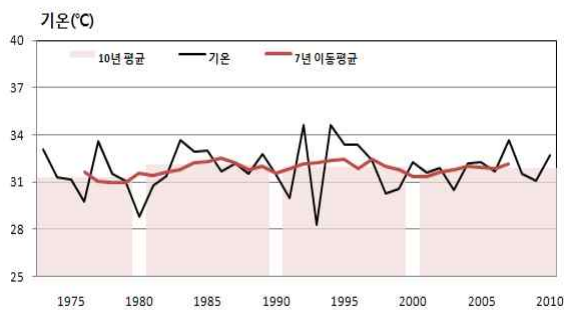


그림 3-151. 울릉도의 일최고기온의 연최고값과 일최저기온의 연최저값 변화(1973~2010년)

표 3-50. 10년 단위 일최고기온의 연최고값 (관측이래~2010년)(단위 : °C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	34.2	34.1	33.8	34.8
대관령	-	-	-	-	-	-	30.1	29.4	28.7	30.6
강릉	34.7	36.1	36.3	35.3	제외 (결측포함)	35.7	35.8	36.1	35.8	35.7
울릉도	-	-	-	31.6	제외 (결측포함)	31.9	31.4	32.2	32.0	31.9

표 3-51. 일최고기온의 연최고값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.012
대관령	0.008
강릉	-0.007
울릉도	0.012

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-52. 10년 단위 일최저기온의 연최저값 (관측이래~2010년)(단위:°C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	-11.9	-12.3	-11.5	-12.2
대관령	-	-	-	-	-	-	-24.1	-23.1	-20.7	-22.5
강릉	-13.4	-13.2	-13.8	-13.2	제외 (결측포함)	-13.4	-12.2	-12.4	-10.4	-11.4
울릉도	-	-	-	-9.3	제외 (결측포함)	-8.6	-7.7	-8.5	-7.5	-8.4

표 3-53. 일최저기온의 연최저값의 변화율 (1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연
속초	0.030
대관령	0.103**
강릉	0.072
울릉도	0.016

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(4) 연최심신적설과 연최심적설

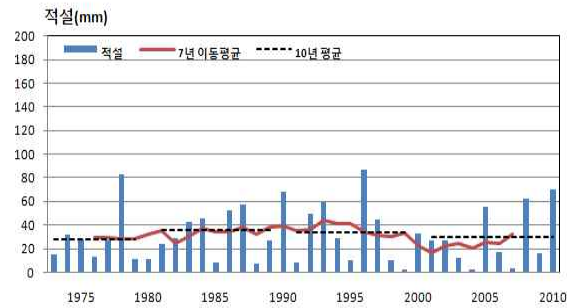
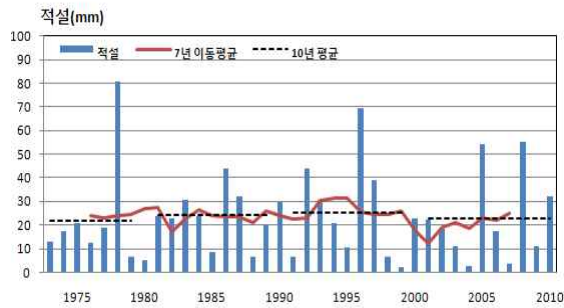


그림 3-152. 속초의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)

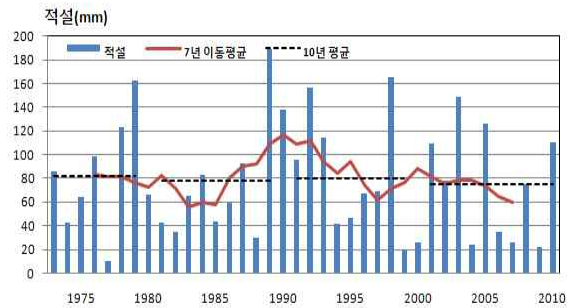
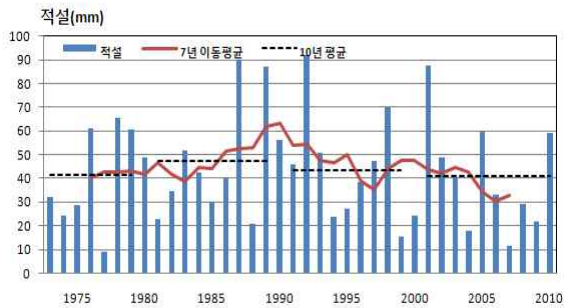


그림 3-153. 대관령의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)

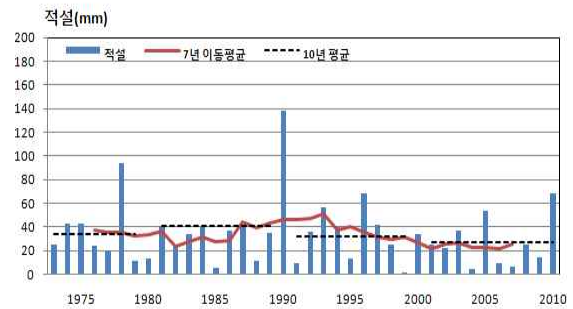
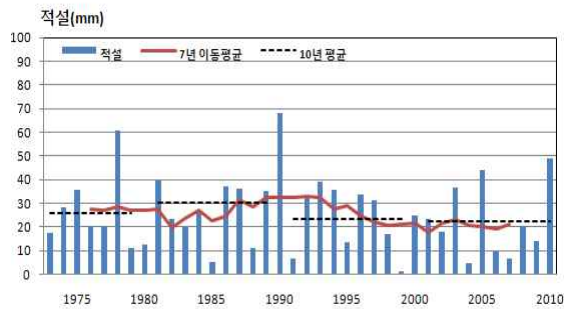


그림 3-154. 강릉의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)

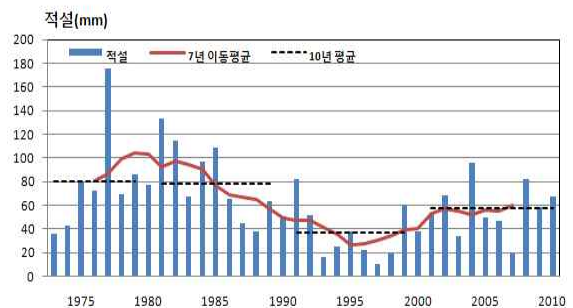
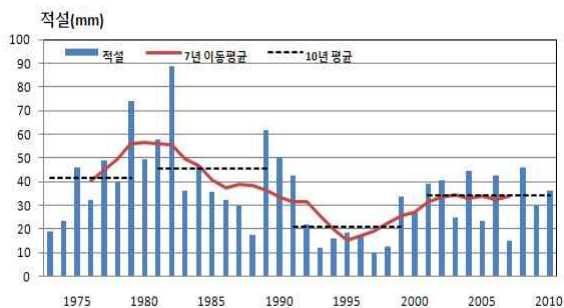


그림 3-155. 울릉도의 연최심신적설과 연최심적설 변화 (1973~2010년)

표 3-54. 10년 단위 연최심신적설 (관측이래~2010년)(단위 : cm)

기간 지역	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	23.3	24.2	25.3	22.7
대관령	-	-	-	-	38.2	47.5	43.5	40.9
강릉	19.7	27.2	제외 (결측포함)	29.9	25.9	30.3	23.5	20.5
울릉도	-	31.0	제외 (결측포함)	61.7	38.6	45.7	21.2	34.2

표 3-55. 연최심신적설의 변화율 (1973~2010년)(단위 : cm/년)

기간 지역	연
속초	0.041
대관령	-0.087
강릉	-0.150
울릉도	-0.471

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-56. 10년 단위 연최심적설 (관측이래~2010년)(단위 : cm)

기간 지역	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	33.4	36.0	33.4	29.4
대관령	-	-	-	-	77.9	77.7	80.2	75.3
강릉	30.8	30.1	제외 (결측포함)	42.2	36.3	37.4	34.2	22.8
울릉도	-	65.1	제외 (결측포함)	146.2	83.5	78.4	36.6	57.6

표 3-57. 연최심적설의 변화율 (1973~2010년)(단위 : cm/년)

기간 지역	연
속초	0.068
대관령	-0.156
강릉	-0.229
울릉도	-1.175*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(5) 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값

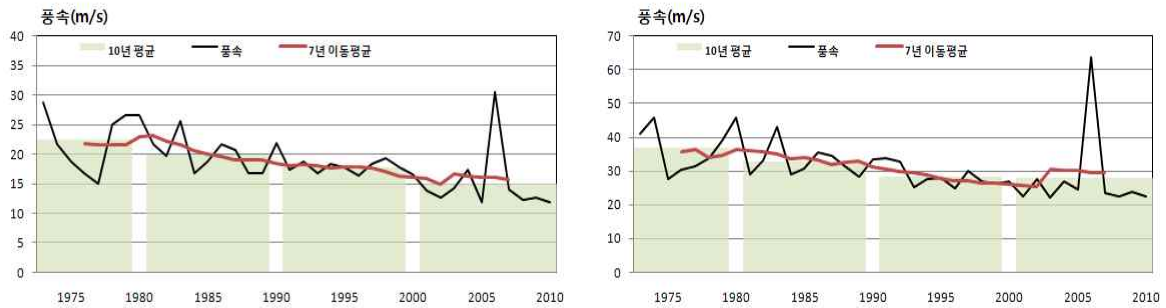


그림 3-156. 속초의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)

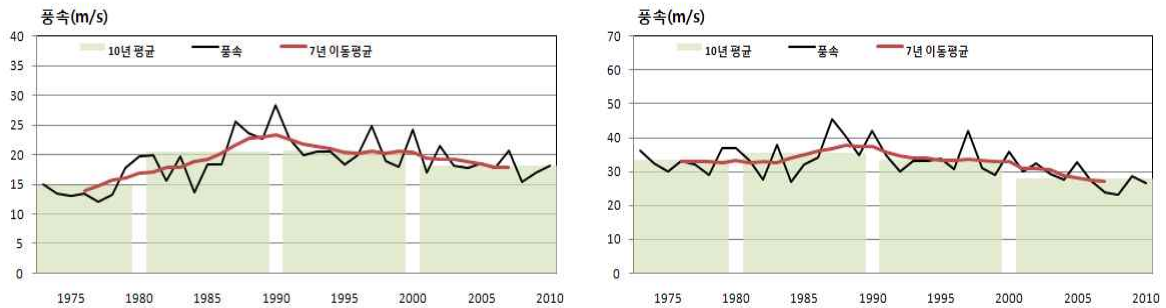


그림 3-157. 대관령의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)

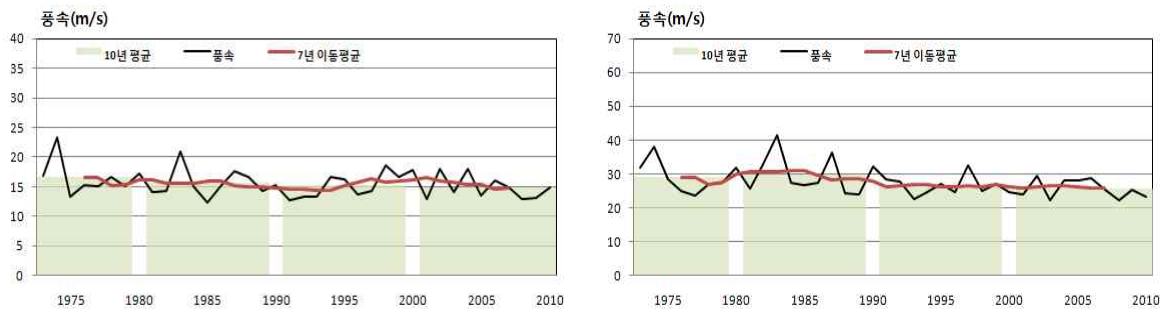


그림 3-158. 강릉의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)

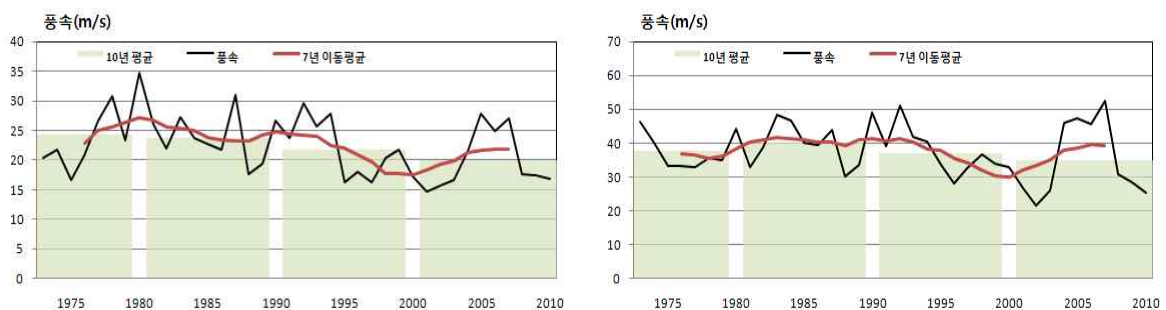


그림 3-159. 울릉도의 일최대풍속의 연최대값과 일최대순간풍속의 연최대값 변화(1973~2010년)

표 3-58. 10년 단위 일최대풍속의 연최대값(관측이래~2010년)(단위 : m/s)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	22.2	20.0	17.0	15.1
대관령	-	-	-	-	-	-	14.3	20.6	20.8	18.2
강릉	25.7	19.9	18.7	20.3	제외 (결측포함)	18.0	16.5	15.5	15.4	14.8
울릉도	-	-	-	28.6	제외 (결측포함)	23.3	24.0	23.8	21.7	20.0

표 3-59. 일최대풍속의 연최대값의 변화율(1973~2010년)(단위 : m/s/년)

지역 \ 기간	연
속초	-0.238**
대관령	0.105
강릉	-0.048
울릉도	-0.149

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

표 3-60. 10년 단위 일최대순간풍속의 연최대값(관측이래~2010년)(단위 : m/s)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	36.1	32.8	28.3	28.0
대관령	-	-	-	-	-	-	33.1	35.6	33.4	28.2
강릉	-	-	-	-	제외 (결측포함)	29.8	29.1	29.8	26.4	25.7
울릉도	-	-	-	-	제외 (결측포함)	33.4	38.1	40.3	37.1	35.0

표 3-61. 일최대순간풍속의 연최대값의 변화율(1973~2010년)(단위 : m/s/년)

지역 \ 기간	연
속초	-0.307**
대관령	-0.174**
강릉	-0.158*
울릉도	-0.141

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

3) 극한기후사상

영동의 최고기온 상위 95퍼센타일은 그림 3-160~3-167에서 보듯이 모두 상승하는 경향을 나타냈다. 속초는 1973년 이후로 1994년에 31.3℃로 가장 높았고 1993년에 26.1℃로 가장 낮았다. 7년 이동평균은 1990년까지 감소하다가 다시 증가하였다. 속초의 연 변화율은 0.044℃/년으로 높은 상승률을 나타내었고 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 봄철의 변화율이 0.048℃/년으로 4계절 중 가장 큰 변화율을 보였다. 대관령의 최고기온 상위 95퍼센타일은 1973년 이후로 2001년에 31.3℃로 가장 높았고 1993년에 23.3℃로 가장 낮았다. 7년 이동평균은 1990년 이후로 상승하였다. 연 변화율은 0.017℃/년으로 통계적으로 유의하지 않은 경향을 나타냈다. 대관령의 가을철 변화율이 0.049℃/년으로 높은 변화율을 보였고 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 강릉은 1973년 이후로 2000년에 34.4℃로 가장 높았고 1993년에 28.2℃로 가장 낮았다. 여름철 변화율이 -0.012℃로 약간 감소하는 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않다. 울릉도는 1973년 이후로 1994년에 31.0℃로 가장 높았고 1980년에 25.0℃로 가장 낮았다. 연 변화율이 0.009℃/년으로 가장 낮은 상승률을 나타냈으며 1971~1980년 평균(27.8℃)보다 2001~2010년 평균(28.2℃)이 0.4℃ 높았다.

영동의 최고기온 상위 99퍼센타일의 변화를 그림 3-168~3-175에 나타내었다. 속초는 1973년 이후로 2004년에 34.9℃로 가장 높았고 1993년에 29.0℃로 가장 낮았다. 연 변화율은 0.017℃/년으로 가장 높은 변화율을 나타냈고 특히 가을철에 0.055℃/년으로 높은 상승률을 나타냈으며 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 대관령은 1973년 이후로 2001년 30.4℃로 가장 높았고, 1993년에 24.5℃로 가장 낮았다. 7년 이동평균은 가을철에 계속해서 상승하였고, 변화율이 0.068℃/년으로 가장 높은 변화율을 보였으며 통계적으로 유의한 경향이다. 겨울철의 변화율도 0.058℃/년으로 높았지만 통계적으로 유의하지 않았다. 강릉은 1973년 이후로 1994년에 36.6℃로 가장 높았고 2003년에 30.4℃로 가장 낮았지만 다른 지점에 비해 온도가 높았다. 강릉의 연 변화율은 -0.008℃/년으로 감소하였지만 통계적으로 유의한 경향은 아니다. 울릉도는 1973년 이후로 1994년에 33.6℃로 가장 높았고 1993년에 26.6℃로 가장 낮았다. 울릉도는 봄철에 -0.012℃/년으로 변화율이 감소하였지만 통계적으로 유의한 경향이 아니다.

영동의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화를 그림 3-176~3-183에 나타내었다. 속초의 최저기온 하위 1퍼센타일은 1973년 이후로 1977년에 -12.1℃로 가장 낮았고 1989년에 -6.7℃로 가장 높았다. 속초의 연 변화율은 0.027℃/년으로 나타났으며 통계적으로 유의하지 않은 경향이다. 대관령은 1973년 이후로 1974년에 -25.3℃로 가장 낮았고, 2007년에 -15.2℃로 가장 높았다. 대관령의 최저기온 하위 1퍼센타일은 다른 지점에 비해 낮은 온도를 보였다. 대관령의 연 변화율은 0.091℃/년으로 높은 상승률을 나타냈으며

이는 통계적으로 유의한 변화율이다. 특히 봄철에 $0.101^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 높은 변화율이 나타났으며 가을철에도 통계적으로 유의한 높은 변화율을 나타냈다. 대관령의 1971~1980년 평균값은 -20.9°C 로 2001~2010년에는 2°C 오른 -18.9°C 를 나타냈다. 강릉은 1973년 이후로 1980년에 -12.1°C 로 가장 낮았고, 2007년에 -5.9°C 로 가장 높았다. 강릉의 연 변화율은 $0.067^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 통계적으로 유의한 경향이다. 울릉도는 1973년 이후로 1977년에 -8.8°C 로 가장 낮았고, 2007년에 -2.2°C 로 가장 높았다.

영동의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화를 그림 3-184~3-191에 나타냈다. 속초는 1973년 이후로 1984년에 -8.9°C 에 가장 낮았고, 2007년에 -3.6°C 로 가장 높았다. 봄철에는 변화율이 거의 없었지만 2005년에 낮아졌다가 2008년에 다시 증가하였다. 겨울철 변화율은 $0.045^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 상승하는 것으로 나타났으며 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 대관령은 1973년 이후로 1984년에 -19.2°C 로 가장 낮았고, 1998년에 -11.8°C 로 가장 높았다. 대관령은 지형적인 특성으로 인해 다른 지점에 비해 온도가 낮았다. 대관령의 가을철 변화율은 $0.078^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 겨울철에는 $0.091^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 통계적으로 유의한 값으로 상승하는 경향을 보였다. 강릉은 1973년 이후로 1980년에 -8.8°C 로 가장 낮았고, 2007년에 -2.0°C 로 가장 높았다. 가을철과 겨울철에 높은 변화율을 보였으며, 연 변화율은 $0.056^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 통계적으로 유의한 경향이다. 강릉의 1971~1980년 평균은 -6.2°C 로 2001~2010년 평균보다 1.5°C 낮았다. 울릉도는 1973년 이후로 1977년에 -5.3°C 로 가장 낮았고, 2007년에 0.2°C 로 가장 높았다. 울릉도 또한 겨울철에 $0.075^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 은 높은 변화율을 나타냈으며 이는 통계적으로 유의한 경향이다.

영동의 강수량 상위 95퍼센타일을 그림 3-192~3-199에 나타냈다. 속초는 1973년 이후로 2004년에 68.6mm 로 가장 높았고, 1988년에 30.5mm 로 가장 낮았다. 7년 이동평균은 2000년대부터 상승하였다. 대관령은 2003년에 67.6mm 로 가장 높았고, 1982년에 25.6mm 로 가장 낮았다. 연 변화율은 울릉도가 $0.384\text{mm}/\text{년}$ 으로 가장 크게 나타났고, 강릉의 변화율이 $0.122\text{mm}/\text{년}$ 으로 가장 작았다. 울릉도의 10년 단위 강수량 상위 95퍼센타일 값은 1941~1950년 평균이 30.6mm 에서 2001~2010년 평균이 42.0mm 으로 11.4mm 상승하였다. 봄철의 변화율은 강릉이 $-0.164\text{mm}/\text{년}$ 으로 감소하였으며, 다른 지점은 모두 증가하는 경향을 보였다. 겨울철 변화율은 강원 동해안 지역인 속초와 강릉은 감소하고, 대관령과 울릉도는 증가하였다. 여름철은 속초와 울릉도의 변화율이 각각 $0.743\text{mm}/\text{년}$, $0.790\text{mm}/\text{년}$ 으로 높은 변화경향을 나타냈으나 통계적으로 유의하지 않았다.

영동의 강수량 상위 99퍼센타일을 그림 3-200~205에 나타냈다. 속초는 1973년 이후로 1984년에 253.4mm으로 가장 높았고, 1988년에 56.1mm로 가장 낮았다. 속초의 연 변화율은 0.420mm/년으로 상승하였고 통계적으로 유의한 경향을 나타냈다. 겨울철에는 -0.163mm/년으로 감소하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않다. 대관령은 1973년 이후로 1984년에 186.5mm로 가장 높았고, 2008년에 50.3mm로 가장 낮았다. 10년 평균은 1990년대까지 증가하다가 2000년대에 감소하였다. 대관령의 연 변화율은 0.516mm/년으로 통계적으로 유의하지 않다. 강릉은 1973년 이후로 1985년에 163.4mm로 가장 높았고, 1994년에 54.7mm로 가장 낮았다. 강릉은 겨울철에 -0.306mm/년으로 감소하는 경향을 나타냈으며 이는 통계적으로 유의하지 않다. 울릉도는 1973년 이후로 2004년에 111.2mm로 가장 높았고, 1982년에 35.6mm로 가장 낮았다. 울릉도의 연 변화율은 0.960mm/년으로 높은 상승률을 나타냈으며 이는 통계적으로 유의한 경향이다. 2001~2010년 평균값은 80.7mm로 1971~1980년 평균값인 52.3mm에 비하여 28.4mm 증가하였다.

(1) 최고기온 95퍼센타일

가. 속초

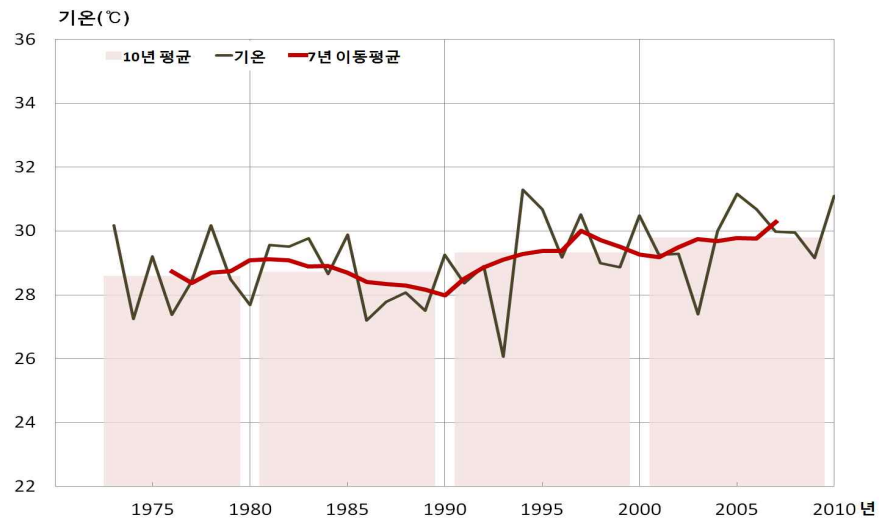
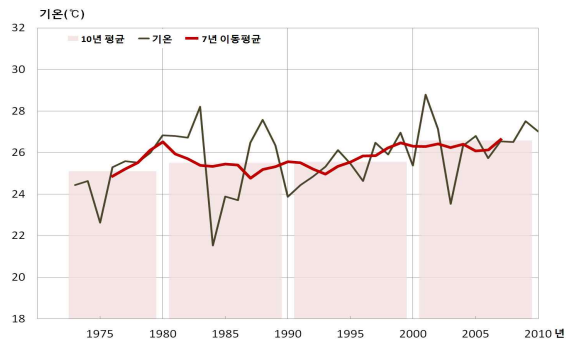
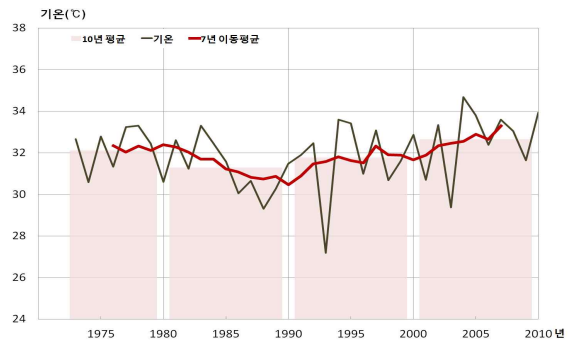


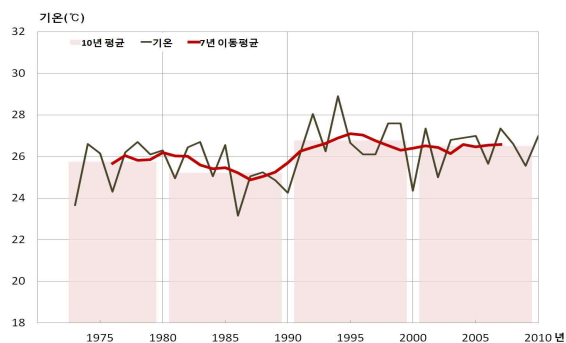
그림 3-160. 속초의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



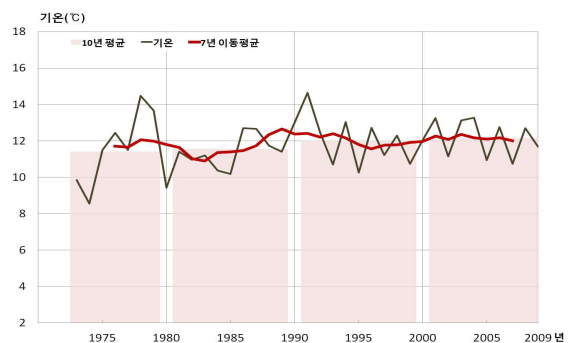
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-161. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

나. 대관령

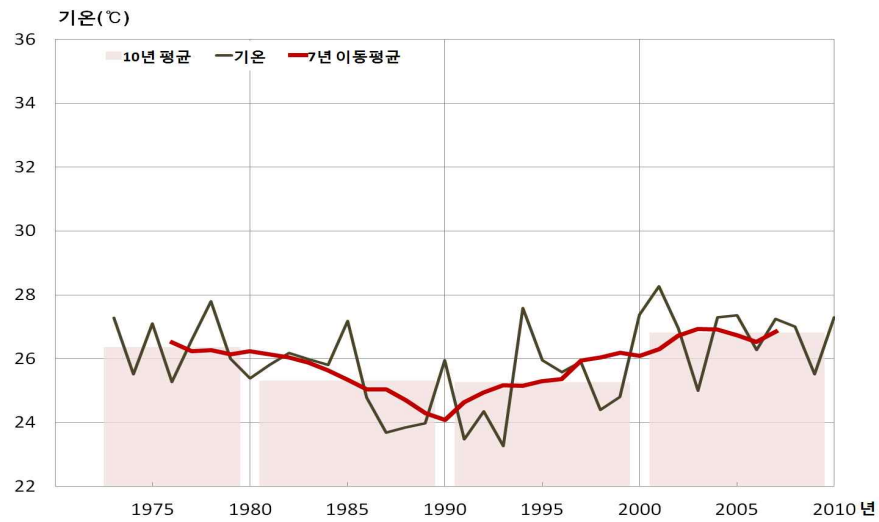


그림 3-162. 대관령의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

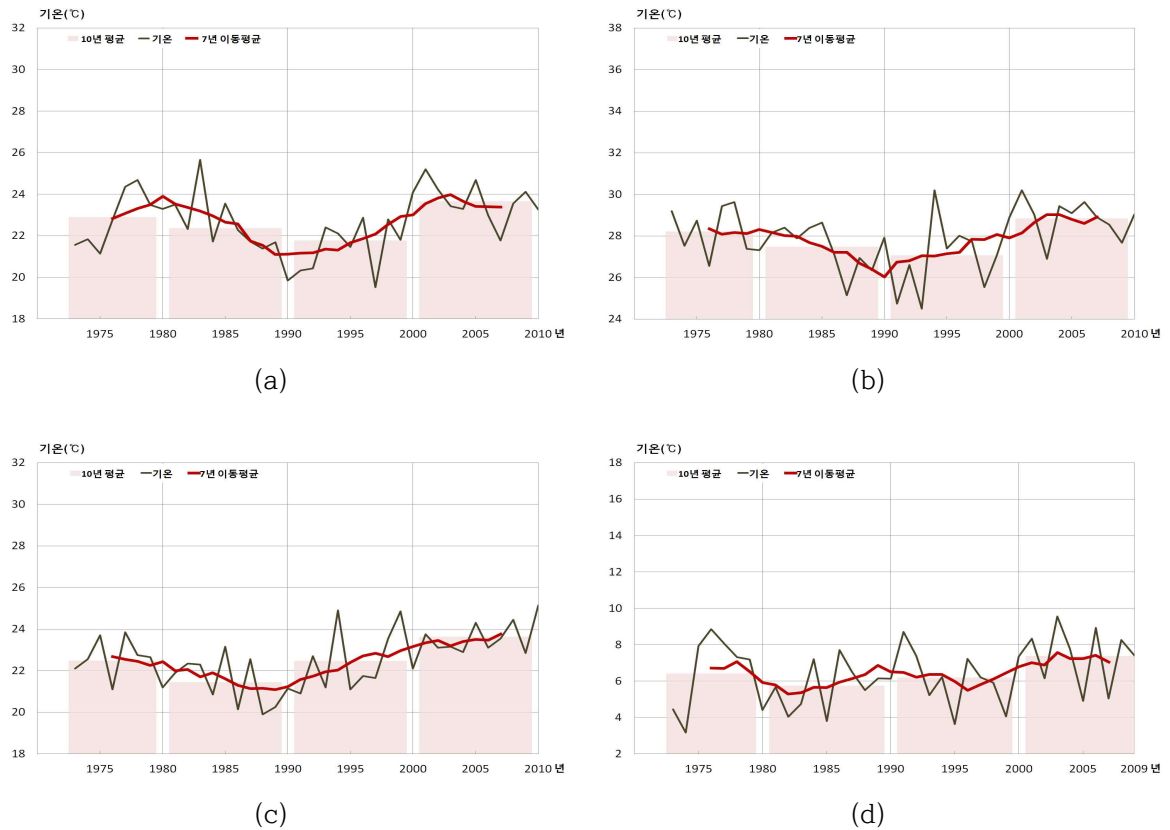


그림 3-163. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 강릉

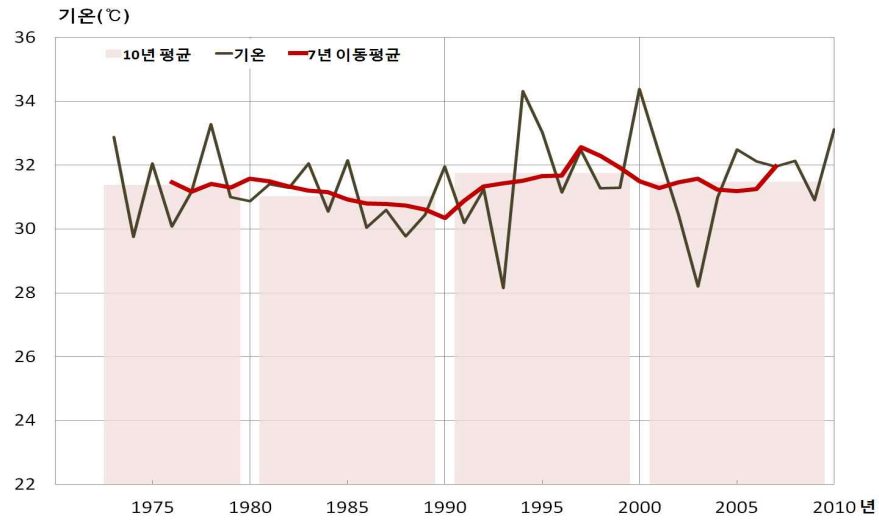


그림 3-164. 강릉의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

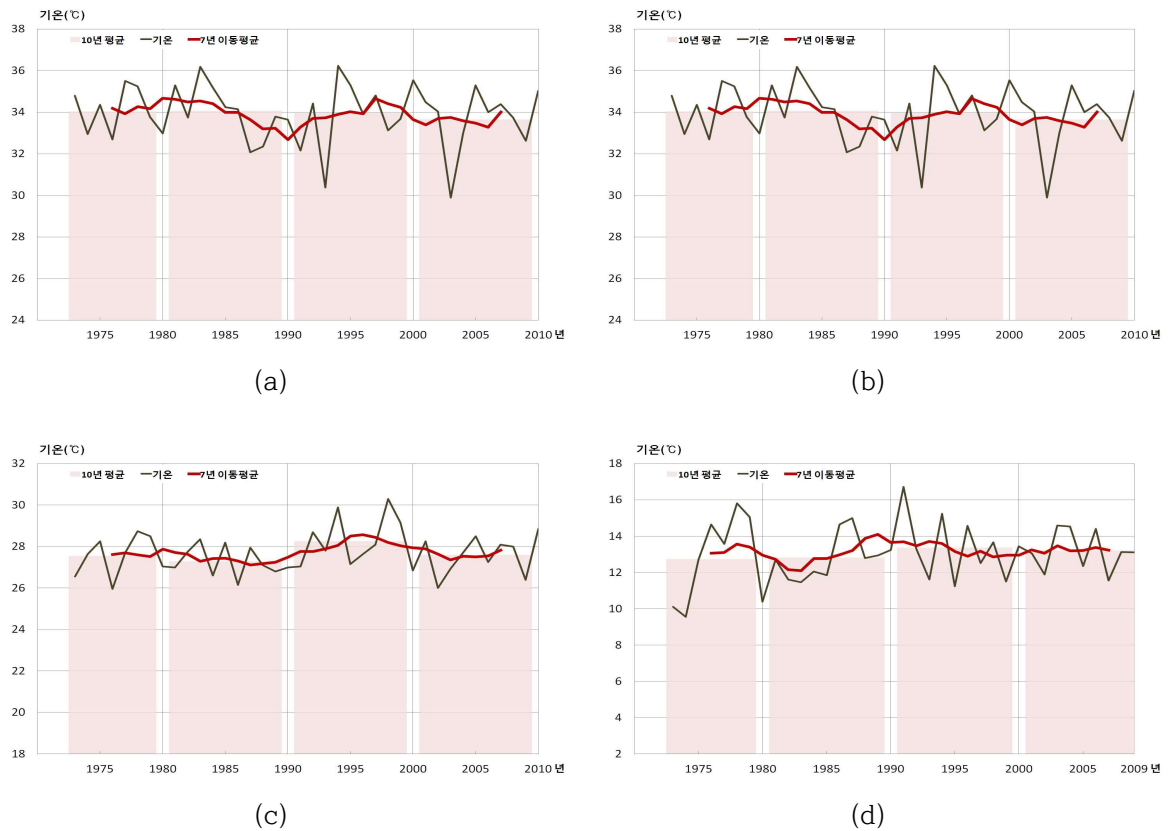


그림 3-165. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

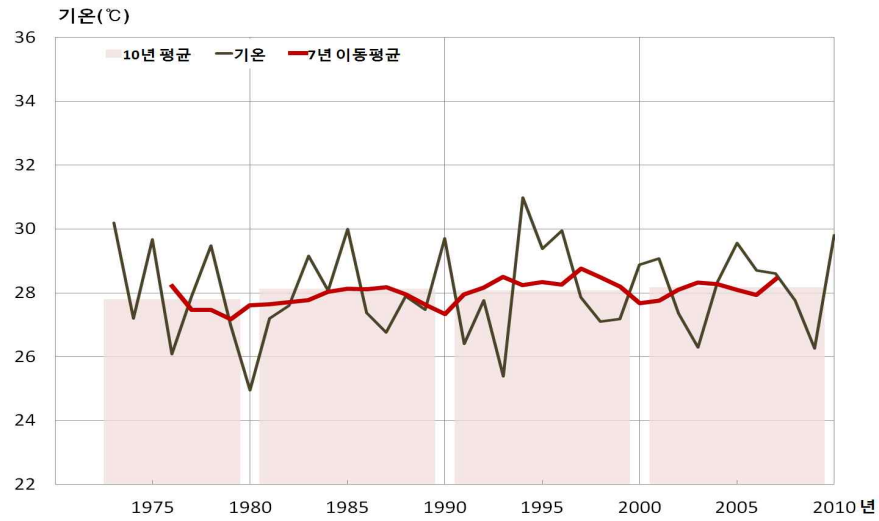
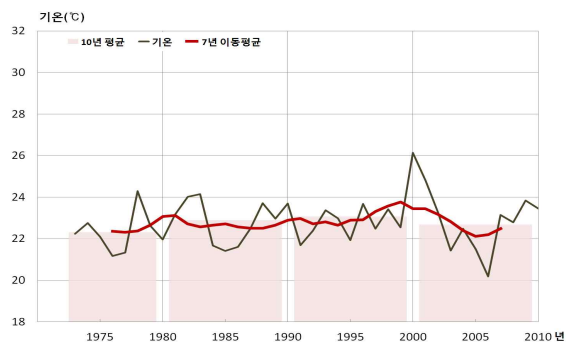
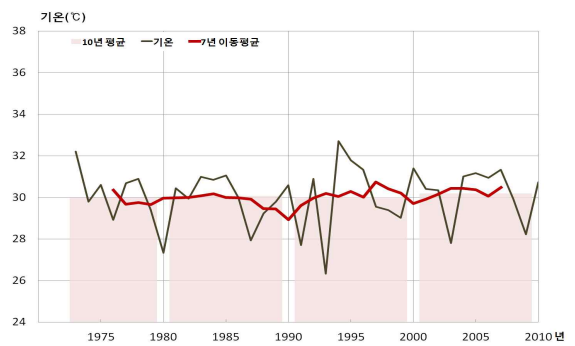


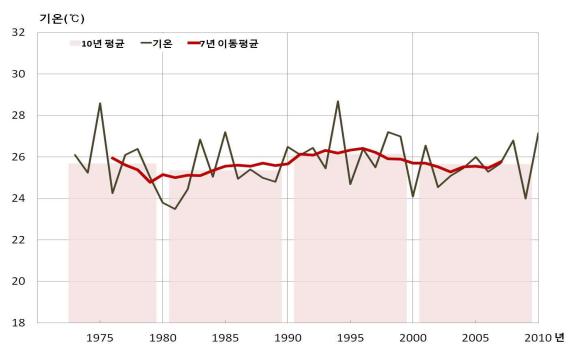
그림 3-166. 울릉도의 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



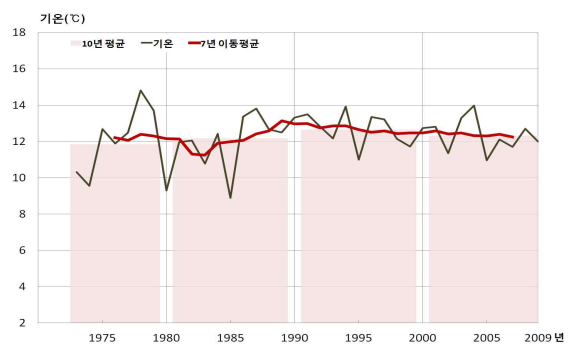
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-167. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-62. 10년 단위 최고기온 상위 95퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	28.7	28.7	29.3	29.8
대관령	-	-	-	-	-	-	26.4	25.3	25.3	26.8
강릉	31.1	32.2	31.9	31.5	제외 (결측포함)	31.3	31.5	31.0	31.8	31.5
울릉도	-	-	-	28.5	제외 (결측포함)	28.5	27.8	28.1	28.1	28.2

표 3-63. 연, 계절 최고기온 상위 95퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.044*	0.048*	0.024	0.036*	0.029
대관령	0.017	0.019	0.017	0.049*	0.035
강릉	0.017	0.013	-0.012	0.014	0.023
울릉도	0.009	0.015	0.002	0.007	0.021

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(2) 최고기온 99퍼센타일

가. 속초

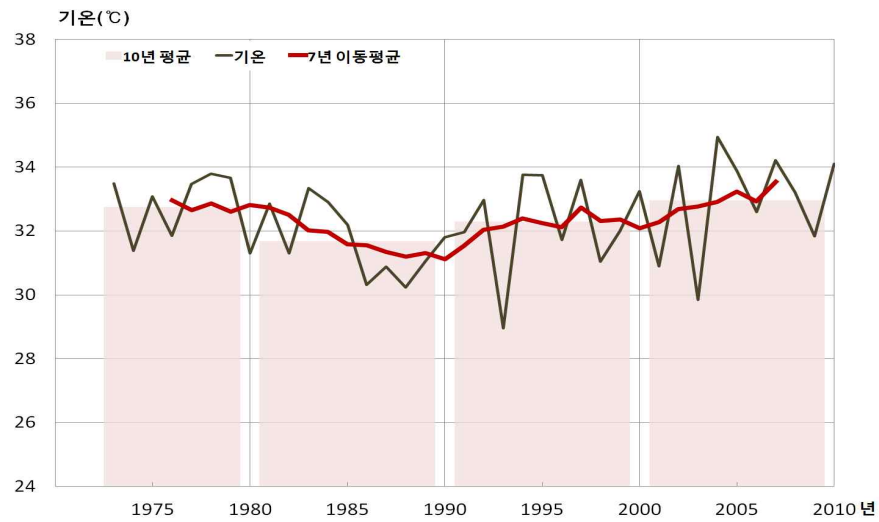
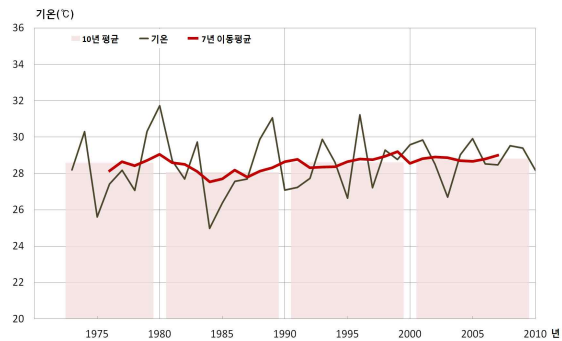
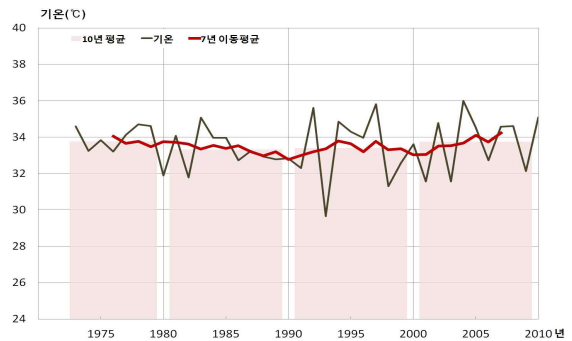


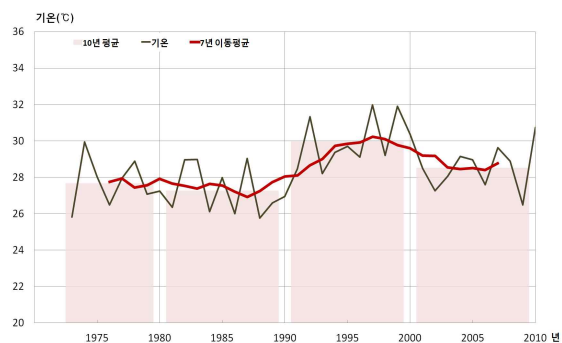
그림 3-168. 속초의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)



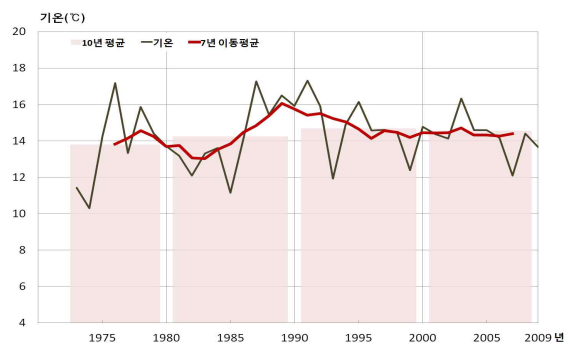
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-169. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

나. 대관령

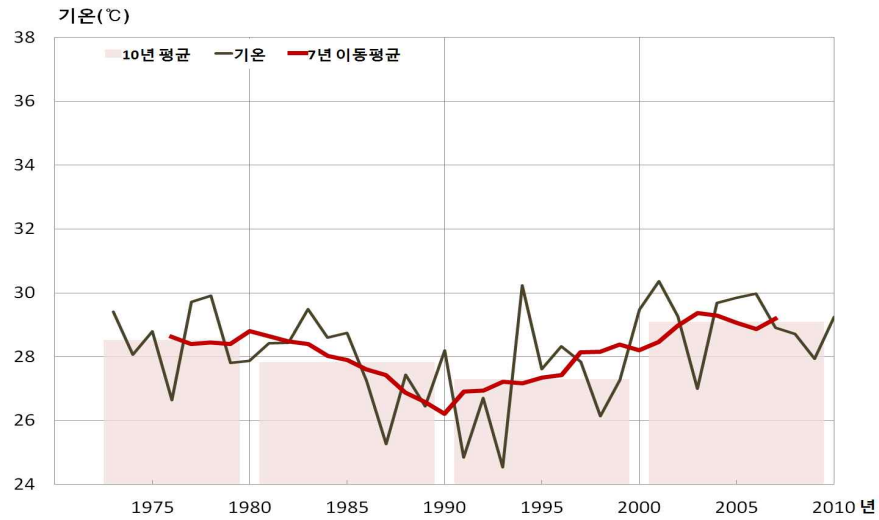
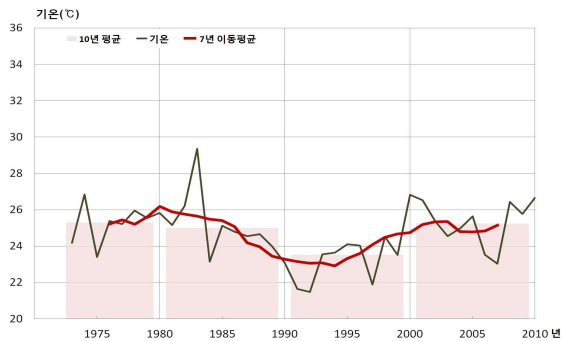
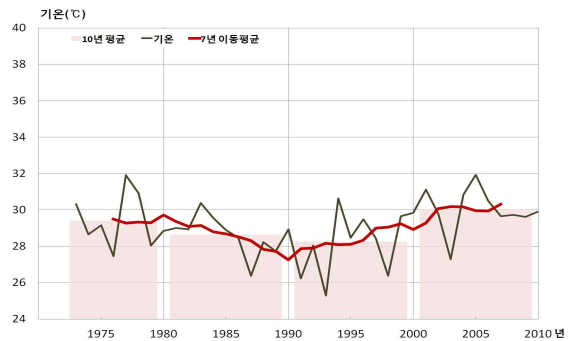


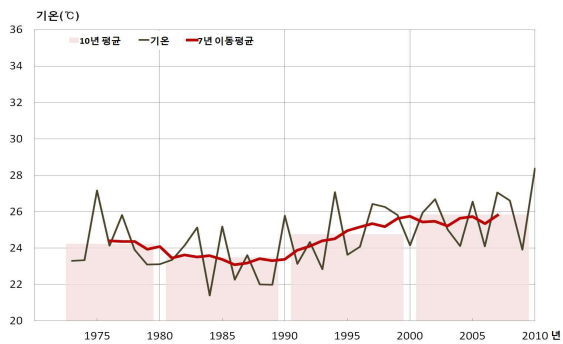
그림 3-170. 대관령의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)



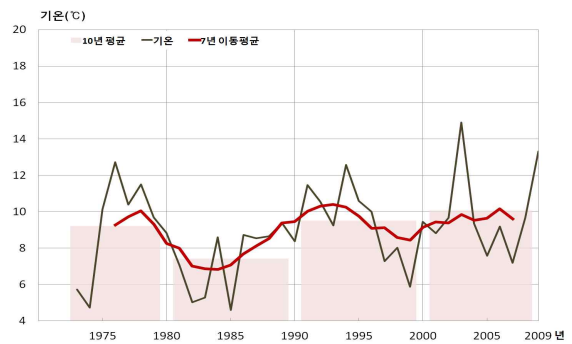
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-171. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 강릉

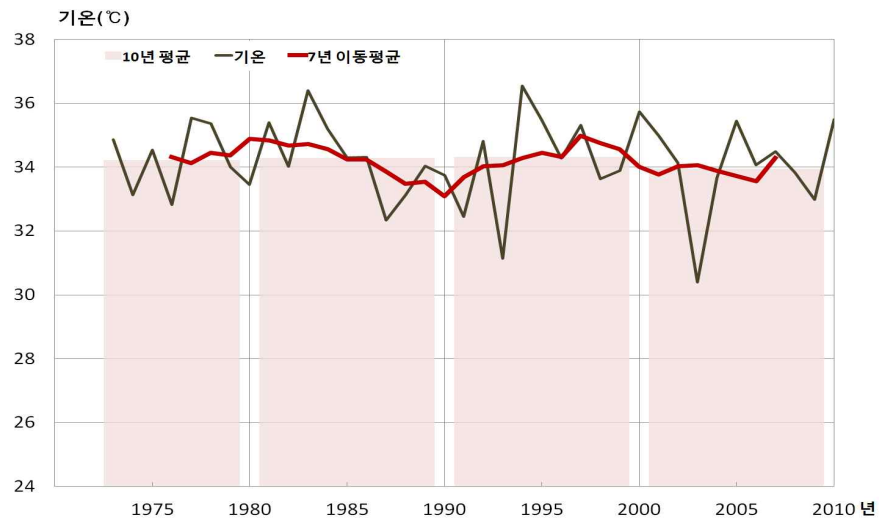


그림 3-172. 강릉의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

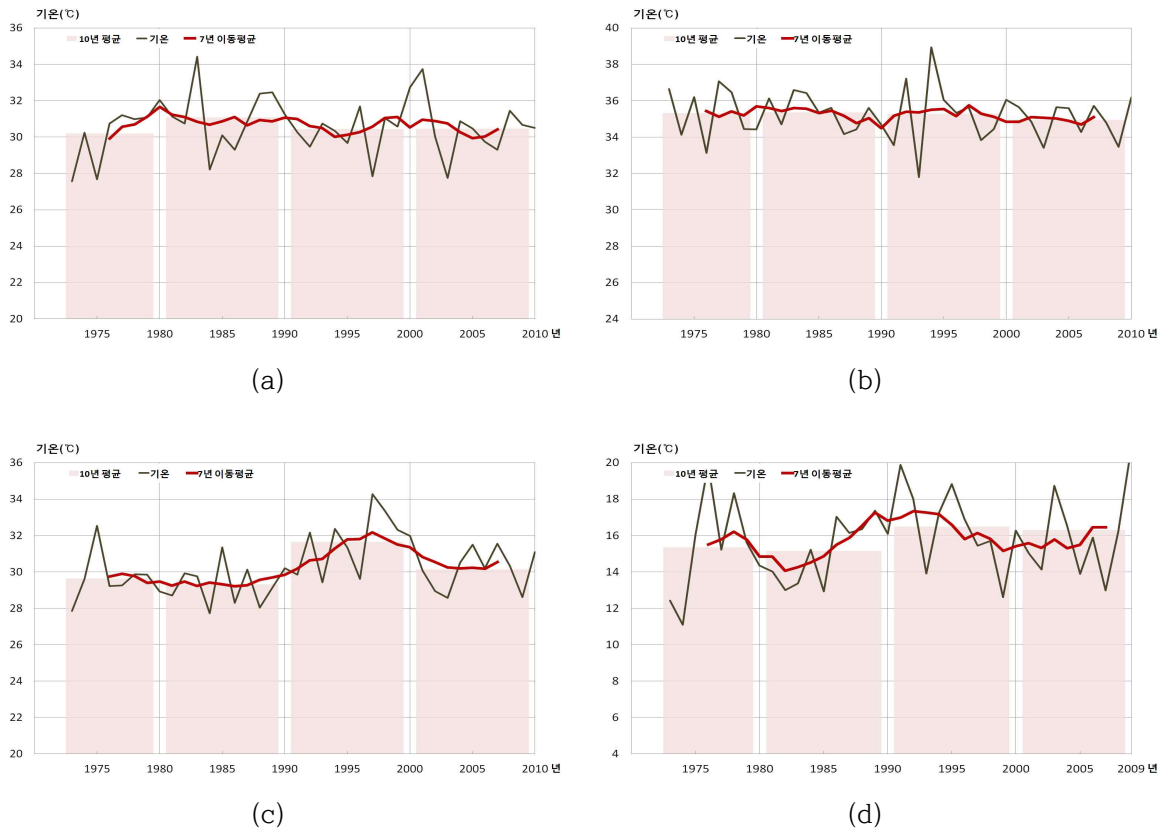


그림 3-173. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

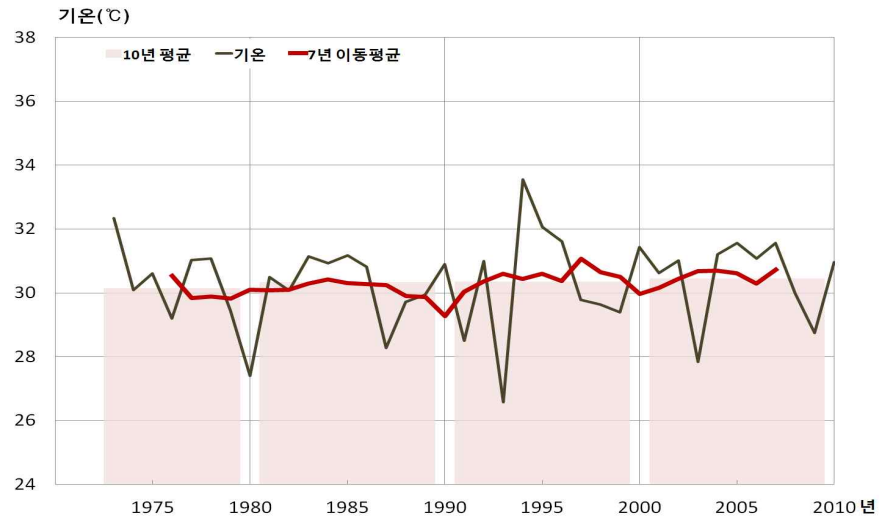
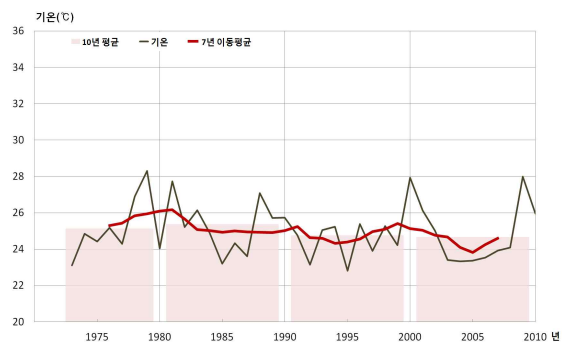
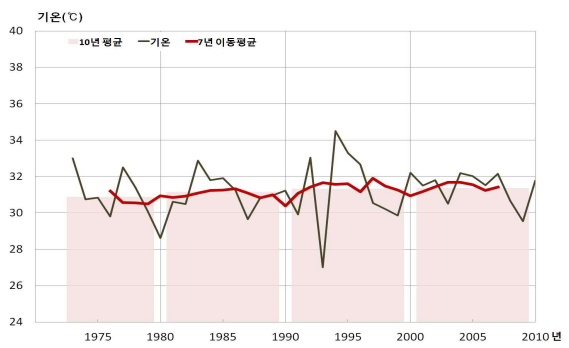


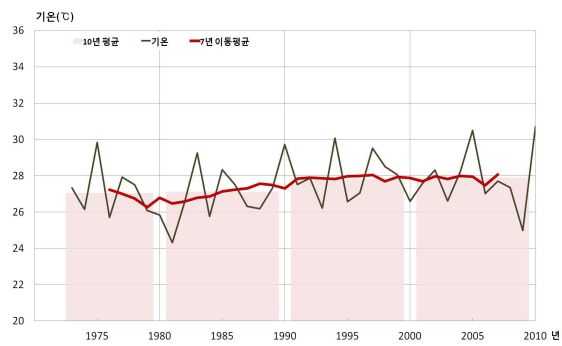
그림 3-174. 울릉도의 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)



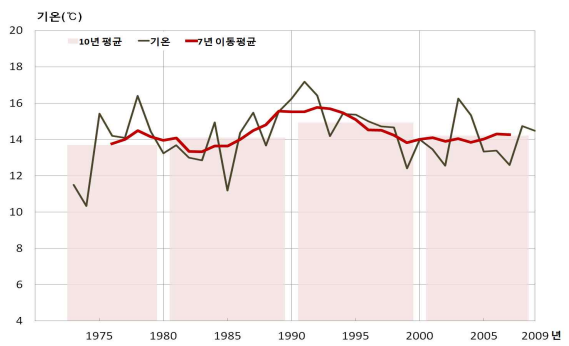
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-175. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최고기온 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-64. 영동의 10년 단위 최고기온 상위 99퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	32.8	31.7	32.3	33.0
대관령	-	-	-	-	-	-	28.7	27.8	27.3	29.1
강릉	34.2	34.3	35.1	33.9	제외 (결측포함)	34.0	34.2	34.3	34.3	33.9
울릉도	-	-	-	30.7	제외 (결측포함)	30.6	30.2	30.3	30.4	30.5

표 3-65. 연, 계절 최고기온 상위 99퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.017	0.022	0.002	0.055*	0.034
대관령	0.015	-0.011	0.020	0.068**	0.058
강릉	-0.008	0.006	-0.015	0.044*	0.052
울릉도	0.006	-0.012	0.010	0.035	0.027

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(3) 최저기온 1퍼센타일

가. 속초

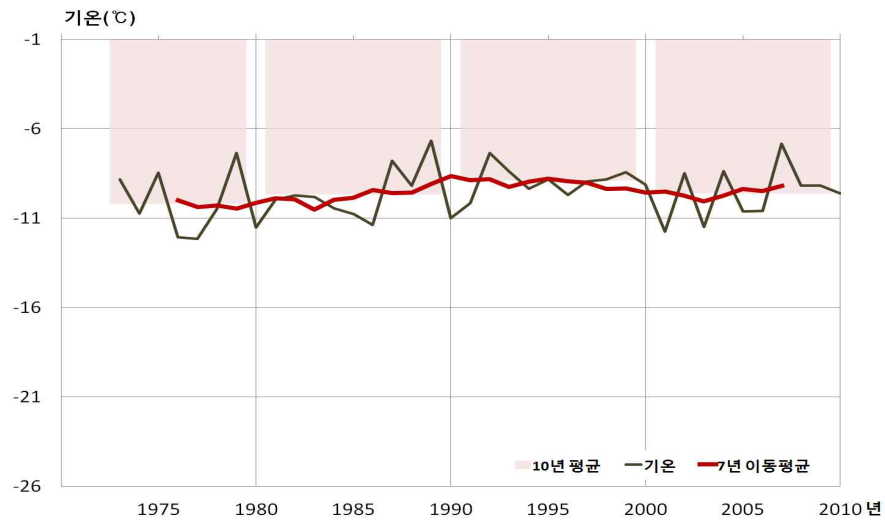
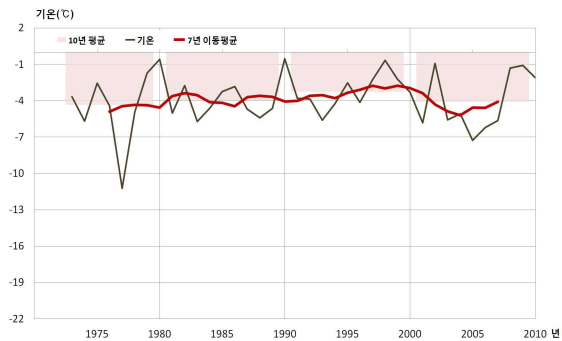
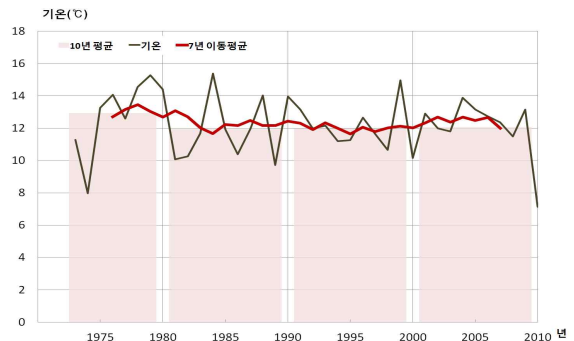


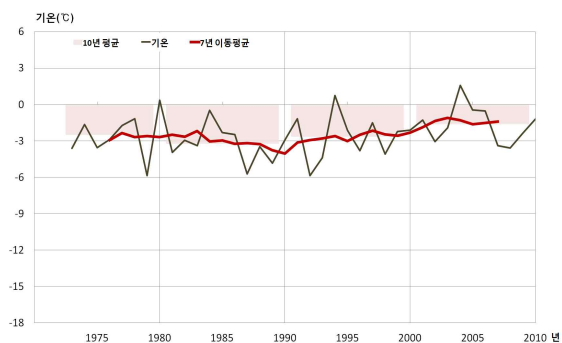
그림 3-176. 속초의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)



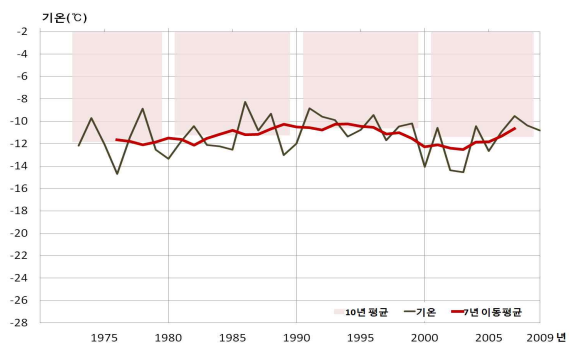
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-177. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)

나. 대관령

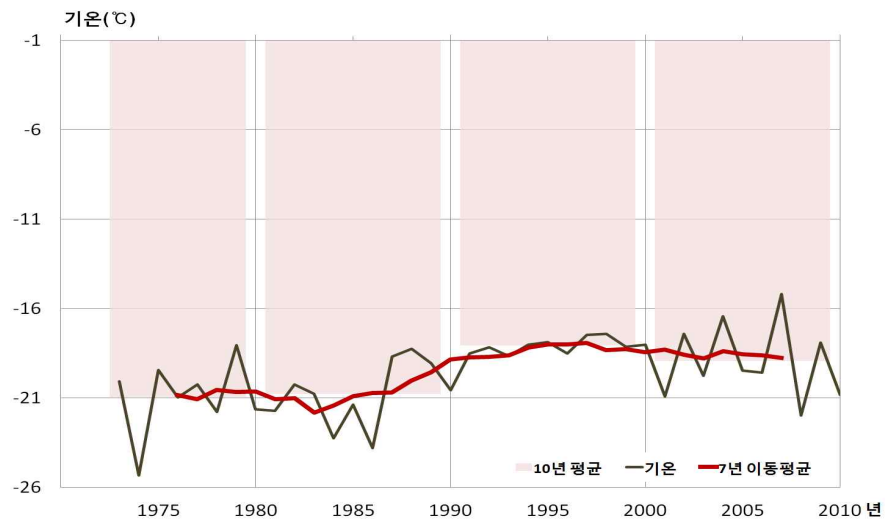
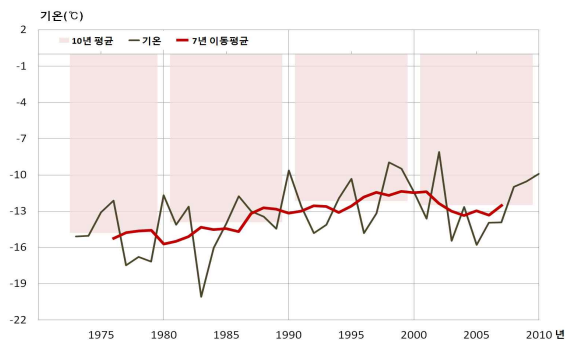
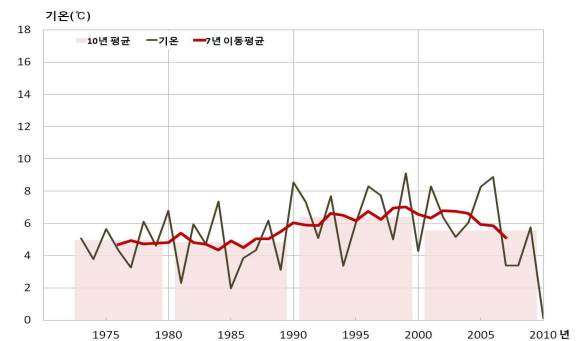


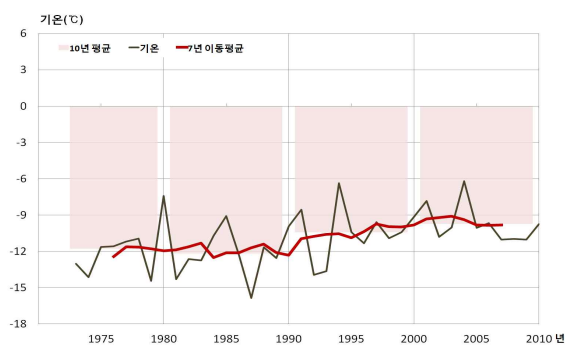
그림 3-178. 대관령의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)



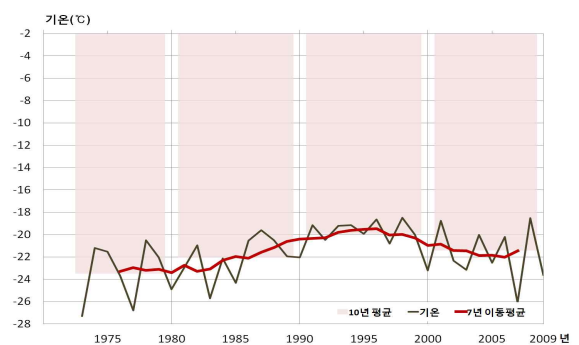
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-179. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 강릉

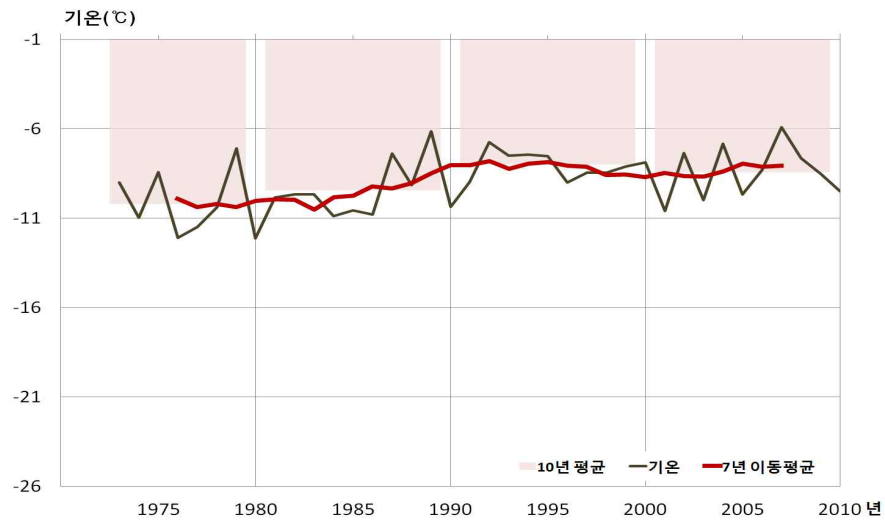
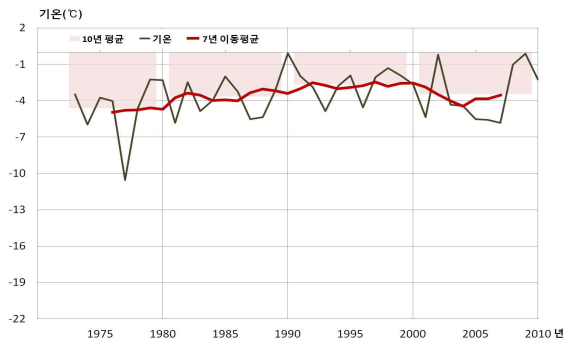
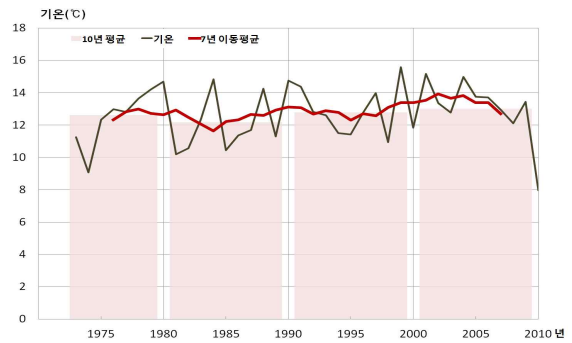


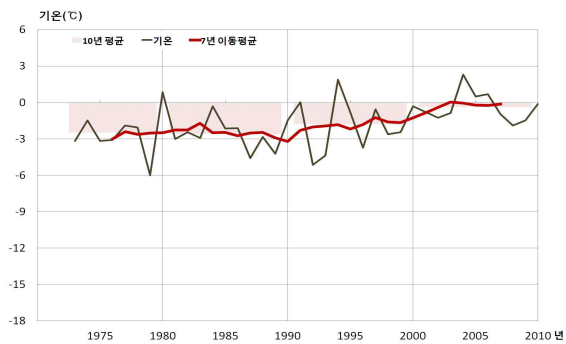
그림 3-180. 강릉의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)



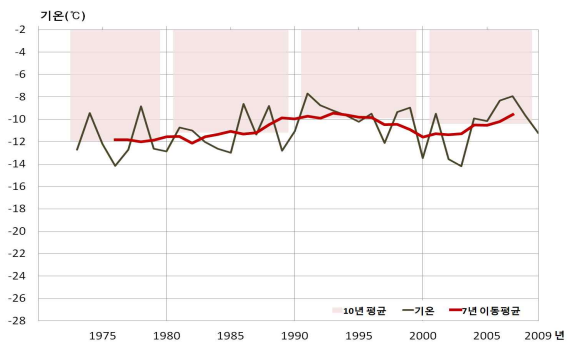
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-181. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 울릉도

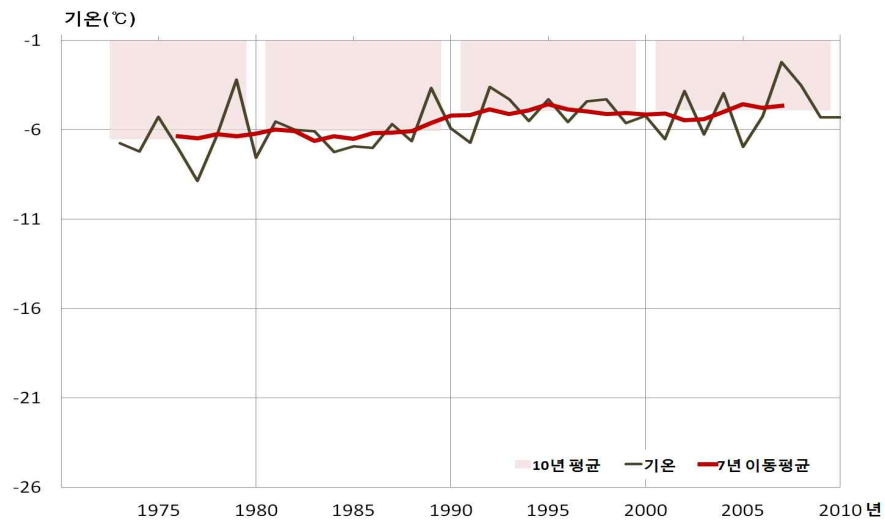
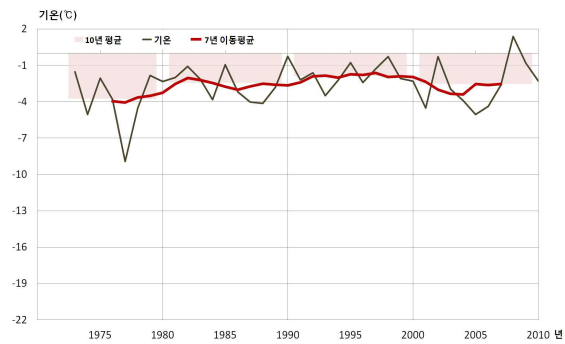
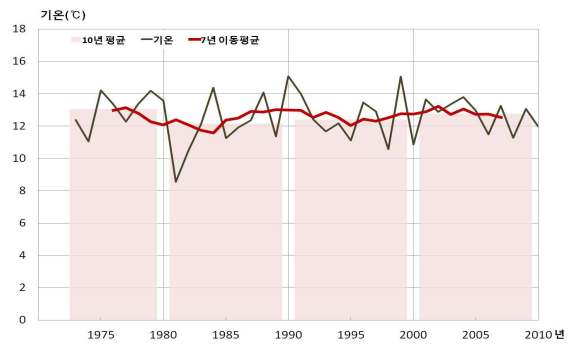


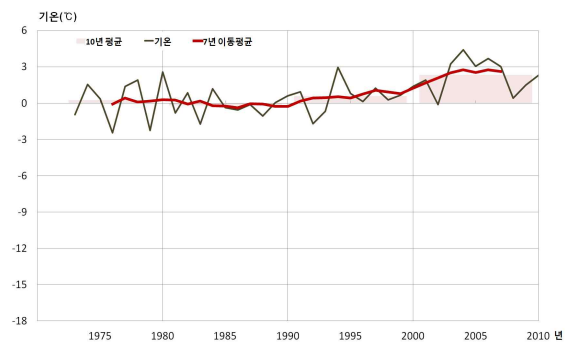
그림 3-182. 울릉도의 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)



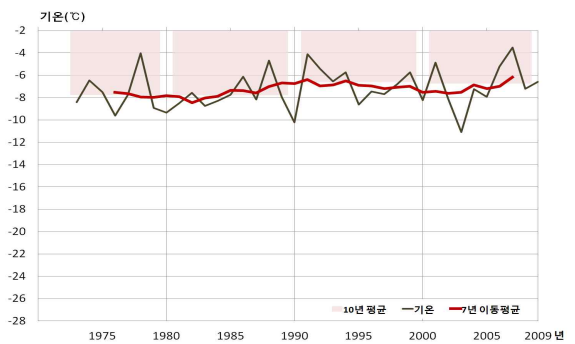
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-183. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 1퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-66. 10년 단위 최저기온 하위 1퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	-9.8	-9.7	-8.9	-9.6
대관령	-	-	-	-	-	-	-21.0	-20.4	-18.3	-18.7
강릉	-10.8	-11.2	-11.3	-10.7	제외 (결측포함)	-10.6	-9.7	-9.4	-8.0	-8.4
울릉도	-	-	-	-7.0	제외 (결측포함)	-7.0	-6.1	-6.1	-4.9	-4.9

표 3-67. 연, 계절 최저기온 하위 1퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.027	0.029	-0.018	0.035	0.017
대관령	0.091**	0.101**	0.029	0.086**	0.077*
강릉	0.067**	0.052	0.022	0.072**	0.054
울릉도	0.062**	0.041	0.003	0.077**	0.041*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(4) 최저기온 5퍼센타일

가. 속초

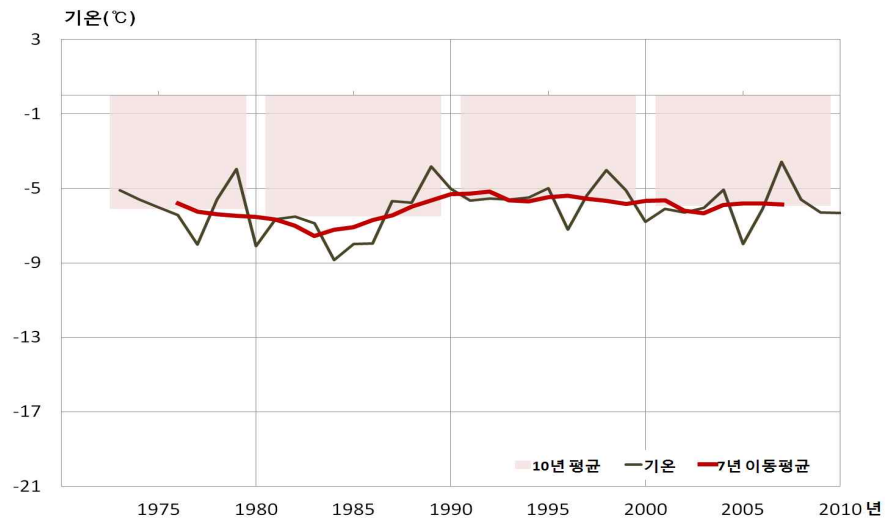
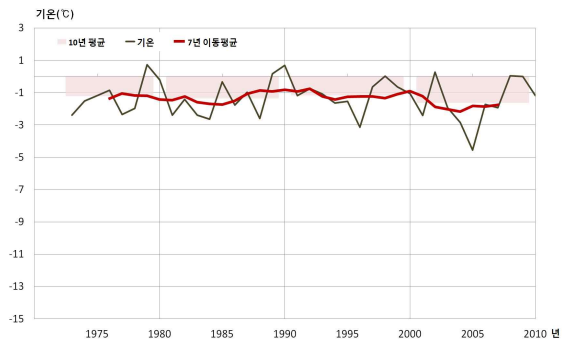
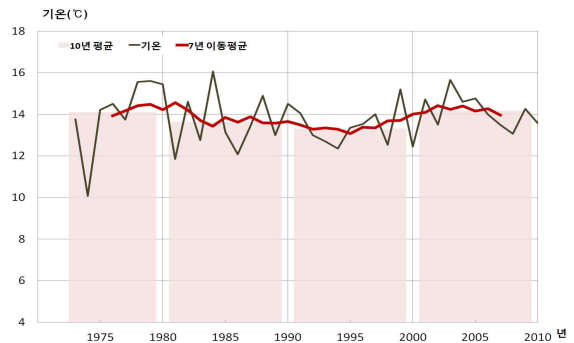


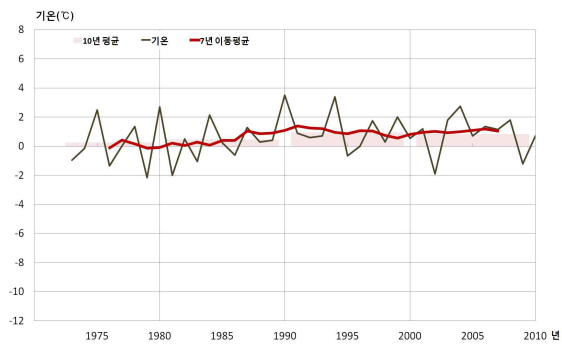
그림 3-184. 속초의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)



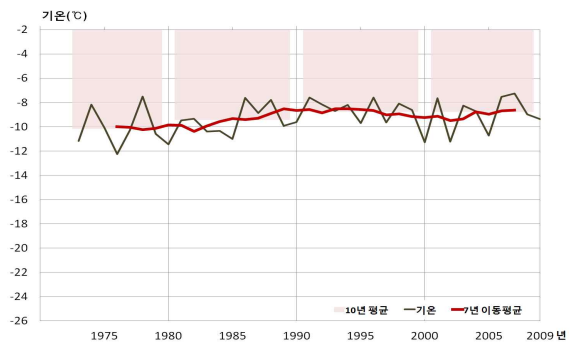
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-185. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)

나. 대관령

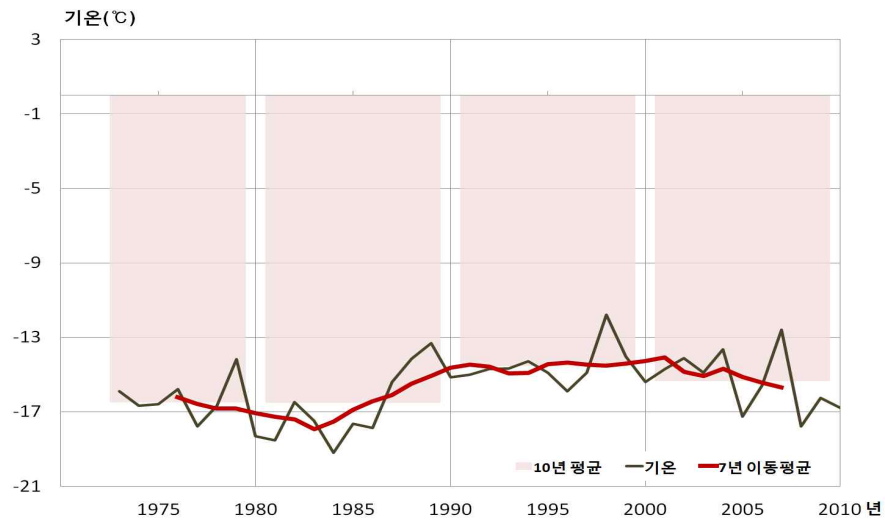
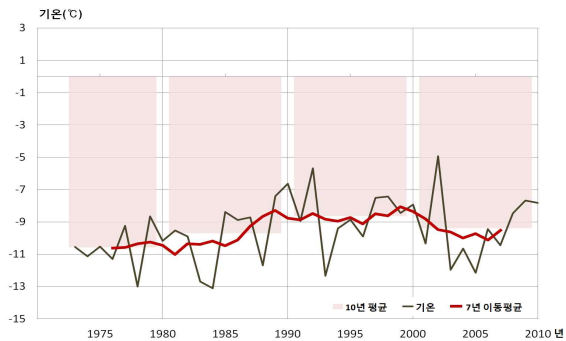
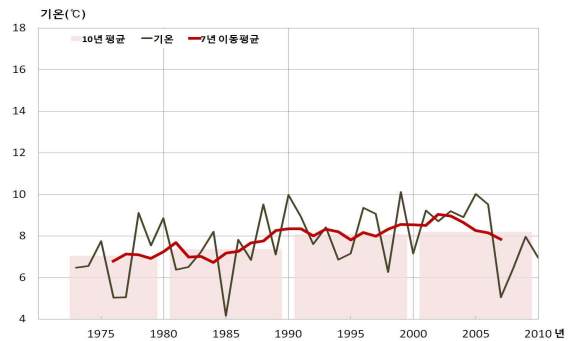


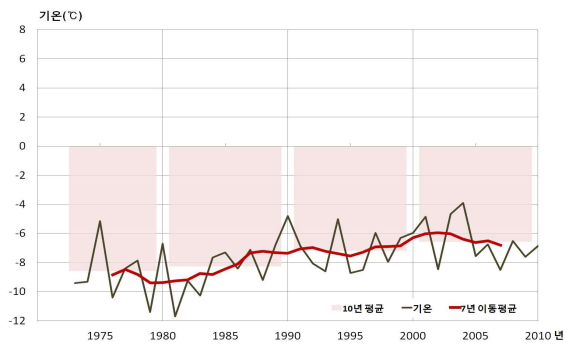
그림 3-186. 대관령의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)



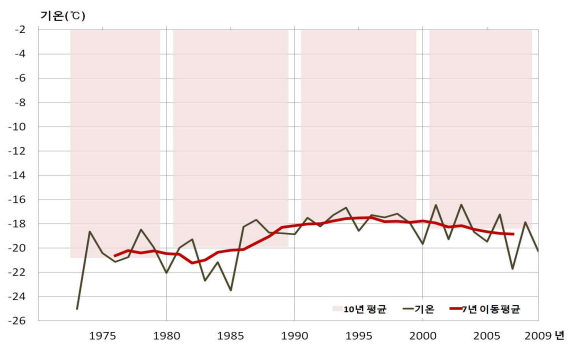
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-187. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 강릉

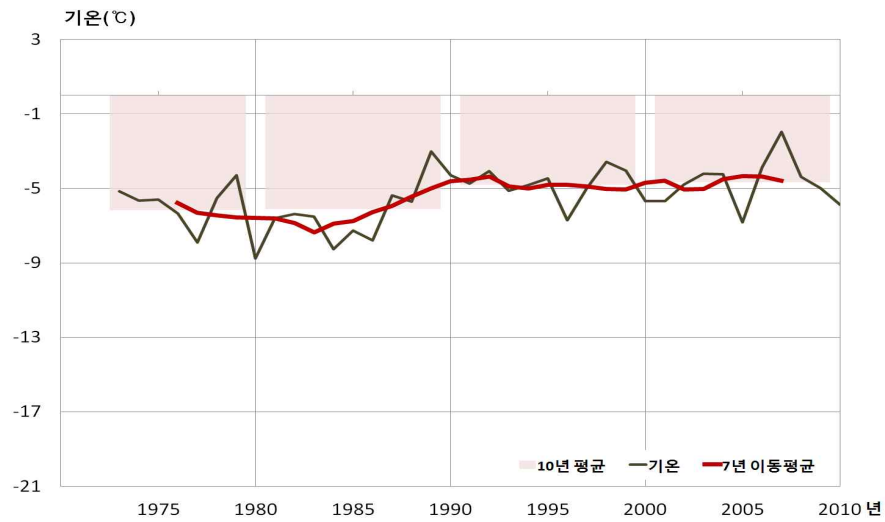
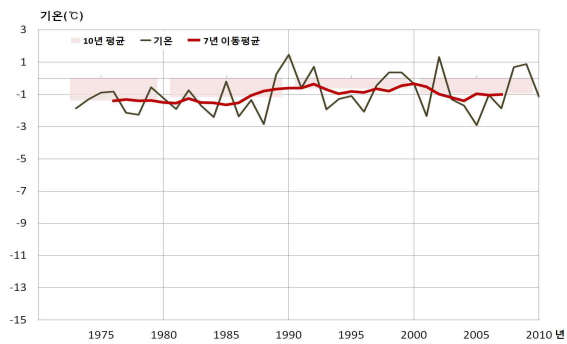
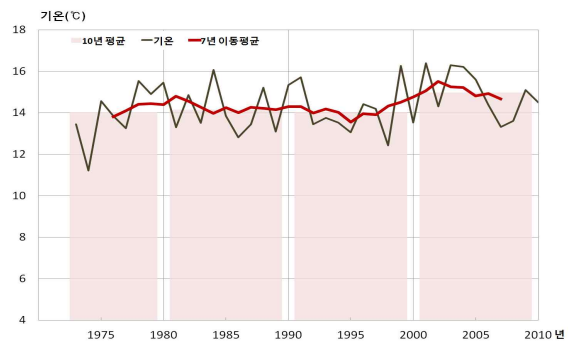


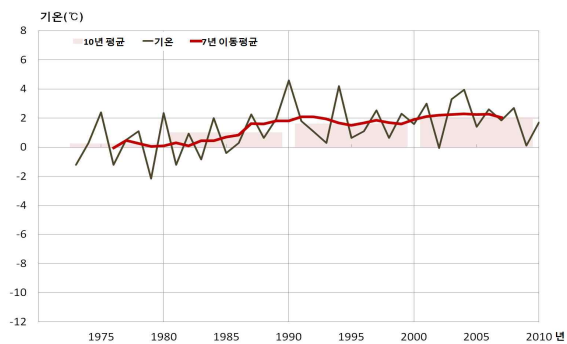
그림 3-188. 강릉의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)



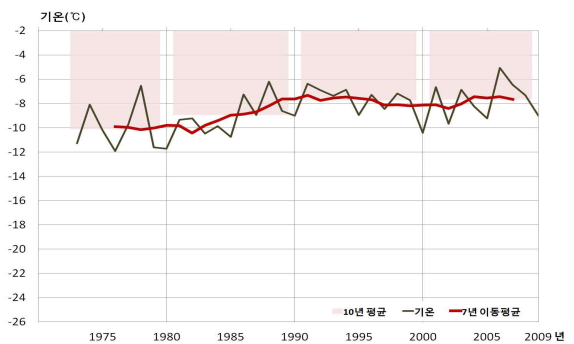
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-189. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

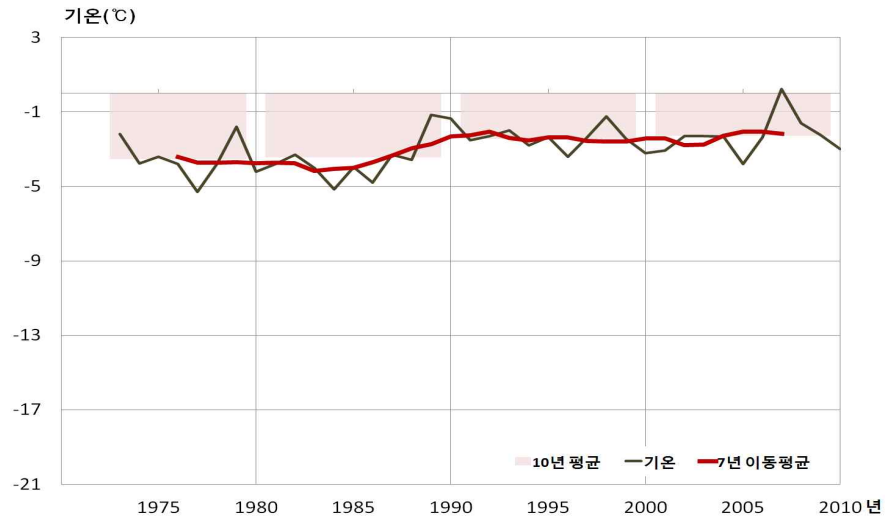
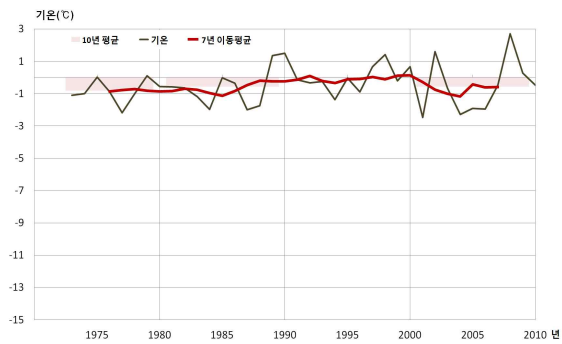
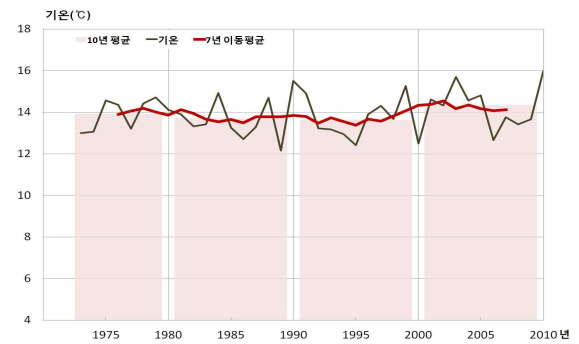


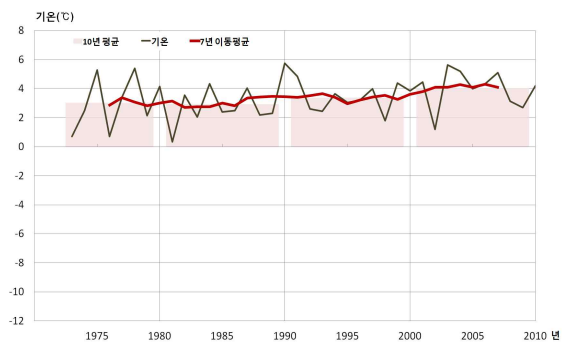
그림 3-190. 울릉도의 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)



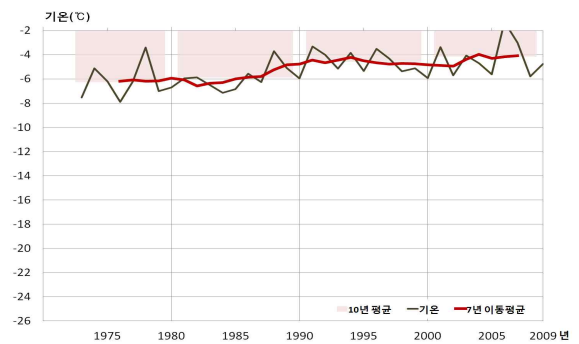
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-191. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 최저기온 하위 5퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-68. 10년 단위 최저기온 하위 5퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : °C)

지역 \ 기간	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	-5.9	-6.5	-5.6	-5.9
대관령	-	-	-	-	-	-	-16.7	-16.5	-14.6	-15.4
강릉	-6.9	-5.8	-7.8	-7.7	제외 (결측포함)	-7.0	-6.0	-6.1	-4.8	-4.7
울릉도	-	-	-	-4.7	제외 (결측포함)	-4.1	-3.3	-3.4	-2.5	-2.3

표 3-69. 연, 계절 최저기온 하위 5퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

지역 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.019	0	0.005	0.028	0.045*
대관령	0.056*	0.054	0.043*	0.078**	0.091**
강릉	0.061*	0.025	0.028	0.064**	0.078**
울릉도	0.052**	0.021	0.014	0.040*	0.075**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(5) 강수량 상위 95퍼센타일

가. 속초

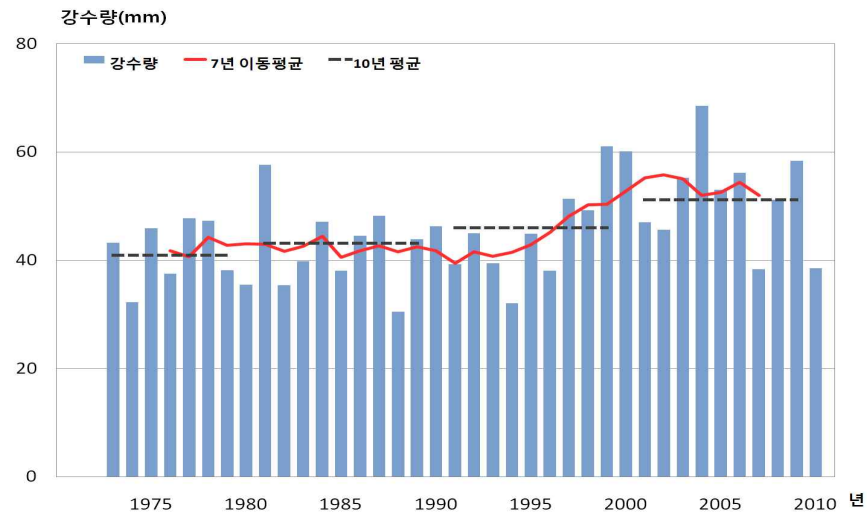
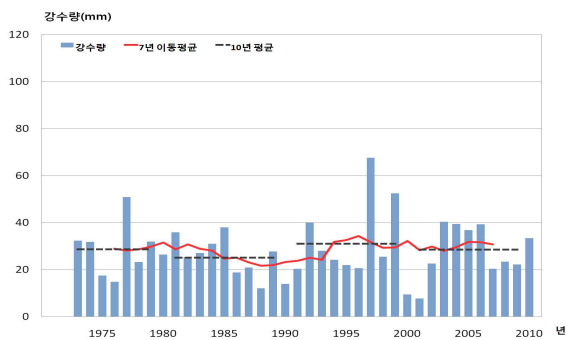
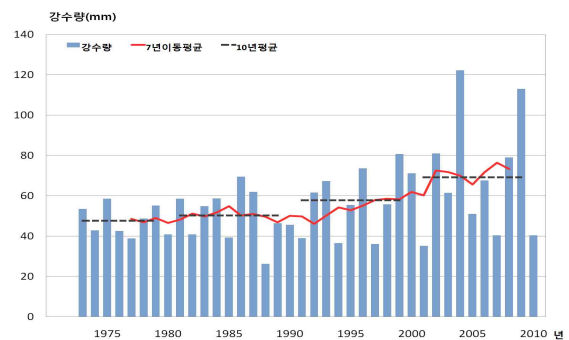


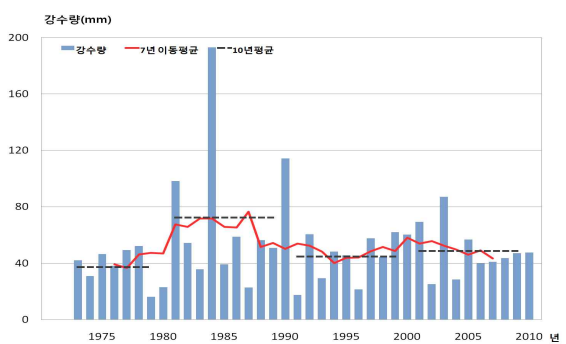
그림 3-192. 속초의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



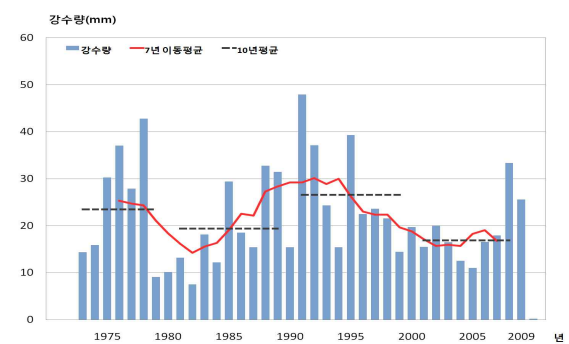
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-193. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

나. 대관령

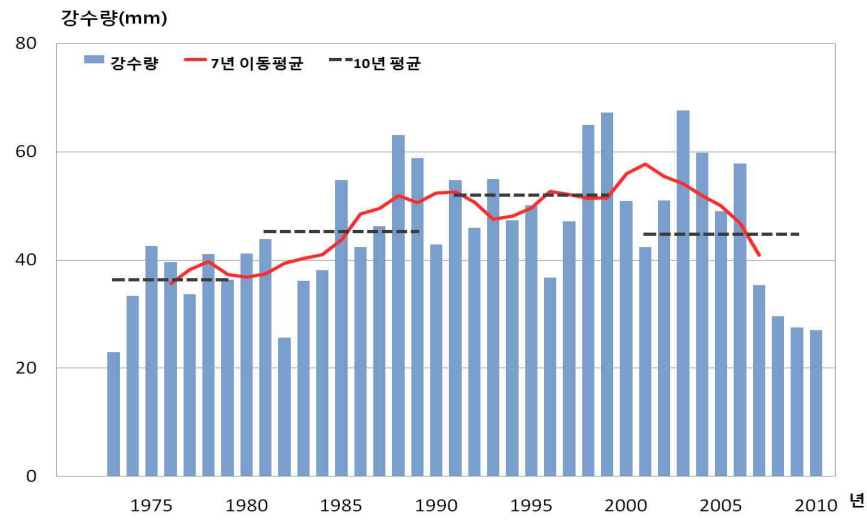
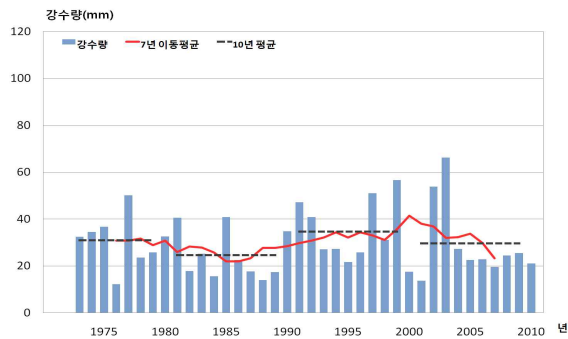
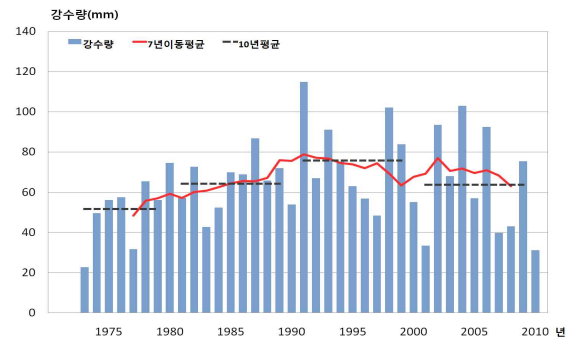


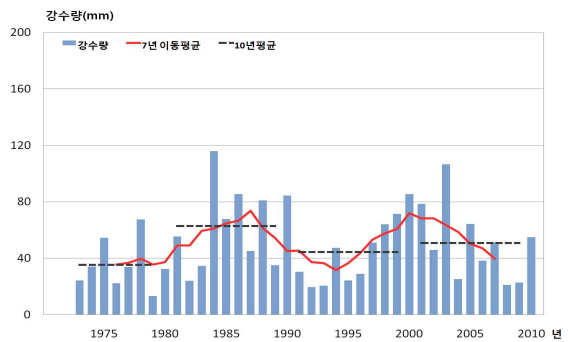
그림 3-194. 대관령의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



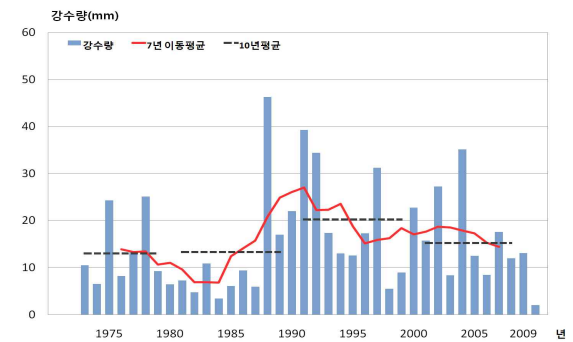
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-195. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

다. 강릉

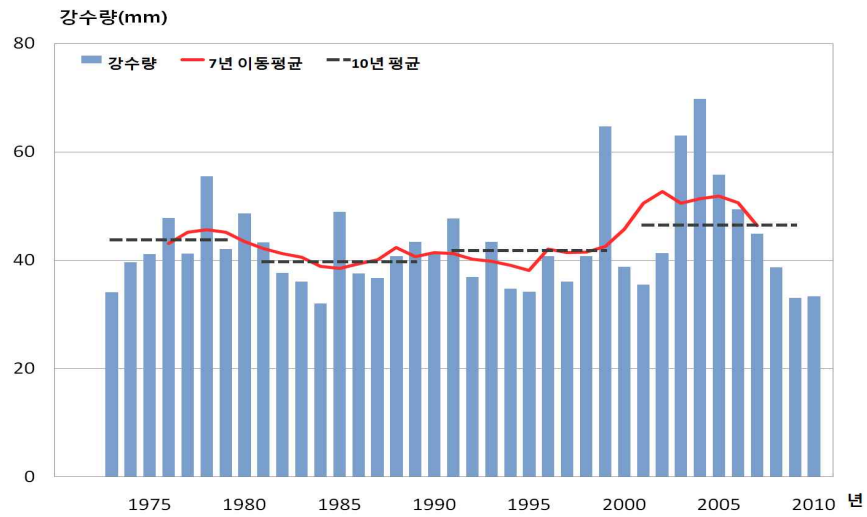
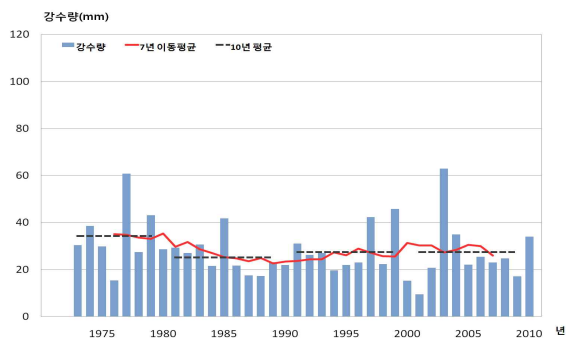
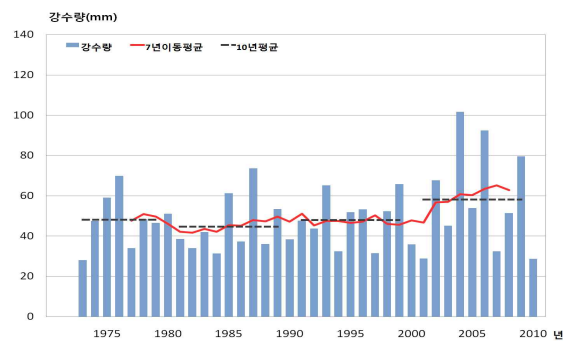


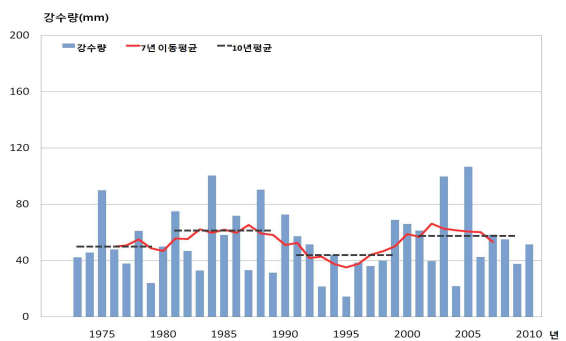
그림 3-196. 강릉의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



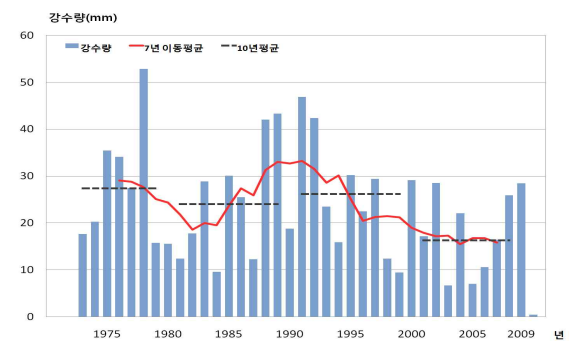
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-197. 강릉의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

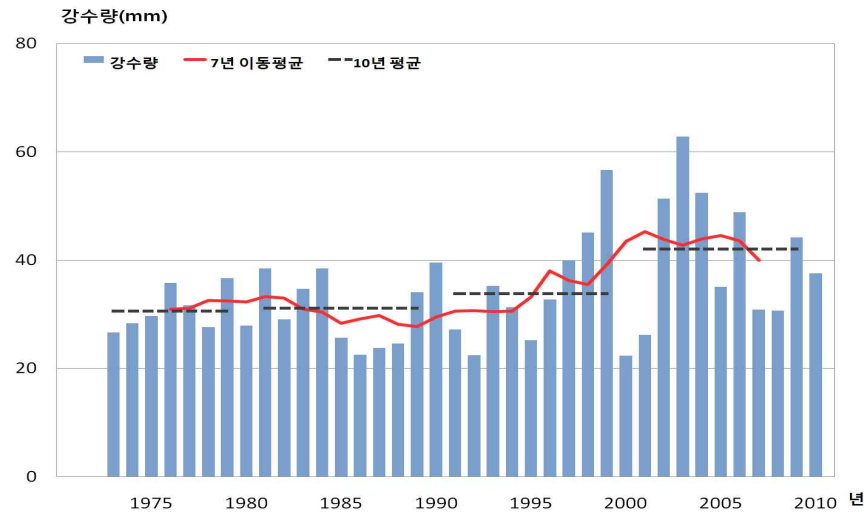
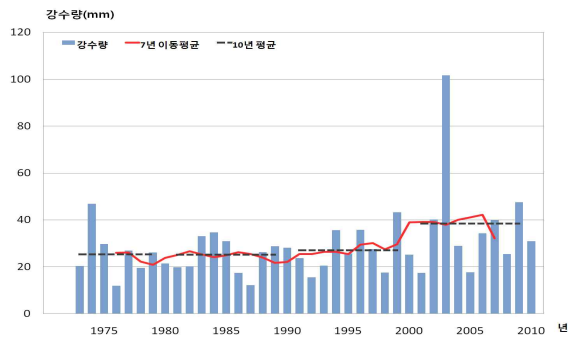
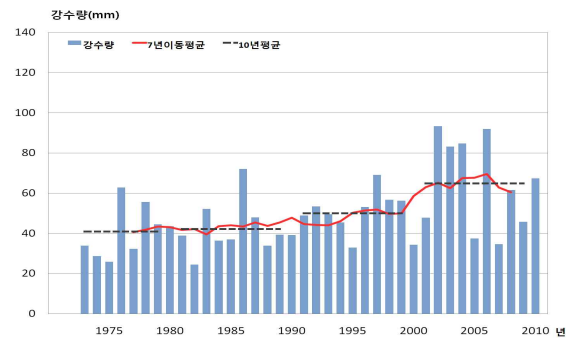


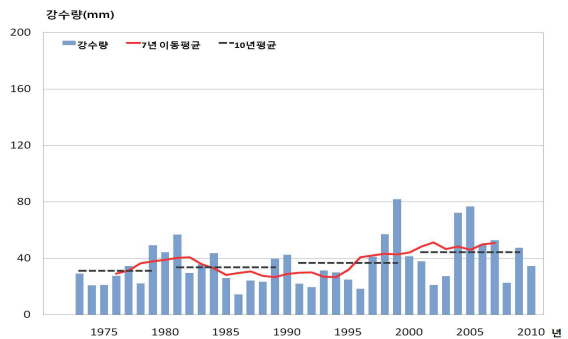
그림 3-198. 울릉도의 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)



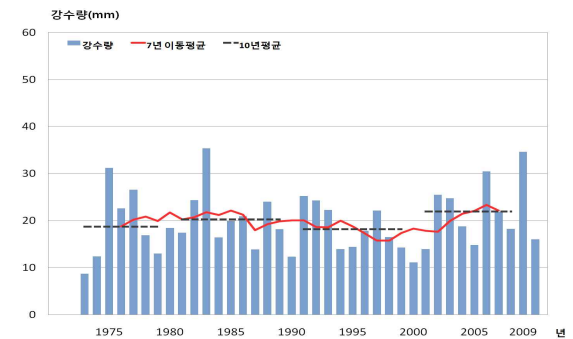
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-199. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 95퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-70. 10년 단위 강수량 상위 95퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : mm)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	40.5	43.2	46.1	51.2
대관령	-	-	-	-	-	-	35.9	45.2	52.0	44.7
강릉	37.3	39.8	37.3	35.9	제외 (결측포함)	41.2	43.4	39.8	41.8	46.5
울릉도	-	-	-	30.6	제외 (결측포함)	28.0	28.9	31.1	33.8	42.0

표 3-71. 연, 계절 강수량 상위 95퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.353	0.055	0.743	-0.071	-0.140
대관령	0.289	0.011	0.381	0.276	0.107
강릉	0.122	-0.164	0.378	0.013	-0.324
울릉도	0.384	0.409	0.790	0.515	0.046

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(6) 강수량 상위 99퍼센타일

가. 속초

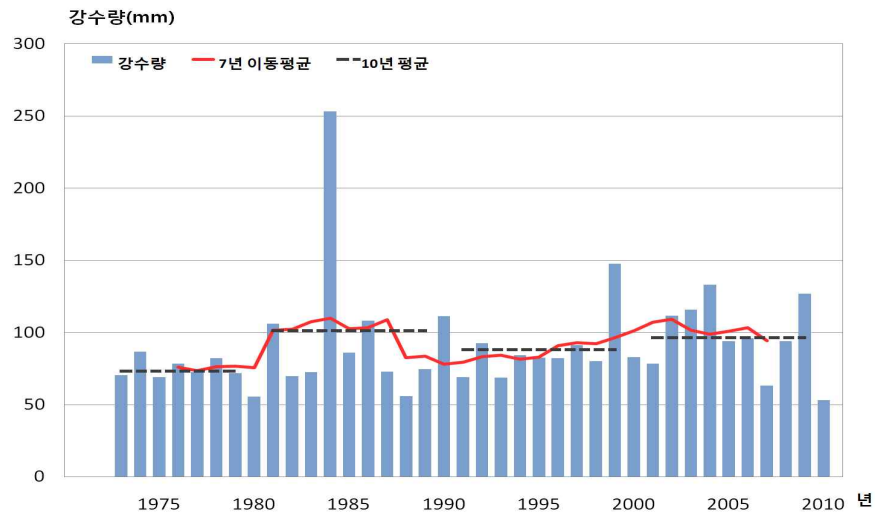
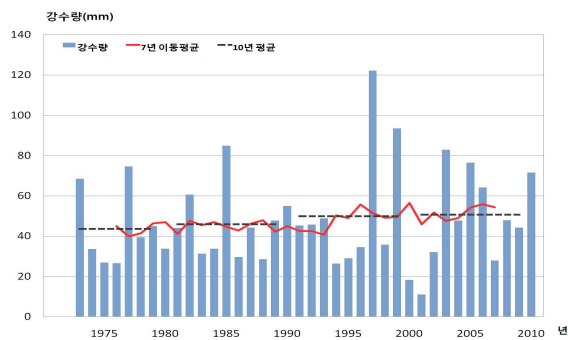
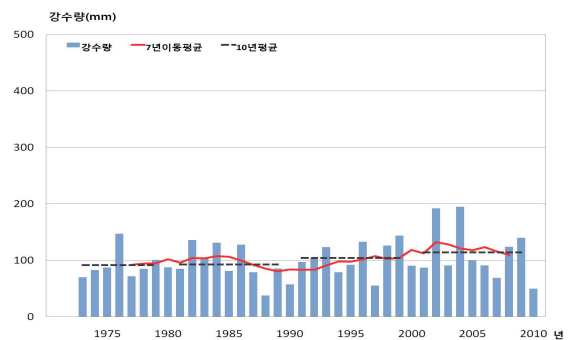


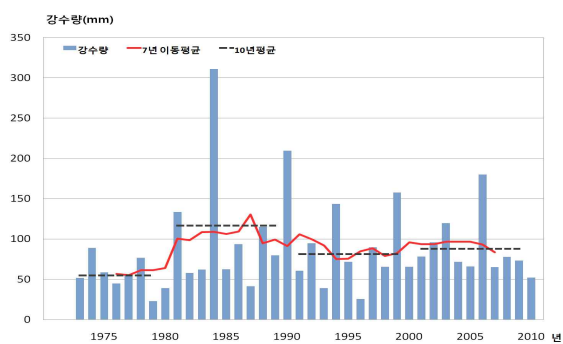
그림 3-200. 속초의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)



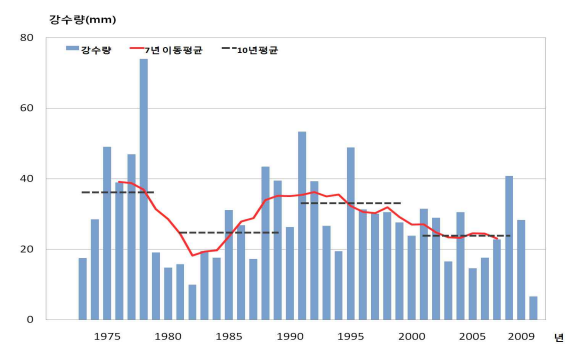
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-201. 속초의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)

나. 대관령

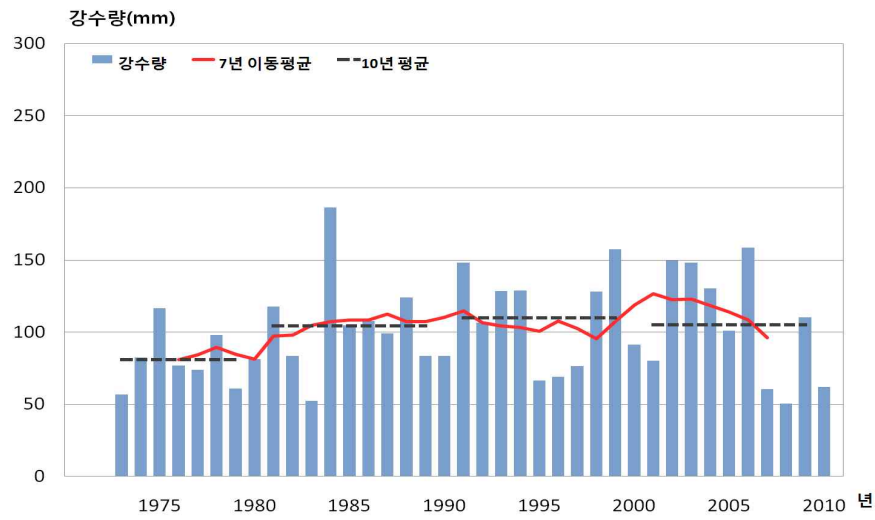
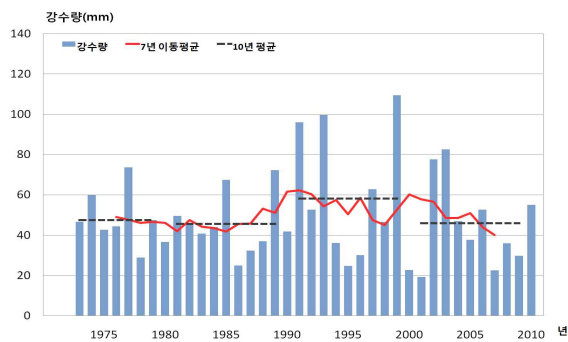
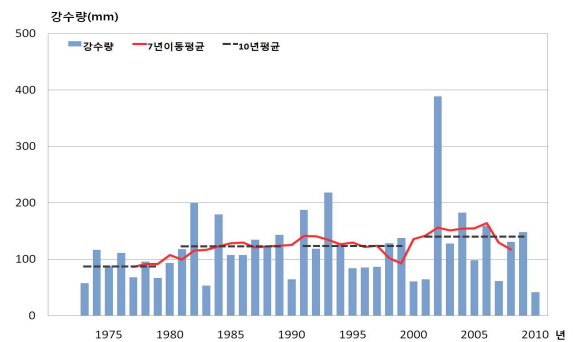


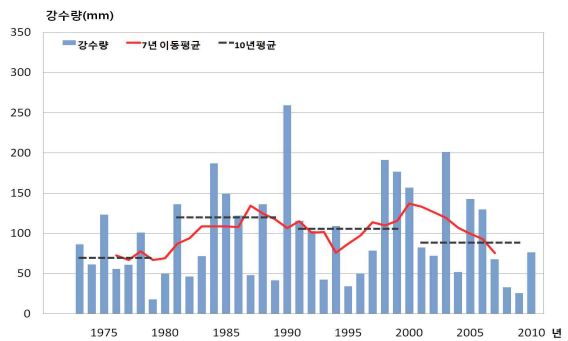
그림 3-202. 대관령의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)



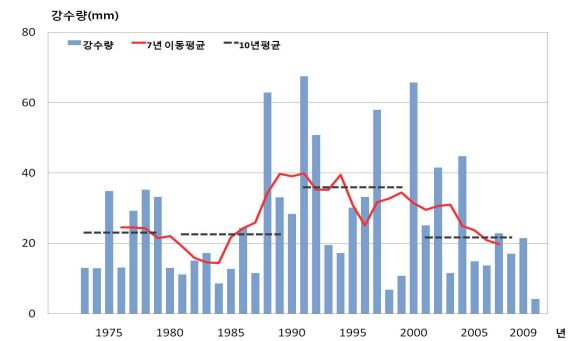
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-203. 대관령의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)

다. 강릉

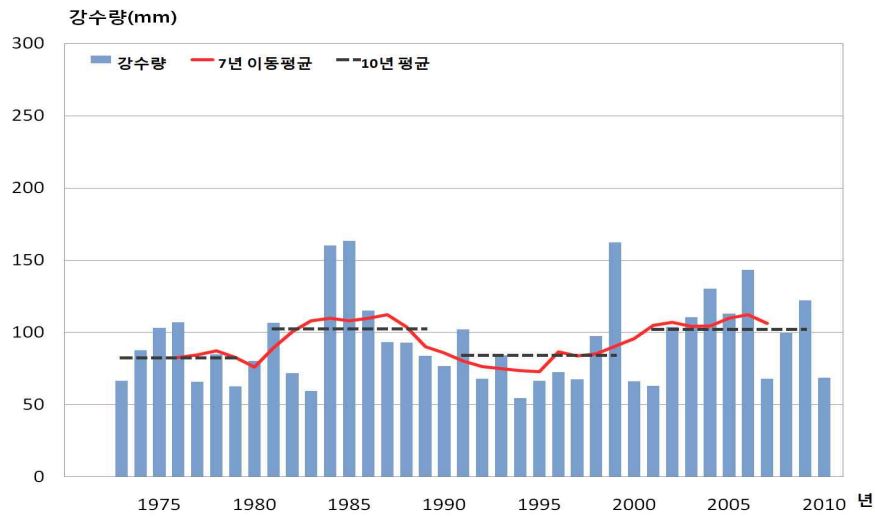
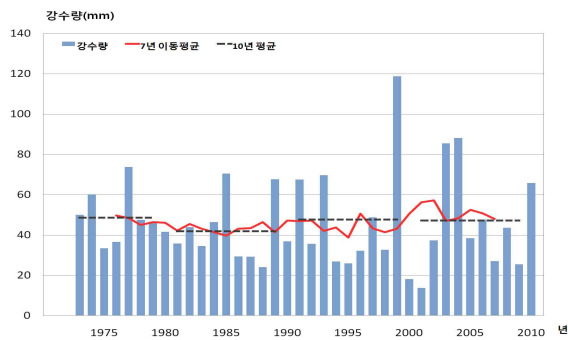
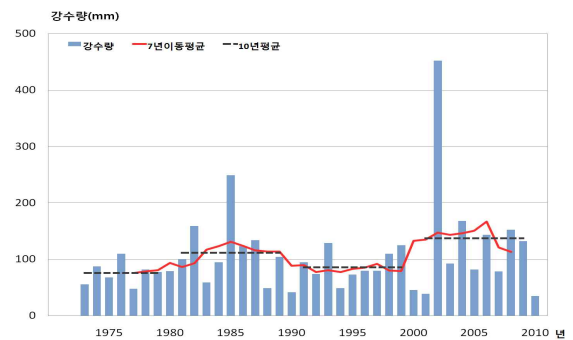


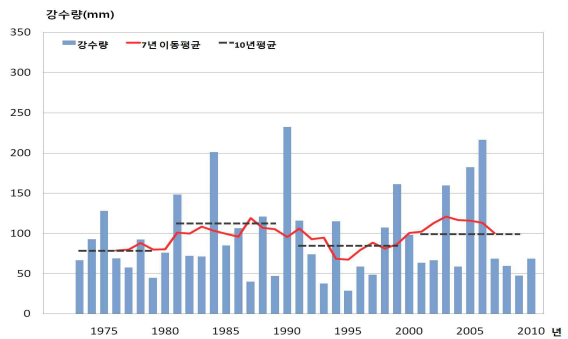
그림 3-204. 강릉의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)



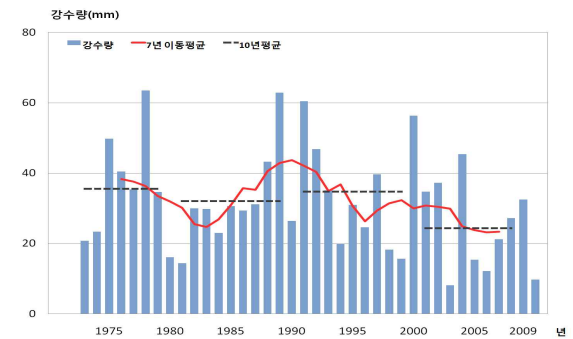
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-205. 강릉의(a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)

라. 울릉도

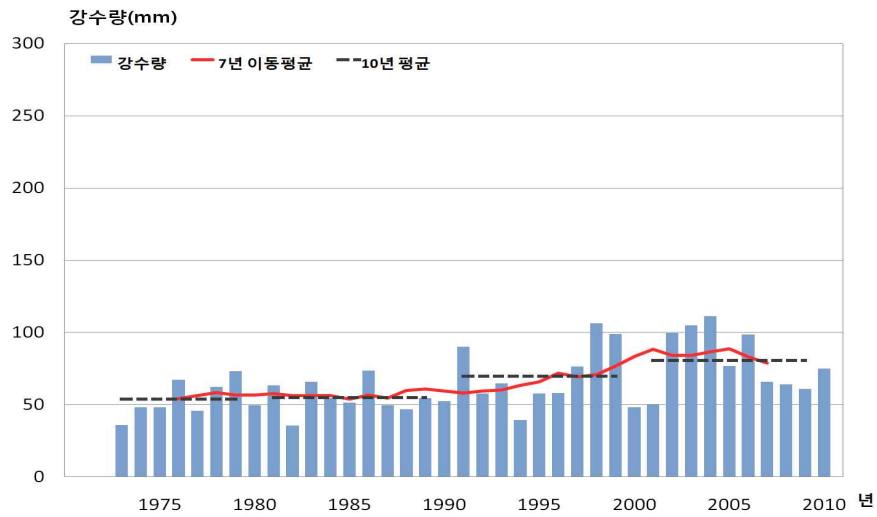
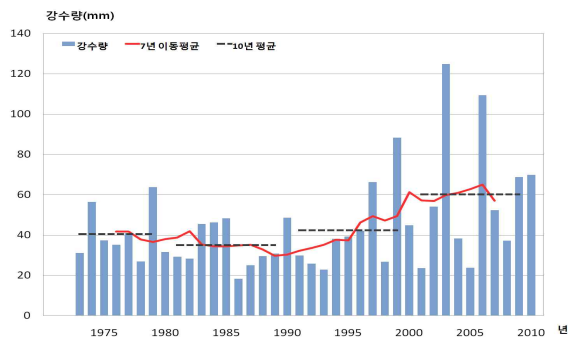
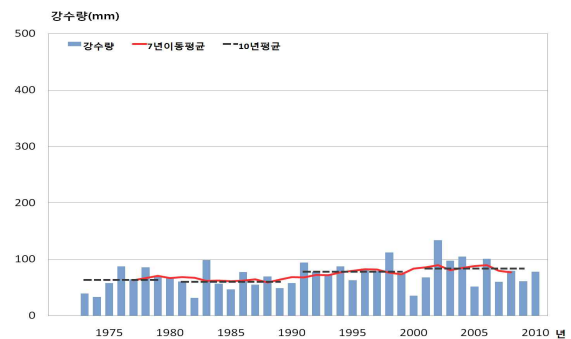


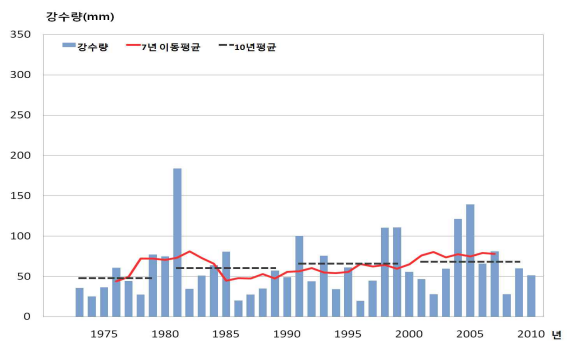
그림 3-206. 울릉도의 강수량 상위 99퍼센타일 변화 (1973~2010년)



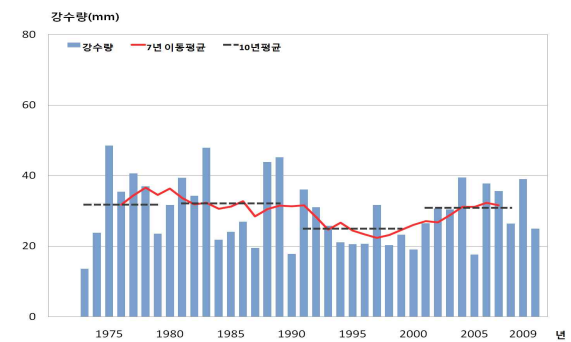
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-207. 울릉도의 (a)봄철, (b)여름철, (c)가을철, (d)겨울철 강수량 상위 99퍼센타일 변화(1973~2010년)

표 3-72. 10년 단위 강수량 상위 99퍼센타일(관측이래~2010년)(단위 : mm)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	77.1	101.1	88.1	96.5
대관령	-	-	-	-	-	-	81.5	104.2	110.1	105.1
강릉	85.3	74.7	77.4	85.2	제외 (결측포함)	85.1	87.8	102.3	84.2	102.3
울릉도	-	-	-	72.3	제외 (결측포함)	55.5	52.3	54.8	69.8	80.7

표 3-73. 연, 계절 강수량 상위 99퍼센타일의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)

기간 지역	연	봄	여름	가을	겨울
속초	0.420*	0.302	0.609	0.246	-0.254
대관령	0.516	-0.024	0.987	0.320	0.084
강릉	0.367	0.040	1.164	0.261	-0.306
울릉도	0.960**	0.796	0.732*	0.538	-0.115

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

영동의 극한기후사상변화 추이를 분석하기 위하여 4지점의 기온과 식물성장가능기간, 강수일수 등의 자료를 분석하였다. 일최저기온이 0℃ 미만인 일수의 경우 모든 지역의 변화율이 감소하였다. 강릉이 38년간 -0.611일로 가장 큰 감소폭을 보였고, 울릉도, 대관령, 속초 순으로 각각 -0.478일/년, -0.432일/년, -0.096일/년의 감소 변화율을 보였다.

연극한기온교차의 경우 모든 지점에서 대상기간동안 평균 변화율이 감소의 패턴을 보였다. 10년단위 연극한기온교차가 가장 높은 대관령과 가장 낮은 울릉도의 차이는 약 40℃ 이상 큰 차이를 보였다. 강릉과 속초의 년별 연극한기온교차의 변화는 유사한 패턴을 보였다. 연극한기온교차의 변화율이 가장 큰 지역은 대관령으로 38년간 -0.095℃의 감소율을 보였고, 울릉도는 38년간 -0.003℃로 가장 작은 감소율을 나타냈다.

1973년부터 2010년까지의 온난야율의 변화율 평균의 경우 속초(-0.001%/년)를 제외한 모든 지점에서 변화율이 증가했고, 대관령이 0.074%/년으로 가장 큰 상승변화율을 보였고, 강릉, 울릉도가 각각 0.058%년, 0.034%년 순이었다.

식물성장가능기간을 관측한 결과 영동지역 모든 관측지점에서 증가하는 식물성장가능기간을 보였다. 대관령의 경우 지역적인 영향으로 년별 식물성장가능기간이 200일 내외로 가장 적었다. 울릉도의 변화율이 38년간 0.696일로 가장 큰 폭으로 상승했으며, 대관령이 0.167로 가장 작은 상승률을 보였다. 식물성장가능기간이 300일을 초과하는 년도의 횟수도 울릉도가 8회로 가장 많았고, 강릉 6회, 속초 4회, 대관령 0회의 순으로 대상기간동안의 변화율과 동일한 순서의 초과일수를 보였다.

최대열파지속일수의 지속빈도는 전 지점에서 2000년대 이후 급격히 증가하는 특징을 보였다. 관측이래부터 2010년까지 대상기간동안 평균 열파지속일수의 변화율은 속초가 38년간 0.143일로 가장 크고, 대관령, 울릉도, 강릉 순으로 각각 0.118일/년, 0.071일/년, 0.015일/년의 변화율을 기록했다. 대관령은 1990년대 평균 최대열파지속일수와 2000년대 열파지속일수의 변화 폭이 약 4배 크게 나타났다.

10mm이상 강수일수의 경우 대상기간동안 울릉도(0.247일/년)가 가장 큰 상승률을 보였고, 속초는 38년간 0.006일로 가장 작은 증가율을 보였다. 38년간 10mm 이상 강수일수가 50일을 초과하는 빈도가 가장 큰 지역은 대관령지역이 8회였고, 속초 6회, 울릉도 3회, 강릉 2회의 순으로 나타났으며, 대상기간동안 평균변화율과는 차이를 보였다.

일강수량 1mm미만인 날의 최대지속일수의 경우 해양성 기후인 울릉도를 제외한 모든 지역이 감소하는 경향을 보였다. 울릉도는 변화율이 0.060일/년으로 증가하였으며, 가장 크게 감소하는 지점은 대관령으로 변화율이 -0.253일/년으로 나타났다. 강릉의 변화율은 -0.107일/년이며 통계적으로 유의한 값을 보였다.

5일 최다강수량의 경우 대상기간동안 울릉도를 포함한 영동지역 모든 지점에서 증가하는 경향을 보였고, 대관령(3.664mm/년), 강릉(3.307mm/년), 울릉도(2.719mm/년), 속초(1.207mm/년) 순으로 증가율이 높아졌다. 울릉도와 대관령의 10년 단위 5일 최다강수량의 변화율이 크게 상승하였고, 5일 최다강수량이 500mm/일을 초과하는 극한기상의 빈도가 나타난 지역은 강릉를 제외한 속초, 울릉도, 대관령에서 각각 2회, 1회, 1회로 나타났다.

일강수강도는 지역에 따라 연변화 경향이 유사한 패턴을 보였고, 울릉도는 내륙지역에 비하여 약 5℃ 낮은 연변화 패턴을 보였다. 울릉도가 대상기간동안 가장 큰 변화율(0.082mm/일/년)을 보인 반면, 속초는 38년간 0.029mm/일/년으로 가장 작은 변화율을 나타냈다.

95퍼센타일 강수량 비율은 모든 측정지점에서 연별 변화 패턴이 유사했고, 대상기간 동안 모든 지점의 변화율이 증가하였다. 변화율은 울릉도(0.576%/년), 강릉(0.248%/년), 속초(0.238%/년)순으로 증가했고, 대관령은 0.170%/년을 기록하며 변화율이 가장 작았다.

(7) 일최저기온 0℃ 미만 일수

가. 속초

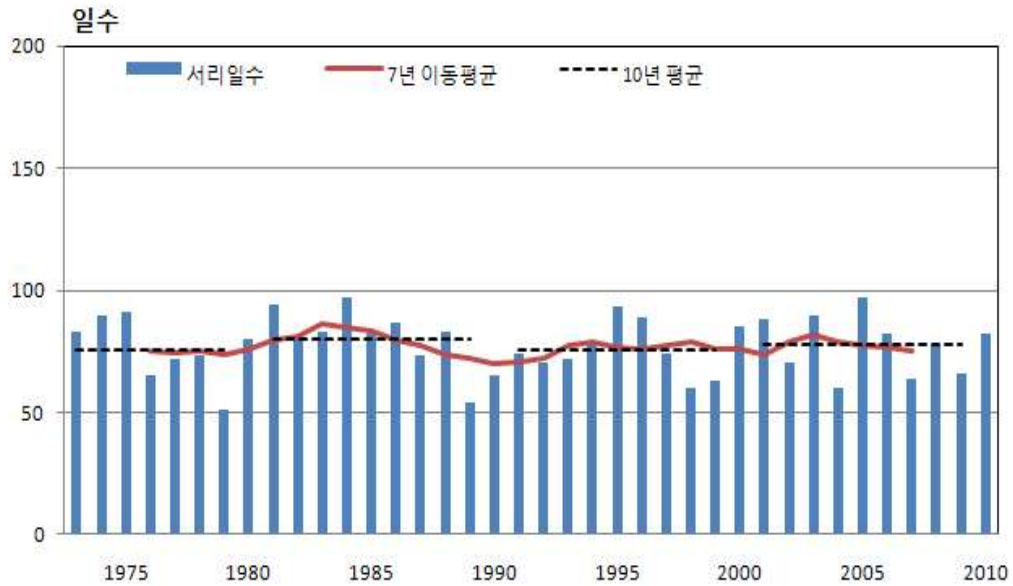


그림 3-208. 속초의 일최저기온 0℃미만 일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

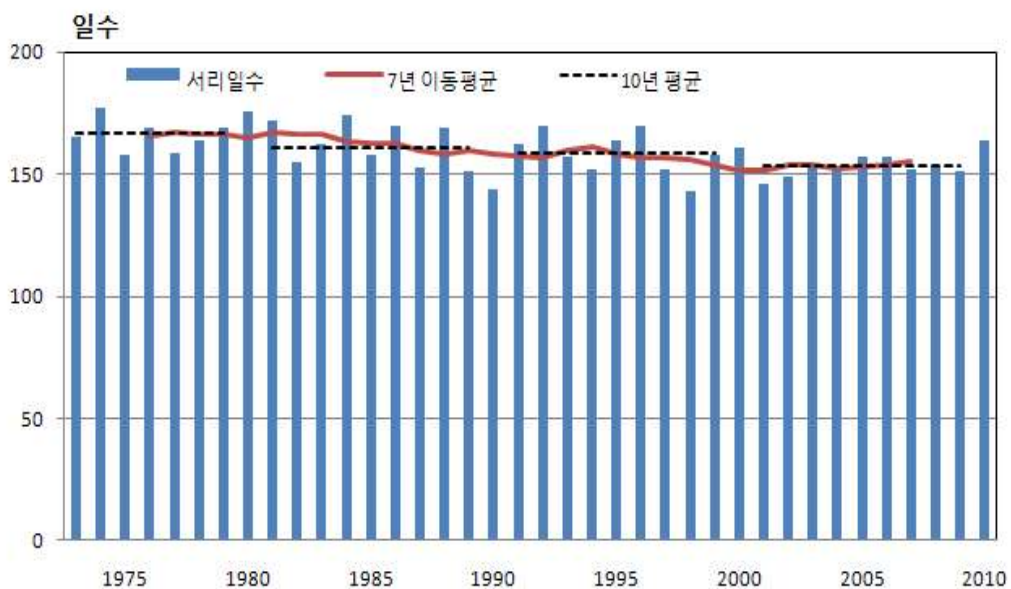


그림 3-209. 대관령의 일최저기온 0℃미만 일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

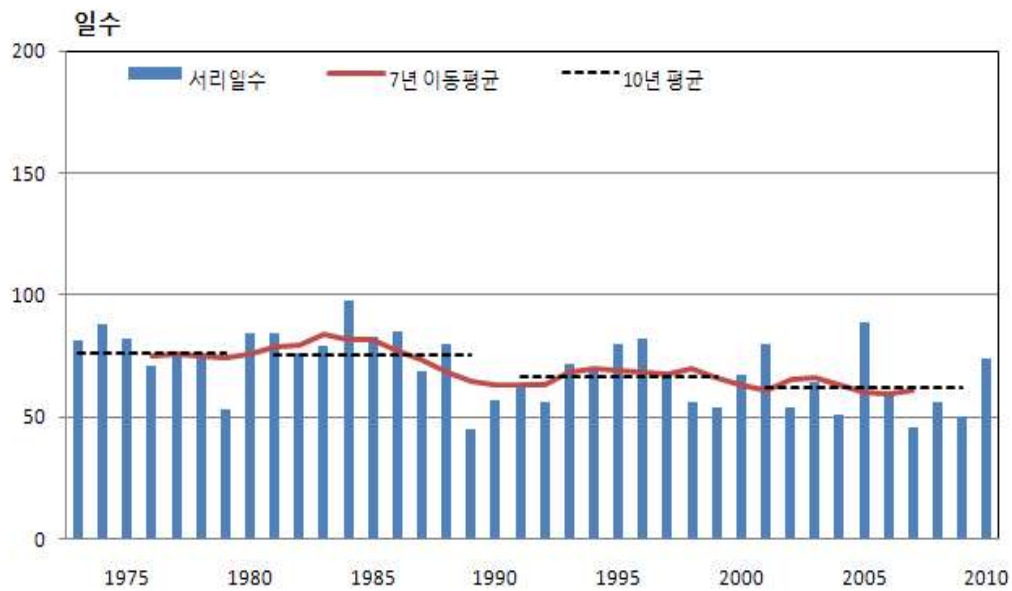


그림 3-210. 강릉의 일최저기온 0℃미만 일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

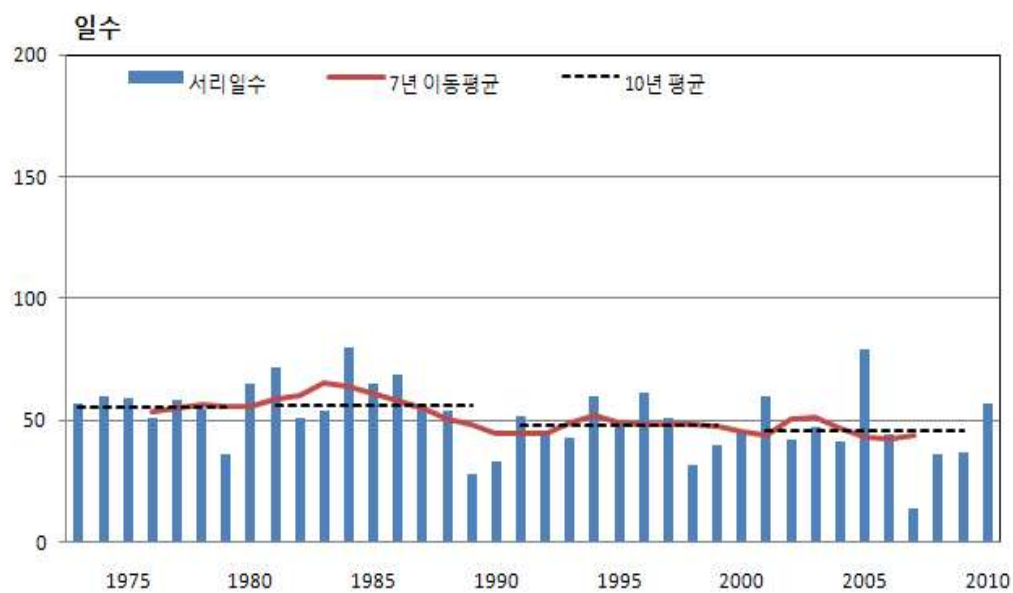


그림 3-211. 울릉도의 일최저기온 0℃미만 일수 변화(1973~2010년)

표 3-74. 10년단위 일최저기온이℃ 미만 일수 (관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	76.8	79.8	75.9	77.6
대관령	-	-	-	-	-	-	166.8	160.8	158.9	153.5
강릉	92.2	100.4	95.9	93.1	제외 (결측포함)	88.3	78.2	75.6	66.6	62.3
울릉도	-	-	-	67.1	제외 (결측포함)	66.5	54.9	56.1	48.1	45.7

표 3-75. 일최저기온이℃ 미만 일수 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	-0.096
대관령	-0.432**
강릉	-0.611**
울릉도	-0.478**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(8) 연극한기온교차

가. 속초

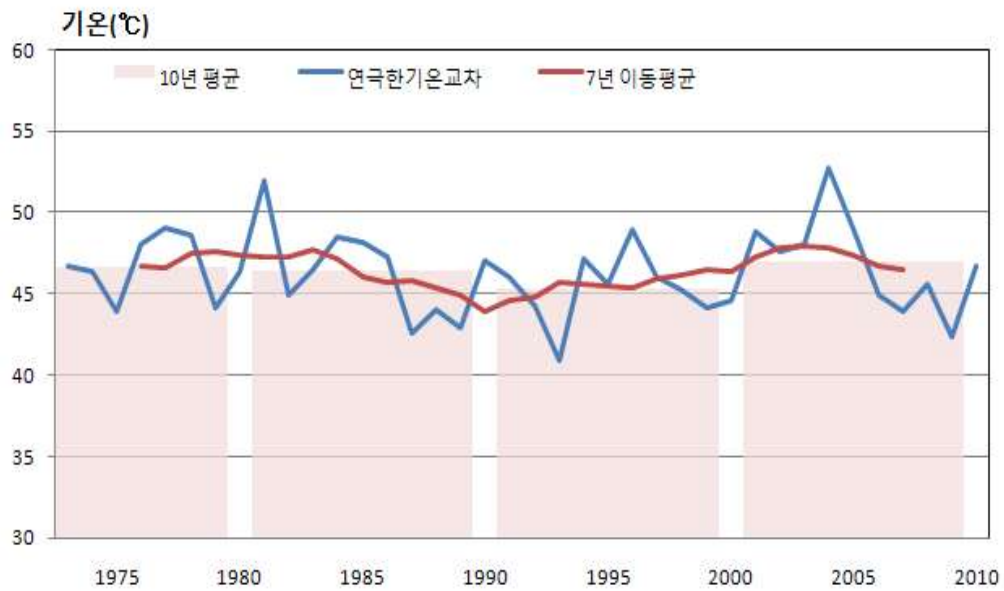


그림 3-212. 속초의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)

나. 대관령

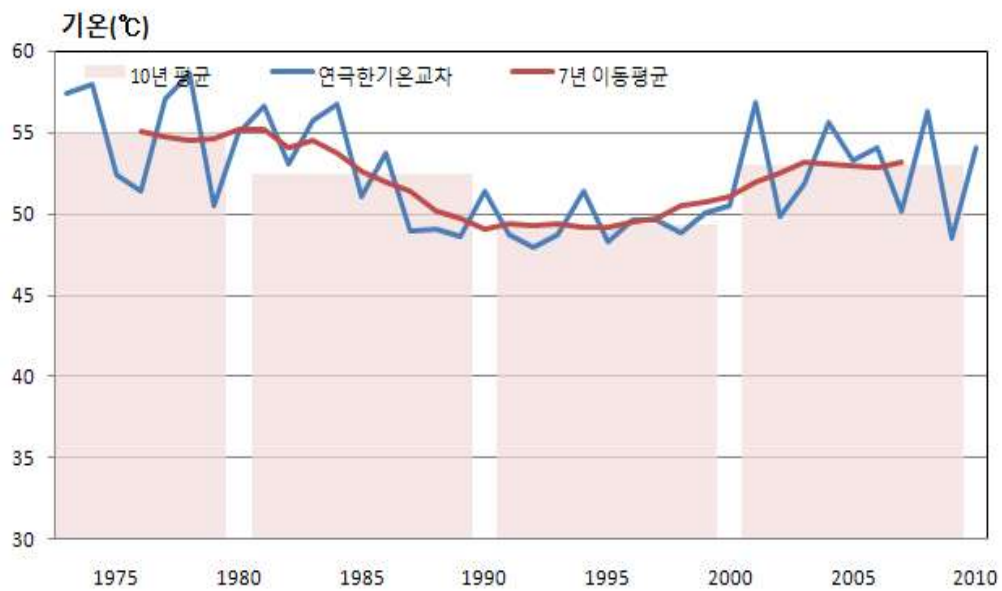


그림 3-213. 대관령의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)

다. 강릉

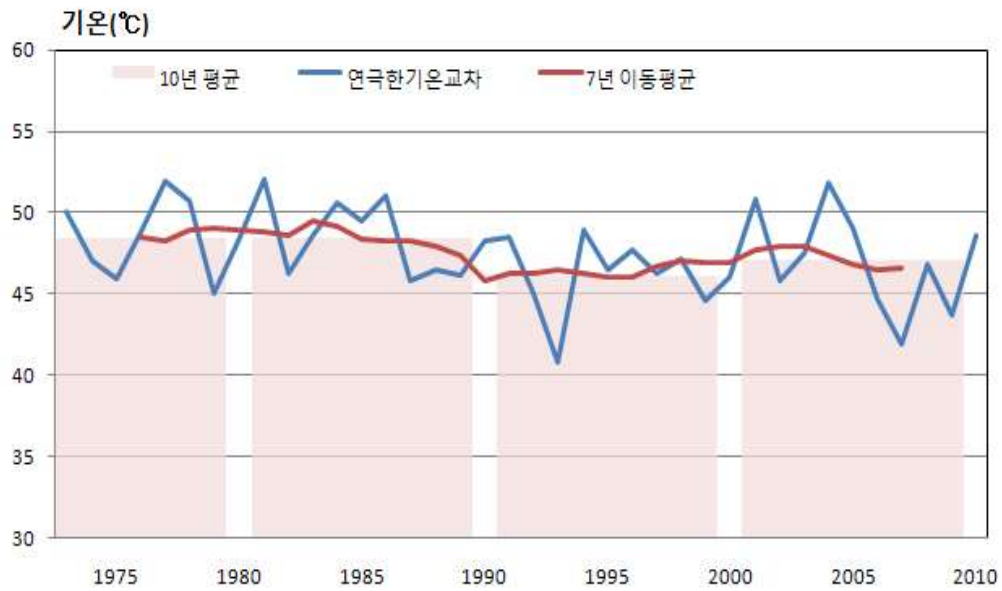


그림 3-214. 강릉의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

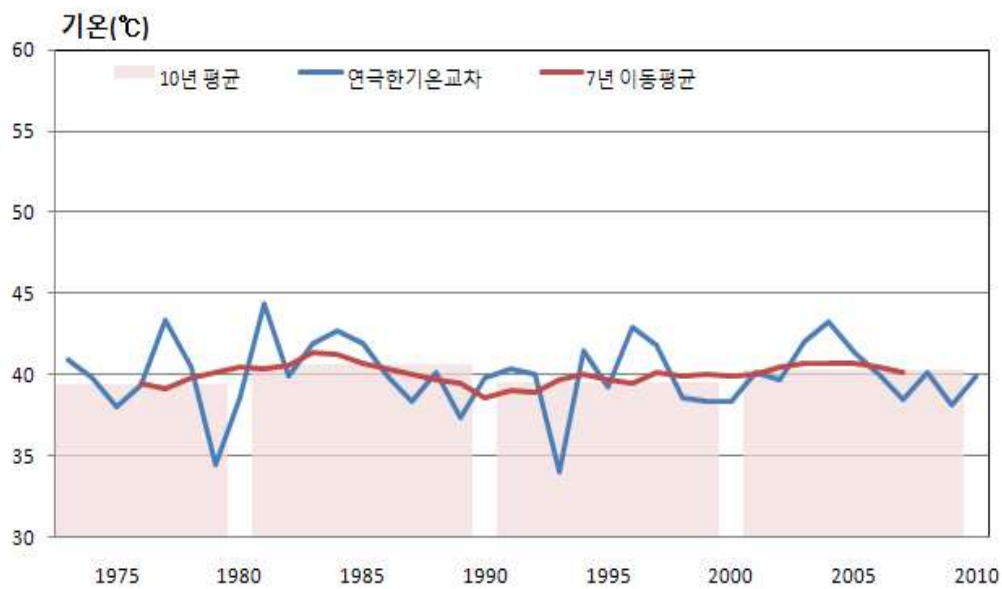


그림 3-215. 울릉도의 연극한기온교차 변화(1973~2010년)

표 3-76. 10년단위 연극한기온교차(관측이래~2010년)(단위 : °C)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	46.2	46.4	45.3	47.0
대관령	-	-	-	-	-	-	54.2	52.5	49.4	53.1
강릉	49.9	49.3	50.1	48.5	제외 (결측포함)	49.1	48.0	48.5	46.2	47.1
울릉도	-	-	-	-	-	-	8.9	10.2	10.2	12.4

표 3-77. 연극한기온교차의 변화율(1973~2010년)(단위 : °C/년)

기간 지역	연
속초	-0.018
대관령	-0.095
강릉	-0.078
울릉도	-0.003

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(9) 온난야율

가. 속초

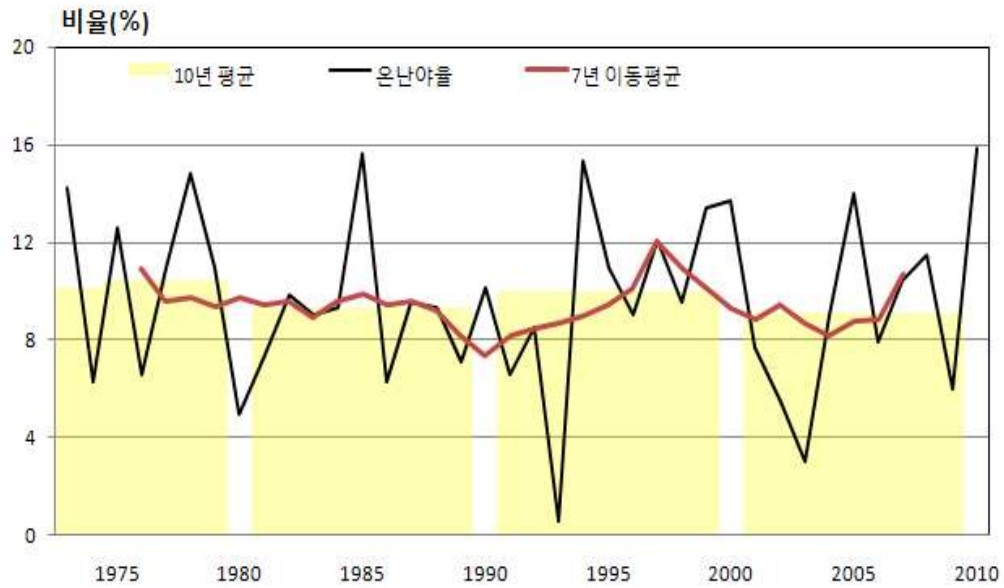


그림 3-216. 속초의 온난야율 변화(1973~2010년)

나. 대관령

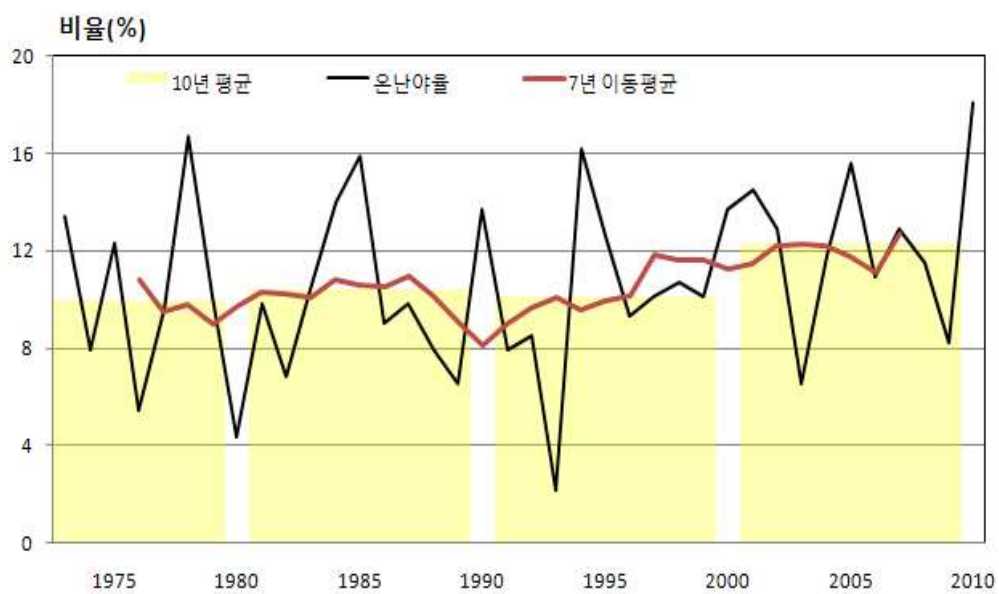


그림 3-217. 대관령의 온난야율 변화(1973~2010년)

다. 강릉

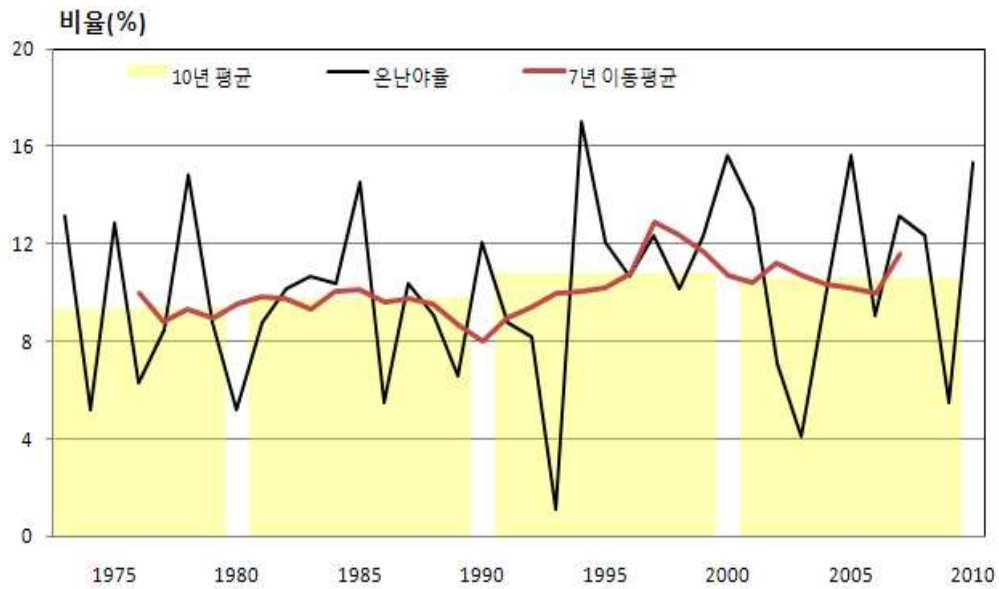


그림 3-218. 강릉의 온난야율 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

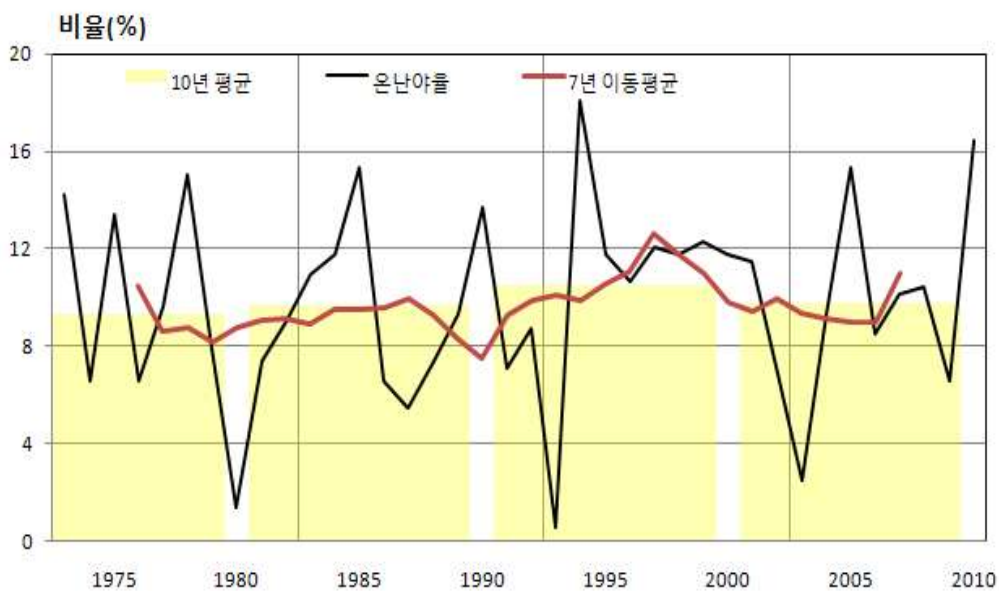


그림 3-219. 울릉도의 온난야율 변화(1973~2010년)

표 3-78. 10년단위 온난야율(관측이래~2010년)(단위 : %)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	10.3	9.6	10.2	9.3
대관령	-	-	-	-	-	-	9.1	10.4	10.1	12.3
강릉	7.5	9.3	8.6	8.5	제외 (결측포함)	10.2	9.1	9.8	10.8	10.6
울릉도	-	-	-	12.0	제외 (결측포함)	12.6	9.3	10.0	10.7	10.1

표 3-79. 온난야율의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)

기간 지역	연
속초	-0.001
대관령	0.074
강릉	0.058
울릉도	0.034

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(10) 식물성장가능기간

가, 속초

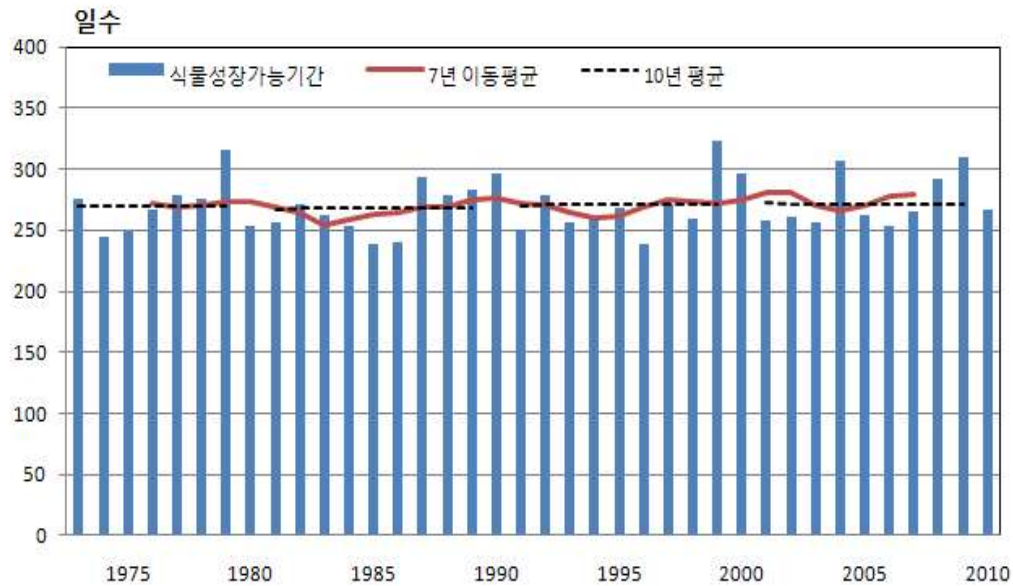


그림 3-220. 속초의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)

나. 대관령

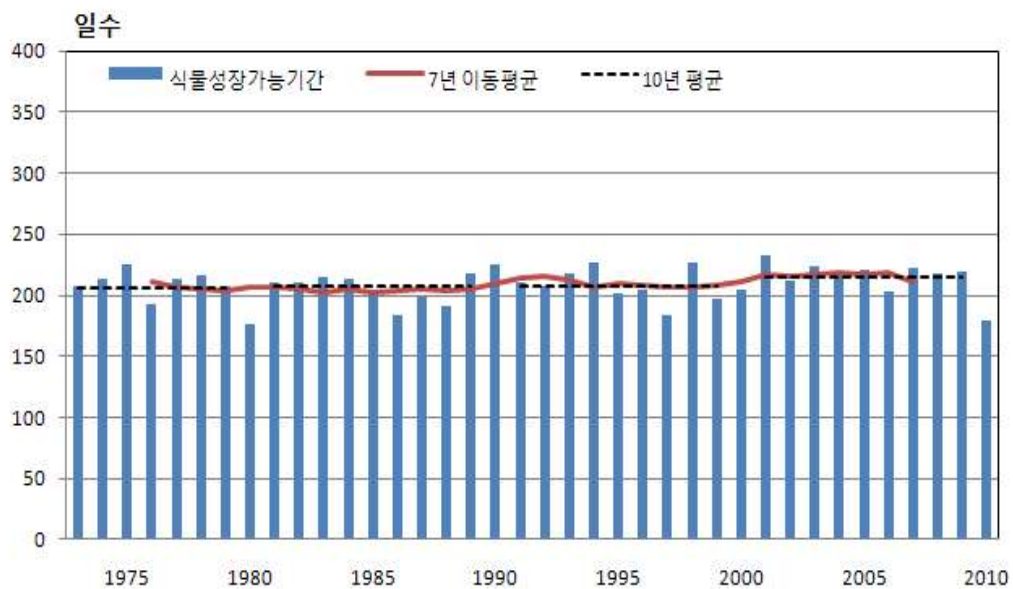


그림 3-221. 대관령의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)

다. 강릉

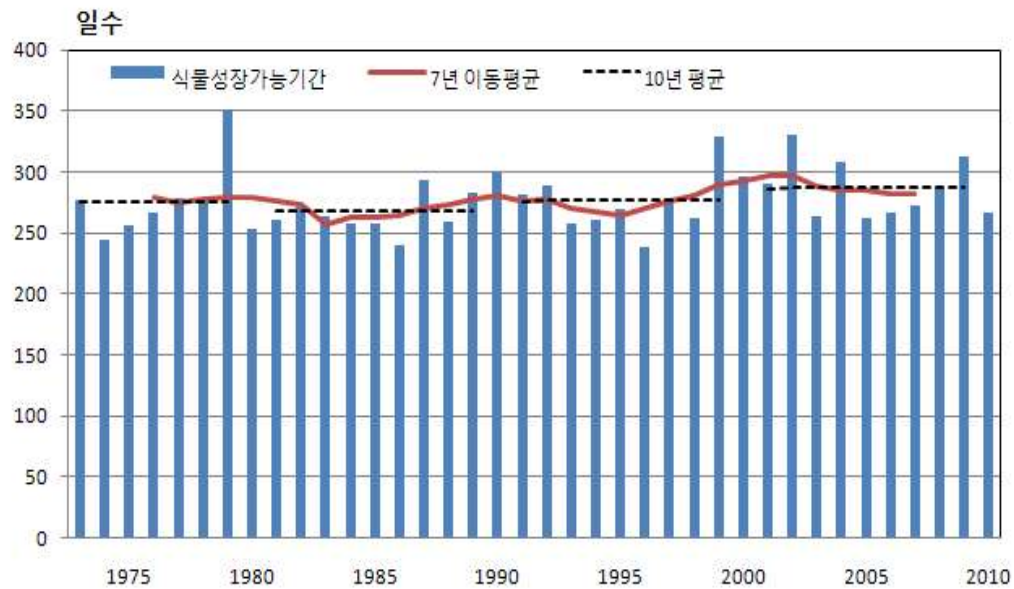


그림 3-222. 강릉의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

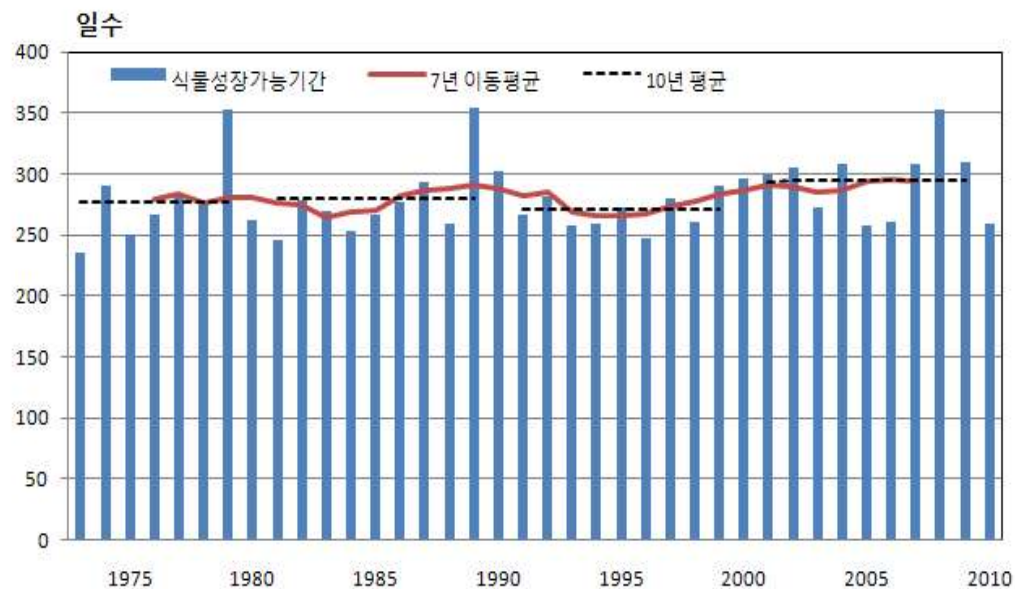


그림 3-223. 울릉도의 식물성장가능기간 변화(1973~2010년)

표 3-80. 10년 단위 식물성장가능기간(관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	266.2	267.6	270.6	270.8
대관령	-	-	-	-	-	-	211.1	207.2	208.0	214.9
강릉	262.6	257.3	252.3	252.9	제외 (결측포함)	262.1	271.4	268.8	276.3	286.7
울릉도	-	-	-	263.8	제외 (결측포함)	220.1	273.2	280.1	271.4	225.7

표 3-81. 식물성장가능기간의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	0.376
대관령	0.167
강릉	0.550*
울릉도	0.696*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(11) 최대열파지속일수

가. 속초

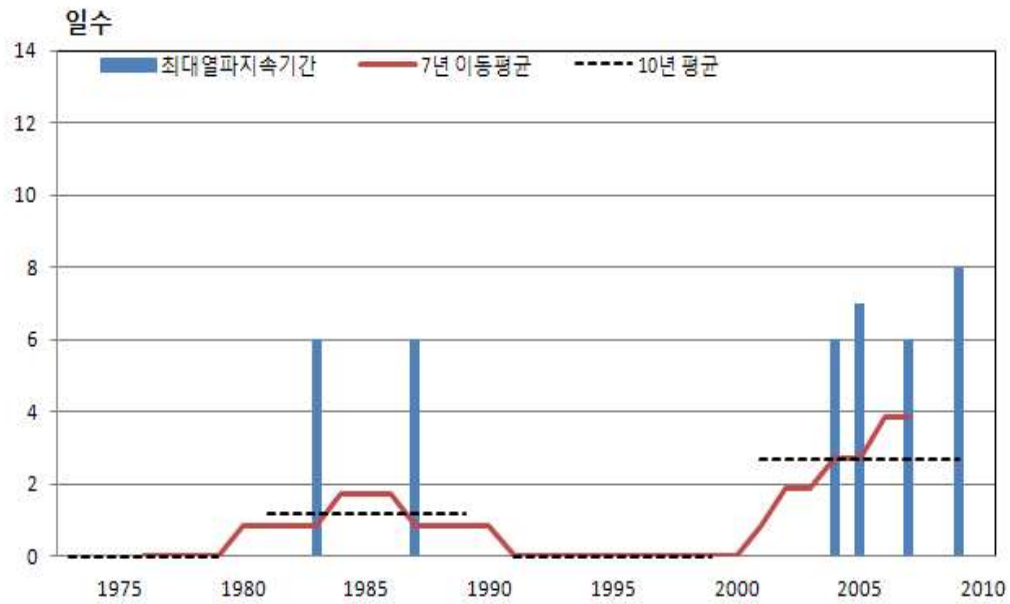


그림 3-224. 속초의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

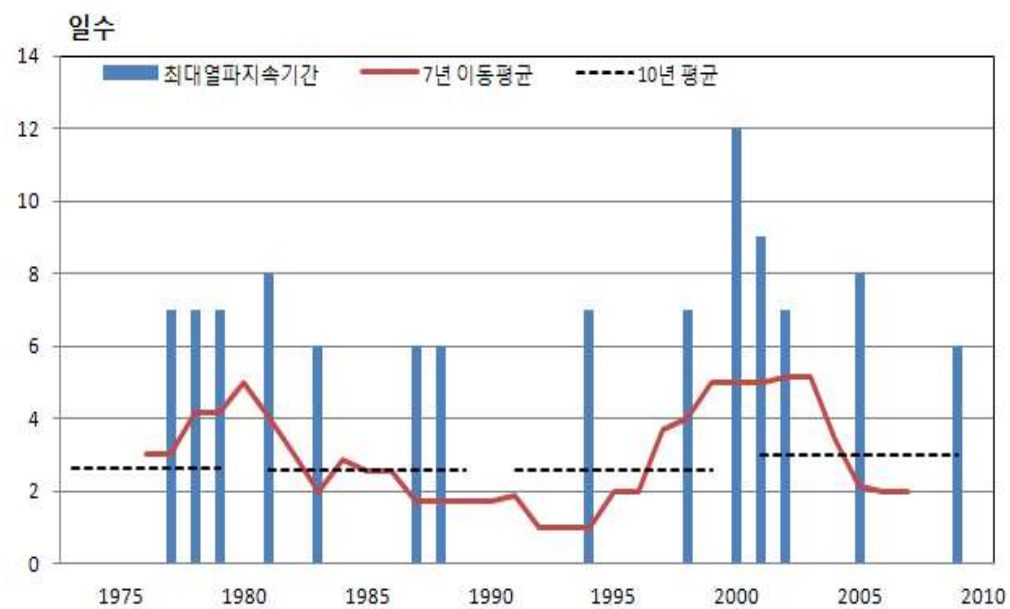


그림 3-225. 대관령의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

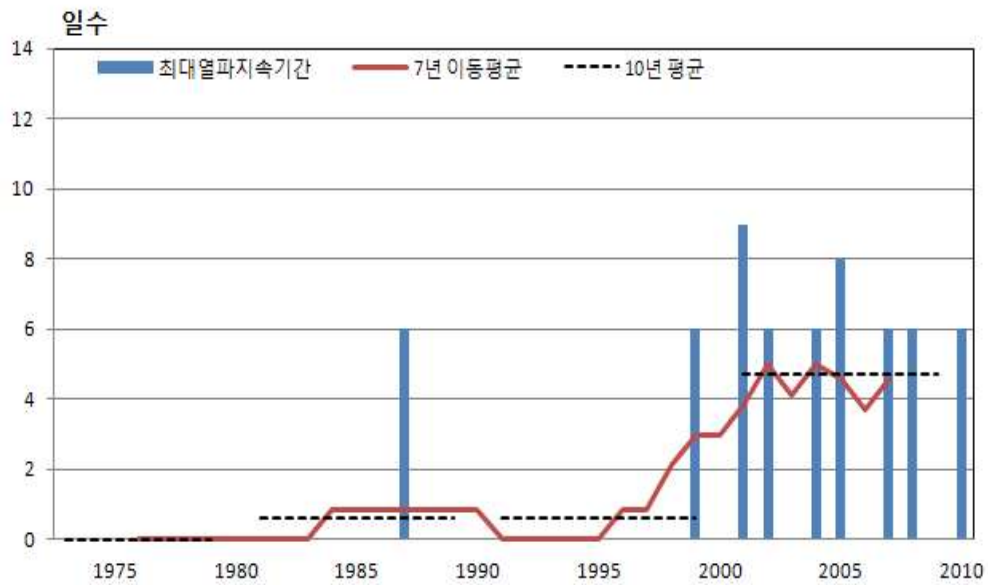


그림 3-226. 강릉의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

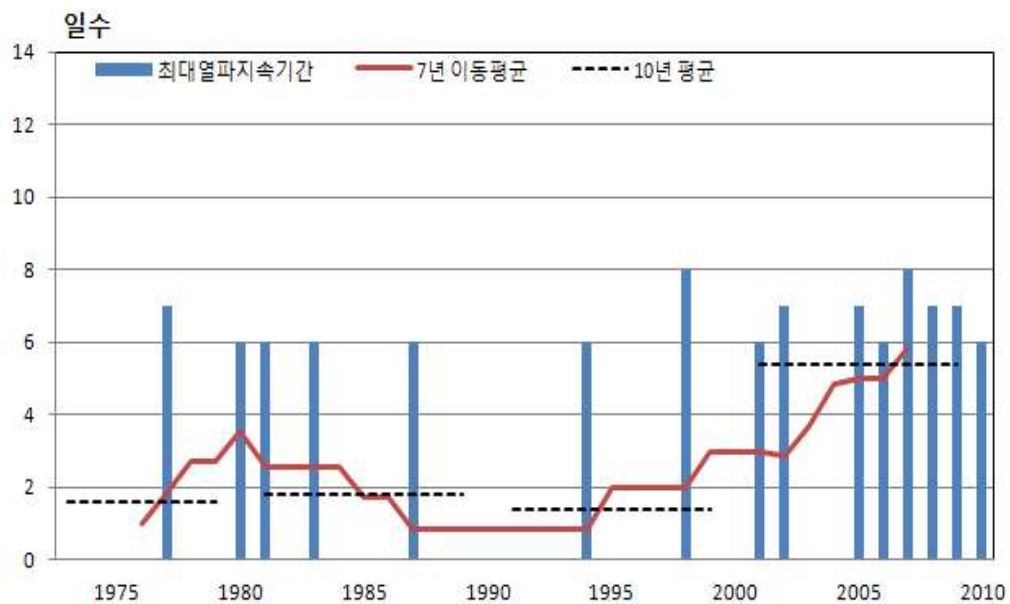


그림 3-227. 울릉도의 최대열파지속일수 변화(1973~2010년)

표 3-82. 10년 단위 최대열파지속일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	0.0	0.6	0.6	4.7
대관령	-	-	-	-	-		1.4	1.8	1.4	5.4
강릉	1.7	2.9	4.2	2.0	제외 (결측포함)	0.6	2.7	2.6	2.6	3.0
울릉도	-	-	-	1.9	제외 (결측포함)	0.6	0.0	1.2	0.0	2.7

표 3-83. 최대열파지속일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	0.143**
대관령	0.118**
강릉	0.015
울릉도	0.071*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(12) 10mm이상 강수일수

가. 속초

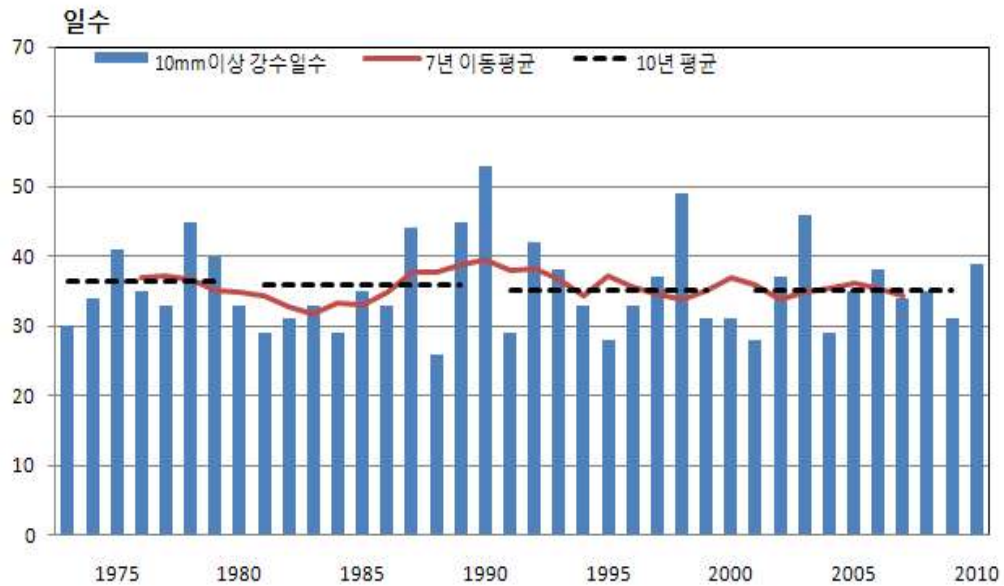


그림 3-228. 속초의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

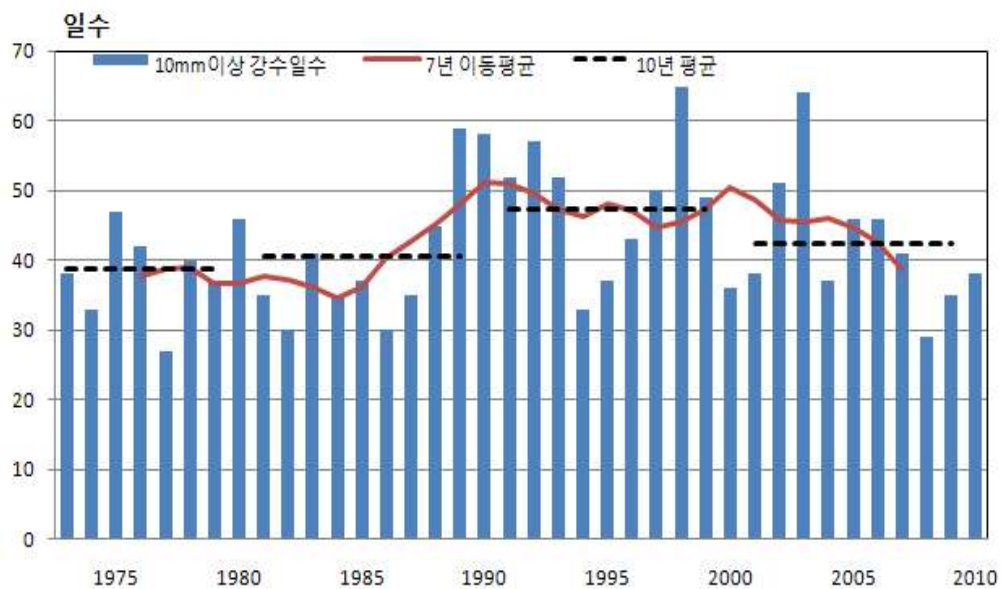


그림 3-229. 대관령의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

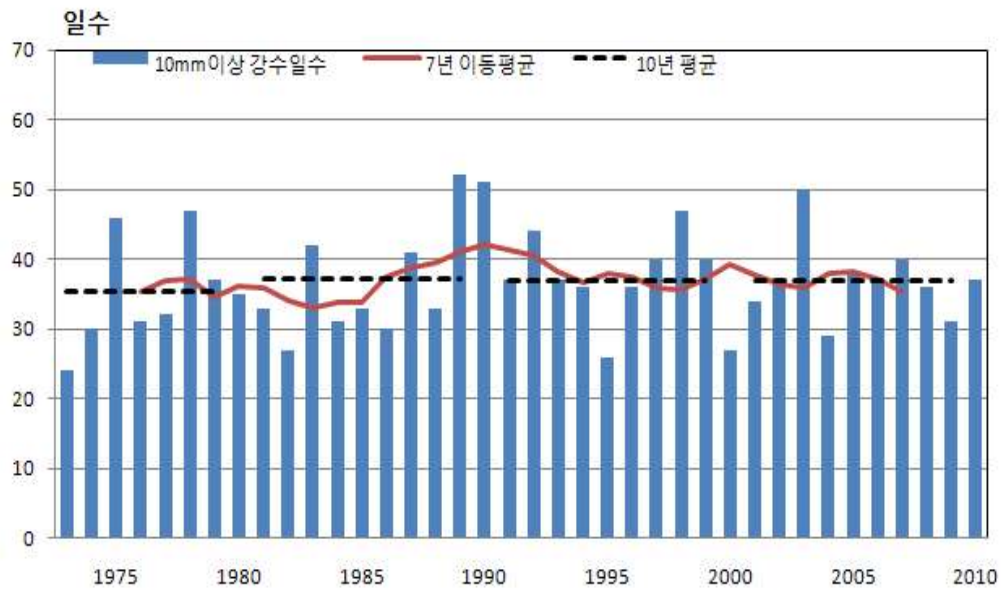


그림 3-230. 강릉의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

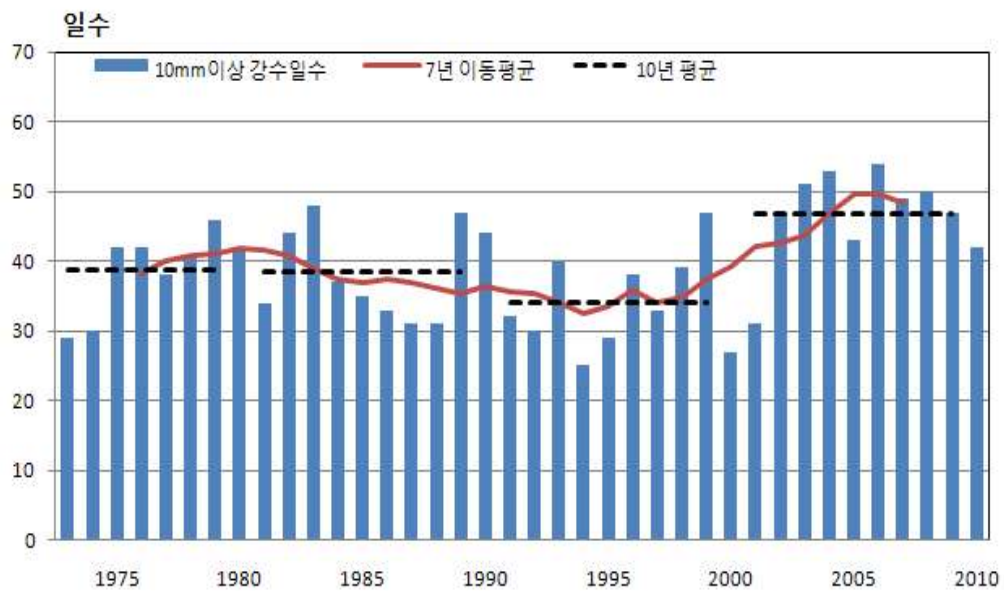


그림 3-231. 울릉도의 10mm이상 강수일수 변화(1973~2010년)

표 3-84. 10년 단위 10mm 이상 강수일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	35.3	35.8	35.1	35.2
대관령	-	-	-	-	-		35.6	40.5	47.4	42.5
강릉	35.6	33.7	34.0	27.3	제외 (결측포함)	36.7	35.3	37.3	37.0	36.9
울릉도	-	-	-	37.4	제외 (결측포함)	36.9	37.2	38.4	34.0	46.7

표 3-85. 10mm 이상 강수일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	0.006
대관령	0.180
강릉	0.076
울릉도	0.247

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(13) 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속일수

가. 속초

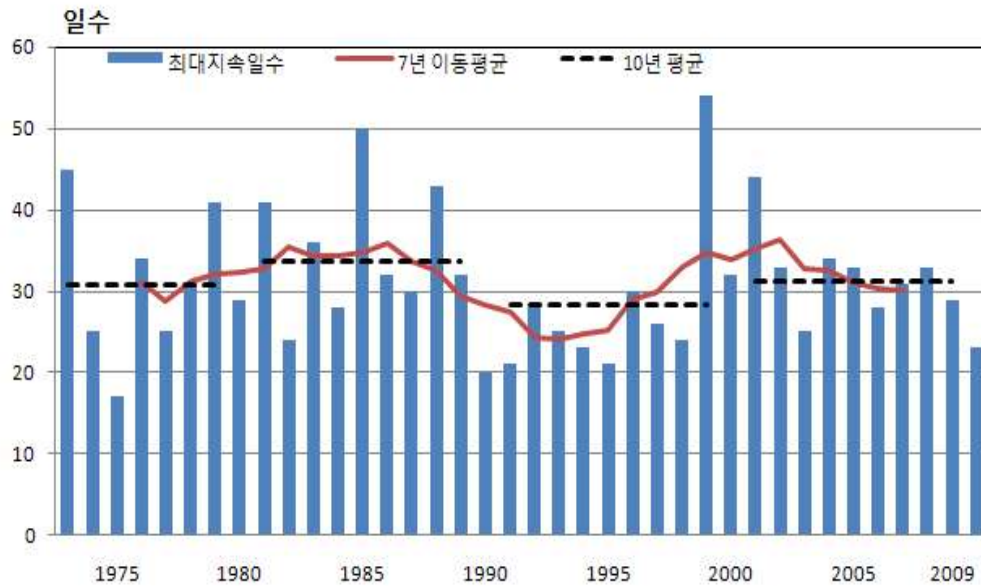


그림 3-232. 속초의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)

나. 대관령

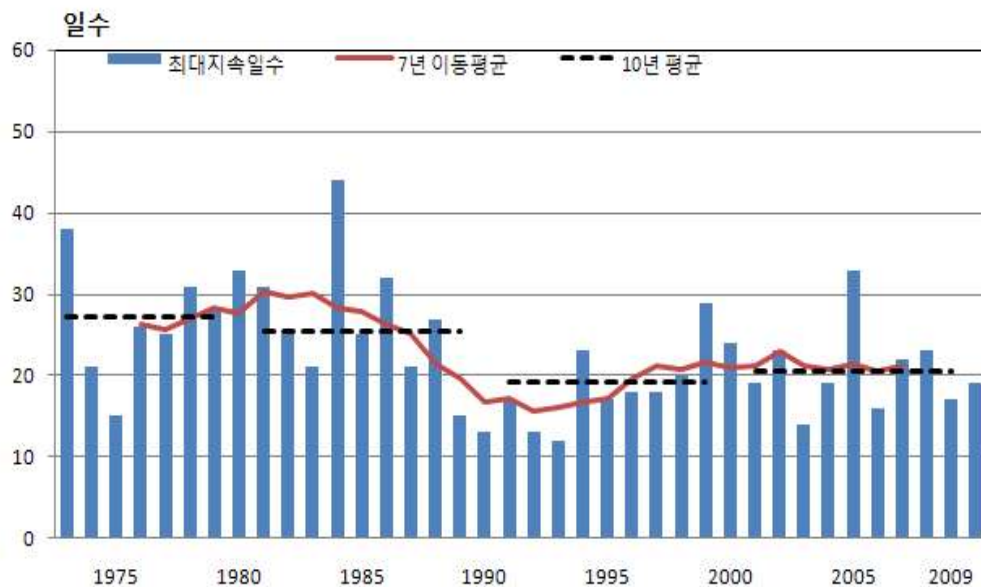


그림 3-233. 대관령의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)

다. 강릉

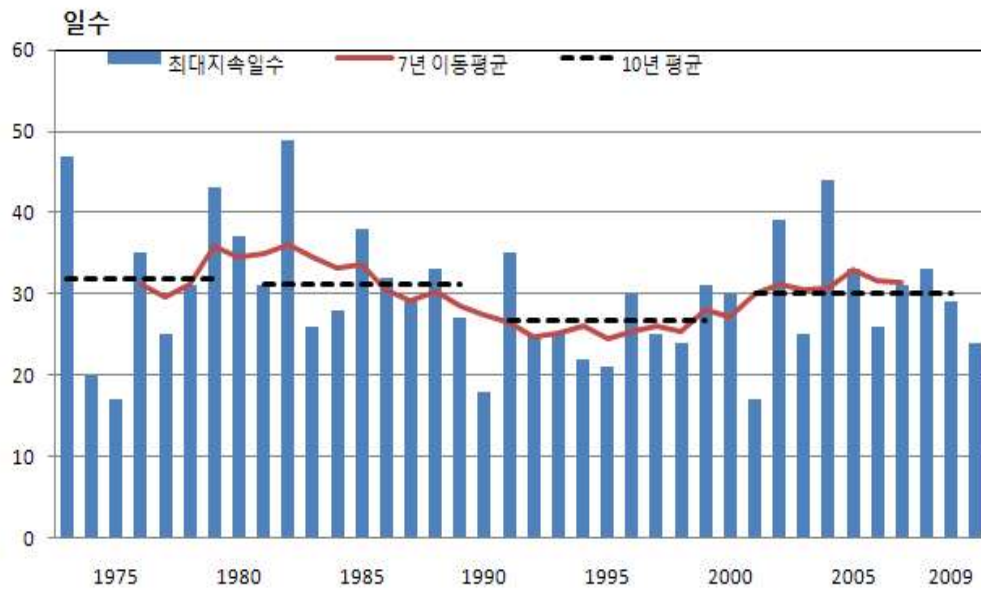


그림 3-234. 강릉의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

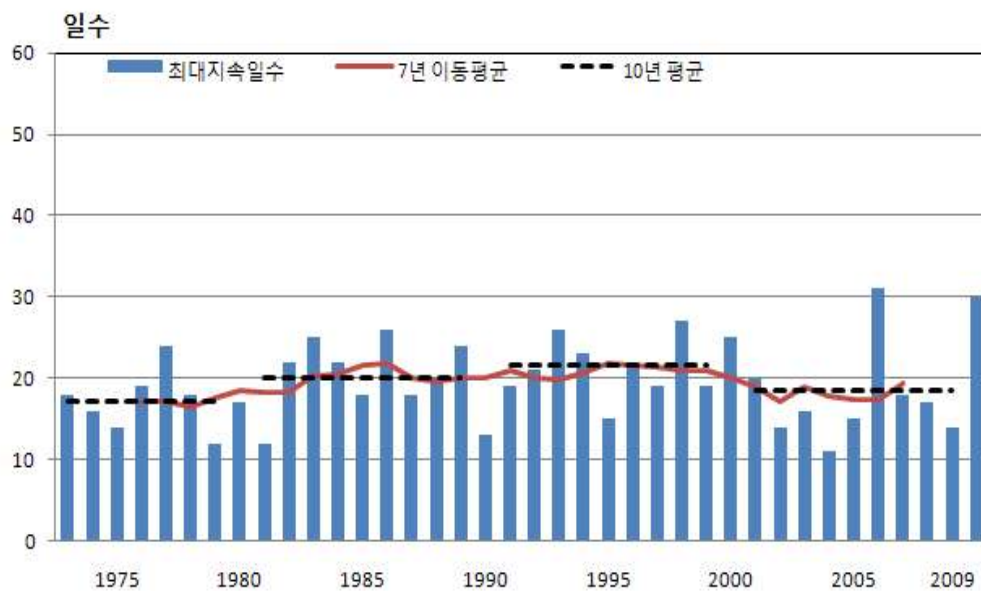


그림 3-235. 울릉도의 일강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수 변화(1973~2010년)

표 3-86. 10년 단위 강수량 1mm미만인 날의 최대지속 일수(관측이래~2010년)(단위 : 일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	32.0	33.6	28.4	31.3
대관령	-	-	-	-	-	-	25.8	25.4	19.1	20.5
강릉	29.8	30.2	32.1	38.2	제외 (결측포함)	33.7	30.4	31.1	26.8	30.1
울릉도	-	-	-	22.0	제외 (결측포함)	18.2	16.8	20.0	21.6	18.6

표 3-87. 강수량 1mm미만인 날 최대지속 일수의 변화율(1973~2010년)(단위 : 일/년)

기간 지역	연
속초	-0.045
대관령	-0.253
강릉	-0.107*
울릉도	0.060

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(14) 5일 최대강수량

가. 속초

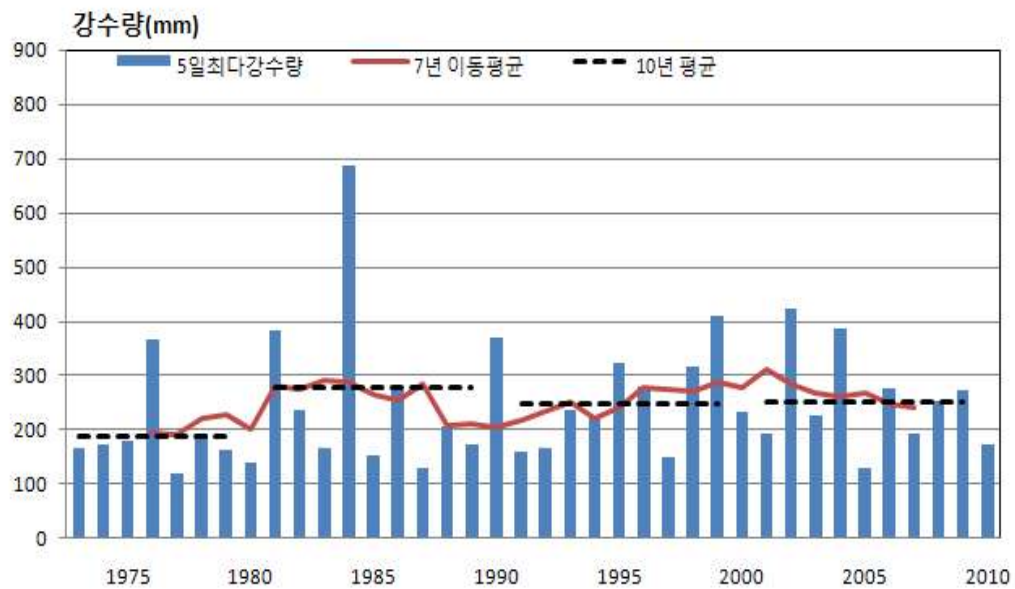


그림 3-236. 속초의 5일 최대강수량 변화(1973~2010년)

나. 대관령

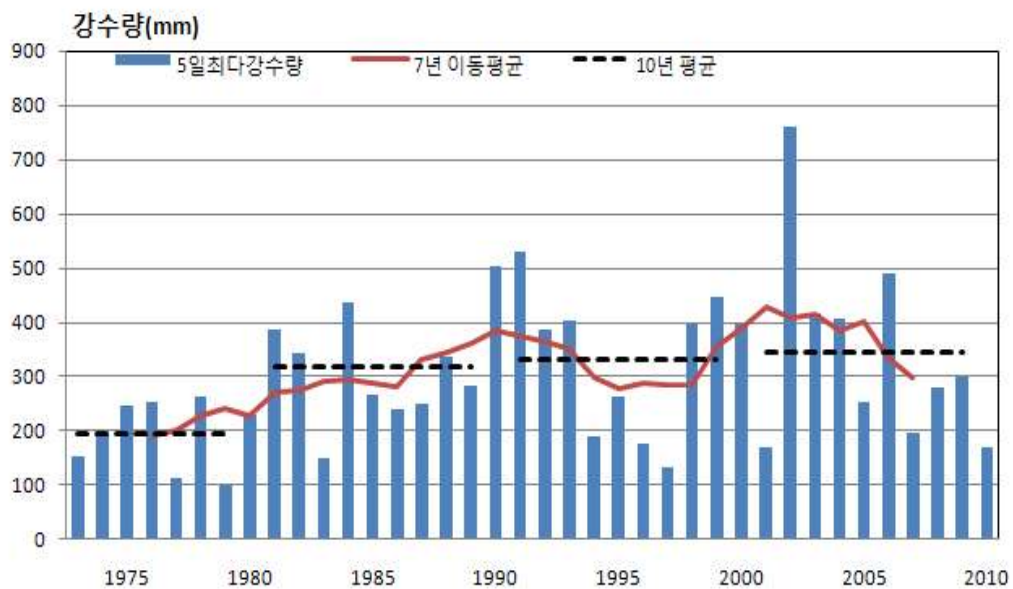


그림 3-237. 대관령의 5일 최대강수량 변화(1973~2010년)

다. 강릉

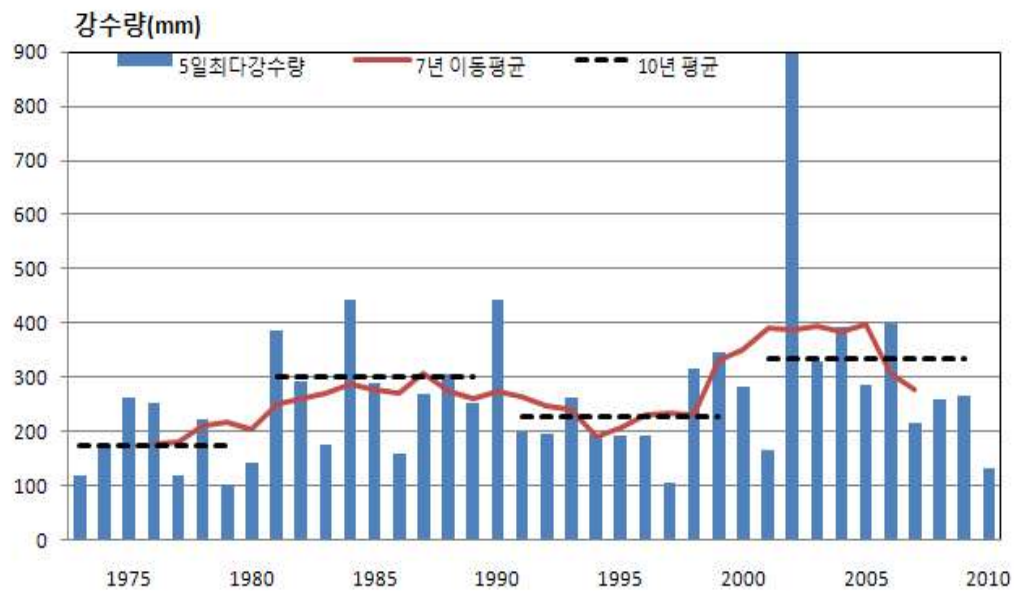


그림 3-238. 강릉의 5일 최대강수량 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

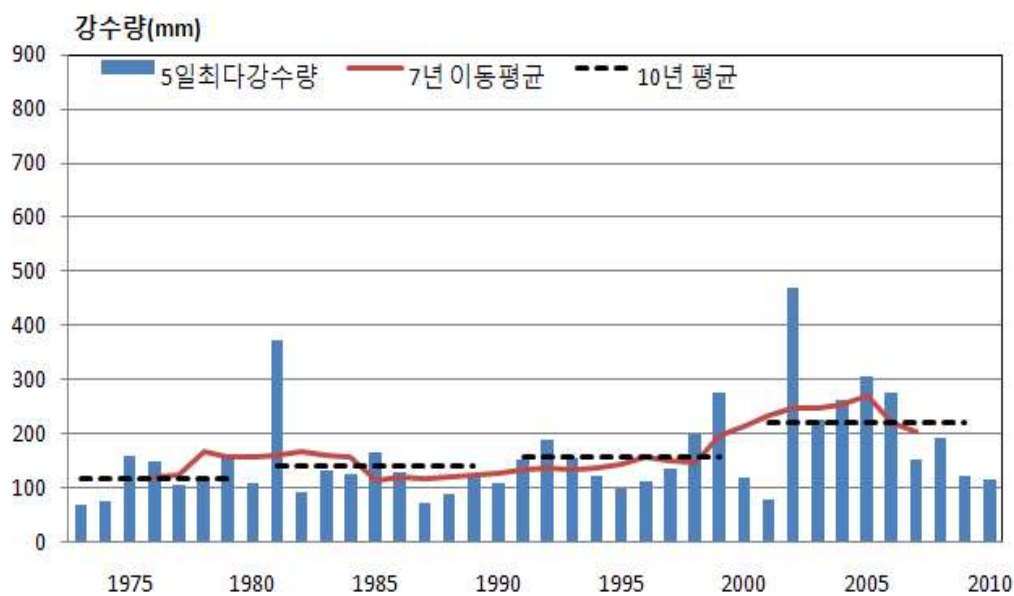


그림 3-239. 울릉도의 5일 최대강수량 변화(1973~2010년)

표 3-88. 10년 단위 5일 최다강수량(관측이래~2010년)(단위 : mm)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	220.3	255.2	253.2	259.1
대관령	-	-	-	-	-	-	209.2	319.3	332.5	344.6
강릉	252.4	194.7	191.7	198.0	제외 (결측포함)	219.6	212.0	301.3	229.1	335.0
울릉도	-	-	-	157.7	제외 (결측포함)	140.1	117.8	141.2	156.2	220.4

표 3-89. 5일 최다강수량의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/년)

기간 지역	연
속초	1.207
대관령	3.664
강릉	3.307
울릉도	2.719*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(15) 일강수강도

가. 속초

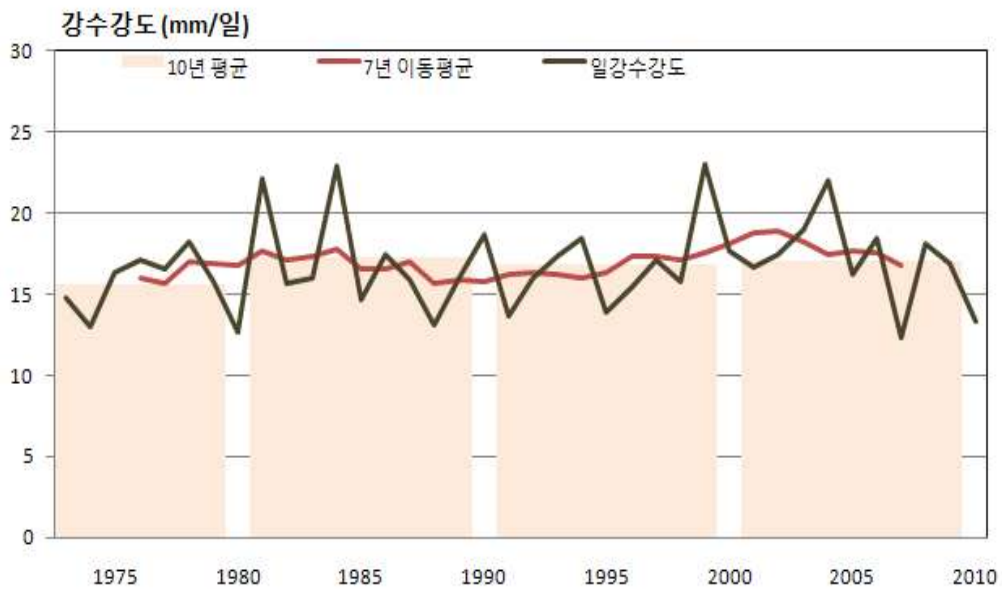


그림 3-240. 속초의 일강수강도 변화(1973~2010년)

나. 대관령

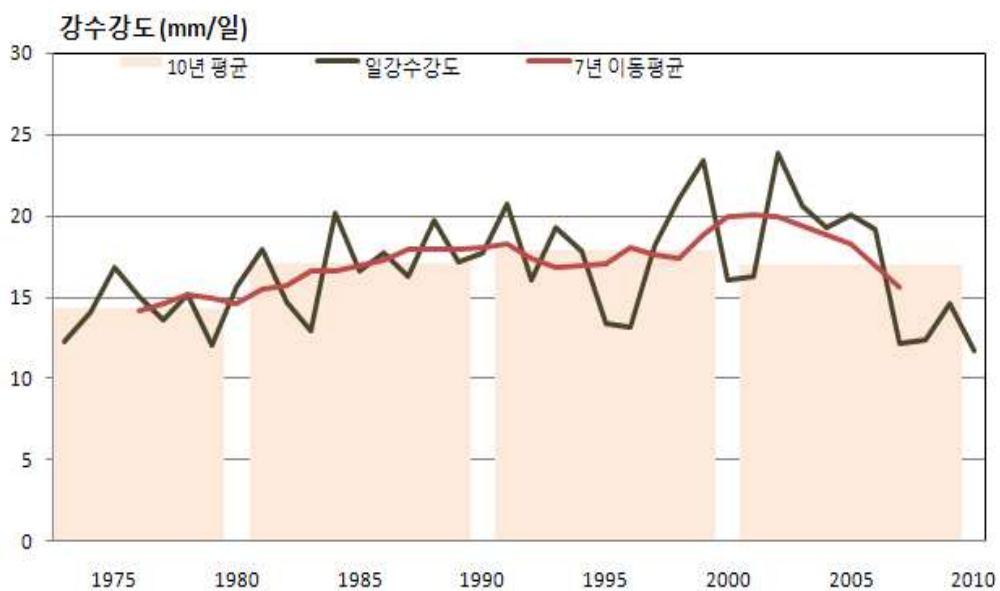


그림 3-241. 대관령의 일강수강도 변화(1973~2010년)

다. 강릉

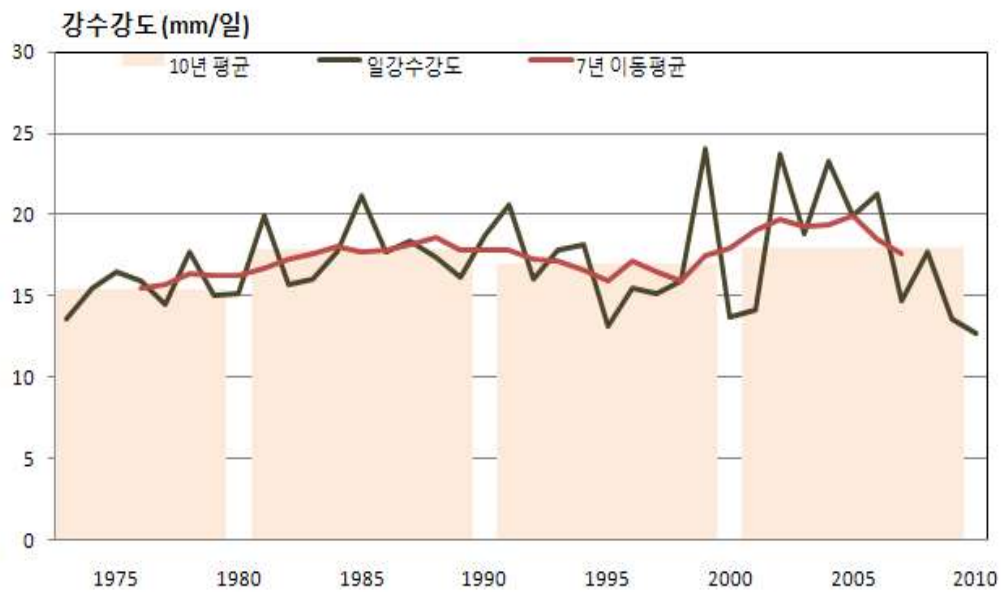


그림 3-242. 강릉의 일강수강도 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

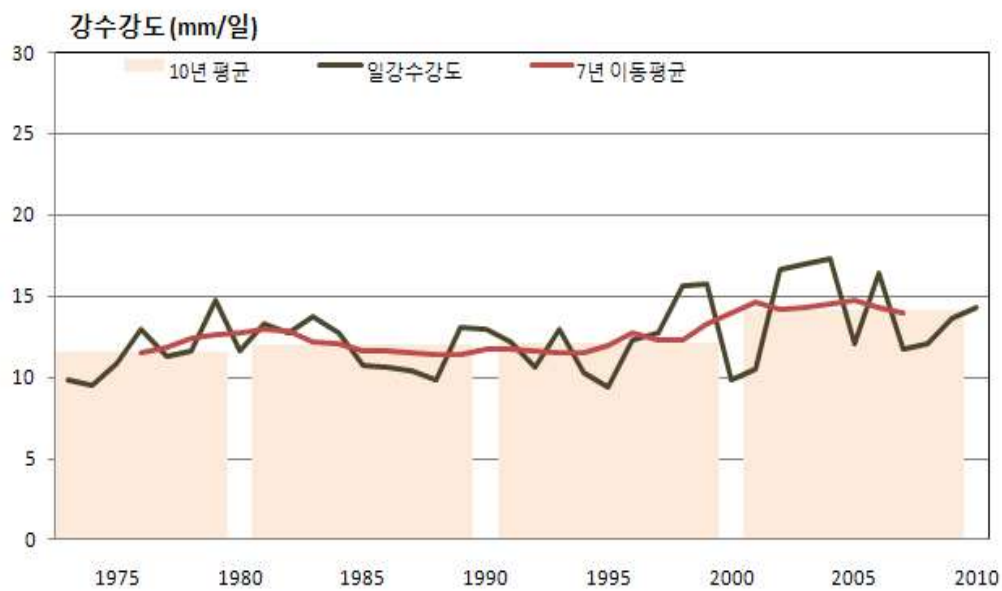


그림 3-243. 울릉도의 일강수강도 변화(1973~2010년)

표 3-90. 10년 단위 일강수강도(관측이래~2010년)(단위 : mm/일)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	15.8	17.3	16.8	17.1
대관령	-	-	-	-	-	-	18.5	17.1	17.9	17.0
강릉	15.7	15.4	15.5	14.9	제외 (결측포함)	16.0	15.7	17.9	17.0	18.0
울릉도	-	-	-	12.1	제외 (결측포함)	10.7	11.1	12.0	12.2	14.2

표 3-91. 일강수강도의 변화율(1973~2010년)(단위 : mm/일/년)

기간 지역	연
속초	0.029
대관령	0.066
강릉	0.045
울릉도	0.082*

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

(16) 95퍼센타일 강수량 비율

가. 속초

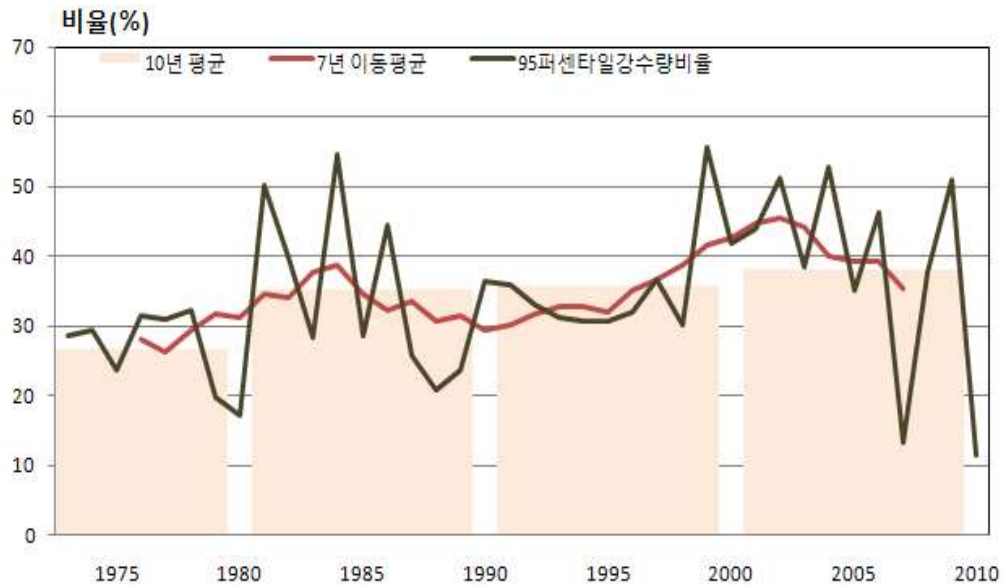


그림 3-244. 속초의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)

나. 대관령

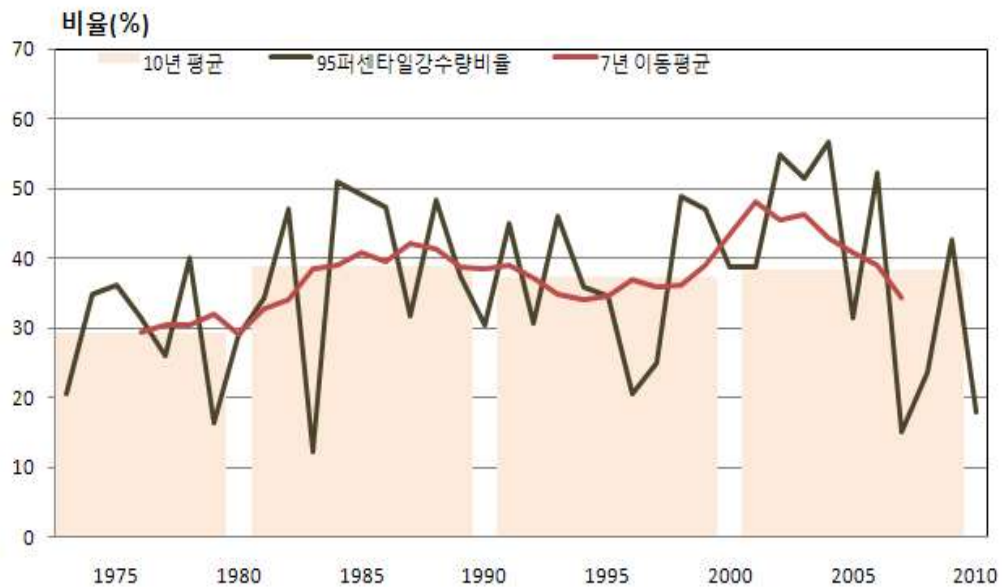


그림 3-245. 대관령의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)

다. 강릉

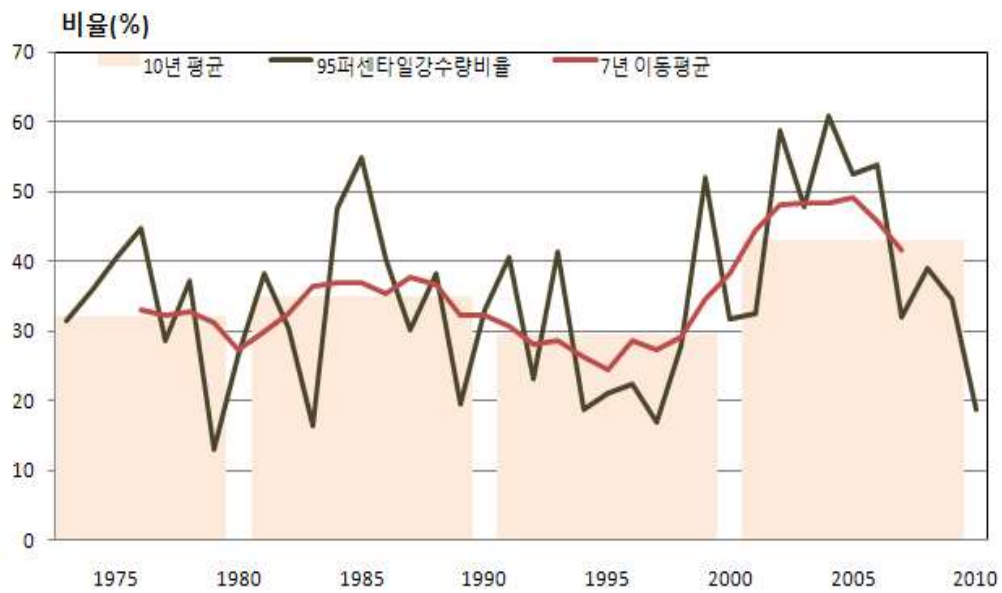


그림 3-246. 강릉의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)

라. 울릉도

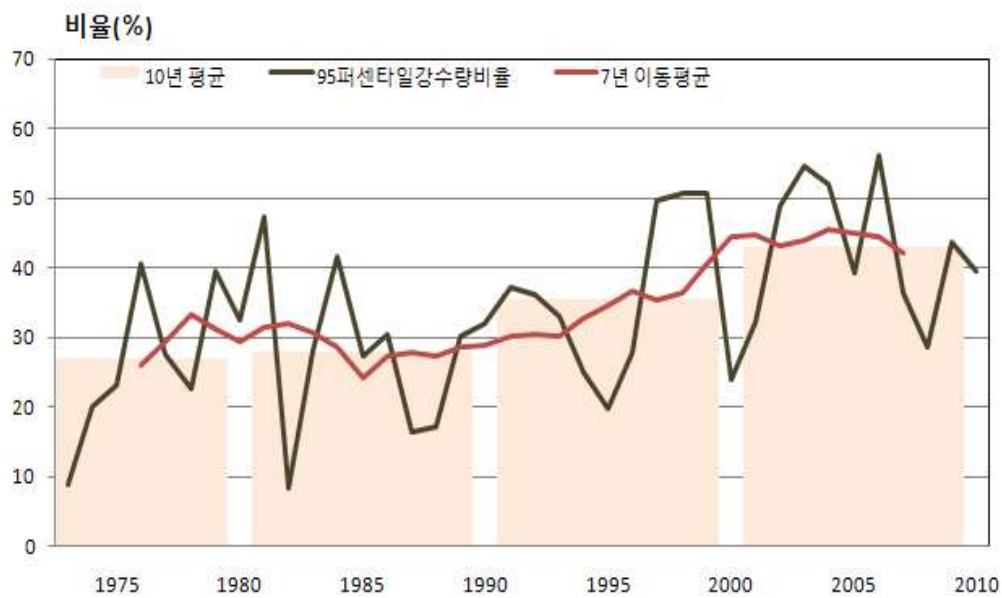


그림 3-247. 울릉도의 95퍼센타일 강수량 비율 변화(1973~2010년)

표 3-92. 10년 단위 95퍼센타일 강수량 비율(관측이래~2010년)(단위 : %)

기간 지역	1912~ 1920년	1921~ 1930년	1931~ 1940년	1941~ 1950년	1951~ 1960년	1961~ 1970년	1971~ 1980년	1981~ 1990년	1991~ 2000년	2001~ 2010년
속초	-	-	-	-	-	-	28.7	35.3	35.8	38.2
대관령	-	-	-	-	-	-	36.7	38.9	37.3	38.5
강릉	32.3	29.9	27.3	33.3	제외 (결측포함)	31.3	34.6	34.9	29.5	43.0
울릉도	-	-	-	35.4	제외 (결측포함)	28.6	25.9	27.9	35.4	43.1

표 3-93. 95퍼센타일 강수량 비율의 변화율(1973~2010년)(단위 : %/년)

기간 지역	연
속초	0.238*
대관령	0.170
강릉	0.248
울릉도	0.576**

*유의수준 $\alpha=0.05$, **유의수준 $\alpha=0.01$

5. 계절기상관측정보

1) 생물계절

속초의 1973~2010년 동안 속초의 제비 초견이 4월 16일이고 종견은 10월 12일이며, 매미의 초성은 7월 20일이고 종성은 9월 27일이다. 속초의 식물의 발아일과 개화일은 매화가 3월 15일과 3월 29일이며, 발아일이 가장 빨랐던 해는 1999년이다. 속초의 개나리는 발아일이 3월 24일이고, 개화일이 4월 4일이며 최근 들어서 발아일이 점차 빨라지고 있다. 진달래의 발아일은 38년동안 2007년에 3월 2일로 가장 빨랐으며, 벚나무 또한 2007년에 3월 6일로 발아일이 가장 빠른 것으로 나타났다.

강릉의 매미의 초성은 7월 3일이고 종성은 9월 13일이다. 38년 동안 뚜렷한 변화는 없으나 최근들어 초성이 조금 늦어지는 경향이 있다. 강릉의 매화는 발아일이 2월 28일이며 개화일은 3월 15일이다. 강릉의 개나리의 발아일이 가장 빨랐던 해는 2007년 (2월 25일)이고, 진달래의 발아일이 가장 빨랐던 해도 2007년(2월 27일) 이다.

울릉도의 제비의 초견은 4월 9일이고 종견은 9월 23일이며, 매미의 초성은 7월 3일이고 종성은 9월 13일이다. 울릉도의 개나리는 38년 동안 발아일이 가장 빨랐던 해가 2007년 (3월 4일)이며, 진달래 또한 같은 해 같은 날이 가장 발아일이 빨랐다. 배나무는 1990년 (3월 15일)에 발아일이 가장 빨랐다.

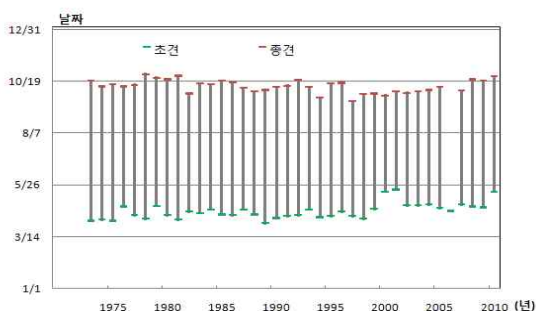


그림 3-248. 속초의 제비(1973~2010년)

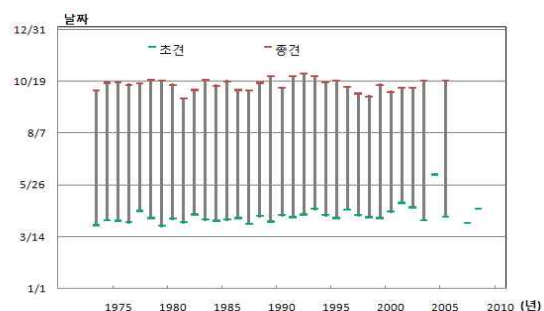


그림 3-249. 강릉의 제비(1973~2010년)

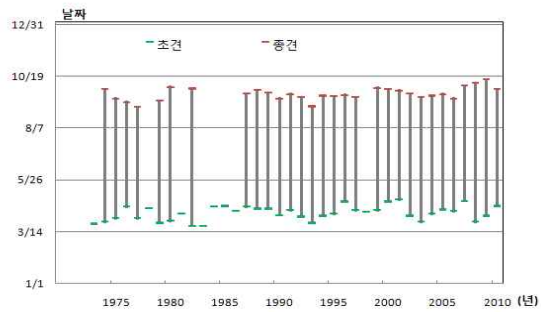


그림 3-250. 올챙이의 제비(1973~2010년)

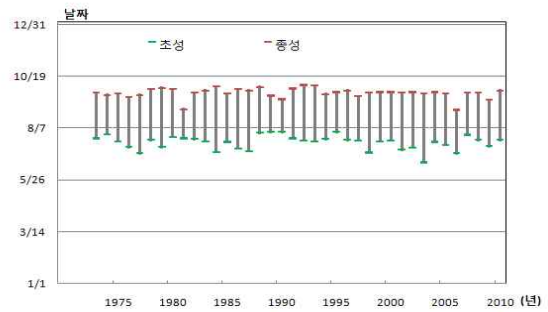


그림 3-251. 속초의 매미(1973~2010년)

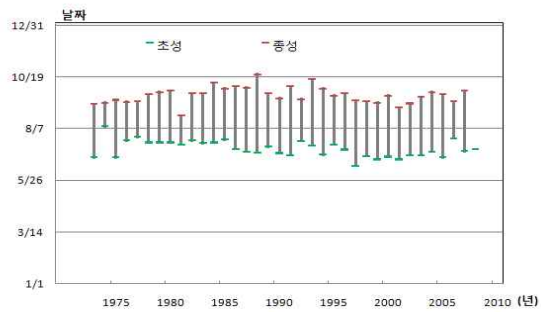


그림 3-252. 강릉의 매미(1973~2010년)

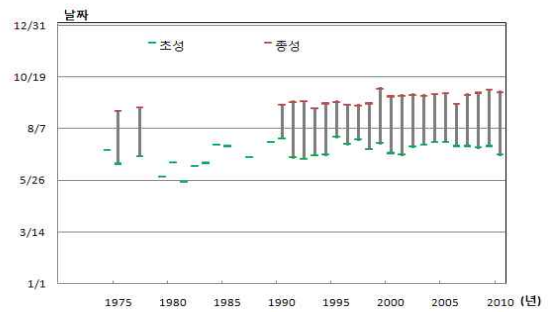


그림 3-253. 올챙이의 매미(1973~2010년)

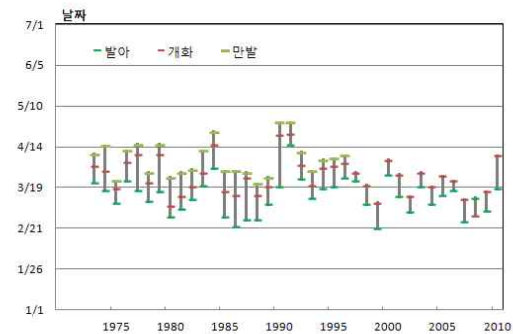


그림 3-254. 속초의 매화(1973~2010년)

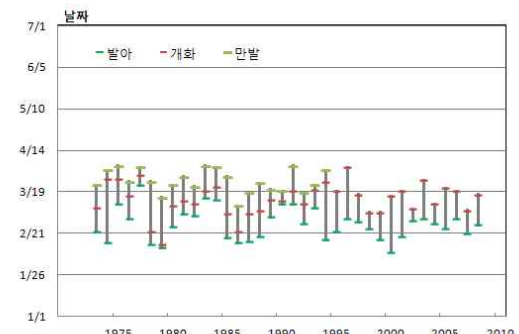


그림 3-255. 강릉의 매화(1973~2010년)

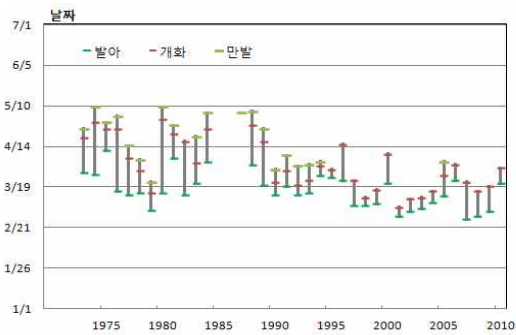


그림 3-256. 울릉도의 매화(1973~2010년)

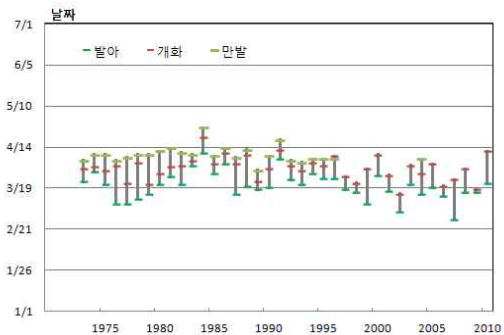


그림 3-257. 속초의 개나리(1973~2010년)

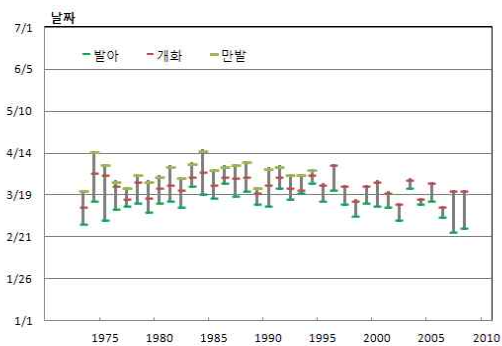


그림 3-258. 강릉의 개나리(1973~2010년)

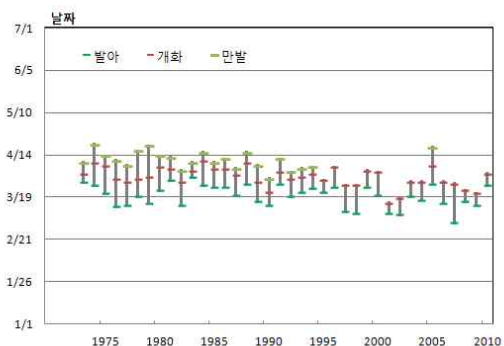


그림 3-259. 울릉도의 개나리(1973~2010년)

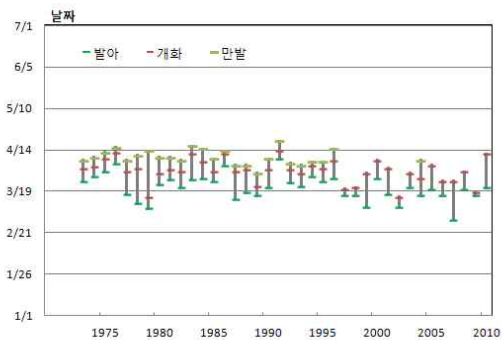


그림 3-260. 속초의 진달래(1973~2010년)

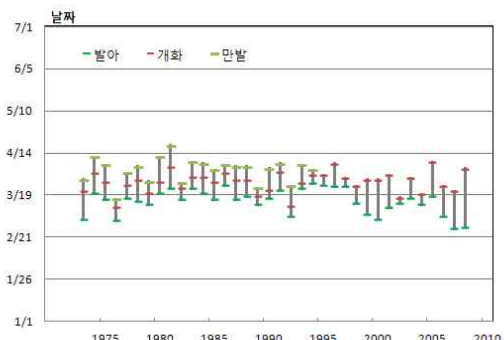


그림 3-261. 강릉의 진달래(1973~2010년)

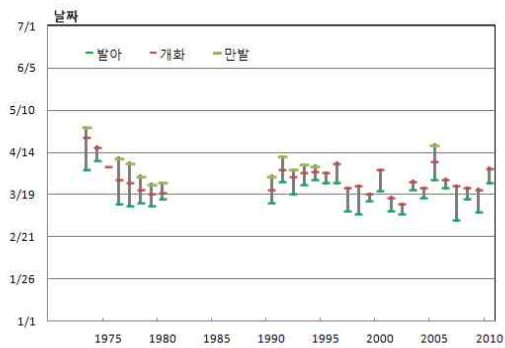


그림 3-262. 울릉도의 진달래(1973~2010년)

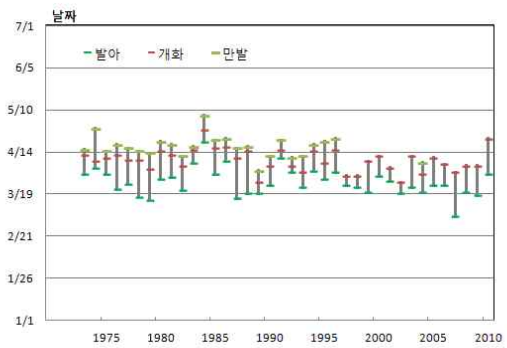


그림 3-263. 속초의 벚나무(1973~2010년)

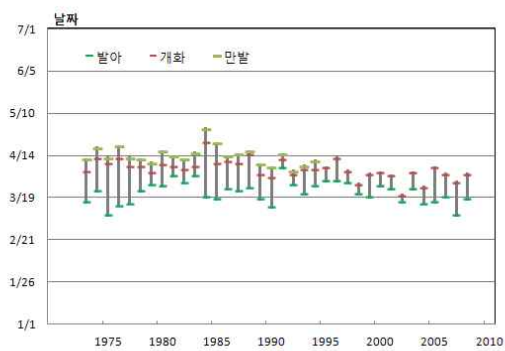


그림 3-264. 강릉의 벚나무(1973~2010년)

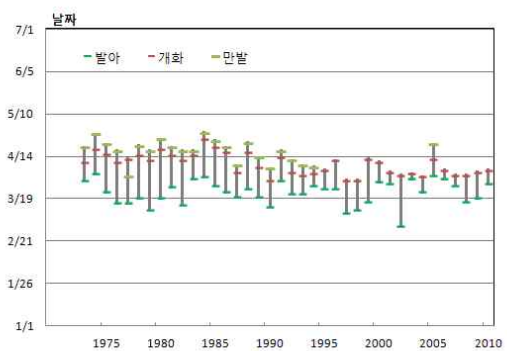


그림 3-265. 울릉도의 벚나무(1973~2010년)

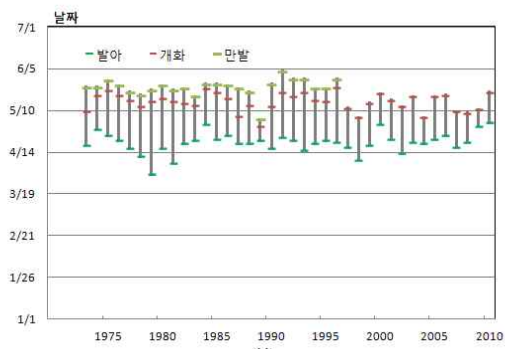


그림 3-266. 속초의 아카시아(1973~2010년)

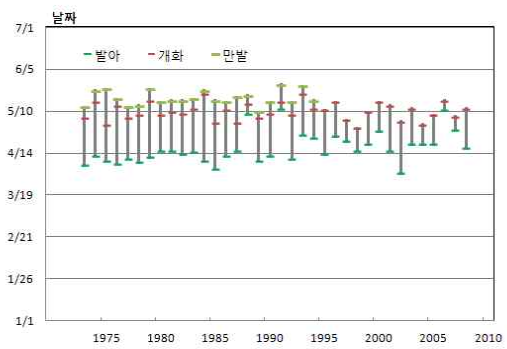


그림 3-267. 강릉의 아카시아(1973~2010년)

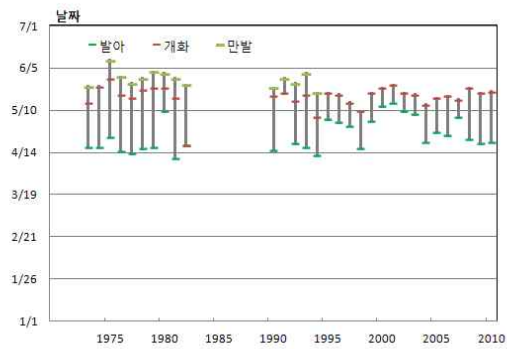


그림 3-268. 울릉도의 아카시아(1973~2010년)

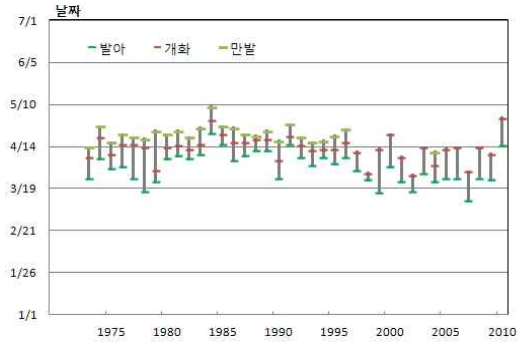


그림 3-269. 속초의 복숭아(1973~2010년)

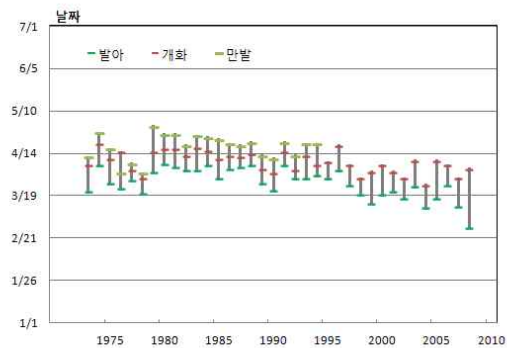


그림 3-270. 강릉의 복숭아(1973~2010년)

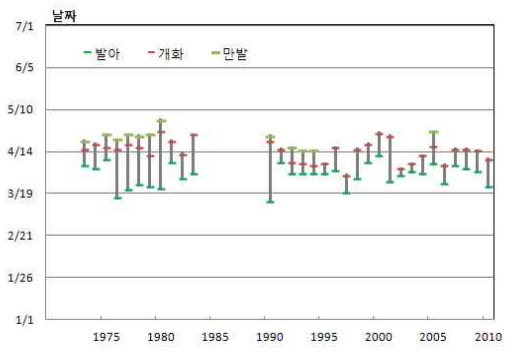


그림 3-271. 울릉도의 복숭아(1973~2010년)

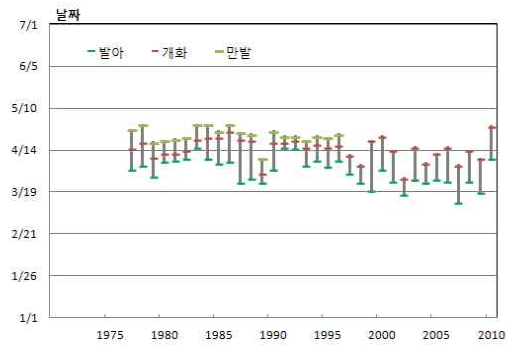


그림 3-272. 속초의 배나무(1973~2010년)

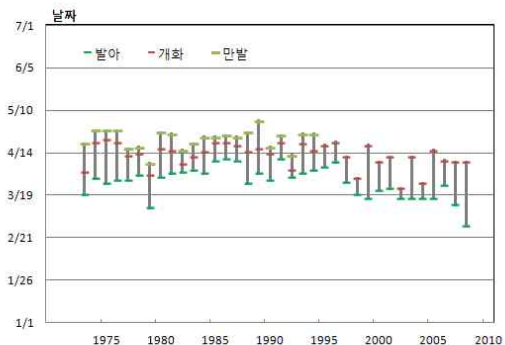


그림 3-273. 강릉의 배나무(1973~2010년)

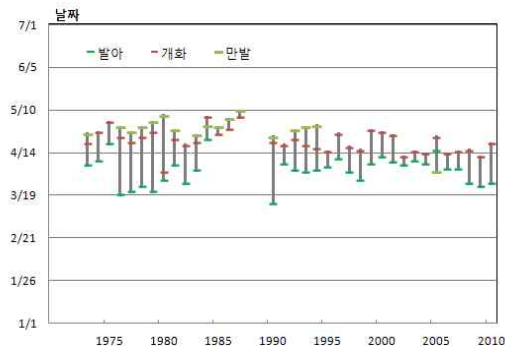


그림 3-274. 울릉도의 배나무(1973~2010년)

2) 기후계절

속초의 첫 서리일은 11월 24일이고, 마지막 서리일은 3월 20일이다. 1973년 이후로 첫 서리일이 가장 이른 해는 1983년(10월 24일)이고 가장 늦은 해는 2003년(1월 31일)이다. 강릉의 첫 서리일은 11월 24일이고, 마지막 서리일은 3월 31일로 속초보다 11일 정도 느리다. 1973년 이후로 첫 서리일이 가장 이른 해는 1983년(10월 24)로 속초와 같으며, 가장 늦은 해는 1979년(1월 24일)이다. 울릉도의 첫 서리일은 12월 2일이고 마지막 서리일은 3월 17일이다.

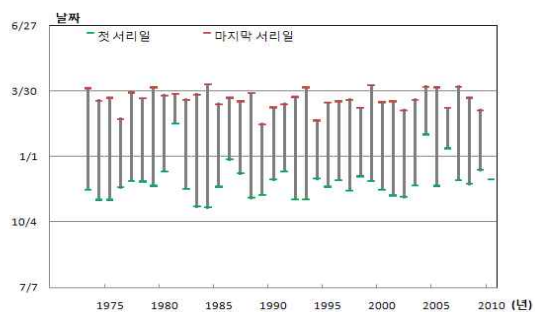


그림 3-275. 속초의 서리(1973~2010년)

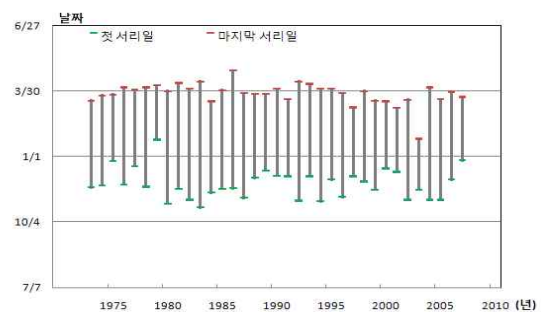


그림 3-276. 강릉의 서리(1973~2010년)

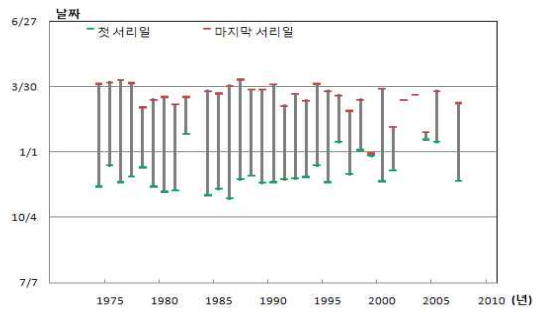


그림 3-277. 울릉도의 서리(1973~2010년)

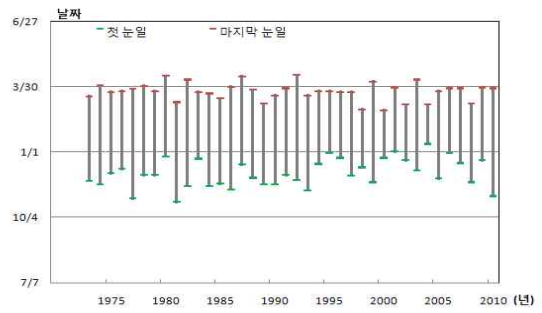


그림 3-278. 속초의 눈(1973~2010년)

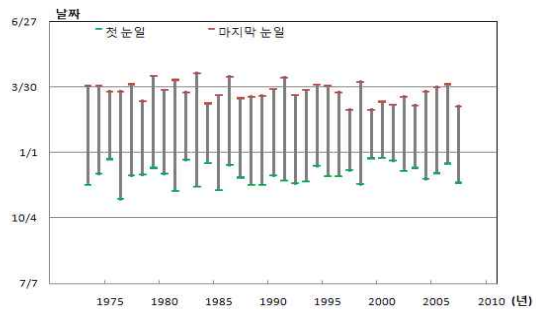


그림 3-279. 강릉의 눈(1973~2010년)

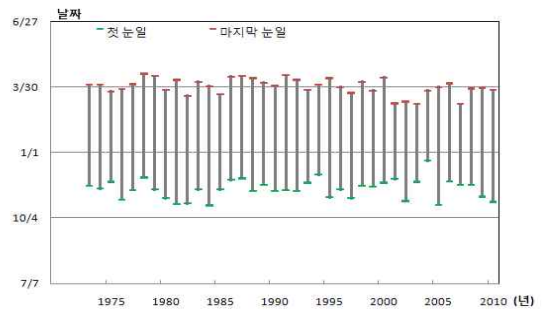


그림 3-280. 울릉도의 눈(1973~2010년)

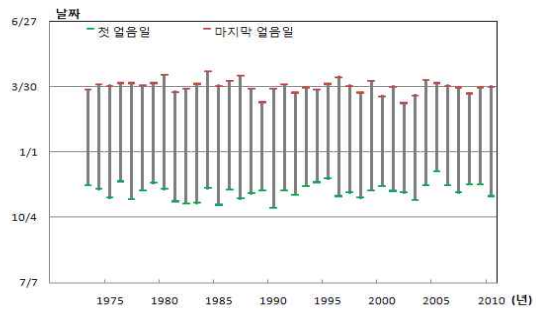


그림 3-281. 속초의 얼음(1973~2010년)

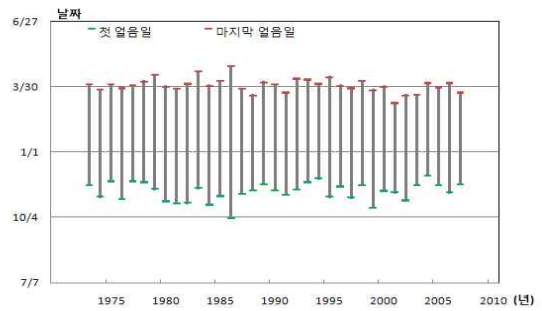


그림 3-282. 강릉의 얼음(1973~2010년)

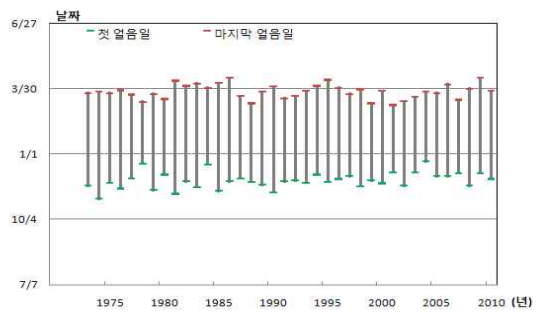


그림 3-283. 울릉도의 얼음(1973~2010년)

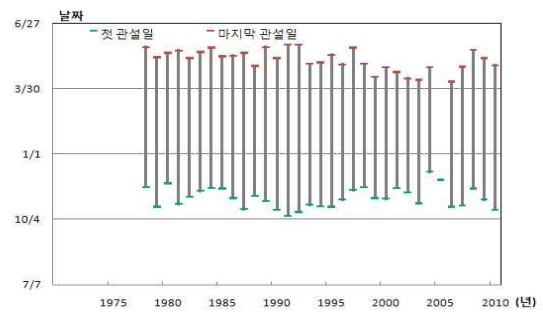


그림 3-284. 속초의 관설(1973~2010년)

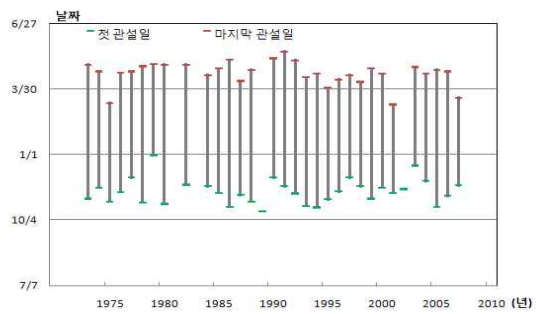


그림 3-285. 강릉의 관설(1973~2010년)

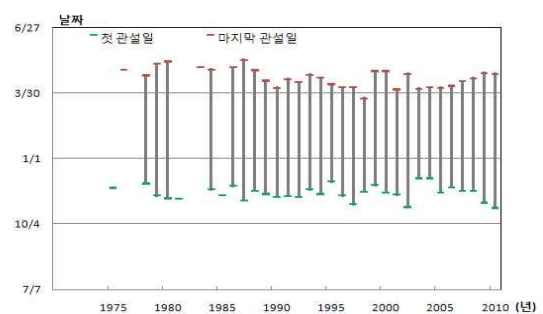


그림 3-286. 울릉도의 관설(1973~2010년)

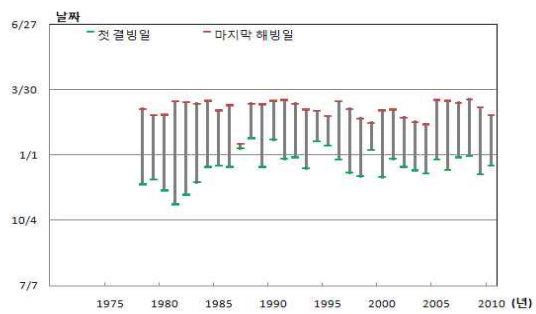


그림 3-287. 속초의 강하천의 결빙
(1973~2010년)

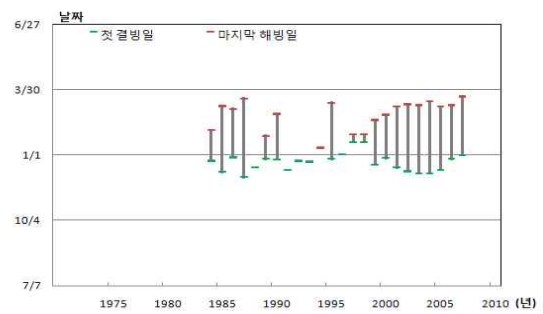


그림 3-288. 강릉의 강하천의 결빙
(1973~2010년)

3) 생활계절

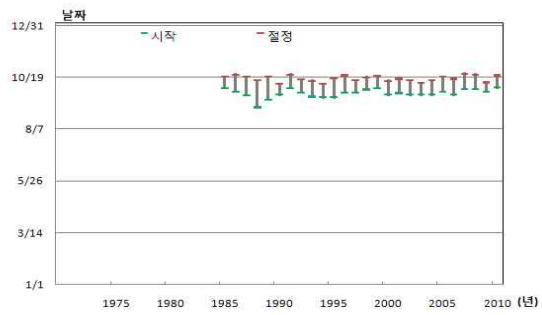


그림 3-289. 속초의 유명산(외설악) 단풍(1973~2010년)

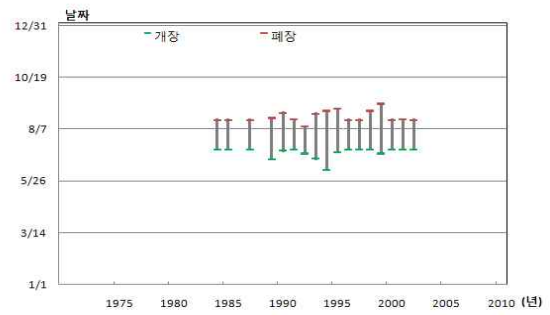


그림 3-290. 강릉의 해수욕장(1973~2010년)

1

2

3

4. 강원 영동의 미래 기후변화 전망

1. 공간분포
2. 기후변화 전망
3. 극한기후지수

IV장에서는 2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 강원도의 행정구역별 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온, 연강수량 평균장과 2001~2010년과 비교한 편차장의 변화를 2011~2040년, 2041~2070년, 2071~2100년으로 30년씩 평균하여 공간 분포도로 나타내 공간적인 변화경향을 파악하였다. 또한 강원도의 미래 10년씩 평균하여 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온, 연강수량의 전망을 시계열을 통하여 변화경향을 파악하였다.

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료 중 기온 값을 이용하여 강원 영동의 미래 10년씩 평균하여 극한기후사상의 전망을 그래프로 나타내 시계열적인 변화경향을 파악하였다.

기후변화전망은 기상청에서 제공하는 IPCC 4차보고서에서 사용된 A1B시나리오 기반의 2001년부터 2100년까지 한반도 고해상도(10km) 기후변화 시나리오를 사용하여 변화경향을 분석하였다. 공간분포는 행정구역 내에 포함되는 총 격자의 평균값으로 행정구역별 분포도로 제시하였다. 그림 4-1은 강원도의 시나리오 해당격자를 나타내낸 것이다.

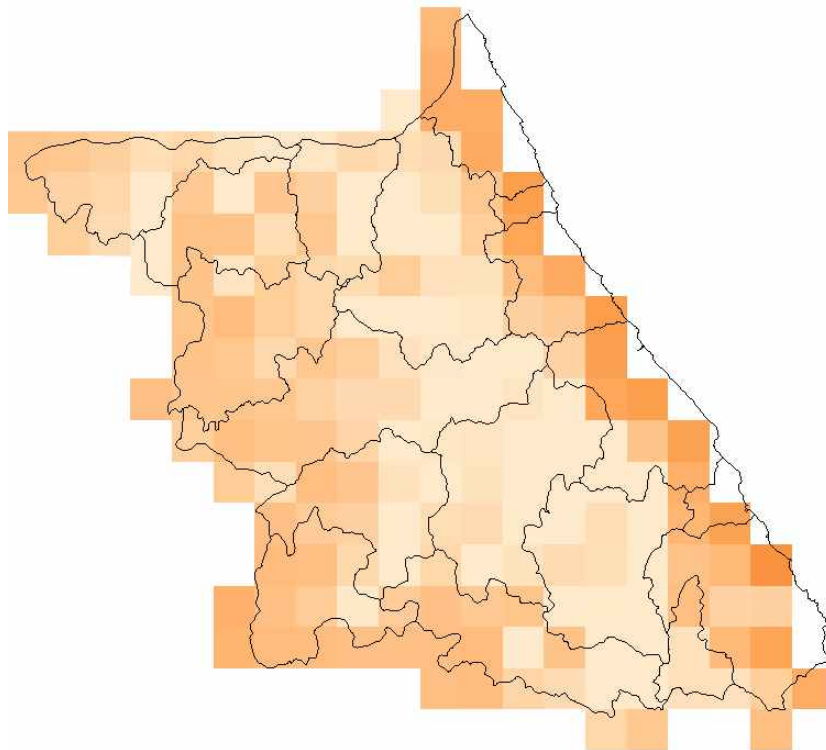


그림 4-1 강원도의 시나리오 해당격자

1. 공간분포

1) 평균기온

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 30년별 연평균기온, 2001~2010년과 연평균기온편차의 전망을 4-2와 그림4-3에 나타내었다.

2011~2040년대 영동에서 연평균기온의 전망은 7.6~12.9℃ 범위 내에 존재하지만, 2041~2070년대가 되면 동해안지역은 12.0℃ 이하의 온도대는 사라지고 증가한다. 2071~2100년대가 되면 14.0℃ 지역이 사라지고, 15.2℃의 지역이 나타난다. 울릉도의 경우 13.6℃에서 14.7℃로 상승하고 15.2℃로 상승한다.

연평균기온의 편차 전망은 2011~2040년대 -1.4~2.6℃ 범위로 전망되고, 태백이 -1.4℃로 온도가 감소하고, 울릉도는 2.7℃로 온도가 증가한다. 2041~2070년대가 되면 편차는 증가하여 고성이 3.2℃로 가장 크게 증가한다. 2071~2100년대가 되면 고성, 울릉도, 강릉 순으로 편차가 크게 나타나고, 영서 지역보다 기온이 더 높게 나타난다.

표 4-1 행정구역별 평균기온과 편차(단위 : ℃)

행정구역 년대		고성	속초	양양	강릉	동해	삼척	태백	울릉도
2011~2040	기온	12.3	12.6	11.9	12.0	12.9	11.6	7.6	13.6
	편차	2.6	-0.1	0.4	1.7	0.2	-0.2	-1.4	1.0
2041~2070	기온	12.9	13.2	12.4	12.5	13.5	12.1	8.2	14.7
	편차	3.2	0.4	0.9	2.2	0.7	0.3	-0.8	2.1
2071~2100	기온	14.7	15.0	14.2	14.3	15.2	13.8	9.9	15.2
	편차	5.2	2.2	2.7	3.9	2.5	2.0	0.9	2.6

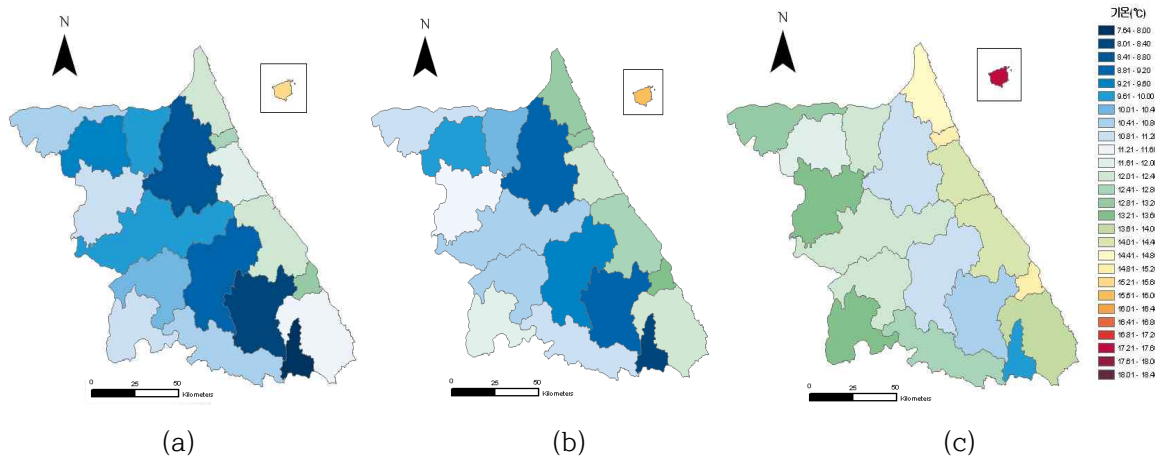


그림 4-2. 강원도의 연평균기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

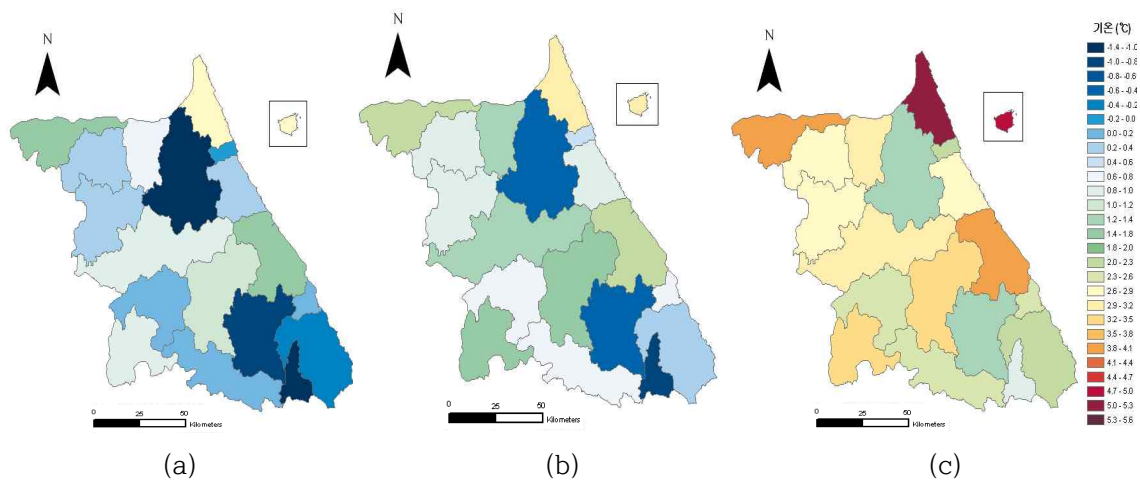


그림 4-3. 강원도의 연평균기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

2) 최고기온

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 30년별 최고기온, 2001~2010년과 최고기온편차의 평균장 전망을 살펴보면 그림 4-4와 그림 4-5와 같다. 표 4-2에 행정구역별 최고기온과 편차를 나타내었다.

2011~2040년대의 최고기온은 태백이 가장 낮고, 태백을 제외한 지역은 14.5℃ 이상을 나타내고 울릉도가 16.5℃로 가장 높게 나타났다. 2041~2070년대가 되면 태백을 제외한 지역은 15.4℃ 이상의 온도대로 나타나고 있으며 강릉 16.0℃, 삼척은 16.3℃, 동해는 17.0℃, 울릉도는 17.5℃의 온도대가 나타나는 것으로 전망된다. 2071~2100년대가 되면 2041~2070년에 비해 평균 0.4℃ 증가한 온도를 나타내고, 태백이 13.9℃로 가장 낮게 나타났으며 울릉도는 18.0℃로 가장 높게 나타났다.

연평균최고기온의 편차 전망은 연평균기온의 편차보다 작은 것으로 전망되었다. 2011~2040년대 연평균최고기온편차는 -2~0.9℃ 범위로 전망되고, 증가하는 지역은 고성, 강릉, 울릉도로 나타났다. 이는 실측결과와 모델의 오차로 인하여 다소 차이가 있을 것이다. 2041~2070년대가 되면 편차는 고성, 강릉, 동해, 울릉도의 온도가 증가하는 것으로 나타났다. 2071~2100년대가 되면 고성은 2.3℃, 강릉은 1.7℃, 동해는 0.8℃, 울릉도는 2.0℃의 편차를 나타내며 나머지지역은 -0.2℃~-0.6℃로 나타났다. 이것은 편차의 기준 년이 2001~2010년의 10년간 평균값을 기준으로 하여 계산된 것이라 다소 차이가 있을 것이다.

표 4-2 행정구역별 최고기온과 편차(단위 : ℃)

행정구역 년대		고성	속초	양양	강릉	동해	삼척	태백	울릉도
2011~2040	기온	14.8	14.8	14.5	15.1	16.0	15.3	12.5	16.5
	편차	0.9	-1.6	-1.9	0.4	-0.7	-1.6	-2.0	0.6
2041~2070	기온	15.8	15.7	15.4	16.0	17.0	16.3	13.6	17.5
	편차	1.8	-0.7	-1.0	1.3	0.4	-0.6	-0.9	1.6
2071~2100	기온	16.2	16.1	15.8	16.4	17.4	16.7	13.9	18.0
	편차	2.3	-0.3	-0.6	1.7	0.8	-0.2	-0.5	2.0

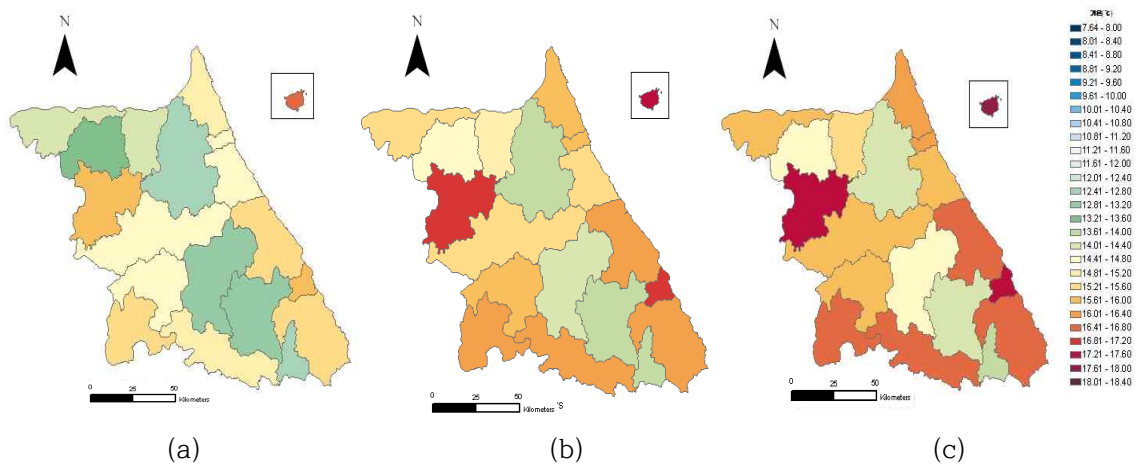


그림 4-4. 강원도의 연최고기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

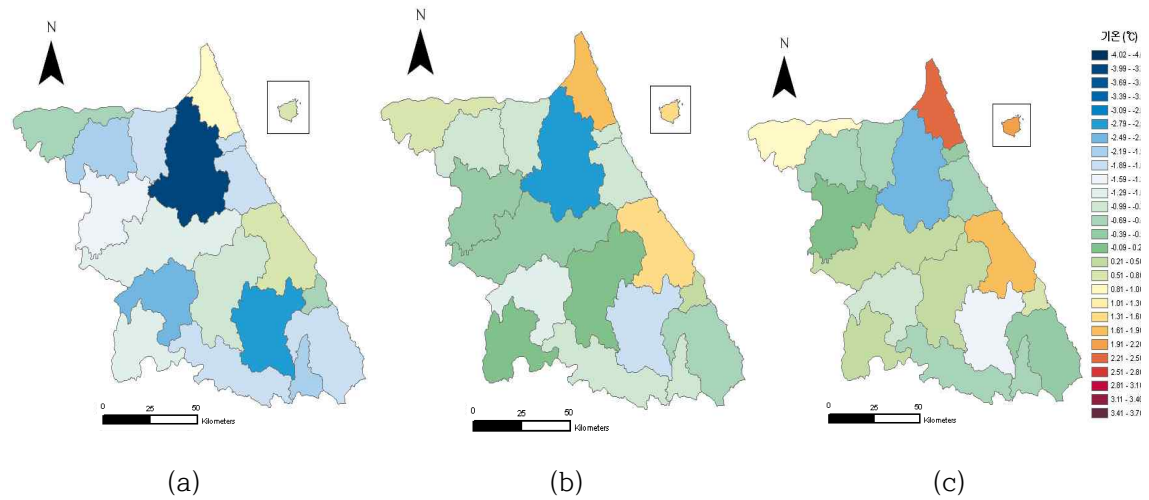


그림 4-5. 강원도의 연최고기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

3) 최저기온

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 30년별 연최저 기온, 2001~2010년과 연최저기온 편차의 평균장 전망을 살펴보면 그림 4-6과 그림 4-7과 같이 나타났다. 표 4-3에 행정구역별 최저기온과 편차를 나타내었다.

2011~2040년대의 최저기온은 태백이 가장 낮고, 태백을 제외한 지역은 4.9℃ 이상을 나타내고, 속초가 7.3℃로 나타나고 울릉도가 11.5℃로 가장 높게 나타났다. 2041~2070년대가 되면 태백을 제외한 지역은 6.1℃ 이상의 온도대로 나타나고 동해는 8.1℃, 속초는 8.5℃, 울릉도는 12.5℃의 온도대가 나타나는 것으로 전망된다. 2071~2100년대가 되면 2041~2070년에 비해 평균 0.5℃ 증가한 온도대를 나타내고, 태백이 1.8℃로 가장 낮게 나타났으며 울릉도는 13.2℃로 가장 높게 나타났다.

연평균최저기온의 편차 전망은 연평균기온의 편차보다 작은 것으로 전망되었다. 울릉도의 경우는 최고기온보다 편차가 크게 나타났다. 2011~2040년대 연평균최고기온편차는 -2.6~1.2℃ 범위로 전망되고, 증가하는 지역은 고성, 울릉도로 나타났다. 이는 실측결과와 모델의 오차로 인하여 다소 차이가 있을 것이다. 2041~2070년대가 되면 편차는 고성, 양양, 강릉, 울릉도의 온도가 증가하는 것으로 나타났다. 2071~2100년대가 되면 고성은 2.4℃, 양양은 0.6℃, 강릉은 1.2℃, 울릉도는 3.1℃의 편차를 나타내며 나머지지역은 -2.4℃~-0.3℃으로 나타나 지역별로 기온상승이 크게 차이 나는 것을 알 수 있다.

표 4-3 행정구역별 최저기온과 편차(단위 : ℃)

행정구역		고성	속초	양양	강릉	동해	삼척	태백	울릉도
년대									
2011~2040	기온	6.7	7.3	6.1	6.1	6.8	4.9	0.2	11.5
	편차	0.7	-2.1	-1.2	-0.5	-2.6	-2.3	-4.0	1.4
2041~2070	기온	7.9	8.5	7.4	7.3	8.1	6.1	1.3	12.5
	편차	1.8	-0.9	0.1	0.7	-1.4	-1.2	-2.9	2.5
2071~2100	기온	8.4	9.0	7.9	7.9	8.6	6.6	1.8	13.2
	편차	2.4	-0.3	0.6	1.2	-0.8	-0.7	-2.4	3.1

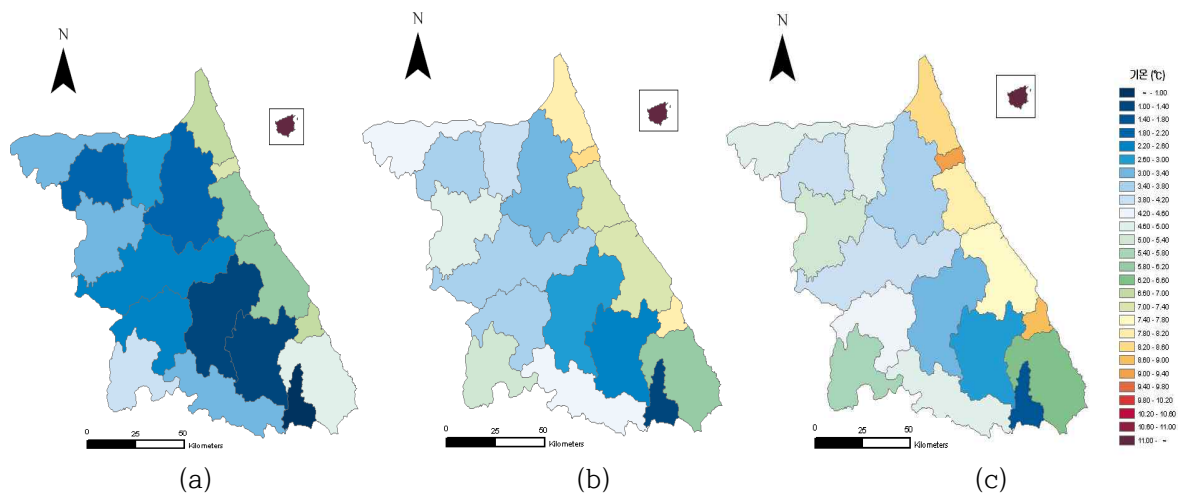


그림 4-6. 강원도의 연최저기온 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

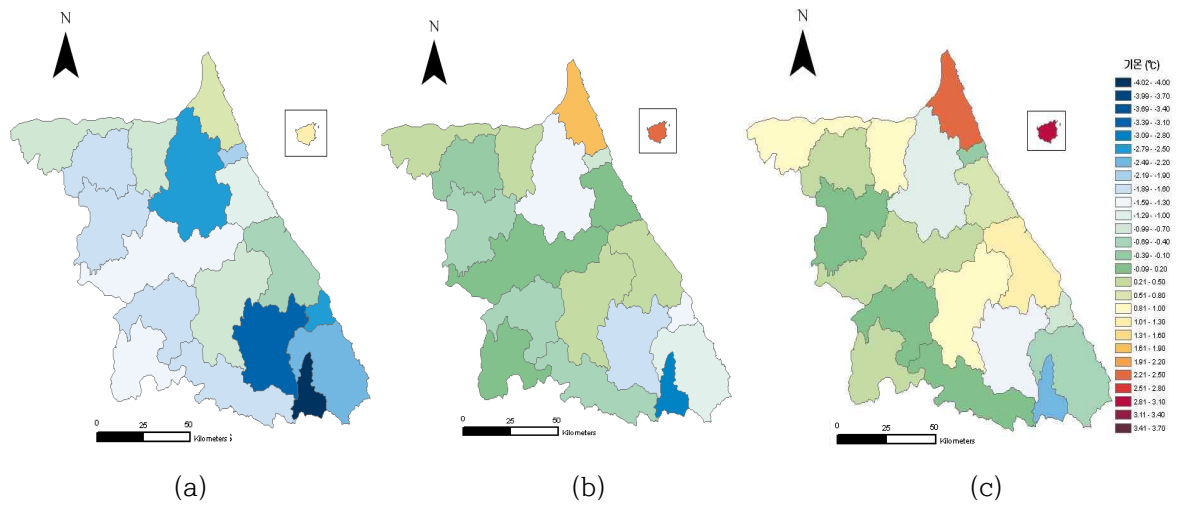


그림 4-7. 강원도의 연최저기온 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

4) 강수량

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 30년별 연강수량, 2001~2010년과 연강수량편차의 전망을 살펴보면 그림 4-8, 4-9과 같이 나타내었다. 표 4-4에 행정구역별 강수량과 편차를 나타내었다.

2011~2040년대의 연강수량의 전망은 속초에서 1,500mm가 넘는 것으로 전망되고 있다. 2041~2070년대가 되면 1,500mm가 넘는 지역이 고성, 속초, 양양, 강릉으로 확장되며, 속초는 1,683.2mm로 연강수량이 전망되었다. 2071~2100년대가 되면 속초는 1,700.1mm의 강수량이 전망되었으며 울릉도를 제외한 모든 지역이 1,500mm가 넘는 것으로 전망되고 있다.

연강수량의 편차 전망은 2011~2040년대 대략 -340~317mm 범위로 속초, 삼척을 제외한 곳에서 대부분 음의 편차가 나타나는 것으로 전망되었다. 이는 기후변화 시나리오와 실측의 오차에 의해 편차가 음의 값으로 나타나는 것으로 보인다. 2041~2070년대는 음의 편차를 나타내는 지역이 줄어들어 양양, 울릉도를 제외한 나머지 지역에서 모두 양의 편차가 나타나는 것으로 전망되었다. 2071~2100년대는 속초가 505.8mm 증가하는 것으로 전망되며, 울릉도는 음의 편차로 나타난다.

표 4-4 행정구역별 강수량과 편차(단위 : mm)

행정구역		고성	속초	양양	강릉	동해	삼척	태백	울릉도
년대									
2011~2040	강수량	1,422.1	1,511.4	1,437.2	1,388.6	1,287.6	1,315.4	1,324.7	1,322.8
	편차	-145.0	316.9	-175.2	136.4	-91.0	95.9	-18.5	-340.6
2041~2070	강수량	1,578.7	1,683.2	1,602.7	1,552.6	1,446.2	1,473.8	1,480.1	1,451.9
	편차	11.7	488.7	-9.6	300.4	67.6	254.3	136.9	-211.4
2071~2100	강수량	1,594.6	1,700.1	1,648.9	1,614.1	1,517.8	1,531.7	1,530.3	1,464.9
	편차	27.6	505.6	36.6	362.0	139.2	312.2	187.1	-198.4

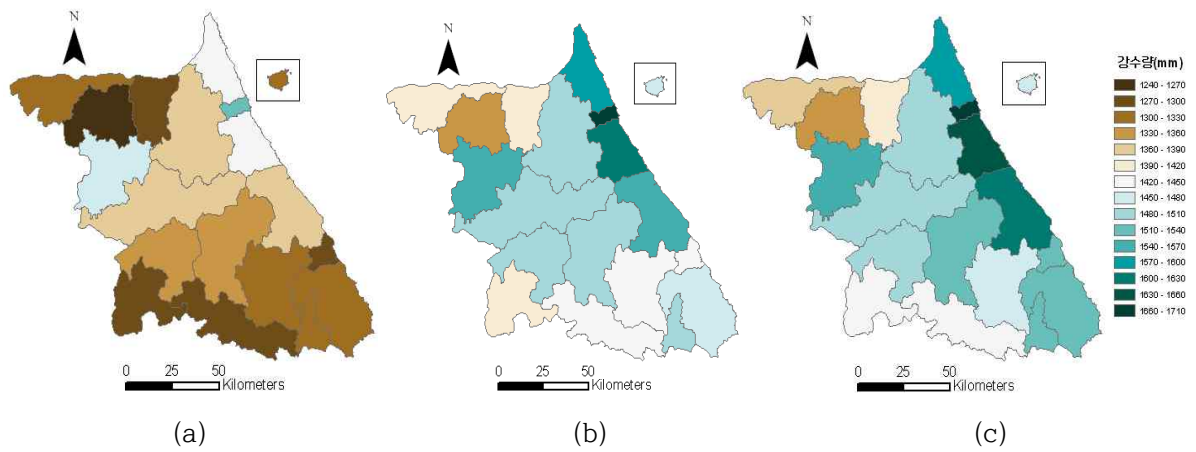


그림 4-8. 강원도의 연강수량 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

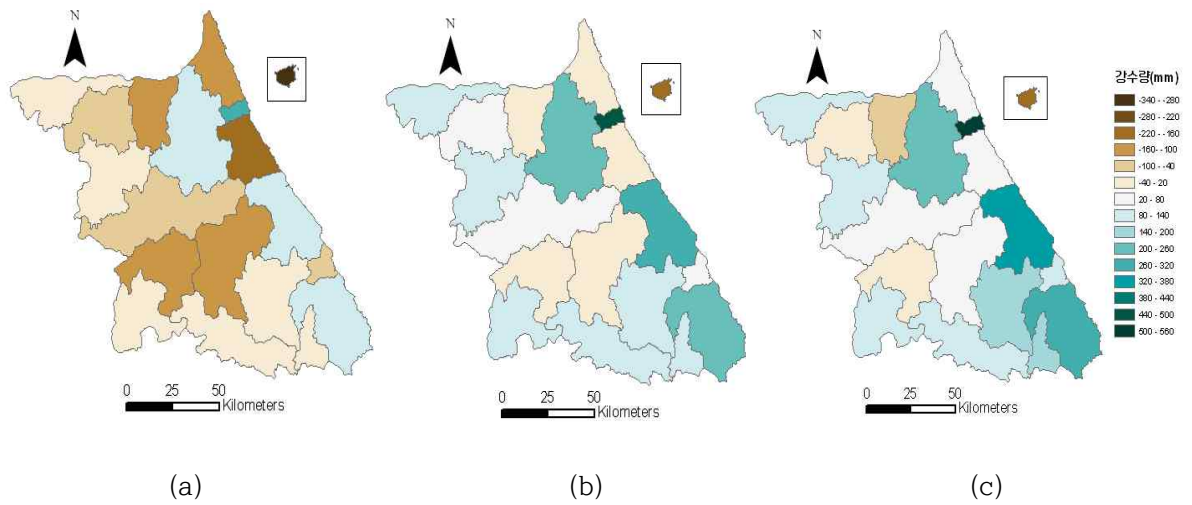


그림 4-9. 강원도의 연강수량 편차의 평균장(a)2011~2040년, (b)2041~2070년, (c)2071~2100년

2. 기후변화 전망

영동은 모델영역에서 태백산맥 동쪽으로 고성, 속초, 양양, 강릉 동해, 삼척, 태백을 대상으로 하였다. 편차 값은 2001~ 2010년의 해당 행정구역에 포함되는 모든 ASOS와 AWS를 평균하여 사용하였다.

1) 기온

영동의 평균기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 3.5℃ 상승하여 14.5℃로 전망되었다. 30년 평균값은 2.6℃ 상승하여 13.8℃로 전망되었다. 편차는 2001~2010년 관측 값으로 나타낸 것으로 장래모델결과와 관측 값의 오차로 인하여 다소 차이가 있다. 강릉의 평균기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 3.2℃ 상승하여 14.9℃로 전망되었다. 30년 평균값은 2.3℃ 상승하여 14.3℃로 전망되었다. 편차는 2001~2010년 관측 값으로 나타낸 것으로 1℃~4.3℃의 양의 편차 값이 나타난다. 울릉도의 평균기온은 10년 평균값이 13.3℃에서 2.3℃ 증가하여 15.6℃로 전망되며 30년 평균값은 15.2℃로 전망되었다.

영동의 최고기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 2.0℃ 상승하여 16.7℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.4℃ 상승하여 16.5℃로 나타났다. 편차의 경우 모델과 관측치의 오차가 있으나, 점차 상승하는 것으로 나타났으며 2051~2060년부터는 양의 편차로 전망되었다. 강릉의 최고기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 1.8℃ 상승하여 16.5℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.3℃ 상승하여 16.4℃로 전망되었다. 편차는 2001~2010년 관측 값으로 나타낸 것으로 2011~2020년은 편차 값이 0℃로 나타나다가 2021~2030년부터 양의 편차 값이 나타난다. 울릉도의 최고기온은 10년 평균값이 16.2℃에서 2.1℃ 상승하여 18.3℃로 전망되었다.

영동의 최저기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년 평균값이 1.6℃ 상승하여 8.6℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.1℃ 상승하여 8.3℃로 전망되었다. 편차의 경우 모델과 관측치의 오차가 있으나, 점차 상승하는 것으로 나타났다. 2011~2020년의 편차가 음의 편차로 나타나는 것은 모델이 일 최저기온을 과소평가하였기 때문이다. 강릉의 최저기온의 경우 2011~2020년 평균값보다 2091~2100년의 평균값이 2.4℃ 상승하여 8.1℃로 전망되었다. 30년 평균값은 1.8℃ 상승하여 7.9℃로 전망되었다. 울릉도의 최저기온은 2011~2020년 평균 10.9℃에서 2091~2100년의 평균값이 13.3℃로 전망되었다.

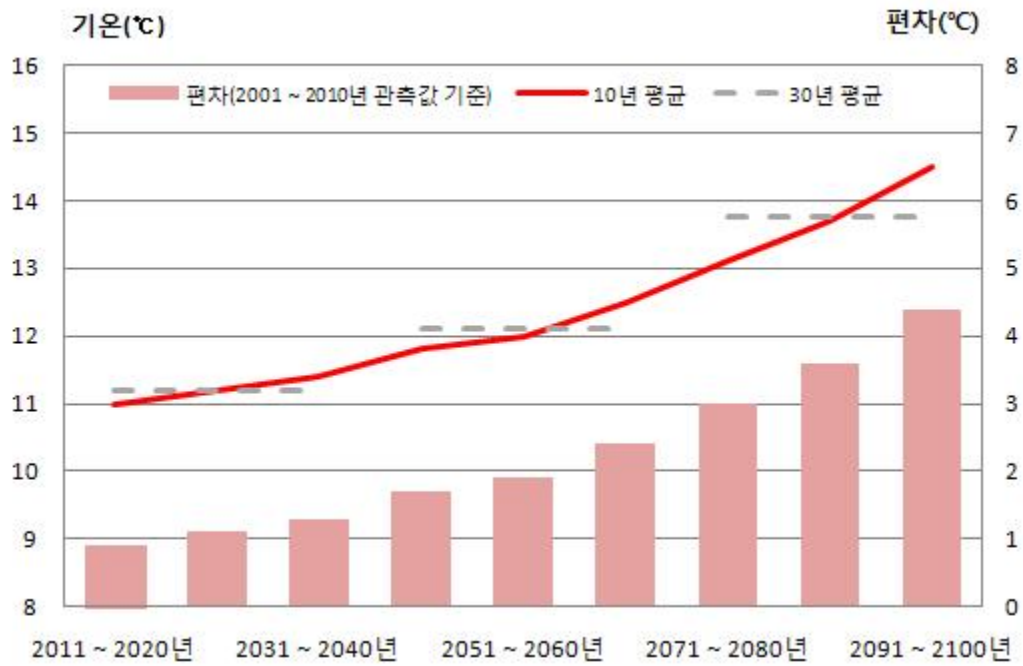


그림 4-10. 영동의 평균기온 미래 전망(2011~2100년)

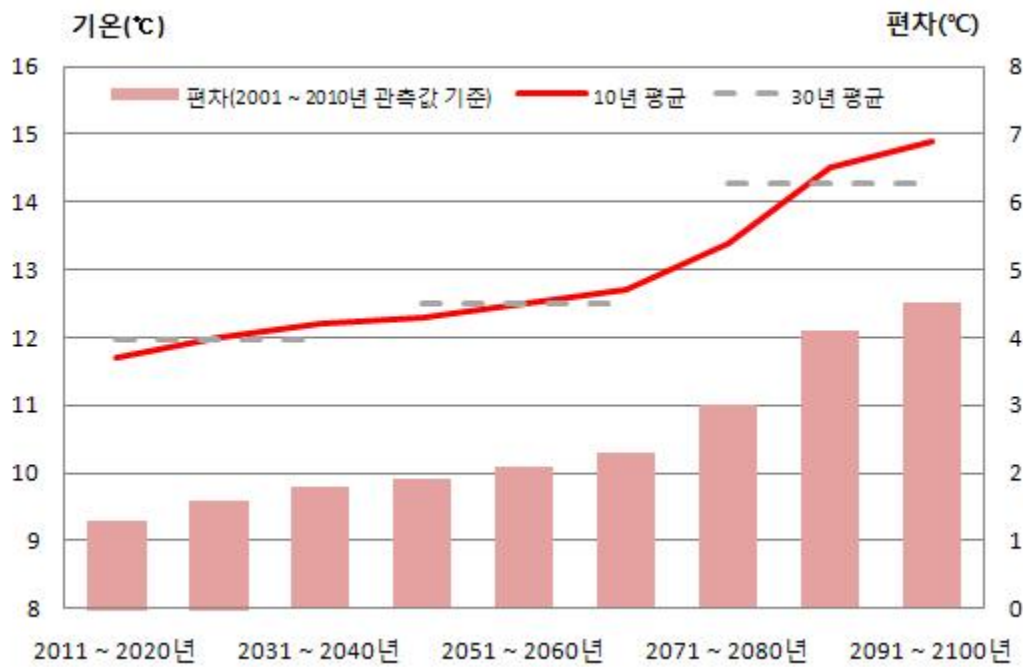


그림 4-11. 강릉의 평균기온 미래 전망(2011~2100년)

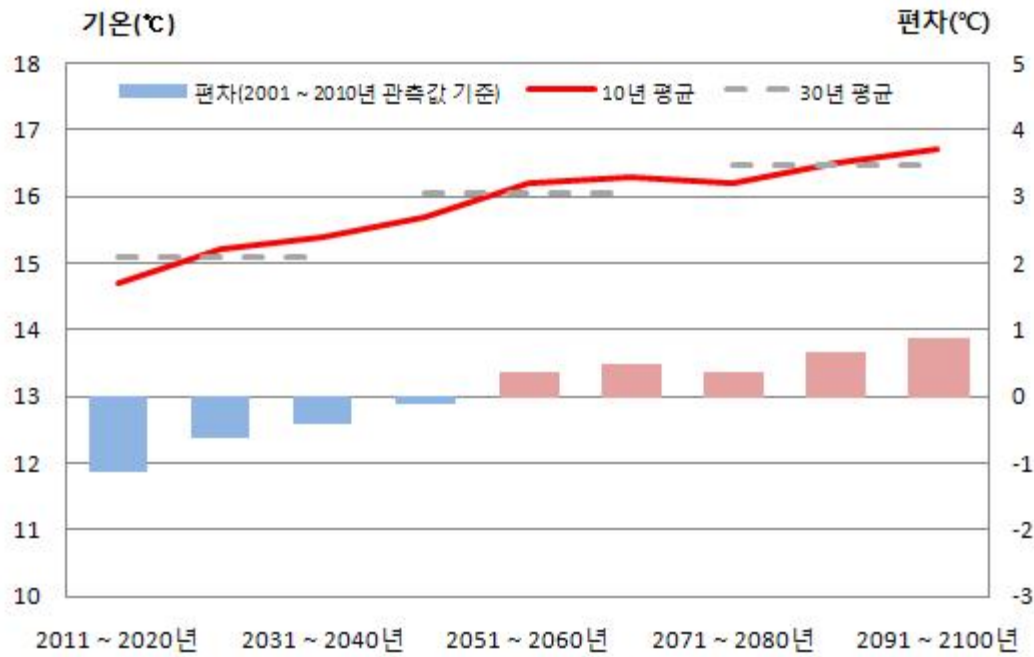


그림 4-12. 영동의 최고기온 미래 전망(2011~2100년)

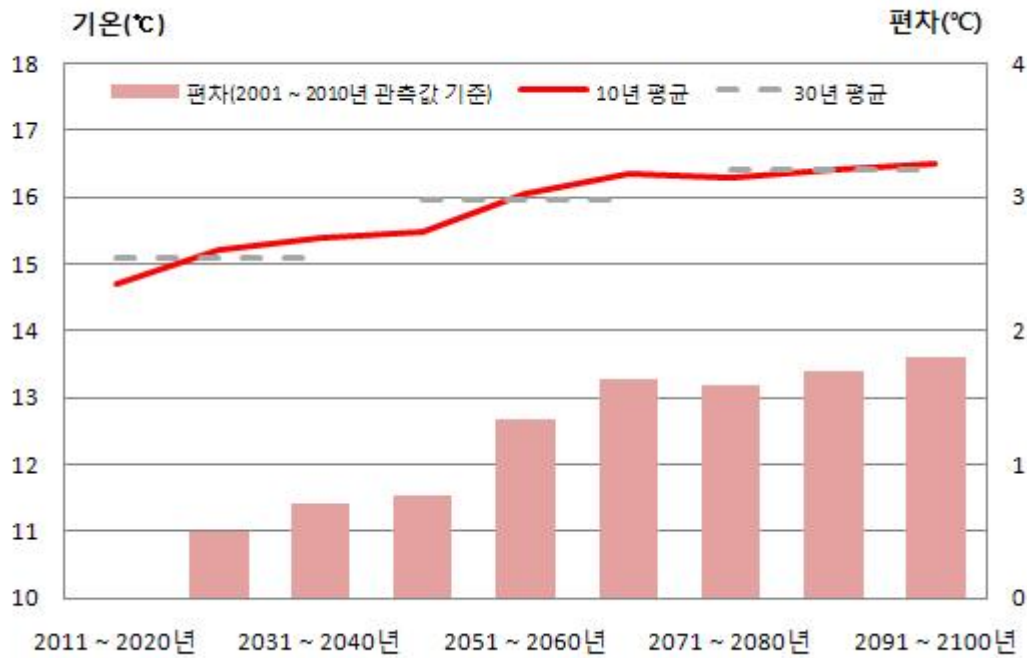


그림 4-13. 강릉의 최고기온 미래 전망(2011~2100년)

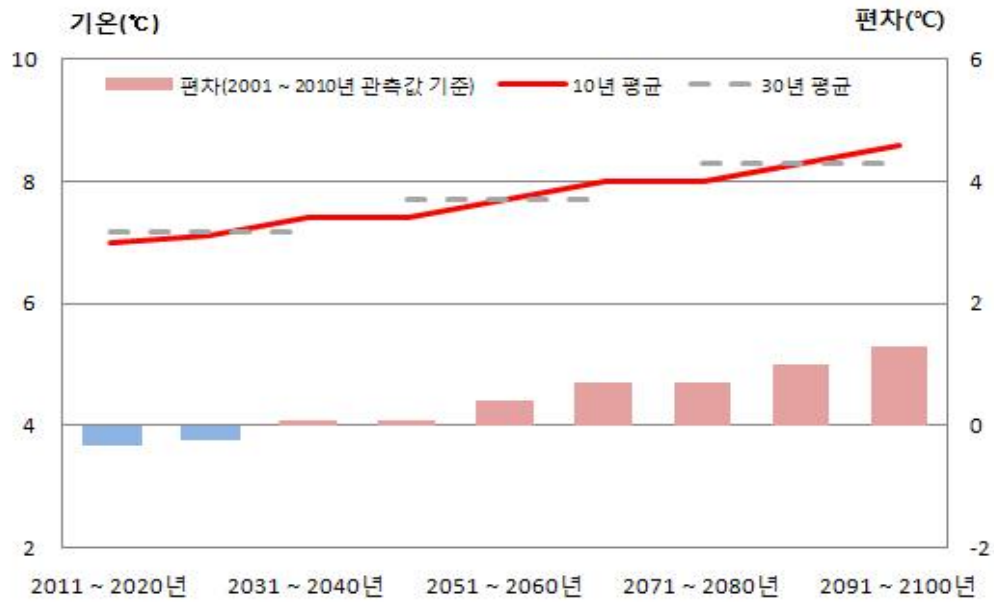


그림 4-14. 영동의 최저기온 미래 전망(2011~2100년)

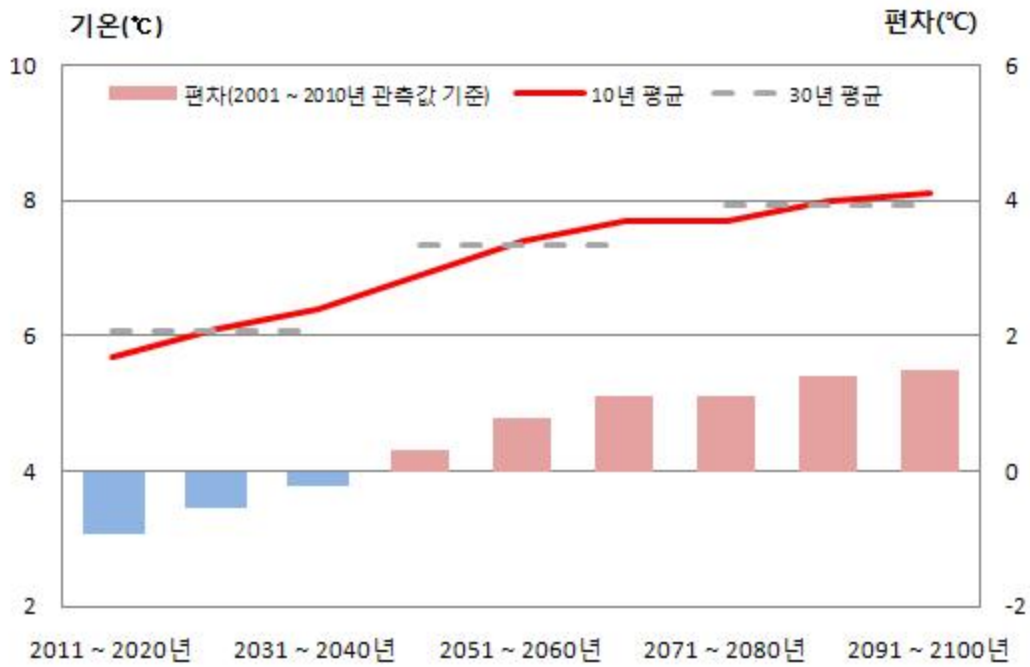


그림 4-15. 강릉의 최저기온 미래 전망(2011~2100년)

표 4-5. 영동의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	2001~ 2010년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
평균기온	10.1	11.0	11.2	11.4	11.8	12.0	12.5	13.1	13.7	14.5
		11.2			12.1			13.8		
최고기온	15.8	14.7	15.2	15.4	15.7	16.2	16.3	16.2	16.5	16.7
		15.1			16.1			16.5		
최저기온	7.3	7.0	7.1	7.4	7.4	7.7	8.0	8.0	8.3	8.6
		7.2			7.7			8.3		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

표 4-6. 강릉의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	2001~ 2010년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
평균기온	10.4	11.7	12.0	12.2	12.3	12.5	12.7	13.4	14.5	14.9
		12.0			12.5			14.3		
최고기온	14.7	14.7	15.2	15.4	15.5	16.0	16.3	16.3	16.4	16.5
		15.1			16.0			16.4		
최저기온	6.6	5.7	6.1	6.4	6.9	7.4	7.7	7.7	8.0	8.1
		6.1			7.3			7.9		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

표 4-7. 울릉도의 기온 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	2001~ 2010년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
평균기온	12.6	13.3	13.7	13.9	14.2	14.5	15.5	14.8	15.3	15.6
		13.6			14.7			15.2		
최고기온	16.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.3	18.3	17.5	18.1	18.3
		16.5			17.5			18.0		
최저기온	10.1	10.9	11.3	11.5	11.8	12.1	13.1	12.4	13.0	13.3
		11.5			12.5			13.2		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

2) 강수량

그림 4-16은 영동의 강수량 미래전망을 나타낸 그래프이다. 영동지역의 강수량은 점차 증가하는 것으로 나타났으며, 30년 평균값은 207.5mm 증가하는 것으로 나타났다. 2011~2040년에서 2051~2070년 강수량의 평년증가가 크게 나타났으며, 2061~2070년의 10년 강수량의 평균값이 1,647.8mm로 가장 높게 나타났다.

그림 4-17은 강릉의 강수량 미래전망을 나타낸 그래프이다. 강릉의 강수량은 점차 증가하는 것으로 나타났으며, 10년 평균값은 272.1mm 증가하여 2091~2100년에 1,624.2mm 로 전망되었다. 30년 평균값은 225.5mm 증가하여 1,614.1mm로 나타났다.

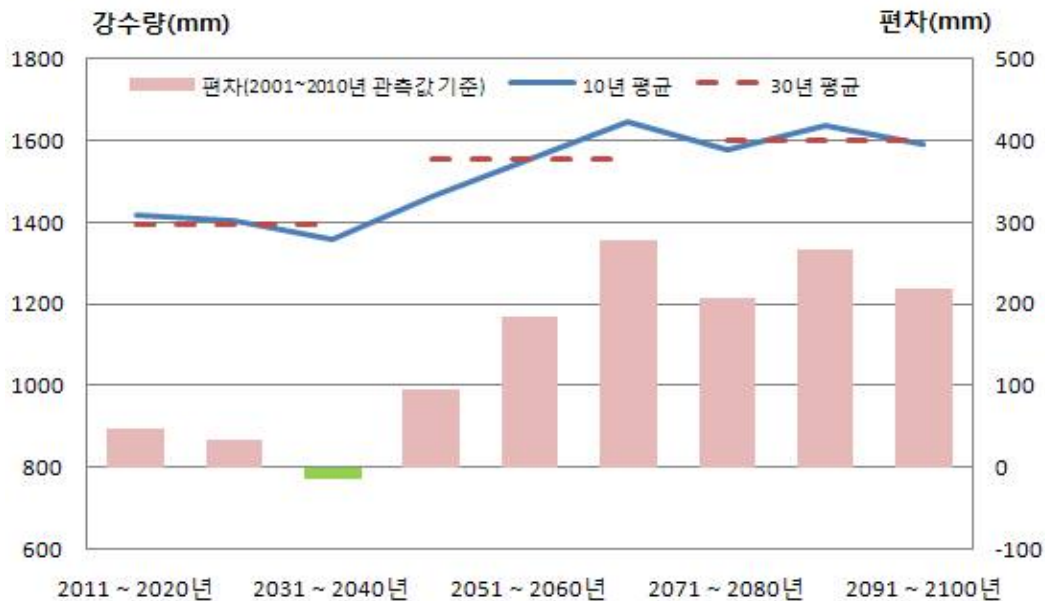


그림 4-16. 영동의 강수량 미래 전망(2011~2100년)

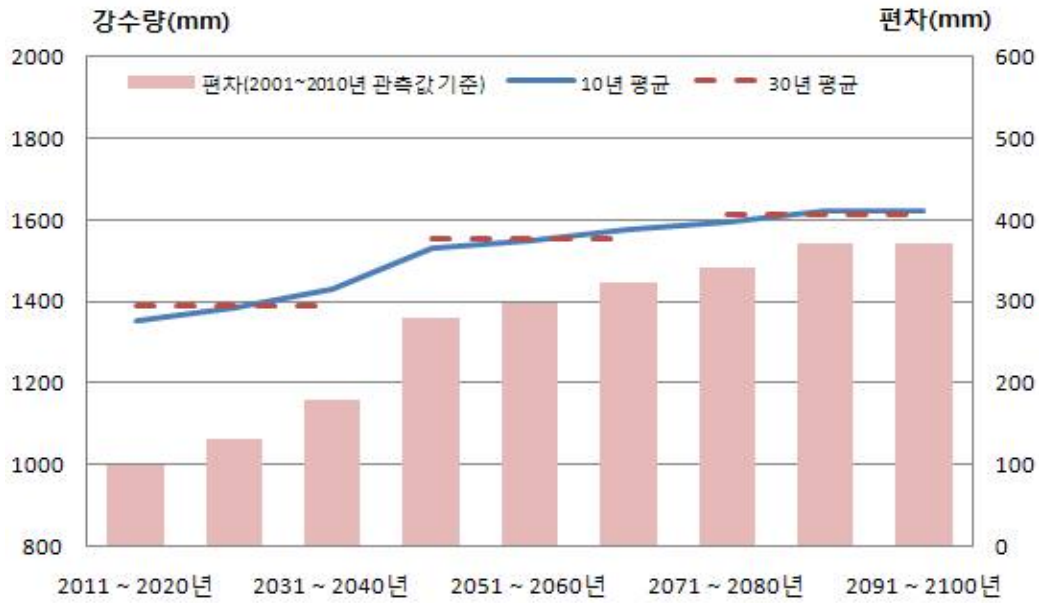


그림 4-17. 강릉의 강수량 미래 전망(2011~2100년)

표 4-8. 영동, 강릉의 강수량 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
영동	1370.6	1418.8	1403.3	1358.9	1465.5	1555.4	1647.8	1577.6	1636.6	1589.4
		1393.7			1556.2			1601.2		
강릉	1252.2	1352.1	1383.1	1430.7	1532.8	1550.1	1575.0	1594.2	1623.9	1624.2
		1388.6			1552.6			1614.1		

*2001~2010년 ASOS와 AWS 관측값 평균

3. 극한기후 사상

극한기후사상의 영동 대상지역은 태백산맥 동쪽으로 고성, 속초, 양양, 강릉 동해, 삼척, 태백을 대상으로 영동 전체와 강릉, 울릉도로 하였다. 편차기준은 1971~2000년 ASOS 관측값을 사용하였다.

1) 최고기온 95퍼센타일

영동의 최고기온 95퍼센타일은 증가하는 추세이다. 2011~2020년은 29.2℃로 2091~2100년에 3.1℃ 증가한 32.3℃가 나타났다. 30년 평균값은 29.6℃에서 2.5℃ 상승하여 32.1℃를 나타냈다. 강릉 역시 증가하는 추세를 보이며 10년 평균값은 2011~2020년에서 3.5℃ 증가하여 2091~2100년에 33.4℃의 최고기온 95퍼센타일을 나타냈다.

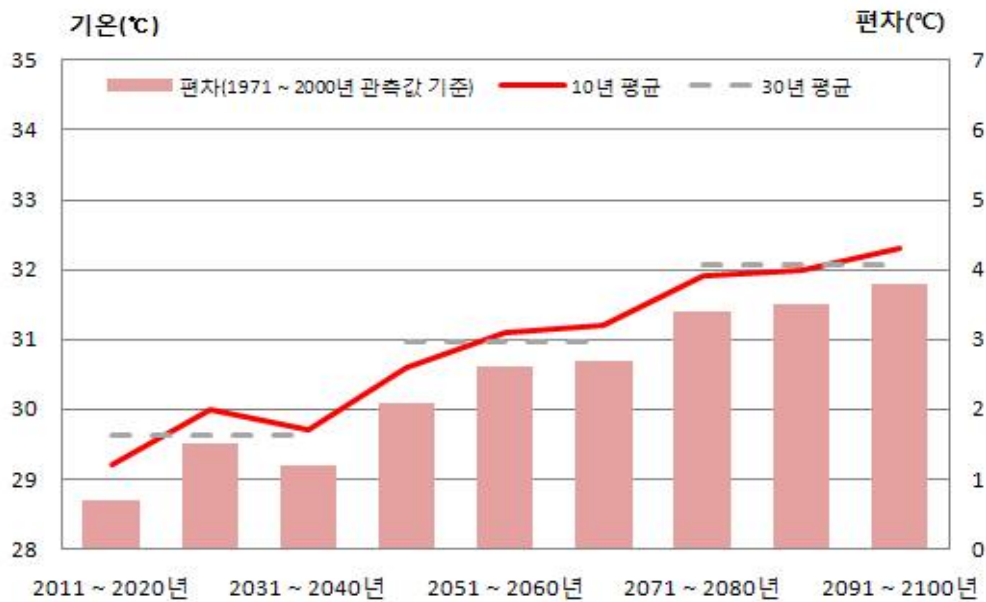


그림 4-18. 영동의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

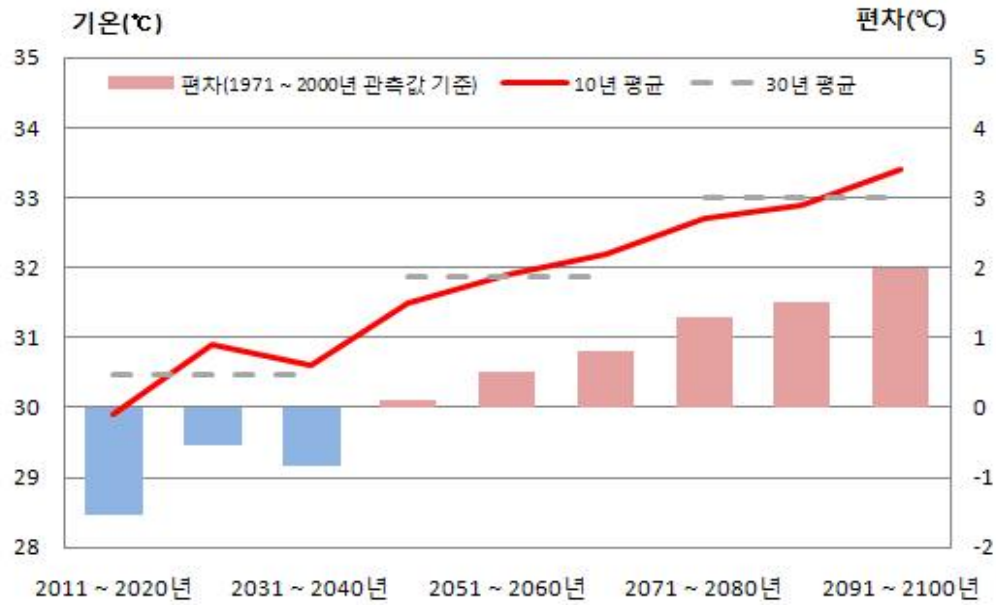


그림 4-19. 강릉의 최고기온 95퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

표 4-9. 영동, 강릉의 최고기온 95퍼센타일 미래전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	1971~2000년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
영동	28.5	29.2	30.0	29.7	30.6	31.1	31.2	31.9	32.0	32.3
		29.6			31.0			32.1		
강릉	31.4	29.9	30.9	30.6	31.5	31.9	32.2	32.7	32.9	33.4
		30.5			31.9			33.0		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

2) 최고기온 99퍼센타일

영동의 최고기온 99퍼센타일은 대체로 증가하는 추세이다. 2011~2020년은 31.3℃로 2091~2100년에 2.9℃ 증가한 34.2℃가 나타났다. 30년 평균도 31.7℃에서 2.5℃ 상승하여 34.2℃를 나타냈다. 강릉의 최고기온 99퍼센타일은 2031~2040년까지는 증감을 반복하다가 2041~2050년부터는 지속적으로 증가하는 추세를 보인다. 2011~2020년은 31.9℃로 2091~2100년에 3.3℃ 증가한 35.2℃가 나타났다. 30년 평균도 32.5℃에서 2.5℃ 상승하여 35.0℃를 나타냈다.

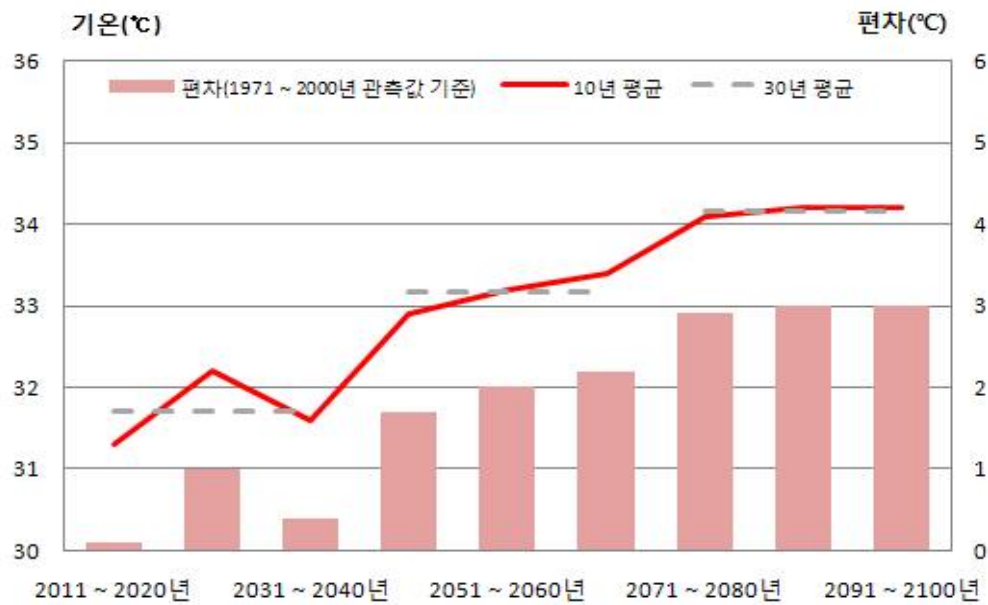


그림 4-20. 영동의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

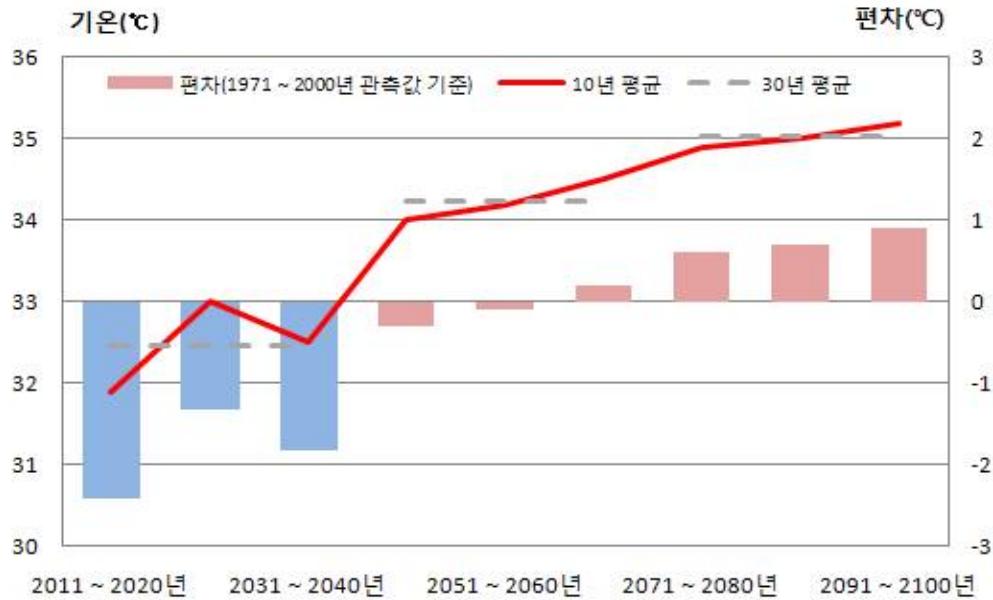


그림 4-21. 강릉의 최고기온 99퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

표 4-10. 영동, 강릉의 최고기온 99퍼센타일 미래전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	1971~ 2000년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
영동	31.2	31.3	32.2	31.6	32.9	33.2	33.4	34.1	34.2	34.2
		31.7			33.2			34.2		
강릉	34.3	31.9	33.0	32.5	34.0	34.2	34.5	34.9	35.0	35.2
		32.5			34.2			35.0		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

3) 최저기온 1퍼센타일

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 10년 평균 최저기온 1퍼센타일 시계열 변화 전망을 살펴보면 2051~2060년 이후로 크게 증가한다. 30년 평균은 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-22). 영동의 최저기온 1퍼센타일은 꾸준히 상승하여 2091~2100년에 -11.6°C로 가장 높고, 30년 평균도 2071~2100년에 -12.0°C로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-11). 강릉의 최저기온 1퍼센타일은 2021~2030년에 약간 감소하였다가 대체로 증가하는 추세이다. 2011~2020년은 -9.1°C로 2091~2100년에는 3.7°C 증가한 -5.4°C가 나타났다. 30년 평균도 -9.2°C에서 3.6°C 상승하여 -5.6°C를 나타냈다.

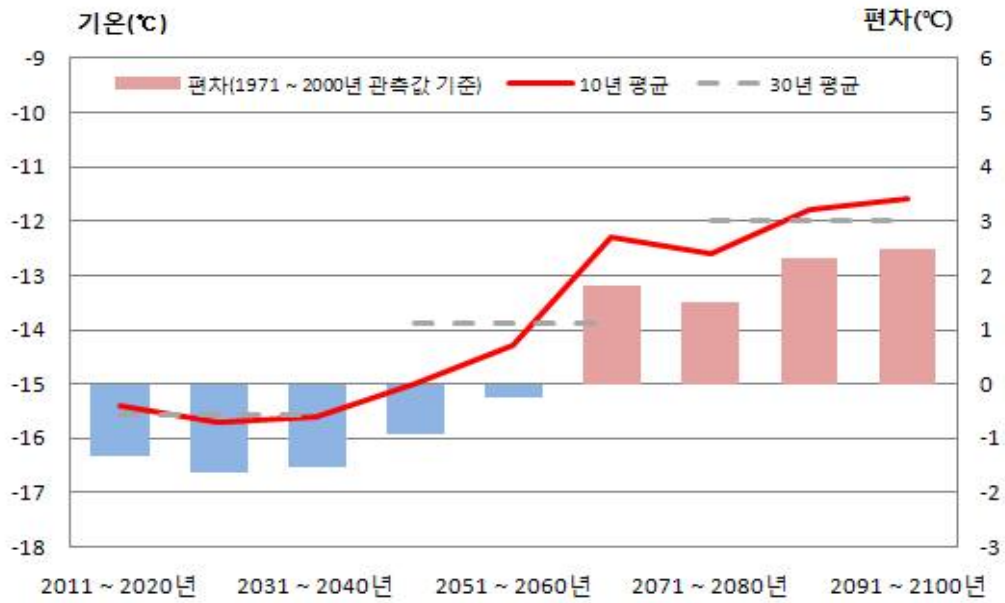


그림 4-22. 영동의 최저기온 1퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)

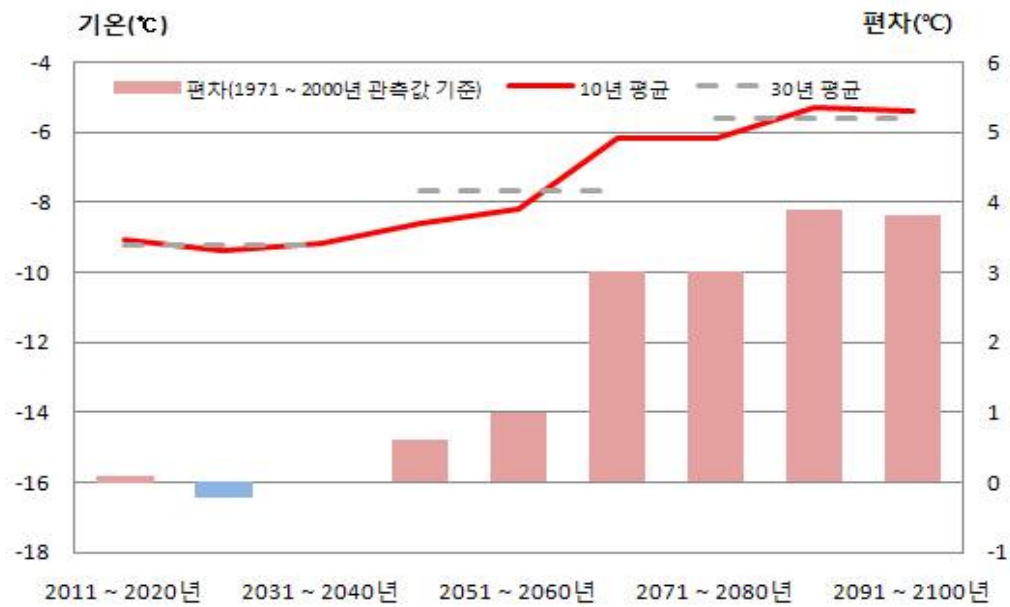


그림 4-23. 강릉의 최저기온 1퍼센터일 미래 전망(2011~2100년)

표 4-11. 영동, 강릉의 최저기온 1퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	1971~ 2000년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
영동	-14.1	-15.4	-15.7	-15.6	-15.0	-14.3	-12.3	-12.6	-11.8	-11.6
		-15.6			-13.9			-12.0		
강릉	-9.2	-9.1	-9.4	-9.2	-8.6	-8.2	-6.2	-6.2	-5.3	-5.4
		-9.2			-7.7			-5.6		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

4) 최저기온 5퍼센타일

2011~2100년 상세기후변화 시나리오자료를 이용한 영동의 미래 10년 평균 최저기온 5퍼센타일 시계열 변화 전망을 살펴보면 30년 평균은 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 4-24). 영동의 최저기온 5퍼센타일은 꾸준히 상승하여 2011~2020년 -11.8°C에서 2091~2100년에 -7.8°C로 가장 높고, 30년 평균도 -11.9°C에서 3.8°C 상승하여 2071~2100년에 -8.1°C로 가장 높을 것으로 전망된다(표 4-12). 강릉의 최저기온 5퍼센타일은 대체로 증가하는 추세이다. 2011~2020년은 -5.9°C로 2091~2100년에 3.9°C 증가한 -2.0°C가 나타났다. 30년 평균값도 -6.0°C에서 3.7°C 상승하여 -2.3°C를 나타냈다.

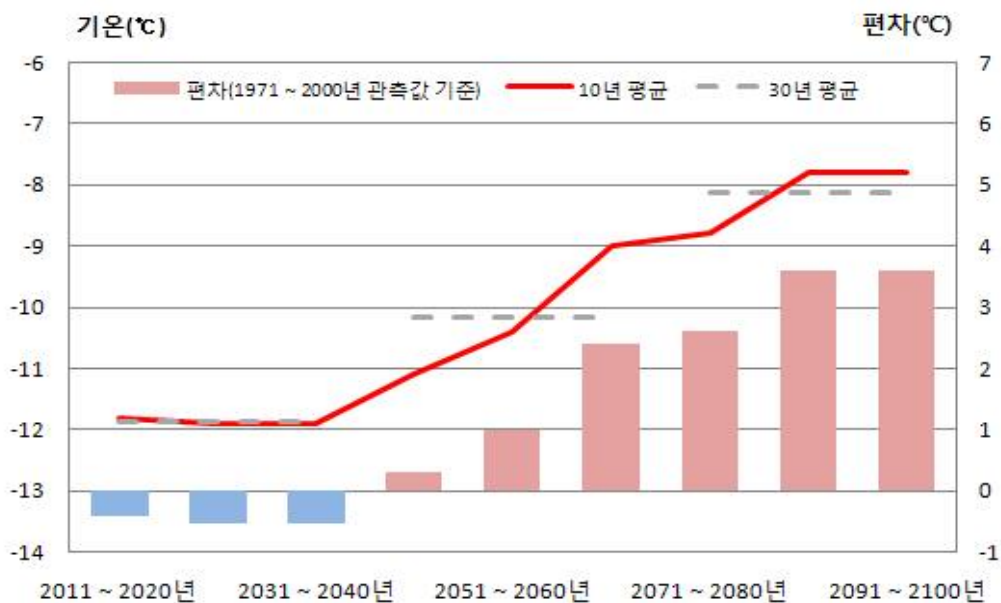


그림 4-24. 영동의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

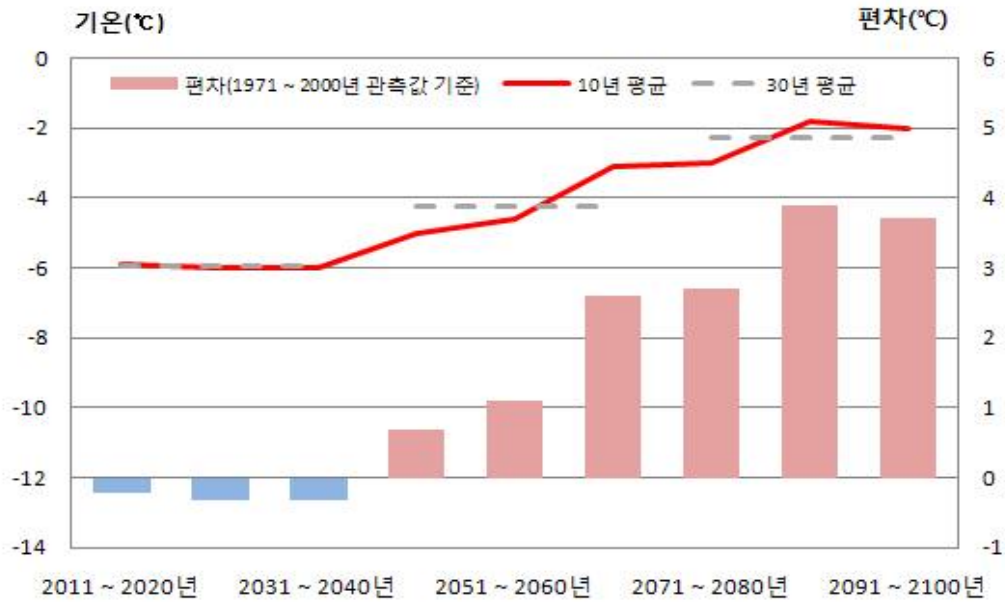


그림 4-25. 강릉의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)

표 4-12. 영동, 강릉의 최저기온 5퍼센타일 미래 전망(2011~2100년)(단위 : °C)

기간	1971~ 2000년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
영동	-11.4	-11.8	-11.9	-11.9	-11.1	-10.4	-9.0	-8.8	-7.8	-7.8
		-11.9			-10.2			-8.1		
강릉	-5.7	-5.9	-6.0	-6.0	-5.0	-4.6	-3.1	-3.0	-1.8	-2.0
		-6.0			-4.2			-2.3		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

5) 일최저기온 0℃ 미만 일수

일최저기온 0℃ 미만 일수는 영동과 대관령 모두 감소하는 추세이다. 그림 4-26은 영동의 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래전망을 나타낸 그래프이다. 영동지역은 10년 평년의 경우 2011~2020년 평균에 비하여 2091~2100년 평균값이 35.6일이 감소하였다. 30년의 경우 30.8일이 감소하였다. 이는 일최저기온이 높아지기 때문이다. 영동의 경우 편차 값이 양의수로 나타나는 것은 모델 값이 일최저기온을 과소평가하기 때문에 1971~2000년 관측 값에 비하여 일최저기온 0℃ 미만 일수 많게 나타나기 때문이다.

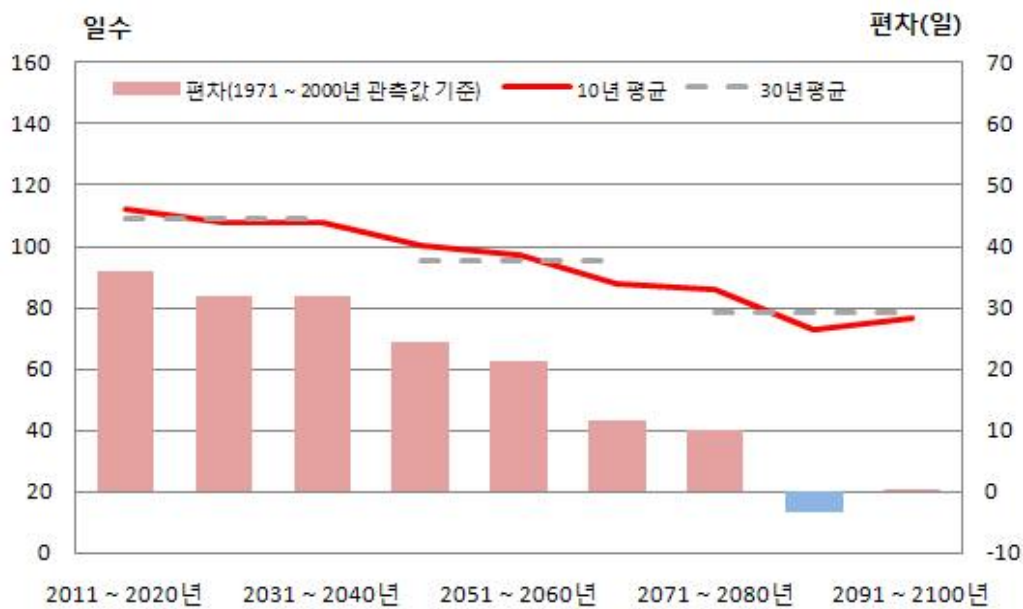


그림 4-26. 영동 일최저기온 0℃ 미만 일수 미래전망(2011~2100년)

강릉 10년 평년경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 40.9일이 감소하였다. 30년의 경우 30.6일이 감소하였다. 이는 일최저기온이 높아지기 때문이다. 강릉의 경우 편차 값이 음수로 나타나며 미래로 갈수록 편차가 커지는 것으로 나타났다. 이는 일최저기온 0℃ 미만 일수 감소하며 일최저기온이 높아지는 것을 의미한다.

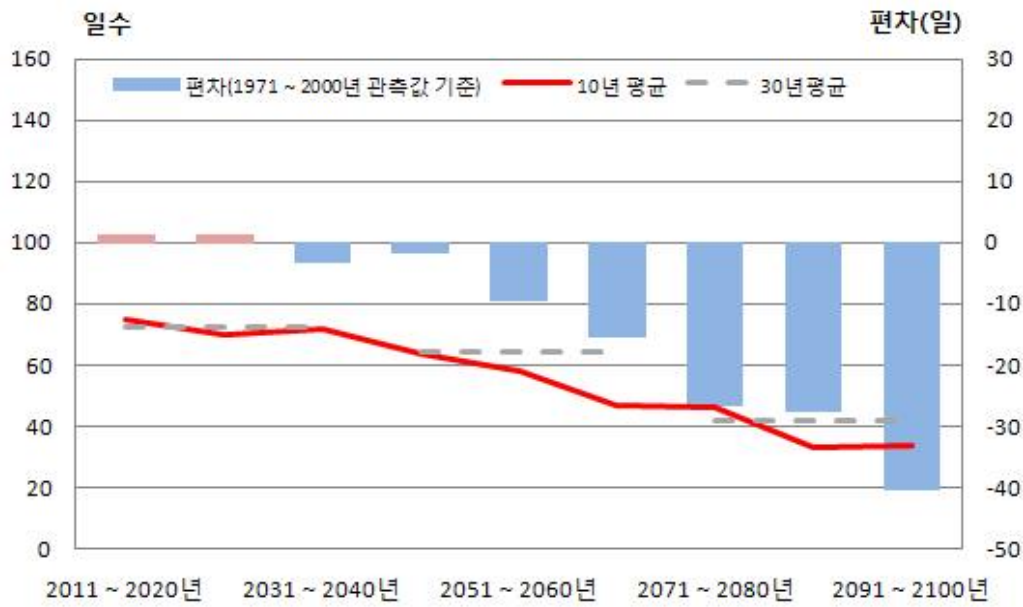


그림 4-27. 강릉 일최저기온 0℃미만 일수 미래전망(2011~2100년)

표 4-13. 영동, 강릉 일최저기온 0℃미만 일수 미래전망(2011~2100년)(단위 : 일)

기간	1971~2000년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
영동	76.1	112.1	107.9	107.9	100.5	97.3	87.6	86.1	72.9	76.5
		109.3			95.1			78.5		
강릉	73.5	74.8	70.1	71.7	63.9	57.9	46.8	45.9	33.1	33.9
		72.5			64.5			41.9		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

6) 연극한기온교차

연극한기온교차는 영동과 강릉 모두 감소하는 추세이다. 영동지역은 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 3.1℃가 감소하였다. 30년의 경우 1.6℃가 감소하였다.

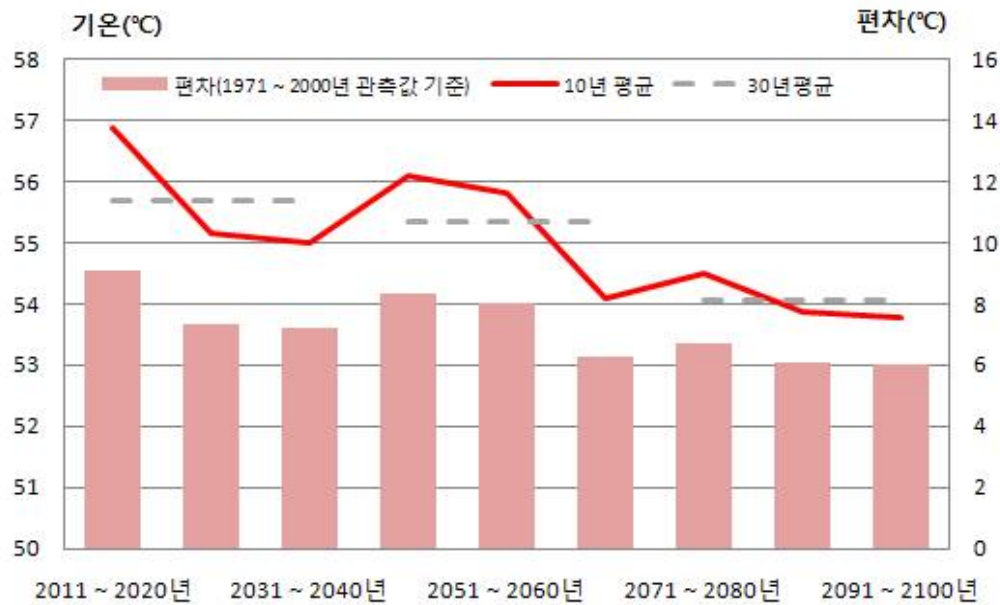


그림 4-28. 영동 연극한기온교차 미래전망(2011~2100년)

그림 4-29는 강릉의 연극한기온교차 미래전망 그래프를 나타낸 것이다. 강릉은 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 1.8℃가 감소하였다(표4-14). 30년의 경우 1.7℃가 감소하였다. 연극한기온차가 감소하는 것은 최고기온의 증가보다 최저기온의 증가가 더 크기 때문에 연극한 기온차가 감소하였다.

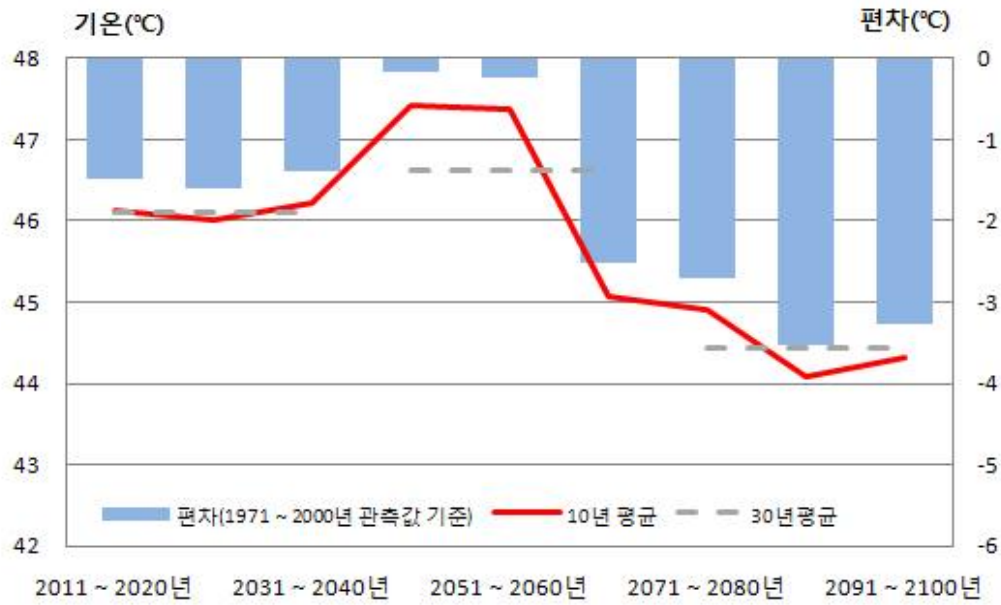


그림 4-29. 강릉 연극한기온교차 미래전망(2011~2100년)

표 4-14. 영동, 강릉 연극한기온교차 미래전망(2011~2100)(단위 : °C)

기간	1971~ 2000년*	2011~ 2020년	2021~ 2030년	2031~ 2040년	2041~ 2050년	2051~ 2060년	2061~ 2070년	2071~ 2080년	2081~ 2090년	2091~ 2100년
영동	47.8	56.9	55.2	55.0	56.1	55.8	54.1	54.5	53.9	53.8
		55.7			55.3			54.1		
강릉	47.6	46.1	46.0	46.2	47.4	47.3	45.1	44.9	44.1	44.3
		46.1			46.6			44.4		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

7) 온난야율

그림 4-30은 영동의 온난야율 미래전망 그래프를 나타낸 것이다. 영동은 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 12.4%가 증가하였다. 30년의 경우 9.5%가 증가하였다. 온난야율이 증가하는 것은 최저기온이 증가하기 때문이다.

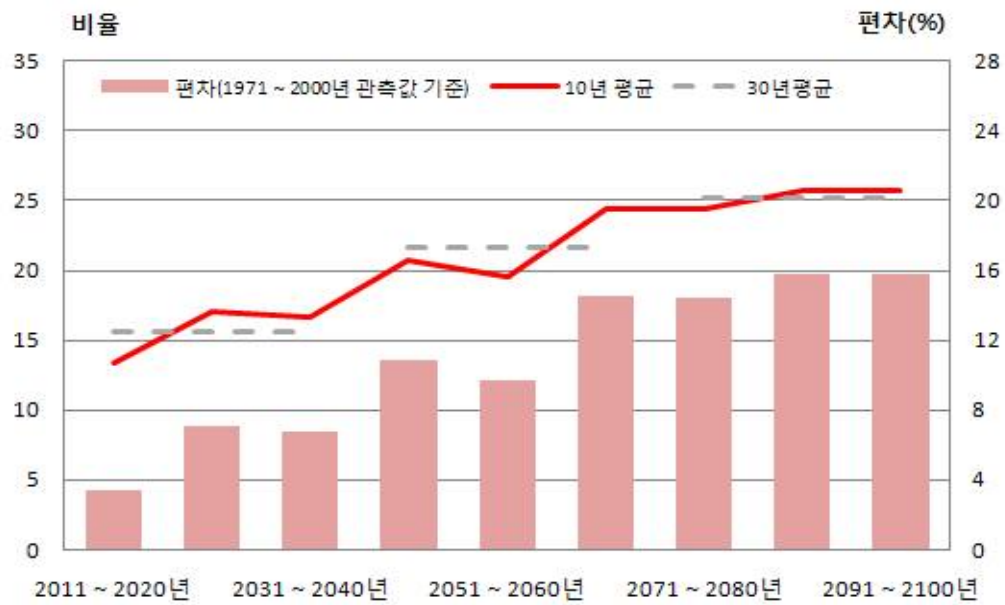


그림 4-30. 영동의 온난야율 미래전망(2011~2100년)

그림 4-31은 강릉의 온난야율 미래전망을 나타낸 그래프이다. 강릉의 온난야율은 영동에 비하여 높고, 증가추세도 영동지역보다 크다. 강릉은 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 13.8%가 증가하며, 30년의 경우 11.2%가 증가하였다.

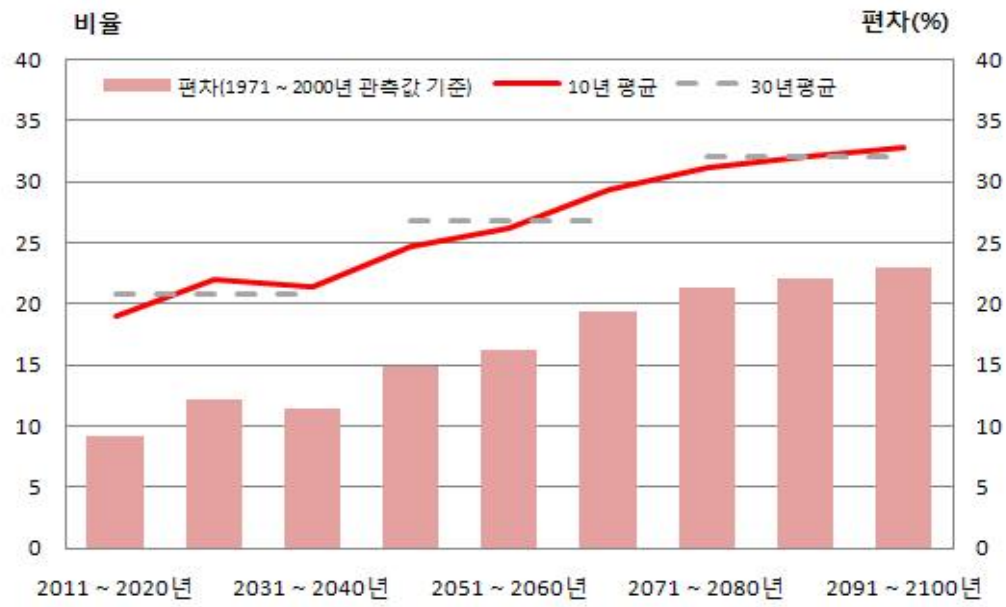


그림 4-31. 강릉의 온난야율 미래전망(2011~2100년)

표 4-15. 영동, 강릉의 온난야율 미래전망(2011~2100)(단위 : %)

기간	1971~2000년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
영동	9.9	13.3	17.0	16.7	20.7	19.6	24.4	24.4	25.7	25.7
		15.7			21.6			25.2		
강릉	9.9	19.0	22.1	21.3	24.8	26.2	29.3	31.2	32.1	32.8
		20.8			26.7			32.0		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

8) 식물성장가능기간

그림 4-32는 영동의 식물성장가능기간을 미래전망을 나타낸 그래프이다. 영동의 식물성장가능기간은 증가추세이다. 이는 일평균기온이 증가하기 때문이며, 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 38.2일이 증가하며, 30년의 경우 27.4일이 증가하였다.

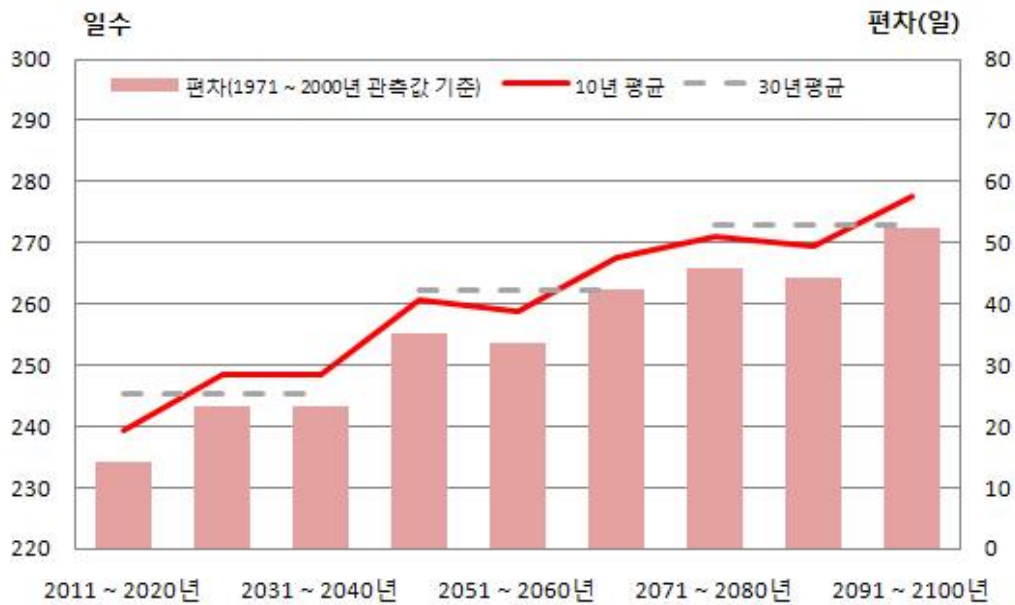


그림 4-32. 영동의 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100년)

그림 4-33은 강릉의 식물성장가능기간을 미래전망을 나타낸 그래프이다. 강릉의 10년 평균은 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 38.4일이 증가하며, 30년의 경우 40.6일이 증가하였다.

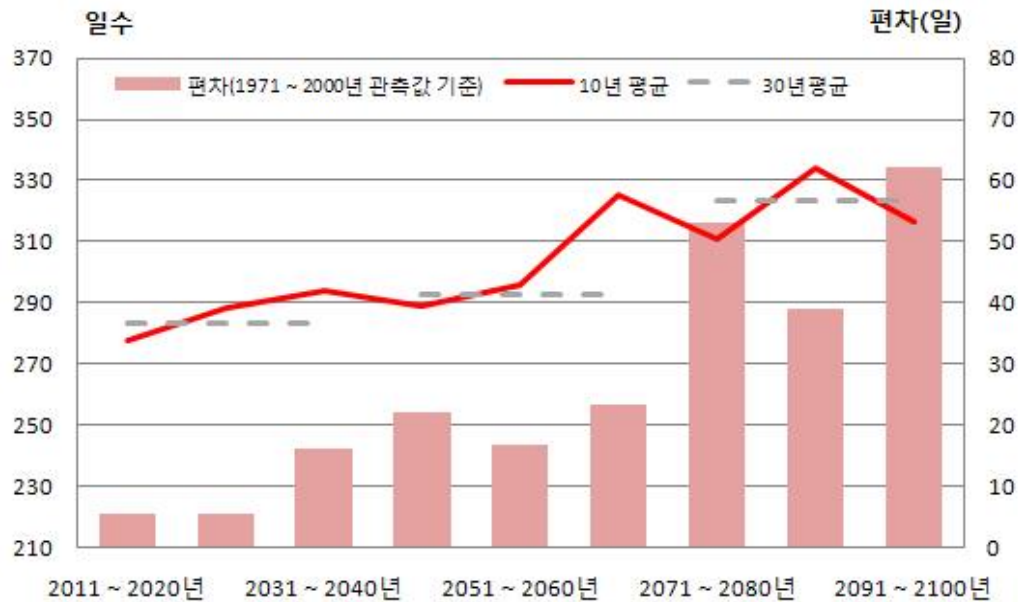


그림 4-33. 강릉 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100년)

표 4-16 영동, 강릉의 식물성장가능기간 미래전망(2011~2100)(단위 : 일)

기간	1971~2000년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
영동	225.2	239.4	248.5	248.4	260.6	258.9	267.6	271.0	269.6	277.6
		245.4			262.3			272.8		
강릉	272.2	277.8	288.2	294.1	289.0	295.6	325.4	311.1	334.3	316.2
		283.0			292.9			323.6		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

9) 최대열파지속일수

그림 4-34는 영동의 최대열파지속일수 미래전망그래프를 나타낸 것이다. 영동의 최대열파지속일수는 증가추세로 나타나며, 특히 2061~2070년에 크게 증가하는 것으로 나타났다. 10년 평균의 경우 2011~2020년 평균값에 비하여 2091~2100년 평균값이 7.4일이 증가하며, 30년의 경우 7.2일이 증가하였다. 편차기준 값인 1971년 ~ 2000년의 평균값이 2.7일인 것과 비교하면 최대열파지속일수의 증가량은 상당히 크다.

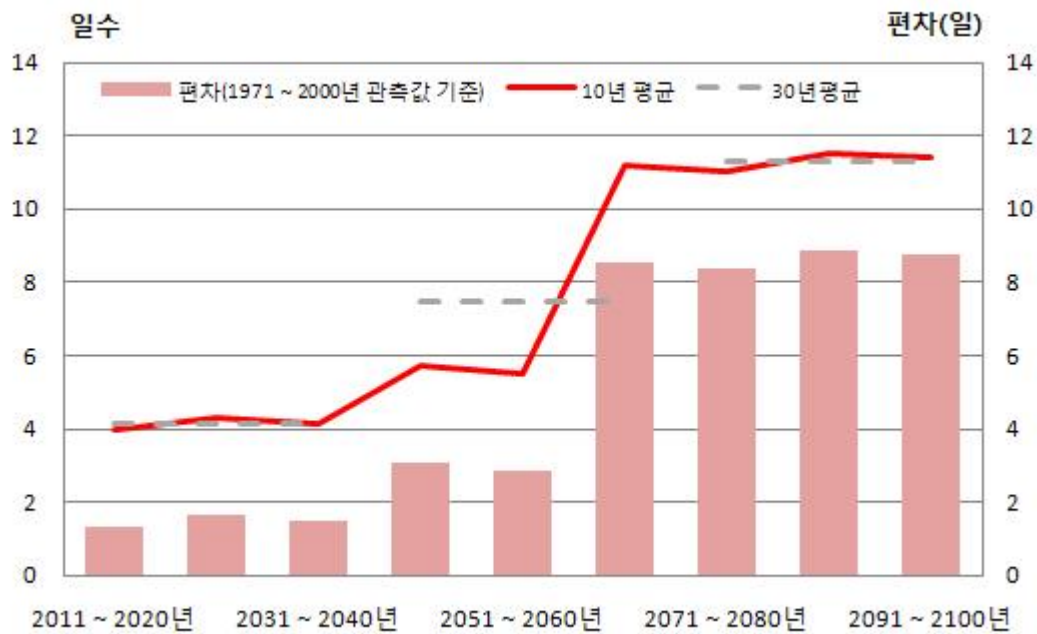


그림 4-34. 영동 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100년)

그림 4-35는 강릉의 최대열파지속일수 미래전망그래프를 나타낸 것이다. 강릉의 최대열파지속일수는 증가추세로 나타나며, 10년 평균은 2011~2020년 평균값에 비하여 2011~2020년 평균값이 9일이 증가하며, 30년의 경우 6.7일이 증가하였다.

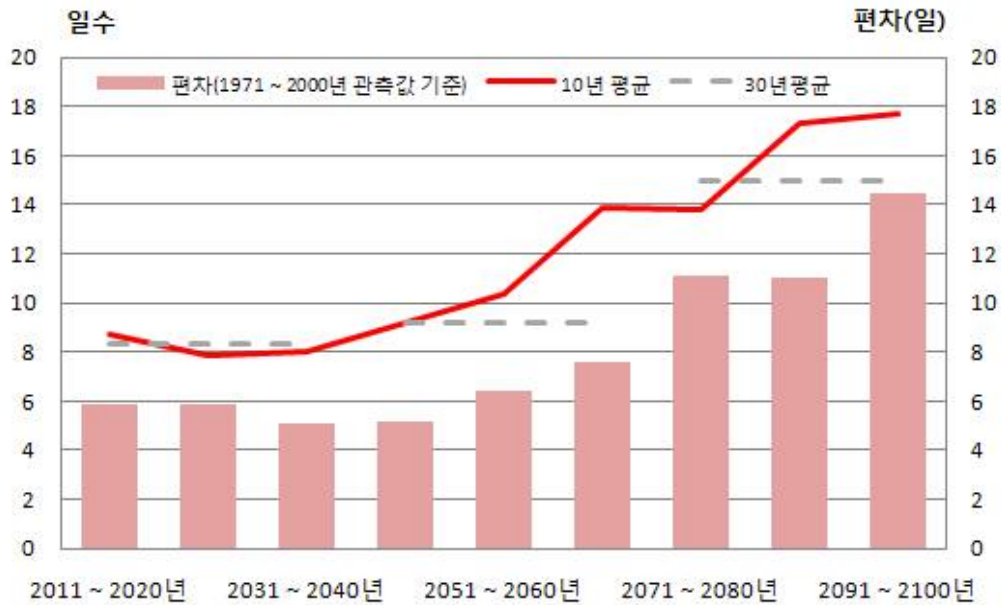


그림 4-35. 강릉 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100년)

표 4-17. 영동, 강릉의 최대열파지속일수 미래전망(2011~2100)(단위 : 일)

기간	1971~2000년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
영동	2.7	4.0	4.3	4.1	5.7	5.5	11.2	11.0	11.5	11.4
		4.1			7.5			11.3		
강릉	2.8	8.7	7.9	8.0	9.2	10.4	13.9	13.8	17.3	17.7
		8.3			9.2			15.0		

*1971~2000년 ASOS 관측값 평균

1

2

3

5. 강원 영동의 기후변화의 영향과 대응

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

강원도의 기후변화 분석을 위해 1970년대부터 2008년까지의 강원도의 11개 기상대 및 관측소의 기후 인자를 이용하여 분석할 결과 평균기온은 1970년대와 비교하여 2000년대에는 약 0.45℃ 정도 증가하였으며, 강수는 약 26%의 증가를 보였다.

특히 적설일수 및 적설량의 변화는 1970년대 비교하여 2000년대에는 점차적으로 줄어드는 경향을 띄고 있었다. 고온일과 저온일의 경우 30℃ 이상의 고온일수는 증가 추세를 보이고 있었으며, -10℃ 이하의 저온일수는 감소하는 경향을 보이고 있었다. 이는 강원도의 경우 점차적으로 따뜻해지는 경향이 있다는 것을 의미하고 있다.

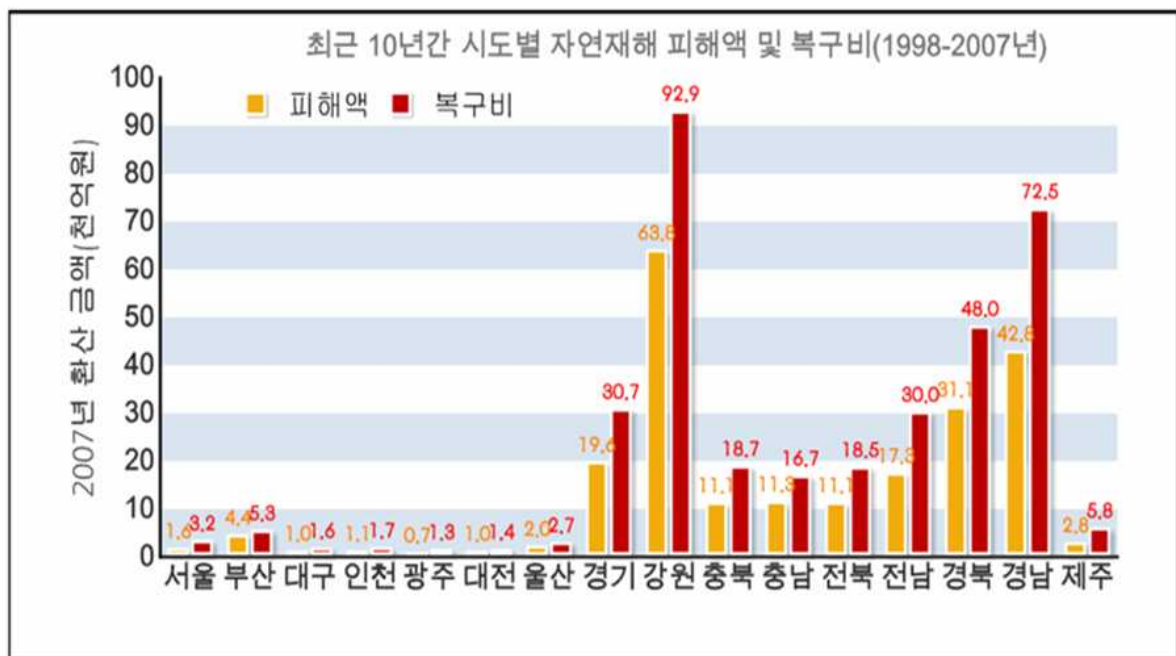


그림 5-1. 자연재해 피해액 및 복구비(1998~2007년) (한상옥, 2011)

1. 기후변화와 관련된 주요 분야

강원도는 면적의 대부분이 산림이며, 전국 고랭지 면적의 79.3%를 차지하고 있고, 연간 미곡생산량이 식량작물 생산의 69%를 차지하고 있는 만큼 기후변화에 따른 기온 상승으로 인하여 농림수산업에 큰 타격을 받아 경쟁력이 악화될 것으로 전망되어 기후 변화 적응이 절실하게 요구된다.

1) 수산업

강원 동해안은 212.3km의 긴 해안선과 광활한 해역을 보유하고 있으며, 신 영토 개념인 EEZ 수역(443천km²)의 15.3%인 68천km²가 강원도의 관할해역이다. 그러나 분단 지역의 특성상 강원북단의 동해상은 어로한계선 설정으로 인한 조업제약, 해변지역의 군사시설 보호구역 지정 등 발전제약 요건이 많은 상태다.

강원도의 수산업은 잡는 어업 중심의 수산업으로 어업기반이 영세하고, 성장에 있어 한계에 직면하고 있다. 깊은 수심, 대륙붕 발달 빈약 등으로 중양식개발이 취약하며, 어업종사 기피, 수산자원의 감소, 어가소득저하 및 한·중·일 어업협정 등에 의한 근해어장 축소 등으로 어업환경이 악화되고 있다. 특히 어업인구는 연평균 2.3%씩 감소하고, 수산물 생산은 1.8%의 감소 추세를 보이고 있다. 반면, 어가소득은 수산물가격 상승 등의 영향으로 전국 평균을 상회하고 있다.

강원도의 수산업은 해양환경 오염·연근해 자원의 감소 및 잡는 어업수준으로 지속적 성장 한계에 따른 새로운 소득원 개발이 필요한 시점이다. 또한 기후변화·연안지역 난개발 등으로 연안침식 및 이상조류 등 예측이 곤란한 기상이변으로 인한 어민 소득 저하에 따른 소득증대 방안의 마련이 필요하며, 열악한 정주환경 개선과 어업인의 삶의 질 향상을 위한 정책이 필요하다.

2) 물관리/수자원

강원도는 하류지역에 안정적 물 공급을 담당하고 있다. 그러나 책임만 있고 권한이 없는 수자원 관리를 하고 있으며, 강원도는 맑은 물이라는 외부 인식의 문제점을 안고 있다. 강원도는 2007년 기준 상수도의 유수율 65.9%, 누수율 22.2%이며, 현실화율이 63.9%에 불과하며 지자체에 재정적 부담을 가중시키는 요인이 되고 있다. 간이상수도의 경우 대부분 취약계층이 먹는 음용수로 2008년 5,940개소 중 5.6%가 수질기준을 초과한 것으로 조사됐으며, 시설의 노후로 인하여 25년 이상 된 시설이 50%이상을 차지한다.

3) 산림 생태계 - 산림 병해충 방제

최근 지구온난화 등 기상이변에 따라 각종 신규 돌발성 산림병해충 발생이 증가하고 있으며 잠재해충의 발생빈도 또한 빈번해지고 있다. 지난 2005년 강릉, 동해지역에서

최초 발생한 재선충병은 2007년에 춘천, 원주지역까지 발생하였다. 한편, 2005년 철원 지역에 도내 최초로 발생되기 시작한 참나무시들음병은 지속적인 방제작업에도 불구하고 꾸준히 증가하였으며, 경기지역에서 확산중인 꽃매미는 강원도와 인접한 가평지역까지 확산되어 피해확산이 우려된다. 따라서 솔잎혹파리 등 주요 산림병해충 뿐만 아니라 신규 돌발성 산림병해충의 집중적인 예찰 및 방제가 요구된다.

4) 재난

강원도는 2008년부터 2010년까지 3개년 계획으로 990백만원을 투자하여 경보발령 통제장비가 없는 11개 시군에 민방위경보시설과 연계하여 재난발생시 시군 재난상황실에서 방송 및 사이렌 음을 이용하여 피해지역 및 우려지역 주민 및 행락객을 신속히 대피시키는 등 대규모 재난발생시 시·군 재난상황실에서 판단, 결정하여 종합적인 재난 예·경보방송체제 확립을 위해 추진하고 있다. 기존 중앙 및 도 집중으로 구성된 경보발령시스템을 시군에 도입하면서 시군 중심의 경보운영체계가 확립될 수 있는 계기가 되었고, 지역적·국지적 각종 재난에 기존 민방위경보시설과 연계하여 시군 자체적인 재난경보망 운영이 가능케 되어 한층 업그레이드된 시군 중심의 재난경보 체계를 확립할 수 있게 되었으나, 시스템 운영 및 점검에 필요한 전담조직 및 인력 확보가 시군의 조직, 예산 등으로 어려운 실정에 있다(2008 도정백서).

2. 분야별 기후변화 영향 사례 분석

1) 재난/재해 분야

강원도는 재난으로 인한 피해가 큰 지역으로 분류된다. 이에 따라 재난에 대한 준비체계와 복구체계를 개선함에 있어 재난 피해비용과 재난 복구비용을 비교하여 비중을 선택하는 근거를 마련할 필요가 있다. 또한 피해에 따른 빠른 복구체계를 구축하여 도민이 재난피해로 인하여 겪을 수 있는 불편을 최소화하도록 노력해야 한다. 표5-1은 2001년부터 2008년까지 강원도에 발생한 자연재난의 종류와 재난 피해상황, 재난 복구상황을 나타낸다.

표 5-1. 강원도 재난 피해 현황(2001~2008년)

(단위 : 억 원)					
구분	피해유형	피해액	복구액	피해액 대비 확보율	비 고
계	총 28회 • 태풍 8회(루사 외 7) • 호우 11회 • 폭설 2회 • 강풍 등 7회	52,446	77,526	148%	• 인명피해 297명(사망 실종 217, 부상 80) • 주택피해 42,341동 • 농 경 지 30,041ha • 공공시설 25,383건
2001	5회 • 호우 2회 • 폭설 2회 • 강풍 1회	2,098	3,424	163	• 인명피해 12명(사망실종 7, 부상 5) • 주택피해 448동 • 농 경 지 841ha • 공공시설 3,196건
2002	4회 • 태풍 2회(루사,라마순) • 호우 2회	27,389	34,651	126	• 인명피해 216명(사망실종 151, 부상 65) • 주택피해 31,738동 • 농 경 지 9,466ha • 공공시설 9,378건
2003	3회 • 태풍 1회(매미) • 호우 2회	7,870	11,980	152	• 인명피해 25명(사망실종 15, 부상 10) • 주택피해 6,238동 • 농 경 지 1,834ha • 공공시설 3,841건
2004	4회 • 태풍 2회(민들레, 메기) • 호우 1회 • 강풍 1회	947	1,869	197	• 인명피해 없음 • 주택피해 750동 • 농 경 지 269ha • 공공시설 1,761건
2005	4회 • 태풍 1회(나비) • 대설·풍랑 3회	219	321	146	• 인명피해 없음 • 주택피해 74동 • 농 경 지 110ha • 공공시설 380건
2006	3회 • 태풍 1회(산산) • 호우 1회 • 풍랑 1회	13,689	24,571	179	• 인명피해 44명(사망실종 44, 부상 -) • 주택피해 2,940동 • 농 경 지 17,429ha • 공공시설 6,337건
2007	3회 • 태풍 1회(나리) • 호우 1회 • 강풍 1회	169	552	326	• 인명피해 없음 • 주택피해 152동 • 농 경 지 44ha • 공공시설 353건
2008	2회 • 호우 2회	65	158	243	• 인명피해 없음 • 주택피해 1동 • 농 경 지 48ha • 공공시설 137건

자료 : 강원도 내부자료

2) 건강 분야

최근 기후변화로 인해 세계 곳곳에 이상기후가 관찰되면서, 전염병에 의한 건강 피해가 우려되고 있다.

말라리아는 2001년부터 꾸준히 발생보고가 되고 있으며, 이에 관한 관리가 활발히 이루어지고 있다.

표 5-2. 영동지역의 말라리아 피해현황(단위 : 건)

지역	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
전국	0	2,556	1,799	1,171	864	1,469	2,051	2,227	1,052
강원도	0	545	216	132	65	78	123	125	109
강릉시	0	9	4	2	2	4	6	4	5
동해시	0	2	2	0	1	2	5	1	1
속초시	0	1	2	0	0	1	0	4	2
삼척시	0	3	1	3	1	1	1	2	1
고성군	0	43	15	8	5	6	7	6	2
양양군	0	0	1	1	1	1	3	0	1

표 5-2는 2000년부터 2008년까지 전국과 강원도의 말라리아 발생 건을 나타낸 것이다. 연도별 정도의 차이가 있으나, 전국과 강원도는 2001년 이후 말라리아의 발생이 계속되고 있다. 특히 강원도는 우리나라 인구의 3%가량이 거주하는 지역임에도 불구하고, 말라리아의 발생 건이 매우 높다.

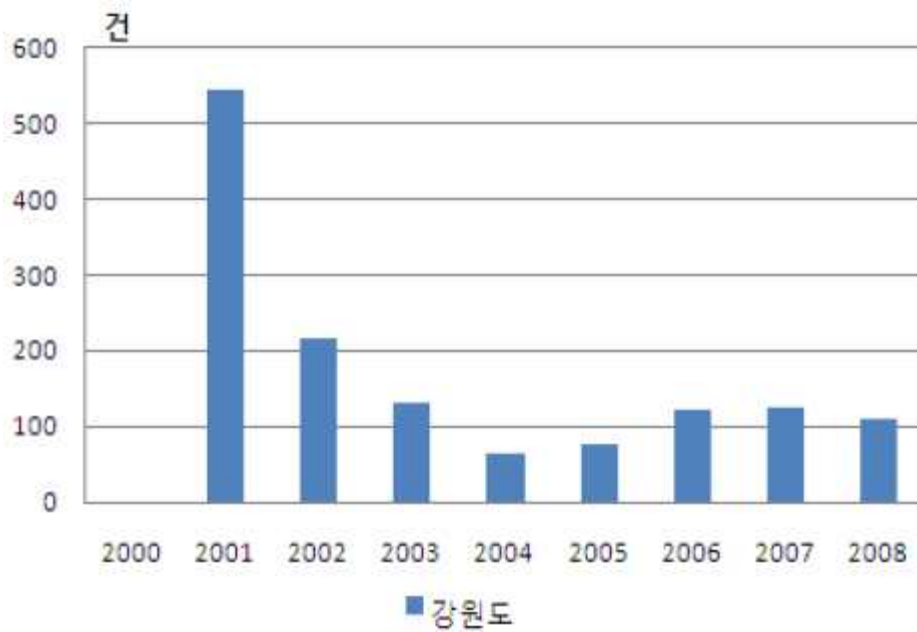


그림 5-2. 강원도의 말라리아 발생 건수(단위 : 건)

2000년부터 2008년까지 강원도의 말라리아 발생 건을 그래프로 나타낸 것이다. 강원도의 말라리아 발생은 2001년 이후 감소하다가 2004년을 기점으로 다시 소폭 증가하였다. 이는 말라리아에 대한 집중적인 방역활동에 의한 결과로 추정된다. 강원도는 2009년 도내 말라리아의 집중 방역을 위해 말라리아 위험지역과 말라리아 잠재지역을 지정하여 말라리아를 관리하고 있다.

아래 표는 2000년부터 2008년까지 전국과 강원도의 쯔쯔가무시증 발생 건을 나타낸 것이다. 전국의 2008년 쯔쯔가무시증 발생 건은 2001년 대비 3배가량 상승하였다. 강원도의 쯔쯔가무시증 역시 2001년에 비해 2008년 발생 건이 더 높다.

아래 그림은 2000년부터 2008년까지 전국과 강원도의 쯔쯔가무시증 발생 건을 그래프로 나타낸 것이다. 강원도의 쯔쯔가무시증은 2002년 이후 상승을 이어오다가 2006년 급감한 후 그 상태가 유지되고 있다. 강원 도내 쯔쯔가무시증의 발생 건이 높은 지역으로는 춘천시, 원주시, 철원군 등이 있다.

표 5-3. 영동지역의 썩썩가무시증 피해현황

지역	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
전국	0	2,637	1,919	1,415	4,698	6,780	6,480	6,022	6,057
강원도	0	44	26	34	62	76	53	60	57
강릉시	0	11	0	3	7	4	2	6	8
동해시	0	2	1	0	1	2	0	1	0
속초시	0	0	1	0	0	1	1	1	0
삼척시	0	3	1	0	1	1	0	1	1
고성군	0	1	0	0	2	2	0	1	1
양양군	0	0	0	1	1	0	4	2	5

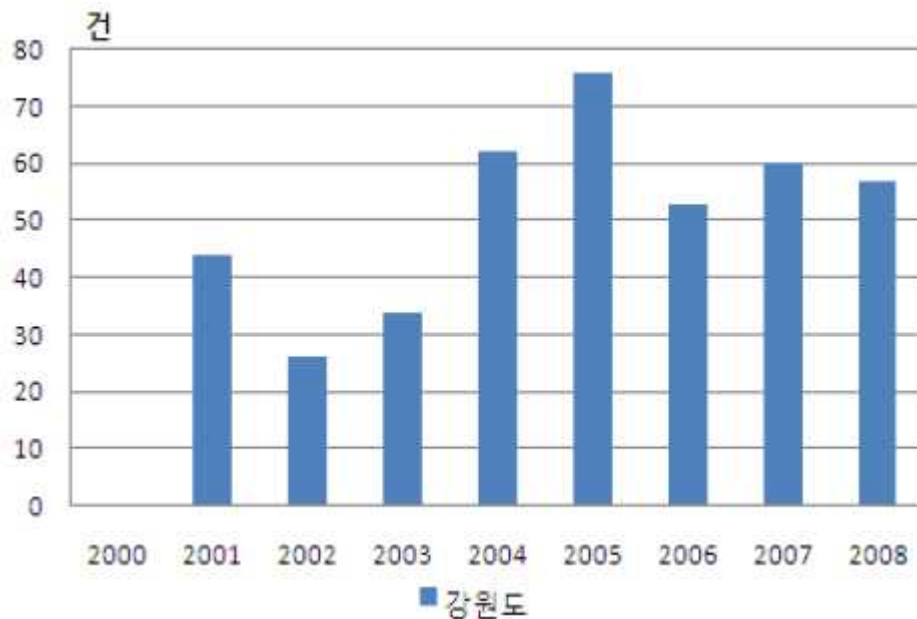


그림 5-3. 강원도의 썩썩가무시증 발생 건수(단위 : 건)

3) 산림 분야

전국적으로 솔잎혹파리, 소나무재선충, 흰불나방, 솔나방 등의 산림 병충해 발생이 증가하고 있다. 그 중 강원도에서는 솔잎혹파리와 흰불나방 등의 병충해가 나타나고 있다. 산림 병충해 중 가장 피해가 큰 솔잎혹파리는 전국적으로 1998년 196,698ha에서 2006년 195,759ha가 발생했으며, 2004년에는 발생률이 줄어 73,206ha가 발생했다.

강원도에서는 1998년 67,798ha가 발생했으며, 꾸준히 감소하는 추세를 보이며 2006년에는 40,193ha가 발생했다.

표 5-4. 전국 및 강원도 산림 병충해 발생면적

(단위 : ha)

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
전국	합계	371,187	361,720	339,988	336,528	292,266	254,190	243,035	315,607	389,955
	솔잎혹파리	196,698	197,493	174,832	148,952	118,352	91,166	73,206	148,846	195,759
	솔껍질깍지벌레	-	-	-	13,462	12,277	10,280	10,971	11,988	45,146
	소나무재선충	-	-	-	2,575	3,186	3,369	4,961	7,811	7,871
	솔나방	797	1,354	2,644	4,628	3,645	2,468	2,464	2,008	1,980
	흰불나방	33,075	28,511	29,529	27,742	26,067	25,550	25,500	25,209	23,308
	기타해충	140,617	134,362	132,983	139,169	128,739	121,357	125,933	119,745	115,891
강원도	합계	75,530	75,171	67,362	60,733	48,291	37,748	35,692	42,883	47,186
	솔잎혹파리	67,798	67,710	61,127	54,843	44,768	33,303	29,623	36,232	40,193
	솔껍질깍지벌레	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소나무재선충	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	솔나방	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	흰불나방	1,110	942	776	670	660	598	556	498	760
	기타해충	6,622	6,519	5,459	5,220	2,863	3,847	5,513	6,152	6,233

자료: 국가통계DB

4) 물 관리 분야

기후변화에 관한 정부 간 협의에 의하면 과거 100여 년간 우리나라 평균 기온은 12.1℃에서 13.7℃로 1.6℃(12.8%) 상승한 것으로 조사되었으며 1970년대 후반부터 급격한 증가 추세를 보이고 있다. 동 기간 동안 연 평균 강수량은 1,156mm에서 1,578mm로 약 33%가 증가한 것으로 나타났으며 특히 여름철 강수량은 47%가 증가되어 강수량의 계절적 편중과 강수일수의 감소로 수자원 확보에 어려움이 예상된다.

매년 여름 장마철만 되면 강원도 주민은 불안에 떠다. 최근 몇 년간 연이어서 집중호우와 태풍 피해가 강원도에 집중됐기 때문이다. 2002년 태풍 ‘루사’, 2003년 ‘매미’, 2004년 집중호우와 ‘메기’, 2005년 집중호우, 2006년 ‘에위니아’의 피해를 입었다.

국토연구원의 연구보고서 <홍수 피해 특성 분석 및 홍수 피해 지표 개발에 관한 연구(2005)>의 통계자료를 분석해 본 결과 지난 30여 년 동안 전국 232개 시군구 지역 중에서 홍수피해가 가장 심했던 지역 7개 지역이 모두 강원도에 있었다.

표 5-5. 1970~2003년간 홍수 피해가 가장 심했던 시군구 지역

피해순위	피해지역	연평균 가구당 피해액
1	강원도 양양군	1,406,500
2	강원도 정선군	1,159,388
3	강원도 고성군	1,079,347
4	강원도 화천군	1,061,758
5	강원도 삼척시	972,146
6	강원도 양구군	933,195
7	강원도 철원군	833,739
8	경상북도 울릉군	747,169
9	경상남도 의령군	709,613
10	전라북도 무주군	697,916

자료 : 국토연구원, 2005

강원도의 경우 유역면적이 작고 유로연장이 짧아 유출이 빠르고 하상경사가 크므로 수자원의 손실유량이 많다. 또한 노년기 지형으로 인하여 암반노출 및 토사유출의 과대로 유량이 적거나 건천화된 하천이 많으므로 상대적으로 가용 용수가 절대적으로 부족하다. 또한 지표수의 저수를 위한 대규모 용수시설 확보가 어렵고, 상수도 관로의 노후로 인한 유수율이 저하되어 수자원 확보를 위한 저수시설 확대의 어려움이 있다. 계획인구의 증가 및 계획 급수인구의 증가로 용수 공급량이 증가되고 있으며, 강원 남부지역의 경우 산업단지 발달로 인해 국지적 산업용수 부족 현상을 빚고 있다.

향후 급격한 기후변화로 인한 강수의 계절적, 공간적 편중으로 가용 수자원 부족현상이 가중될 것으로 예상되며, 표면유출의 증가로 수자원 유실량의 증가, 하천 유지용수의 부족 등의 악순환이 초래 될 것으로 예상된다. 또한 여름철 강수량의 증가, 강수일수의 감소로 국지적인 집중강수의 발생빈도가 증가될 것으로 예상된다.

5) 자연재해

재해로 인한 피해액 그림 5-4를 보면 강원도 지역의 피해가 가장 크게 나타남을 볼 수 있다. 총 피해액은 2,634,198백만원으로 최근 7년 동안 총 34회의 기상재해가 발생했다. 2004년에 7회로 기상재해 발생 빈도가 가장 높았고 2005년에 3회로 가장 낮게 나타났다.

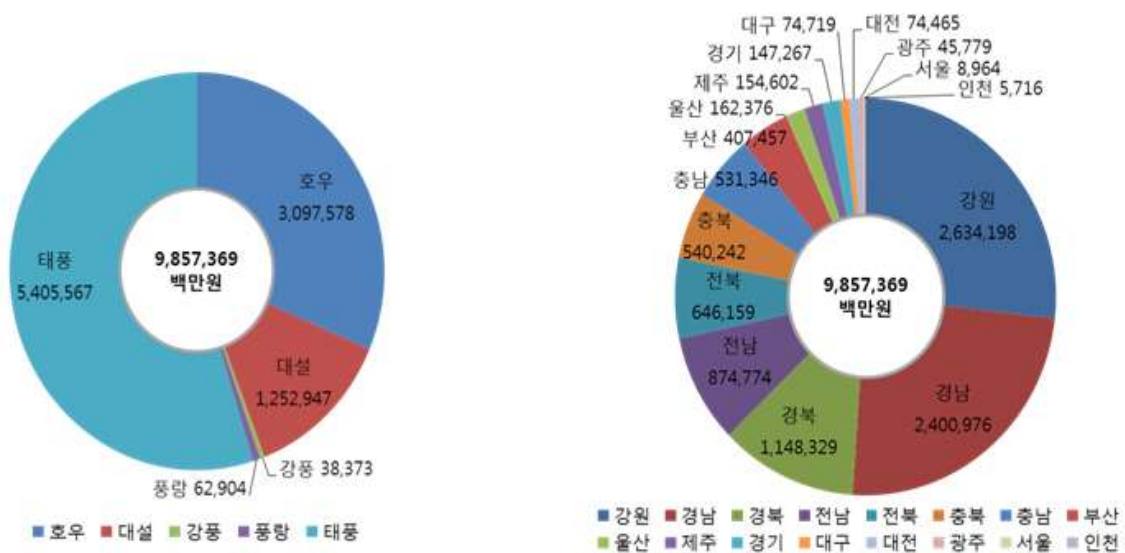


그림 5-4. 소방방재청 재해연보를 참고한 최근(2002~2009년) 재해로 인한 피해액

자료: 이제규(2011), 『강원지역 기상재해 특성 분석』

강원도는 태백산맥과 동해의 복합적인 영향으로 다른 지역에 비해 지해 기상(지진, 태풍, 강풍, 풍랑 등)이 빈번히 발생하는 지역이다. 강원도에서 발생하는 기상재해(대설, 태풍, 강풍, 풍랑 등)는 우리나라 전체 피해액의 1/3 정도를 차지하고 있다.

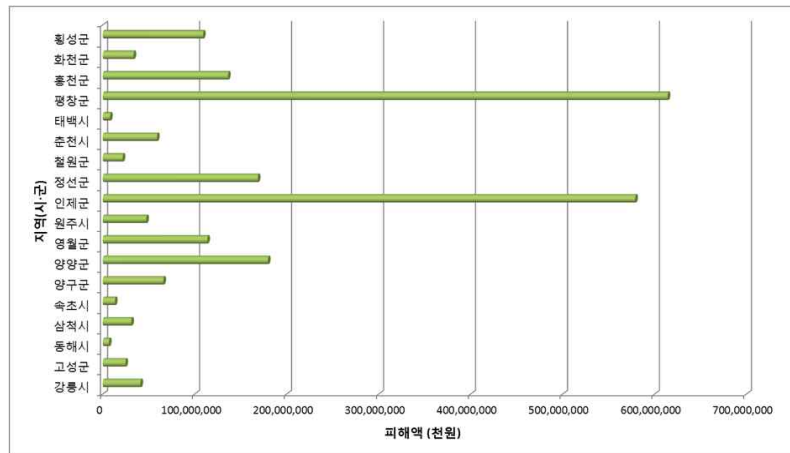


그림 5-5. 강원도 지역 총 피해액(호우재해)

자료: 이재규(2011), 『강원지역 기상재해 특성 분석』

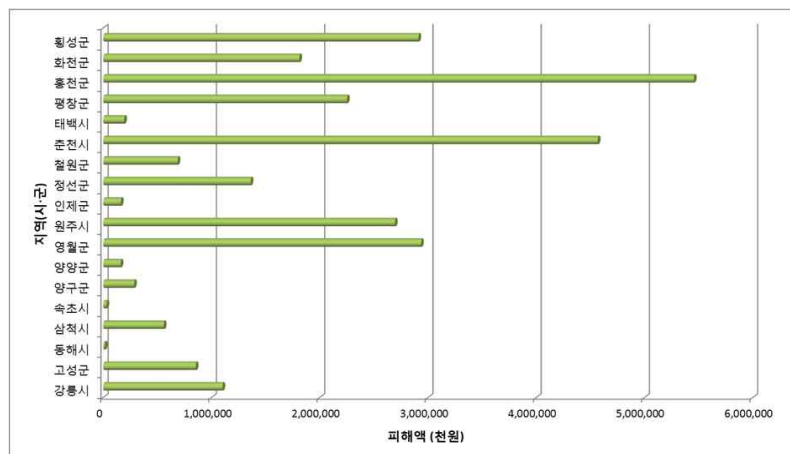


그림 5-6. 강원도 지역 총 피해액(대설재해)

자료: 이재규(2011), 『강원지역 기상재해 특성 분석』

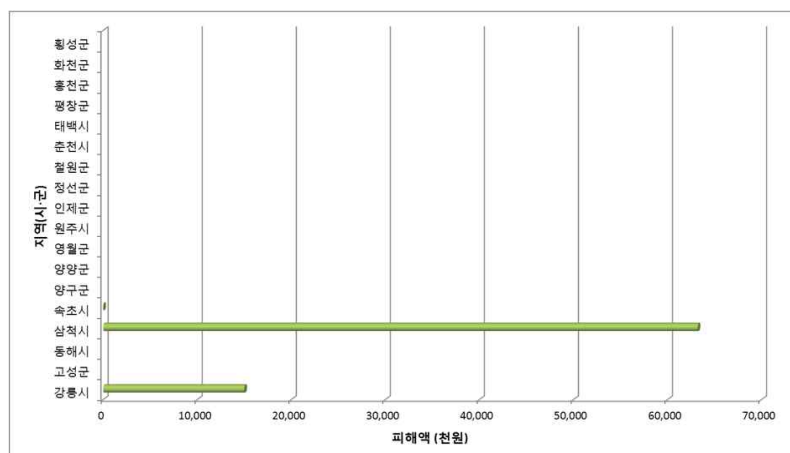


그림 5-7. 강원도 지역 총 피해액(강풍재해)

자료: 이재규(2011), 『강원지역 기상재해 특성 분석』

3. 강원도 기후변화 적응대책 수립 현황 및 활용방안

표5-6은 강원도 기후변화 대응 마스터플랜에 제시된 기후변화 적응을 위한 단계별 추진계획을 나타낸 것이다. 강원도의 기후변화 적응과 관련된 추진계획은 생태계, 수산자원, 농업, 방재, 보건 분야로 나뉘어 수립되었다. 기후변화 적응사업의 방재, 보건, 생태계 분야는 차후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

표 5-6. 강원도의 기후변화 대응 마스터 플랜

사업내용	세부계획
생태계	• 육상생태계 변화 모니터링 및 DB 구축 • 해양생태계 변화 모니터링 및 수용능력 파악 • 해양생물 지표종 선정 및 모니터링 실시
수산자원	• 하천의 생태 보호 및 홍수 대비를 위한 생태하천 조성 • 지속적인 수자원 관리 대책 수립 • 어종 변화 모니터링 실시 • 어종 변화에 따른 어구 교체 및 대체어장 개발 • 주요 어종에 대한 보호 및 관리 방안 모색
농업	• 기후변화에 따른 대체 농작물 선정 • 고령지 농업 대책 수립 • 기온 상승 및 이상 기온에 따른 병충해 • 가축 질병 예방 대책 수립
방재	• 재해 취약 지역 조사 및 관리 시스템 구축 • 산불 및 산사태 예측·예방 대책 수립 • 풍수해 예방 연안역 대책 수립
보건	• 폭염·전염병 등 환경성 질병 대책 수립 • 기후변화에 따른 건강관리 종합 대책 수립

자료 : 강원도 기후변화 대응 마스터플랜

	국가 기후변화 적응사업		강원도 기후변화 적응사업	
농업	병충해 예방 및 재해경감 적응기술 개발	• 이상기후로 인한 병해충 재해 기준 및 피해를 산정 • 농업지대별 기상재해 경감을 위한 기상정보 활용 및 대응 • 과수 결실안정, 원예시설 내재해성 강화	농업 기상 변화 모니터링	• 농업 기후자원 변동 조사 • 정밀 농업 기후도 제작
			병충해 발생 모니터링	• 병충해 조기진단 및 돌발 병충해 모니터링 • 병충해 방제 대책 개발
	온난화 적응 신품종 육성	• 온난화 적응 벼 신품종 육성 • 아열대 과수, 채소류 재배 확대 • 기후변화대응 주요작물의 재배지 변동 평가	기후변화 적응 신품종 육성 및 적응기술개발	• 내재해성 작물 육성 • 지역 우위 전략작목 개발
			고랭지 농업 환경 개선 및 대체작목 선정	• 고랭지 채소 안정생산 기술개발 및 대체작목 개발 • 고랭지 적응 시비법 개발
	축산분야 적응기술 개발 및 적용	• 축종별 축사시설 개선 • 사료값 상승 등 축산경영 환경 변화 대응책 마련 • 축사 재해방지 기술 개발 • 가을 및 겨울 사료 작물의 안전생산	축산분뇨 자원화 계획	• 가축분뇨 액비환성화 및 발효 촉진제 공급 확대
			사료작물 개발 및 보급	• 사료작물 증자생산기반 확보 • 식량 및 사료작물 통합시스템 구축
			기후변화 대비 축사 관리대책	• 고온기 가축관리 및 축사 재해 방지 기술 개발
임업	주요 수종 유전자원 및 난대수종 증자 공급원 확보	• 소나무 등 주요 산림수종의 유전적 다양성 확보 • 편백 등 난대수종 채종원 조성 • 아열대 및 난대지역 유용 수종의 공급 기반 조성	산림 유전자원 보전계획	• 산림 유전자원보호림 지정 • 산림 보전 방안 연구, 모니터링 및 지정관리
	단기 임산물 생산성 유지	• 밤나무 토양 개량 및 대체 작목 조성 • 기후변화 적응 밤품종 보급 및 표고 종균 개발	송이 생산 환경 모니터링 및 대책	• 백두대간 및 영동지역의 소나무림 모니터링 실시 • 기온상승에 대한 소나무 보호 대책 구축
			산림부산물 생산지 대책	• 단기 소득 임산물 생산량 변화에 대한 예측 및 대응책 마련

	국가 기후변화 적응사업		강원도 기후변화 적응사업	
임업	평가체계 및 법적 제도적 기반 마련	- 적응 성과 및 이행 평가 기법 마련 - 적응 성과 평가 시스템 구축	기후변화 적응 조림 수종 개발	기후변화 시나리오에 따라 산림환경의 변화를 고려한 조림 수종 개발
	산림 병충해 적기대응	- 주요 병해충 연중 예찰용 항공정밀 탐색시스템 도입 - 돌발 병해충 조기 진단 시스템 구축 - 산림 병해충 정기예찰 시스템 및 적기 방제 시스템 구축	산지재해 대책	- 산불위험성 예측 및 평가기술 개발 - 산불잠재위험 지도 구축 - 정확한 산사태 예경보를 위한 지역별 강수특성 기준 제시
			산림환경변화 및 병충해 발생 모니터링	- 산림환경 변화 모니터링 실시 - 돌발 병해충 조기 진단 시스템 구축 - 주요 병해충 연중 예찰용 항공정밀 탐색시스템 도입
수산업	수산자원 회복을 위한 방류사업 실시	- 회유성 주요 어종에 대한 방류사업 확대 실시 - 방류효과 극대화를 위한 첨단 순치 기법 개발 - 연어 등 주요 방류 어종에 대한 보호 및 관리 방안 마련	해양 자원변화 및 질병 발생 모니터링	- 바이러스성 질병 등 양식 질병 제어 기술 개발 - 수산자원의 새로운 질병 중 및 바이러스성 세균 감염률 모니터링
	안정적 식량 확보를 위한 바다목장 조성	- 주요 해역의 바다목장화 이용 가능성 및 경제성 조사 - 해조류 및 부착생물의 부착효과 극대화 어초구조, 해역별 적합 어초 개발 및 보급	바다 목장 조성	- 바다목장정보시스템 도입 및 개발 - 지형공간정보를 고려한 생물 자원지도 작성 - 바다목장의 실시간 취득, 공유 및 활용기술 개발
	바다숲 조성을 통한 수산자원 관리	- 수산생물 서식환경 개선을 위한 해역 특성별 해중림 조성 - 불가사리 등 해조류 천적 생물 구제 방안 마련 - 해조류를 이용한 이산화탄소 흡수 능력 향상 연구	수산업 연계 관광 활성화 계획	바다목장형 해양테마파크 조성 모델 개발

1

2

3

▶ 참고문헌

▶ 부록

1. 통계분석 방법 및 용어정리
2. 월별 평균값
3. 상세공간분포 AWS 지점정보

참 고 문 헌

기상청 기상연구소, 2004, 한국의 기후.

기상청 기상연구소, 2010, 기후변화 이해하기Ⅶ -강원의 기후변화-

강원도, 2010, 강원도 기후변화 적응 기본계획

이재규, 2011, 강원지역 기상재해 특성분석 - 2011, 11, 22 기상재해포럼 -

\

부록1

(1) 기후통계지침(2011.5.)의 기후통계기간

2.2 기후통계 기간

기후통계 기간은 일, 순, 월, 계절, 년, 누년의 기간으로 통계처리를 하다.

정서관측자료 및 일 통계 자료량이 80% 이상인 경우에 산출하는 것이 원칙이며, 별도의 대체 값이 가능한 경우 이외에는 각각 일 통계 및 월(순)통계를 산출하지 않는다.

계절 및 년 통계를 하고자 할 경우에는 월 통계자료를 이용하여 실시하되 1개월이라도 자료가 없으면 계절 통계 및 년 통계를 산출하지 않는다.

그러나, 극값의 경우 결측기간에 극값이 없다고 판단되는 경우에는, 자료량과 상관없이 결측기간을 제외하고 극값을 구할 수도 있다.

2.2.1 일 통계

일 통계는 통상적으로 한국표준시(KTS)에 의한 하루(24시간)에 대하여 실시한다. (예를 들어 15일 24시 00분 관측의 기록은 15일 24시에만 기록하고, 16일 00시 00분의 관측으로서 기록하지 않는다). 다만 강수량, 증발량에 대해서는 당일 09:00 부터 다음날 09:00를 일계(1회 관측)로 당일에 포함하며, 강수량의 경우에 전일 21:00부터 당일 21:00를 일계(2회 수신)로 당일에 포함하는 경우도 있다. 이들에 대해서는 제4장에서 개별적으로 설명한다.

2.2.3 월 통계

월 통계는 해당 월의 1일부터 말일까지의 1개월간에 대하여 일 통계자료로 통계처리 한다.

2.2.4 계절 통계

계절 통계는 해당 년을 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12~익년 2월)로 3개월간에 대하여 월 통계자료로 통계처리 한다.

기상청이 해당 부서에서 정하는 장마 시작일부터 마지막일까지의 장마기간에 대해서는 일 통계자료로 통계를 처리한다.

2.2.5 년 통계

년 통계는 해당 년의 1월부터 12월까지의 1년간에 대하여 월 통계자료로 통계처리 한다.

(2) 기후통계지침(2011.5.)의 기후통계값의 명명법

2.3 기후통계값의 명명법

(중략)

통계값 명명을 위한 기준을 설명하고, 각 통계값의 명명법과 적용 예시를 표 2-1 로 나타낸다.

종류	명명법	적용 예	비고
평균	① 값의 평균 「기간」 평균 「요소」 ② 요소명이 길 때 「요소」의 「기간」 평균값 ③ 평균값 「요소」의 평균값	월평균기온 1955년의 연평균기온 일최고기온의 월평균값 월평균기온의 평균값	
합계	① 양의 합계 「기간」 「현상」 량 ② 시간의 합계 「기간」 「현상」 시간 ③ 요소명이 길 때 「요소」의 「기간」 합계	일강수량, 월증발량 연간일조시간 장마기간의 일조시간 전천일사량의 월합계 신적설의 한후기간의 합계	현상이 단속적일 때는 현상이 나타난 시간을 합계한다.
계절현상의 첫날, 마지막날 및 초종간 일수	① 계절현상이 나타난 첫날 / 마지막날 「현상」의 첫날/ 마지막날 ② 첫날부터 마지막날까지의 일수 「현상」의 초종간일수	눈의 첫날 일최저기온 0℃미만의 마지막날 서리의 초종간일수 최심적설1m이상의 초종간일수	현상의 명칭은 「서리」 「얼음」 「눈」 등과 같이 간단히 표현한다. 초종일 명칭은 「첫서리」 「첫눈」 과 같이 관용적인 경우는 그대로 써도 좋다.
극값	① 값의 극값 「기간」 최고, 최저, 최대/최다, 최소 「요소」 ② 요소명이 길 때 「요소」의 「기간」 최고, 최저, 최대/ 최다, 최소값 ③ 계절현상의 첫날 마지막날이 빠르고 늦음 「현상」의 첫날/마지막날의 「기간」 가장이름/가장늦음	월최고기온 일최대순간풍속 월최다일강수량 월최소상대습도 일평균 증기압의 월최대값 최심적설의 누년 최심값 눈의 첫날의 누년가장이름 적설첫날의 10년동안 가장늦음 일최고기온 30℃ 이상 첫날의 누년 가장이름	「운고」 「기압」 「기온」 인 경우 극값으 로 「최고」 「최저」를 사용하고, 「강수 량」 인 경우 「최다」, 그 밖의 경우 「최 대」 「최소」를 사용한다. 「극값」은 「최대값」 「최소값」 또는 「최고 값」 「최저값」을 총칭하는 말로서 단독으로 는 사용하지 않는다. 「고극」 「저극」은 사용하지 않는다. 최심적설의 최대값"은 명칭을 간단히 쓰는 경우, 「최심」이란 말을 사용하여 「월최 심적설」 「누년최심적설」과 같이 쓴다. 일최대순간풍속은 「순간최대풍속」이라 하 지 않는다. ③에서 「기간」은 「누년」 또는 「00년 간」에 한하여 사용한다.
도수 (일수, 횟수 등)	① 현상을 관측한 도수(일수, 횟수 등) 「기간」 「현상」 횟수/일수/월수 등 ② 현상의 이름이 길 때 「현상」의 「기간」 횟수/일수/월수 등 ③ 기상요소의 값을 계급별 등으로 나눈 경우의 도수	월간연간안개일수 시간별월간안개횟수 월별 누년 황사 일수 일강수량 30mm 이상의 연간일수 일최고기온 30℃ 이상의 월간일수 월평균기온의 계급별 월간일수 기온의 계급별 시간별 월간일수	「일수」 「월수」 「연수」와 같이 내용을 명시하는 말을 쓰고 「도수」 「빈도」 등 은 가능한 한 피한다. 일반적으로 매년 도수의 누년합계는 누년에 대한 도수를 합산한 것이므로 특별히 「합계」란 말을 사용하지 않아도 된다.

종류	명명법	적용 예	비고
	「요소」의 계급별, ~별 「기간」 횟수/일수/월수 등 ④ 기상요소의 내용을 「현상별」에 따라 나눈 경우의 도수 「현상」별 「기간」 횟수/일수/월수 등 ⑤ 가장 많이 나타난 것 「기간」 최대 「요소」	(2℃ 간격) 풍향별 월간횟수 월간최다풍향 월별누년최다풍향	합계값을 명시할 경우에는 「누년」을 넣어 「누년합계」라 한다. 누적도수를 나타낼 경우에는 원칙적으로 「횟수」 「일수」 등의 앞에 「누적」이란 말을 사용해도 좋다.

출처 : 기상청 기후통계지침 (2011.5.)

(3) 극한기후사상 용어 정의

지수	정의
일최저기온 0℃ 미만 일수	연중 일최저기온이 0℃ 미만인 날의 수로 정의
연극한기온교차	연중 가장 높았던 일최고기온과 가장 낮았던 일최저기온 과의 차이로 정의
온난야율	연중 일최저기온이 1971~2000년의 일최저기온 90퍼센타 일을 초과한 날의 비율로 정의
식물성장가능기간	연중 일평균기온이 5℃ 보다 높은 날이 6일 이상 지속되 고 그로부터 일평균기온이 5℃ 미만인 날이 6일 이상 지 속되었을 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 최대강수량	연중 5일 동안의 최대강수량으로 정의
일강수강도	연강수량을 연강수일수(일강수량 1mm이상 강수일)로 나 눈 것으로 정의
95퍼센타일 강수량 비율	연중 일강수량이 1971-2000년의 일강수량 95퍼센타일을 초과하는 강수일의 총강수량이 연강수량에서 차지하는 비율로 정의(일강수량 0.1mm 미만의 강수일은 제외)

부록2 월별 평균값

(1) 기온의 월별 평균값(1981~2010년)

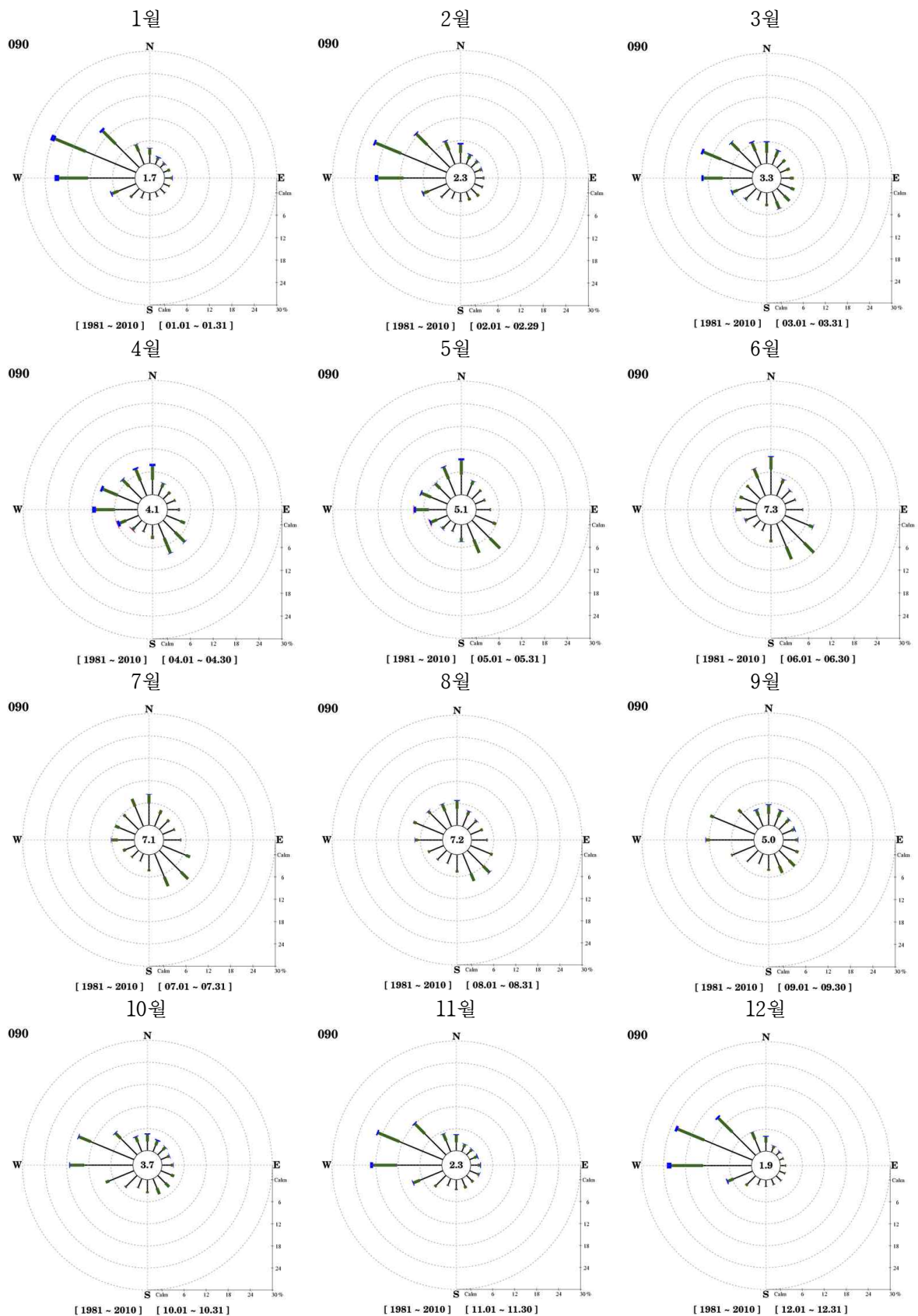
구분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
속초	평균	-0.3	1.5	5.5	11.5	15.9	19.2	22.8	23.7	19.8	15.0	8.6	2.7
	최고	3.8	5.5	9.6	16.0	20.4	22.7	26.0	27.0	23.6	19.4	12.8	6.9
	최저	-4.1	-2.4	1.5	7.1	11.8	16.0	20.1	20.9	16.3	10.8	4.5	-1.2
대관령	평균	-7.7	-5.5	-0.5	7.0	11.9	15.7	19.1	19.1	14.1	8.3	1.9	-4.4
	최고	-2.5	-0.4	4.4	12.9	17.6	20.5	22.8	22.8	18.6	14.0	7.0	0.5
	최저	-12.6	-10.5	-5.2	1.2	6.3	11.2	16.0	16.1	10.0	3.1	-2.8	-9.1
강릉	평균	0.4	2.2	6.3	12.9	17.6	20.8	24.2	24.6	20.3	15.5	9.2	3.4
	최고	5.0	6.7	10.9	17.9	22.4	24.9	27.8	28.3	24.5	20.3	13.7	7.9
	최저	-3.2	-1.6	2.0	7.9	12.9	17.0	21.1	21.5	16.6	11.2	5.3	-0.3
울릉도	평균	1.4	2.2	5.4	11.1	15.5	18.8	22.3	23.6	19.8	15.3	9.7	4.4
	최고	4.3	5.3	9.1	15.1	19.3	22.2	25.2	26.7	23.1	18.8	13.1	7.5
	최저	-0.9	-0.2	2.5	7.7	12.1	16.0	20.0	21.4	17.4	12.6	7.1	2.0

(2) 강수의 월별 평균값(1981~2010년)

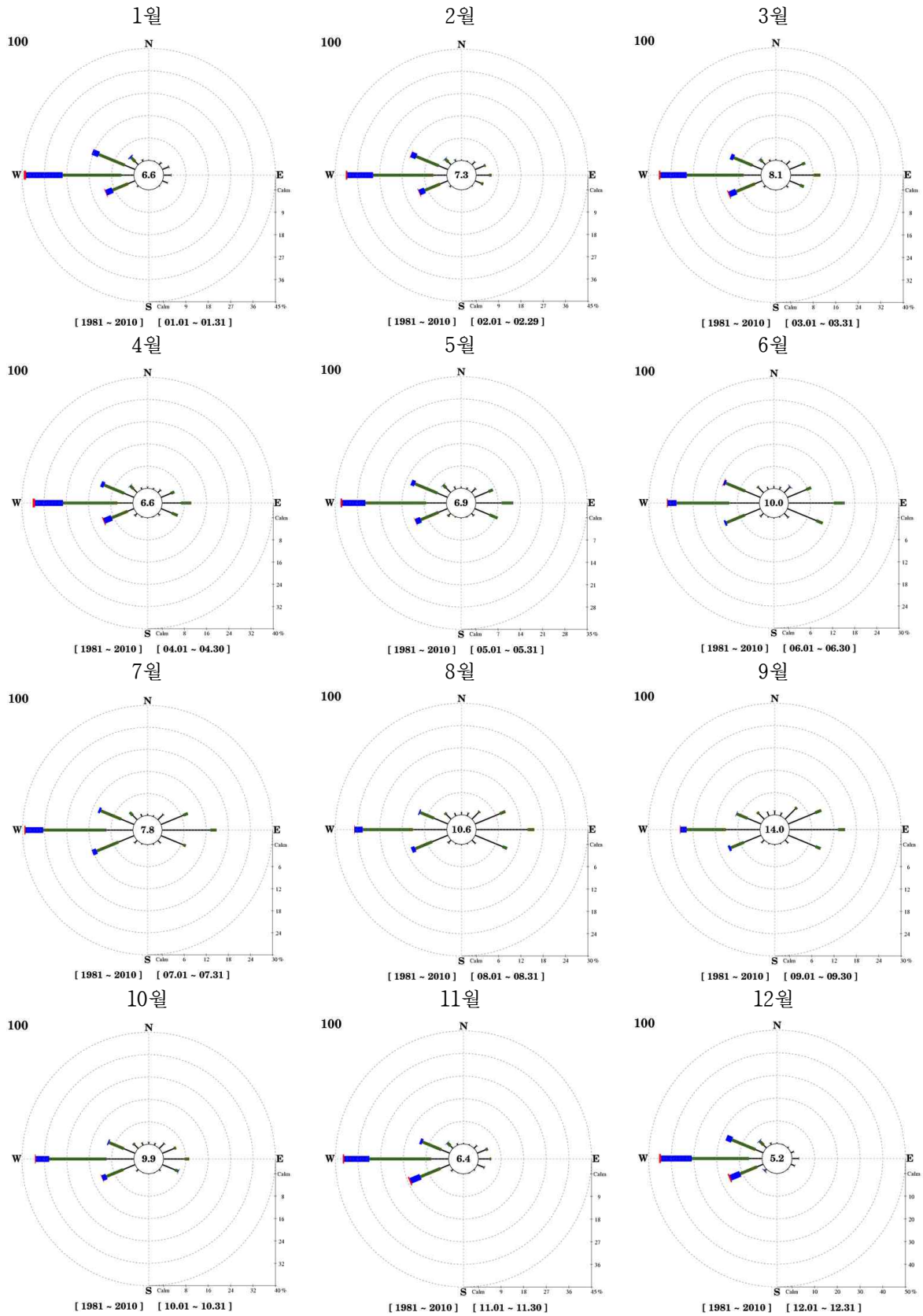
구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
속초	44.3	46.9	56.9	64.3	95.5	115.7	246.9	293.0	232.9	88.7	78.8	38.2
대관령	62.6	53.6	75.6	89.5	122.3	201.0	326.7	420.9	307.3	124.9	76.9	36.8
강릉	55.1	49.6	68.9	68.7	87.0	120.6	242.8	298.9	243.8	110.4	80.3	38.3
울릉도	116.2	78.1	72.2	81.3	105.1	115.3	170.2	167.9	170.7	83.9	105.5	117.1

(3) 바람

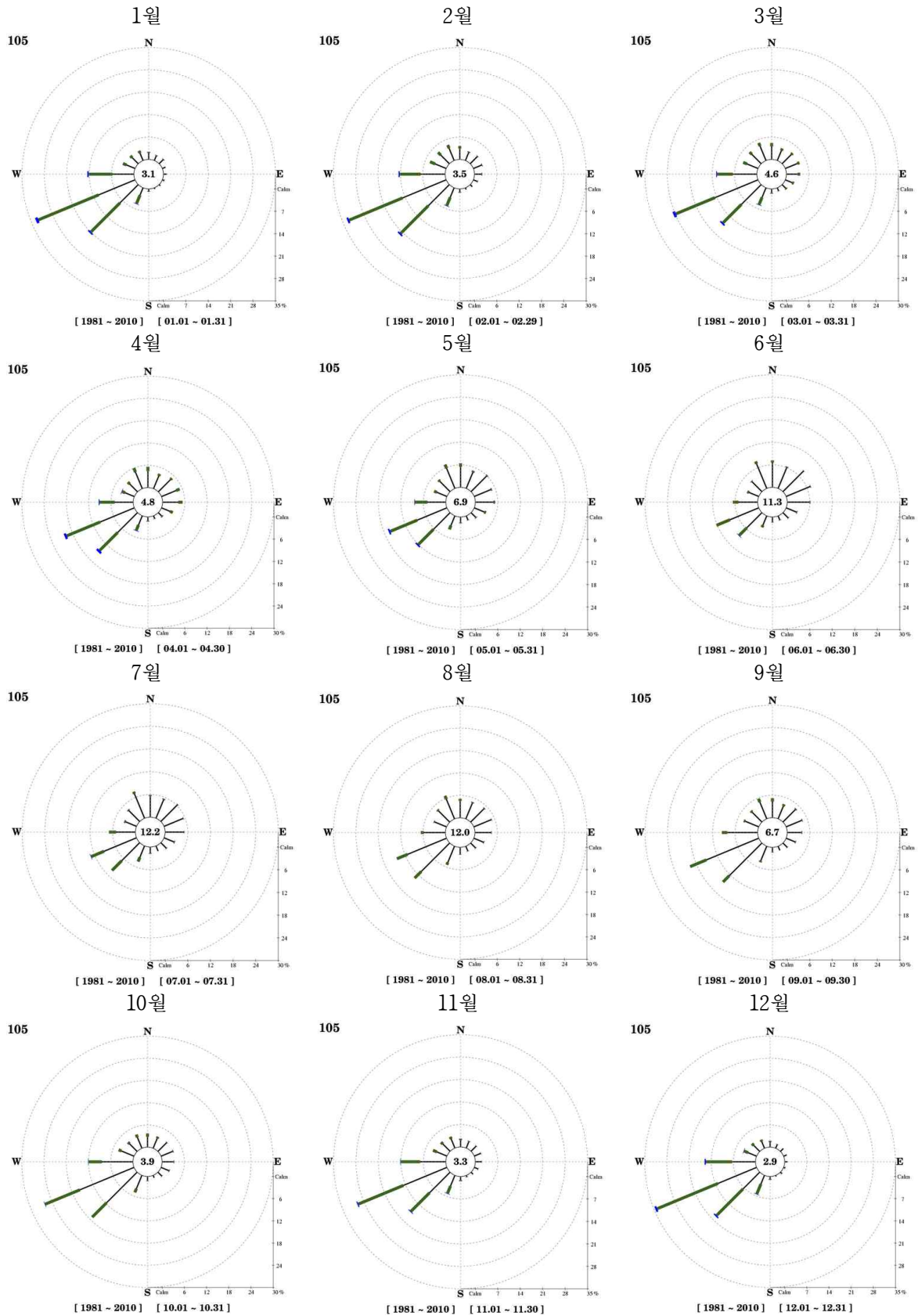
가. 속초



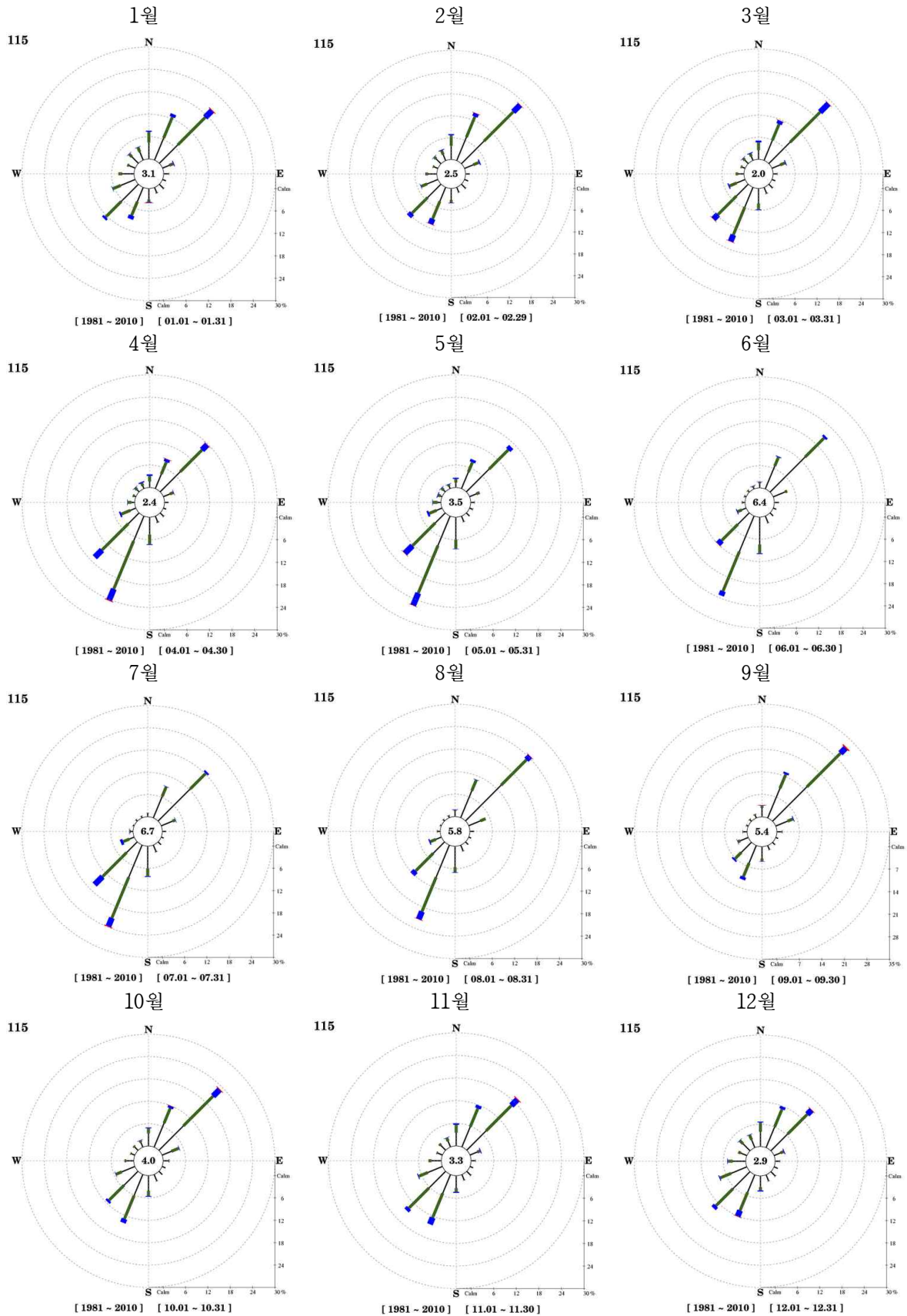
나. 대관령



다. 강릉



라. 울릉도



(4) 기타 기후요소

구분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
상대 습도	속초	50.8	55.1	60.8	61.5	69	78.6	82.2	82.6	77.5	65.3	55.8	49.5
	대관령	67.3	67	67.5	61	68.4	79.2	85.7	87	84.6	75.2	69.9	67.3
	강릉	49	52.1	56.6	54.1	61.1	71.4	76.6	78.1	74.3	62.2	53.8	47.8
	울릉도	70.1	69.6	69.8	69.2	72.1	80.4	85.9	85	80.3	72.5	68.6	68.5
운량	속초	3.4	4	4.9	4.9	5.5	6.9	7.5	6.9	5.8	4.3	3.9	3.2
	대관령	3.5	4.1	5	4.8	5.4	6.7	7.6	7.4	6.6	4.7	4	3.3
	강릉	3.5	4	4.9	5	5.6	6.9	7.5	6.9	6.2	4.5	3.8	3.2
	울릉도	6.9	6.5	5.7	5	5.3	6.5	7.1	6.4	6.1	5.2	5.6	6.4
일교차	속초	7.9	7.9	8.1	8.9	8.6	6.7	5.9	6.1	7.3	8.6	8.3	8.1
	대관령	10.1	10.1	9.6	11.7	11.3	9.3	6.8	6.7	8.6	10.9	9.8	9.6
	강릉	8.2	8.3	8.9	10	9.5	7.9	6.7	6.8	7.9	9.1	8.4	8.2
	울릉도	5.2	5.5	6.6	7.4	7.2	6.2	5.2	5.3	5.7	6.2	6	5.5
일조 시간	속초	183	171.5	190.5	212.4	216	162.9	137.8	151.8	165.2	188.4	168.5	181.9
	대관령	197.2	185.2	202.3	226.6	229.4	179.8	138.1	130.7	143.9	193.3	176.4	191.9
	강릉	183.8	172.6	186.5	203.8	209.1	165	138.2	147.9	157.2	188.3	170.6	183.3
	울릉도	90.4	104.1	167.2	212	227.3	175	150.7	163.3	158.7	176.8	130	100.6

부록3 월별 평균값 - 상세공간분포 ASOS, AWS 지점 정보

지점 번호	지점명	위도 (°N)	경도 (°E)	해발고도 (m)	법정동
90	속초	38°15'	128°33'	22.9	강원도 고성군 토성면 봉포리 111-3번지
95	철원	38°08'	127°18'	154.9	강원도 철원군 갈말읍 명성로179번길 26
100	대관령	37°40'	128°43'	772.4	강원도 평창군 대관령면 경강로
101	춘천	37°54'	127°44'	76.8	강원도 춘천시 충열로
104	북강릉	37°48'	128°51'	79.2	강원도 강릉시 과학단지로 130
105	강릉	37°45'	128°53'	26.1	강원도 강릉시 사천면 방동리
106	동해	37°30'	129°07'	39.5	강원도 동해시 중앙로 31
114	원주	37°20'	127°56'	150.7	강원도 원주시 단구로 159
115	울릉도	37°30'	130°55'	220.0	경상북도 울릉군 울릉읍 무릉길 227-75
121	영월	37°10'	128°27'	239.7	강원도 영월군 영월읍 영월로 1894-25
211	인제	38°03'	128°10'	198.7	강원도 인제군 인제읍 비봉로 44번길 93
212	홍천	37°41'	127°52'	146.2	강원도 홍천군 홍천읍 연봉동로 27
216	태백	37°10'	128°59'	714.2	강원도 태백시 문예1길 45
310	목호	37°33'	129°07'	70.7	강원도 동해시 해맞이길 289 목호항로표지관리소
318	용평	37°38'	128°40'	761.9	강원도 평창군 대관령면 올림픽로 715
320	항로봉	38°19'	128°18'	1262.6	강원도 고성군 간성읍 항로봉정상 유곡대대
321	원통	38°06'	128°11'	253.7	강원도 인제군 북면 원통리 (사) 100-1
322	상서	38°12'	127°40'	263.8	강원도 화천군 상서면 산양1리 104-2 5
323	마현	38°16'	127°33'	291.4	강원도 철원군 근남면 마현1리 사서함 99-4
497	삼당령	37°34'	128°51'	658.2	강원도 강릉시 왕산면 화살길 55-37
498	구룡령	37°52'	128°30'	1015.1	강원도 홍천군 내면 구룡령로 7846
517	간성	38°23'	128°28'	5.3	강원도 고성군 간성읍 간성북로 87
518	해안	38°17'	128°08'	448.0	강원도 양구군 해안면 현1리 154번지
519	사내	38°04'	127°31'	283.1	강원도 화천군 사내면 사내로 11
520	설악동	38°10'	128°29'	189.5	강원도 속초시 설악산로 833 설악산관리사무소
521	강현	38°08'	128°36'	13.4	강원도 양양군 강현면 장산리 사123-1
522	두촌	37°52'	128°01'	220.5	강원도 홍천군 두촌면 자은로 349
523	주문진	37°53'	128°49'	10.0	강원도 강릉시 주문진읍 주문리 961번지
524	경포대	37°47'	128°55'	3.3	강원도 강릉시 강문동 41-18
525	봉평	37°36'	128°22'	570.4	강원도 평창군 봉평면 기풍4길 10
526	평창	37°22'	128°23'	303.2	강원도 평창군 평창읍 여만길 46
527	정선	37°25'	128°39'	388.8	강원도 정선군 북평면 송석길 146-7
529	원덕	37°13'	129°20'	12.8	강원도 삼척시 원덕읍 삼척로 1220
535	서석	37°43'	128°10'	312.9	강원도 홍천군 서석면 풍암리 526-2
536	횡성	37°29'	127°58'	110.5	강원도 횡성군 횡성읍 읍하리 횡성하수종말처리장
537	임계	37°28'	128°50'	488.0	강원도 정선군 임계면 서동로 4575
552	김화	38°14'	127°25'	216.6	강원도 철원군 서면 와수1로 126
553	대진	38°30'	128°25'	30.3	강원도 고성군 현내면 한나루로4길 16-38
554	미시령	38°12'	128°26'	770.5	강원도 고성군 토성면 미시령옛길 383
555	화천	38°05'	127°42'	113.0	강원도 화천군 하남면 위라리 490

지점 번호	지점명	위도 (°N)	경도 (°E)	해발고 도 (m)	법정동
556	양구	38°05'	127°59'	188.2	강원도 양구군 양구읍 관공서로38번길 15
557	기린	37°57'	128°19'	323.0	강원도 인제군 기린면 현2리
558	반곡	37°40'	127°39'	94.0	강원도 홍천군 서면 팔봉산로 617
559	내면	37°46'	128°23'	598.0	강원도 홍천군 내면 창촌로 59
560	진부	37°40'	128°35'	563.0	강원도 평창군 진부면 진고개로 22-5
561	청일	37°34'	128°09'	224.0	강원도 횡성군 청일면 유동리 851-24
562	주천	37°16'	128°16'	262.0	강원도 영월군 주천면 주천로 103
563	남면	37°15'	128°44'	435.0	강원도 정선군 남면 칠현로 80
566	연곡	37°51'	128°49'	10.0	강원도 강릉시 연곡면 송림리 191-8
579	하장	37°20'	128°56'	656.0	강원도 삼척시 하장면 하장길 124
580	옥계	37°36'	129°02'	14.0	강원도 강릉시 옥계면 현내시장길 30
581	상동	37°06'	128°46'	420.0	강원도 영월군 상동읍 내덕2리 248-4
582	신림	37°13'	128°04'	352.0	강원도 원주시 신림면 신림리 526(전)
583	안흥	37°24'	128°09'	430.0	강원도 횡성군 안흥면 안흥로 27
585	신남	37°57'	128°05'	235.0	강원도 인제군 남면 신남로58번길 37
586	북산	37°58'	127°53'	240.0	강원도 춘천시 북산면 북산로 493
587	방산	38°12'	127°57'	261.0	강원도 양구군 방산면 장거리길 21
588	남산	37°47'	127°39'	93.0	강원도 춘천시 남산면 한치로 73
591	치악산	37°24'	128°03'	267.2	강원도 원주시 소초면 학곡리 900
592	부론	37°12'	127°45'	64.0	강원도 원주시 부론면 법천시장길 59
593	서림	37°58'	128°31'	159.0	강원도 양양군 서면 구룡령로 2031
594	서화	38°13'	128°12'	311.0	강원도 인제군 서화면 천도로78번길 16
595	진부령	38°15'	128°22'	600.6	강원도 고성군 간성읍 홀리령길 3-15
596	오색	38°04'	128°26'	337.0	강원도 양양군 서면 대청봉길 95
597	대화	37°29'	128°27'	445.0	강원도 평창군 대화면 남산1길 28
650	정연	38°16'	127°19'	200.0	강원도 철원군 갈말읍 금강산로 1659
651	대마	38°16'	127°10'	202.0	강원도 철원군 철원읍 묘장로 344
660	면운	37°32'	128°20'	567.0	강원도 평창군 봉평면 면운리 683-2
661	현내	38°32'	128°24'	5.0	강원도 고성군 현내면 명파리 611-3
670	양양	38°05'	128°37'	4.6	강원도 양양군 양양읍 송암리 160
671	청호	38°11'	128°35'	7.4	강원도 속초시 청호동 9/1
680	평화	38°12'	127°50'	211.0	강원도 화천군 화천읍 평화로 3481-90 평화의 댐
681	원동	38°14'	127°48'	213.0	강원도 철원군 원동면 7사단 안동포대
682	임남	38°16'	127°51'	1062.0	강원도 철원군 임남면 21사단
696	신기	37°20'	129°05'	81.8	강원도 삼척시 신기면 신기리 신기리78
873	백운산	37°15'	127°58'	901.0	강원도 원주시 판부면 서곡리 산 166번지
874	동송	38°13'	127°12'	238.0	강원도 철원군 철원읍 화지리
876	삼척	37°27'	129°10'	67.6	강원도 삼척시 교동 515-1
877	문막	37°18'	127°48'	85.0	강원도 원주시 문막읍 취병리 569-13
319	천부	37°32'	130°52'	28.0	경상북도 울릉군 북면 천부2길 15
530	태하	37°31'	130°48'	169.0	경상북도 울릉군 서면 태하등대길 188

지역기후변화보고서(강원영동)

2011년 11월 발행

▶ 자료처리 및 분석

강원대학교 이종범 · 천태훈 · 권혁기
· 조창래 · 김재철 · 함현준 · 최진용

▶ 검토 및 검수

강원지방기상청 기후과
이정석 · 장영진 · 김현숙 · 김은미

▶ 주소/전화

210-852 강원도 강릉시 과학단지로 130
(033) 650-0430



강원지방기상청
Gangwon Regional Meteorological Administration