



기상청
Korea Meteorological
Administration

신기후체제 대비 한반도 기후변화 전망보고서

발간번호 11-1360000-001430-01

표목차

표 1.1	현재 대비 21세기 후반기 전지구 평균기온 편차, 강수량 편차비 전망	17
표 2.1	한반도 기후분석에 사용된 88개 관측지점 정보	22
표 2.2	기온 및 강수 관련 극한기후지수의 정의	25
표 2.3	RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO ₂ 농도	27
표 3.1	한반도 연 및 계절별 기후요소의 평년값	32
표 3.2	남한 연 및 계절별 기후요소의 평년값	33
표 3.3	북한 연 및 계절별 기후요소의 평년값	34
표 3.4	30년간 한반도, 남한, 북한의 연 및 계절 기온의 변화경향(°C/10년)	48
표 3.5	30년간 한반도, 남한, 북한의 연 및 계절 강수량의 변화경향(mm/10년)	50
표 4.1	RCP2.6(RCP6.0)에 따른 한반도 21세기 기후변화 전망	55
표 4.2	RCP2.6(RCP6.0)에 따른 남한 광역시도별 21세기 기후변화 전망	59
표 4.3	RCP2.6(RCP6.0)에 따른 북한의 21세기 기후변화 전망	63
표 6.1	한반도의 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망	118
표 6.2	남한 광역시도별 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망	119
표 6.3	북한의 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망	120
표 A.1	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연평균기온 전망(°C)	146
표 A.2	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연강수량 전망(mm)	147
표 A.3	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 폭염일수 전망(일)	148
표 A.4	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 열대야일수 전망(일)	148
표 A.5	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 여름일수 전망(일)	149
표 A.6	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 한파일수 전망(일)	149
표 A.7	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 결빙일수 전망(일)	150
표 A.8	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 서리일수 전망(일)	150
표 A.9	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 식물성장가능기간 전망(일)	151
표 A.10	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 최대무강수지속기간 전망(일)	151
표 A.11	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 호우일수 전망(일)	152
표 A.12	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 5일최다강수량 전망(mm)	152
표 A.13	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 강수강도 전망(mm/일)	153
표 A.14	RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연평균 일교차 전망(°C)	153

그림목차

그림 1.1	SRES 시나리오와 RCP 시나리오에 사용된 기상청 기후변화 전망모델의 공간해상도 비교	14
그림 1.2	RCP2.6/6.0에 따른 2100년까지의 전지구 평균기온의 연별 변화 경향	17
그림 1.3	21세기 후반기 동아시아 기온 편차 전망(°C)	19
그림 1.4	21세기 후반기 동아시아 강수량 편차비 전망(%)	19
그림 2.1	88개 관측지점 위치	21
그림 2.2	RCP 시나리오에 따른 이산화탄소 농도의 미래 전망	26
그림 2.3	한반도 기후변화 전망자료 생산 과정 개요	27
그림 3.1	한반도 연평균기온 분포(1981-2010년)	36
그림 3.2	한반도 연강수량 분포(1981-2010년)	37
그림 3.3	한반도 연평균 상대습도의 분포	39
그림 3.4	한반도 연평균 풍속의 분포	41
그림 3.5	한반도 폭염일수의 분포	43
그림 3.6	한반도 열대야일수의 분포	45
그림 3.7	한반도 호우일수의 분포	47
그림 3.8	한반도 연평균기온 변화율 분포	49
그림 3.9	한반도 연강수량 변화율 분포	51
그림 4.1	한반도 연평균기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	65
그림 4.2	한반도 연강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	67
그림 4.3	한반도 연평균 일교차 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	69
그림 4.4	한반도 폭염일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	70
그림 4.5	한반도 열대야일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	71
그림 4.6	한반도 한파일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	72
그림 4.7	한반도 호우일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	73
그림 4.8	한반도 최대무강수지속기간 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	75
그림 4.9	아열대 기후구 전망(RCP2.6/6.0)	77
그림 4.10	한반도 연평균기온 편차 및 연강수량 변화율 전망 시계열	78
그림 4.11	한반도 계절별 평균기온 편차 전망 시계열	79
그림 4.12	한반도 계절별 강수량 변화율 전망 시계열	80
그림 4.13	남한과 북한의 연평균기온 편차 전망 시계열	81

그림목차

그림 4.14	남한과 북한의 연강수량 변화율 전망 시계열	81
그림 5.1	남한 광역시도별 연평균기온 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	83
그림 5.2	남한 광역시도별 연강수량 전망(mm)(RCP2.6/6.0)	85
그림 5.3	남한 광역시도별 폭염일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	87
그림 5.4	남한 광역시도별 열대야일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	89
그림 5.5	남한 광역시도별 여름일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	91
그림 5.6	남한 광역시도별 한파일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	93
그림 5.7	남한 광역시도별 결빙일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	95
그림 5.8	남한 광역시도별 서리일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	97
그림 5.9	남한 광역시도별 식물성장가능기간 전망(일)(RCP2.6/6.0)	99
그림 5.10	남한 광역시도별 최대무강수지속기간 전망(일)(RCP2.6/6.0)	101
그림 5.11	남한 광역시도별 호우일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)	103
그림 5.12	남한 광역시도별 5일최다강수량 전망(mm)(RCP2.6/6.0)	105
그림 5.13	남한 광역시도별 강수강도 전망(mm/일)(RCP2.6/6.0)	107
그림 5.14	남한 광역시도별 연평균 일교차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	109
그림 6.1	시나리오별 21세기 후반기의 전지구 및 동아시아 연평균기온 편차 전망	112
그림 6.2	시나리오별 21세기 전반기, 중반기, 후반기의 한반도의 연평균기온 편차 전망	113
그림 6.3	시나리오별 21세기 후반기의 전지구 및 동아시아 연강수량 편차비 전망	115
그림 6.4	시나리오별 21세기 전반기, 중반기, 후반기의 한반도의 연강수량 편차비 전망	115
그림 A.1	한반도의 계절별 평균기온 분포	122
그림 A.2	한반도의 계절별 강수량 분포	123
그림 A.3	한반도의 계절별 평균 상대습도 분포	124
그림 A.4	한반도의 계절별 평균 풍속 분포	125
그림 A.5	한반도의 봄 평균기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	126
그림 A.6	한반도의 여름 평균기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	127
그림 A.7	한반도의 가을 평균기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	128
그림 A.8	한반도의 겨울 평균기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	129
그림 A.9	한반도의 연평균 최고기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	130
그림 A.10	한반도의 여름 평균 최고기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	131

그림목차

그림 A.11	한반도의 겨울 평균 최고기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	132
그림 A.12	한반도의 연평균 최저기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	133
그림 A.13	한반도의 여름 평균 최저기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	134
그림 A.14	한반도의 겨울 평균 최저기온 편차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)	135
그림 A.15	한반도의 봄 강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	136
그림 A.16	한반도의 여름 강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	137
그림 A.17	한반도의 가을 강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	138
그림 A.18	한반도의 겨울 강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	139
그림 A.19	한반도의 결빙일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	140
그림 A.20	한반도의 서리일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	141
그림 A.21	한반도의 여름일수 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	142
그림 A.22	한반도의 5일최다강수량 편차비 전망(%) (RCP2.6/6.0)	143
그림 A.23	한반도의 강수강도 편차 전망(mm/일)(RCP2.6/6.0)	144
그림 A.24	한반도의 식물성장가능기간 편차 전망(일)(RCP2.6/6.0)	145

요약문

1. 한반도 연평균기온 및 연강수량 변화경향

- 한반도의 연평균기온(72개 관측소 기준)은 지난 30년간(1981-2010년) 1.2°C ($+0.41^{\circ}\text{C}/10\text{년}$) 상승했으며, 계절별로는 가을과 겨울에 기온의 상승경향이 뚜렷하게 나타남.
- 한반도의 연강수량은 지난 30년간 77.6mm 증가하였지만 이는 연강수량의 7% 수준으로 미미하며, 강수량의 연변동폭이 크게 나타나 통계적으로 유의한 변화경향을 보이지 않음.

2. 한반도 미래 기후변화 전망

- 한반도 미래 기온은 지난 30년간(1981-2010년)의 관측자료에서 나타나는 온난화 경향이 지속될 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서는 한반도 연평균기온이 현재 대비 21세기 전반기(2021-2040년)에 $+1.5^{\circ}\text{C}$, 중반기(2041-2070년)와 후반기(2071-2100년)에 $+1.8^{\circ}\text{C}$ 상승할 것으로 전망되어, 21세기 중반기 이후 온실가스 농도가 안정됨에 따라 기온이 더 이상 상승하지 않고 유지되는 특성을 보임.
 - RCP6.0 시나리오에서는 현재 대비 21세기 전반기에 $+0.8^{\circ}\text{C}$, 중반기에 $+1.6^{\circ}\text{C}$, 후반기에 $+3.0^{\circ}\text{C}$ 상승할 것으로 전망됨. 온난화가 점차 가속화되어 21세기 후반기에 가장 큰 기온 상승폭을 보임.
- 한반도의 연강수량은 RCP2.6과 RCP6.0 두 시나리오 모두에서 21세기 전 기간에 걸쳐 현재보다 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서 한반도 연강수량은 현재 대비 21세기 후반기에 $+5.5\%$ 증가하며 RCP6.0 시나리오에서는 $+6.8\%$ 증가할 것으로 전망됨.
 - 한반도 연강수량은 증가하지만 지역적으로 강수량 변화경향의 차이가 나타남. 한반도 남해안은 강수량이 증가하고 중부지역은 감소하는 경향을 보임.

- 현재 기후에서 한반도 남해안에 국한되는 아열대 기후구는 21세기에 그 경계가 점차 북상할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서는 21세기 후반기에 경상북도 동해안과 황해남도 서해안까지 해안을 따라 확장할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에서는 강원도 동해안 일부지역과 황해남도 서해안까지 아열대 기후구가 해안을 따라 북상하며, 내륙으로는 충청남도까지 확장될 것으로 전망됨.

- 한반도의 온난화 전망에 따라 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하며, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 지수는 감소함.

- 가뭄 관련 지수인 최대무강수지속기간은 21세기 후반기에 RCP2.6과 RCP6.0 시나리오 모두에서 소폭 증가하였으며, 호우 관련 지수인 호우일수, 5일최다강수량, 강수강도 등도 현재 대비 증가할 것으로 전망됨.
 - 강수량의 변동성 증가로 인해 가뭄, 호우와 같은 극한강수 현상이 빈번해질 것으로 전망됨.

제1장 서론

1. 발간배경

1) 한반도 상세 기후변화 전망의 필요성

- 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 5차 평가보고서에 따르면, 19세기 이후 전지구 평균기온은 지속적으로 상승하여 최근 30년의 기온이 관측 이래의 과거 어떠한 30년에 비해서도 높게 나타나며 2000년대가 가장 지표기온이 높은 기간으로 기록되고 있음(IPCC, 2013). 이에 국내외적으로 인류 및 지구환경에 미치는 기후변화의 영향을 평가하고, 국가별 또는 지역별로 적절한 기후변화 적응대책의 수립이 요구되고 있음.
- 최근 빈발하는 기록적인 호우, 태풍의 강도 증가, 폭설과 한파의 잦은 내습, 폭염, 강풍 피해 등은 인위적인 온실가스의 농도 증가로 발생한 전지구적인 기후변화의 일부임. 이러한 이상기상 및 이상기후 현상의 증가 추세는 온난화의 진행과 함께 미래에 더욱 심화될 것으로 전망됨(IPCC 2013).
- 한반도에서 기후변화의 영향은 이미 기상-생태-환경-수자원 등 광범위한 부문에서 감지되며, 아울러 지역적으로 다르게 전개되고 있음(기상청, 2012b, 환경부, 2015). 따라서 미래의 한반도 기후변화 경향 또한 지역적으로 다르게 전개될 것으로 전망됨.
- 기후변화로 예상되는 대규모 자연재해에 대비하고 효율적으로 대처하기 위해서는 체계적이고 과학적인 기상·기후 전망정보의 활용이 중요함. 특히 첨단 모델을 이용하여 생산한 한반도 지역별 상세 기후변화 전망은 지방자치단체별 기후변화 대응 및 적응 정책수립을 지원하기 위한 필수 정보임.

2) 보고서 발간 배경 및 목적

- 기상청은 과거 수집된 기상 관측자료를 기초로 남한을 대상으로 「한국기후변화백서」(기상청, 2011b), 북한을 대상으로 「북한기상 30년보」(기상청, 2011a)를 발간하여, 한반도에서 과거부터 현재까지 진행되고 있는 기후변화의 경향성에 대한 정보를 제공하였음.
- 기상청과 국립기상과학원은 제5차 IPCC의 기후변화 평가기준에 따라 새로운 온실가스 시나리오를 이용하여 200년/400년 제어적분에 대한 시나리오 2종(RCP4.5/8.5)의 산출을 1차적으로 완료하고, 400년 제어적분의 기후변화 시나리오 2종(RCP2.6/6.0)을 추가로 산출하여 전지구 및 한반도 지역의 기후변화 전망자료(12.5km 공간해상도)를 생산하였음(국립기상과학원, 2011, 2012). 또한 지자체의 기후변화 적응대책 수립 지원을 위하여 남한을 대상으로 1km 공간해상도의 상세 지역기후 전망자료를 생산함.
 - 2011년에 산출된 200년 제어적분 실험에 따른 기후변화 시나리오 2종(RCP4.5/8.5)은 「한반도 기후변화 전망보고서」(기상청, 2012b)로 제작되어 한반도 및 남한 상세 미래 기후변화 전망을 제공함.
- 서로 다른 과학적 그리고 사회경제적 정보에 근거하여 생산된 4개의 RCP시나리오(2.6/4.5/6.0/8.5)는 광범위한 미래 기후변화의 범위를 보여주는 개개의 완전히 독립적인 시나리오임. 미래 기후의 전망에는 불확실성이 존재하므로 기후변화 시나리오 사용자들이 미래 기후 전망의 주요한 불확실성을 평가할 수 있도록 다양한 시나리오를 제공하는 것이 필요함(Mitchell, 2004).
 - 각각의 RCP 시나리오는 기후변화 전망에 있어서 2050년까지는 큰 차이가 없으나, 21세기 후반기에 그 차이가 발생하며 특히 기온 상승경향에서 분명하게 나타남.
- 고농도 시나리오인 RCP8.5, 안정화된 저농도 시나리오인 RCP4.5와 함께 중간 농도 시나리오인 RCP6.0과 최초로 시도된 최저 농도 시나리오인 RCP2.6(van Vuuren, 2011)은 현재 활용 가능한 최상의 기후변화 시나리오임.
- 특히 RCP2.6 시나리오는 2015년 체결된 파리협약의 장기목표와 가장 유사한 시나리오로 신기후체제 출범에 따른 적응정책 마련을 위해 분석이 필수적임.
 - 2015년 제 21차 유엔기후변화협약 당사국총회(UNFCCC Conference of the Parties 21)에서 체결한 파리협정(2016년 11월 발효)에서는 국제사회가 추구하는 공동의 장기목표로 지구평균온도 상승폭을 산업화 이전인 1750년 대비 2°C보다 낮은 수준으로 유지하고, 가능하면 1.5°C 이하로 제한하기 위해 노력하기로 합의함.

- 따라서 본 보고서에서는 세계적 추세에 대응하여 국내에서 아직 한 번도 분석되지 않은 RCP2.6과 RCP6.0 시나리오를 기반으로 온실가스 감축정책 수행여부에 따른 미래 기후전망 정보를 제공하고자 함.
- 본 보고서 발간의 주요 목적은 (1) 남·북한뿐만 아니라 한반도로 통합된 관측 및 전망자료를 제공하고, (2) 공간적으로 상세화된 미래(2021~2100년) 기후전망을 통해 온실가스 감축효과에 따른 우리나라의 다양한 영향 정보를 제공하여, (3) 국가차원의 기후변화 대응 방향 제시에 기여하고 지방자치단체별 기후변화 적응대책 수립에 필요한 과학적인 정보로 활용하고자 함.

2. 과거 기후변화 전망과의 차이점

1) 새로운 한반도 지역 기후변화 시나리오

- IPCC는 수 년 주기로 갱신된 전지구 및 지역별 미래 기후변화 시나리오를 제공해오고 있음. 이것은 기후변화 과학과 기후전망 기술의 발전에 따라 기존의 시나리오에서 불확실성을 줄여 보다 신뢰할 수 있는 기후변화 정보를 제공하기 위함임.
- IPCC 5차 평가보고서(2013)는 새로운 온실가스 농도 전망 기법인 대표농도경로(RCP, Representative Concentration Pathway)를 사용하고 있음. 기상청은 달라진 온실가스 농도 전망을 기초로 전지구 및 한반도 기후변화 시나리오 자료를 2011년부터 새롭게 생산해 오고 있음.

(1) 온실가스 농도 전망

- 기상청의 미래 기후변화 정보는 IPCC 5차 평가보고서에서 적용된 전망실험 방법의 가이드라인을 기후전망모델에 충실히 적용하여, 국외 타 전망기관들이 생산하는 기후변화 시나리오와 상호비교가 가능함.
- 대기 중 미래 온실가스 농도의 변화를 대표농도경로(RCP) 시나리오에 근거하여 전지구 기후모델의 입력자료로 사용함.
- 본 보고서는 4종의 RCP시나리오 중 RCP2.6 및 RCP6.0 시나리오에 따른 한반도에서의 미래 기후변화 전망을 기술하였음. RCP2.6 시나리오는 인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우로 미래 온실가스 증가가 2100년경 지구기후시스템에 $2.6W/m^2$ (이산화탄소 농도 420ppm)의 직접적 온실효과를 유발한다고 가정하는 경우임. RCP6.0 시나리오는 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우를 나타내며 미래 온실가스 증가가 2100년경 지구기후시스템에 $6.0W/m^2$ (이산화탄소 농도 670ppm)의 직접적 온실효과를 유발한다고 가정하는 경우에 해당함.

(2) 기후전망 기법 개선

- 본 보고서에 사용된 기후전망모델은 영국 기상청 해들리 센터(United Kingdom Met Office Hadley Center)가 개발한 HadGEM2-AO 전지구 기후모델로 전지구 영역에 대하여 2100년까지 135km 공간 해상도의 상세 기후정보를 제공함(그림 1.1). 이것은 갈수록 성능이 개선되고 있는 대용량 슈퍼컴퓨터의 발전을 반영하며, 기후전망모델의 공간해상도가 증가할수록 전망정보의 신뢰성은 증가함.

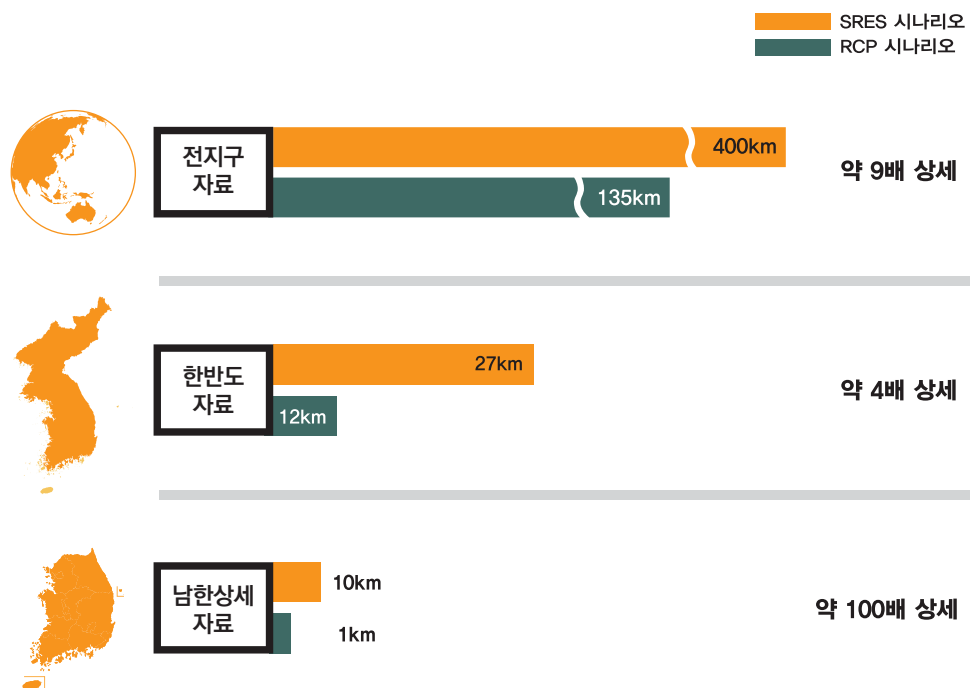


그림 1.1 SRES 시나리오(4차 평가보고서)와 RCP 시나리오(5차 평가보고서)에 사용된 기상청 기후변화 전망모델의 공간해상도 비교

- 동아시아 지역의 상세 전망정보 산출을 위하여 전지구 기후모델의 RCP2.6/6.0 시나리오에 대해 12.5km 간격의 고해상도 400년 제어적분 전망정보를 생산함.
 - 제어적분 실험은 1860년의 온실가스 농도로 고정하여 수백 년 적분하는 실험으로 전지구 기후모델을 준평형상태로 안정화시키고 인위적 강제력이 배제된 모델의 내부변동을 이해하기 위한 실험임.
 - 모델이 가지고 있는 불확실성을 개선하기 위하여 여러 기간(200년, 400년 등)의 제어적분 실험 결과를 이용해 여러 개의 시나리오 결과를 산출하고 있음.
- 한반도 지역의 상세 기후변화 전망정보를 산출하기 위하여, 지역기후모델에서 생산된 자료에 GIS 기반 객관분석을 응용한 통계적 공간상세화 기법을 적용하여, 1km 공간해상도의 RCP2.6/6.0 시나리오에 따른 남한 상세 전망정보를 생산함.

2) 기후변화 전망의 신뢰성

- 한반도 기후변화 전망에 사용된 HadGEM2-AO 기후모델은 Reichler and Kim(2008)의 기후모델 비교평가 결과에 따르면, 현재 기후에 대한 전망 재현 성능이 다른 유사한 기후전망모델에 비하여 매우 우수한 것으로 나타남. 특히 한반도를 포함한 동아시아와 환태평양 지역에서의 재현 성능이 우수하여 기후변화의 미래 전망에 대한 신뢰성이 상대적으로 높음.
- 그러나 기후전망모델들의 불완전성과 미래 기후변화 전망 기법의 불확실성 등을 감안할 때 미래 전망자료는 완벽한 전망이 아니고 시나리오임을 유의해야함.

3. 전지구 및 동아시아 기후변화 전망

1) 전지구 기후변화 전망

- 대기 중 이산화탄소 농도는 꾸준히 증가하고 있으며 2016년 현재 대기 중 이산화탄소 농도는 403.3ppm(WMO, 2017)임. 금세기 말인 2100년 경, 대기 중 이산화탄소 농도는 RCP2.6 시나리오의 경우 420ppm, RCP6.0 시나리오에서는 670ppm까지 증가할 것으로 전망됨(표 1.1).
- 온실가스 농도 증가에 따라 전지구 평균기온은 상승할 것으로 전망(그림 1.2)되며, 기온의 상승경향은 RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 중후반대에서부터 일정한 상태로 유지되는 경향을 보이며 RCP6.0 시나리오에서는 2100년까지 지속적으로 증가함. 전망에 사용된 전지구 기후전망 모델은 현재의 기후변화 및 온난화 경향을 비교적 현실적으로 재현하고 있으며, 미래의 기온 상승경향은 자연적 변동의 범위를 넘어 뚜렷하게 나타남.
 - 다만, 21세기 초에는 시나리오 간 모델의 변동성으로 인해 모든 RCP 시나리오에서 거의 유사한 결과를 보임(2050년까지 시나리오의 차이가 크지 않음). 21세기 전반기(2021-2040년)에는 RCP2.6 시나리오에서의 기온의 상승경향이 RCP6.0 시나리오에서보다 높게 나타나기도 함.
- 21세기 후반기(2071-2100년)에 전지구 평균기온은 현재 기후(1981-2010년) 대비 각각 +1.3°C(RCP2.6), +2.7°C(RCP6.0) 상승할 것으로 전망됨. 같은 기간 강수량은 각각 +2.4%(RCP2.6), +3.6%(RCP6.0) 증가할 것으로 전망됨(표 1.1).

표 1.1 현재(1981-2010년)대비 21세기 후반기(2071-2100년) 전지구 평균기온 편차, 강수량 편차비 전망
(기온 및 강수량은 HadGEM2-AO 전구모델의 400년 제어적분에 의한 값임)

	RCP2.6	RCP6.0
이산화탄소 농도(2100년경)	420ppm	670ppm
기온	+1.3℃	+2.7℃
강수량	+2.4%	+3.6%

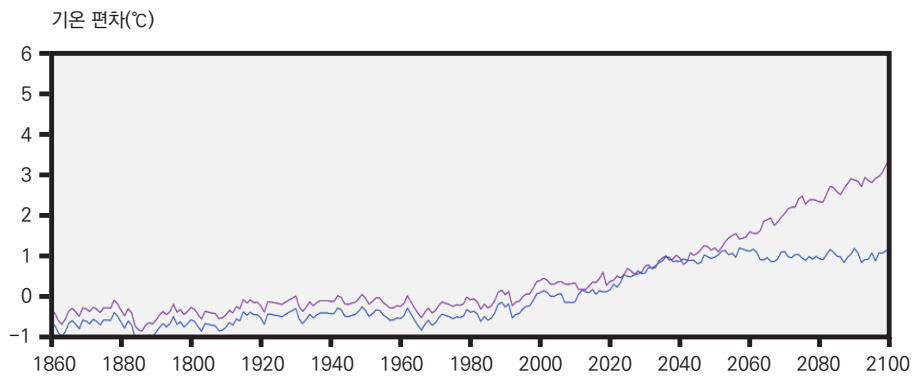


그림 1.2 RCP2.6/6.0에 따른 2100년까지의 전지구 평균기온의 연별 변화 경향. RCP2.6(파란색 선)과 RCP6.0(보라색)은 온실가스 농도 증가에 의한 HadGEM2-AO의 기온 전망

2) 동아시아 지역 기후변화 전망

- 21세기 후반기(2071-2100년), 한반도를 포함한 동아시아 지역 전체의 평균기온은 현재 기후(1981-2010년) 대비 각각 +1.2°C(RCP2.6), +2.5°C(RCP6.0) 상승할 것으로 전망됨(그림 1.3). 같은 기간 동아시아 지역 전체의 평균 강수량은 각각 +0.6%(RCP2.6), +0.8%(RCP6.0) 증가할 것으로 전망됨(그림 1.4).
 - RCP4.5와 RCP8.5 시나리오에 따르면 기온은 +2.4°C(RCP4.5), +3.8°C(RCP8.5) 상승하고, 강수량은 +3.7%(RCP4.5), +0.9%(RCP8.5) 증가할 것으로 전망됨.
- 동아시아 지역에서는 기온이 낮은 고위도 쪽으로 갈수록 미래의 기온 상승폭이 크게 나타나고 있으며(그림 1.3), 특히 우리나라에 근접한 만주, 연해주, 캄차카 반도 연안 등의 극동아시아에서 기온 상승폭이 크게 나타남. 중앙아시아 티벳 고원 지역의 상승 또한 타 지역에 비해 두드러지게 나타남.
- RCP2.6과 RCP6.0 시나리오를 비교하면, RCP6.0 시나리오에서 기온 상승이 전반적으로 더욱 강하게 전망되며, 해양에서의 기온 상승 또한 RCP6.0 시나리오에서 더 뚜렷하게 나타남.
- 동아시아 지역의 강수량은 전반적으로 증가할 것으로 전망됨(그림 1.4). 특히 중위도 및 고위도 대륙에서 증가경향이 두드러질 것으로 전망되며, 이것은 지구온난화에 따라 대기 중 수증기가 증가하고 해양에서 대륙으로의 수증기 수송이 강화되는 것에 기인한 것으로 판단됨.
- 그러나, 동아시아 육지에서의 강수량 증가는 지역적인 편차가 크며, 일부 지역에서는 감소경향이 나타남. RCP2.6과 RCP6.0 시나리오를 비교하면, 지역별 변화경향의 분포가 유사함.
- RCP6.0 시나리오에 따르면, 중국과 한반도, 그리고 일본의 강수량은 증가경향을 보임. RCP2.6 시나리오에서도 한반도 지역의 강수량은 증가할 것으로 전망됨(그림 1.4)

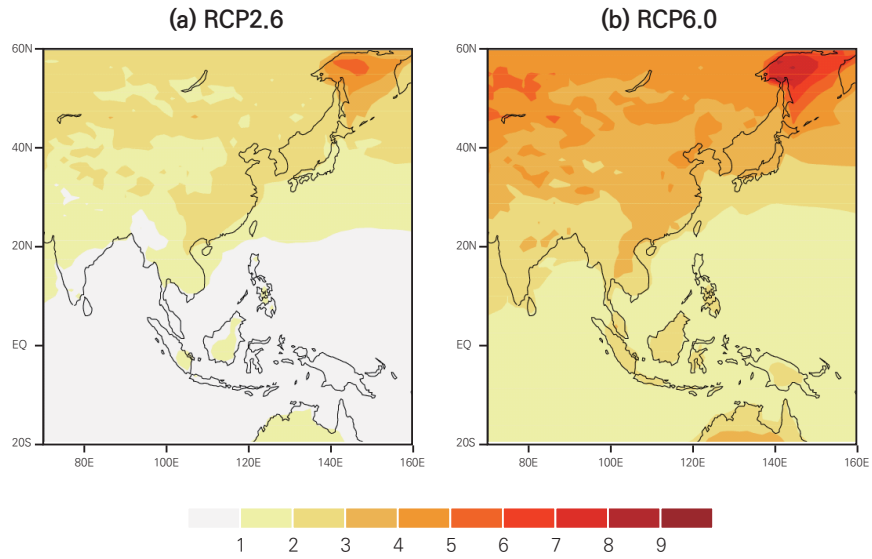


그림 1.3 21세기 후반기(2071-2100년) 동아시아 기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)

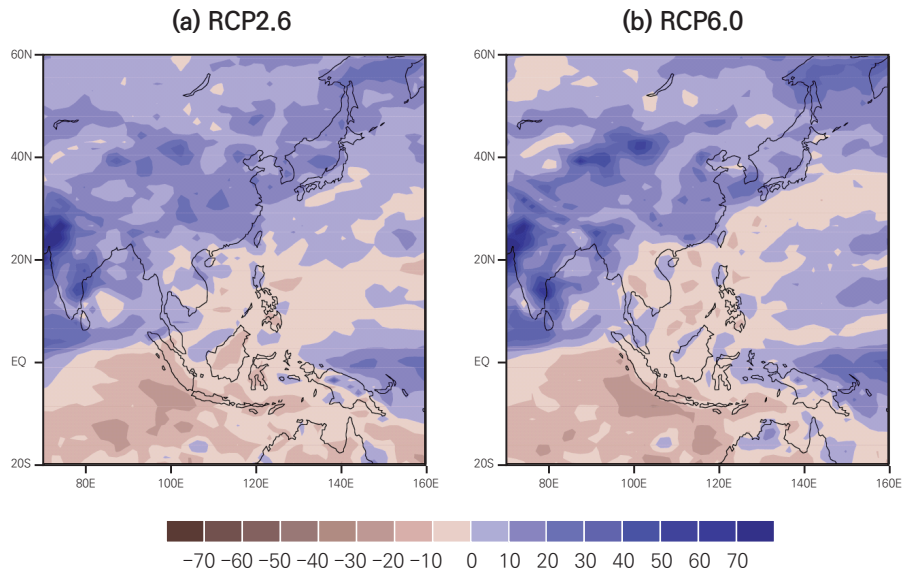


그림 1.4 21세기 후반기(2071-2100년) 동아시아 강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(%)

제2장 분석 자료와 방법

1. 관측자료 및 분석 방법

1) 기후 분석에 사용된 관측자료

- 한반도 기후의 공간 특성(3장)을 파악하기 위해 1981-2010년(30년)의 기후자료를 보유한 남한과 북한의 총 88개 지점(남한 61개, 북한 27개) 자료를 사용함.
 - 88개 지점의 위치는 그림 2.1과 같음.
 - 88개 관측지점의 WMO 등재 지점 번호, 지점명, 위경도, 해발고도는 표 2.1에 제시함.
- 분석에는 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온, 일강수량, 일평균 풍속, 일평균 상대습도 등 총 6개의 기후요소를 사용함.
 - 기온은 °C, 강수량은 mm, 풍속은 %, 상대습도는 % 단위를 사용함.
- 한반도 및 남한, 북한의 기후특성을 대표하는 평균값 산출 시에는 아래의 기준을 적용함.
 - 남한의 평균값은 기상청 기후통계지침(2017)의 전국 평균값 산출 기준에 따라 1973년 이후 연속적으로 관측자료가 존재하는 육지의 45개 지점만을 사용함.
 - 북한의 평균값은 북한이 WMO에 자료를 제공하는 27개 지점 자료를 사용함.
 - 한반도 평균은 남한 45개와 북한 27개(총 72개) 지점의 평균값으로 산출함(표 2.1 음영 참조).

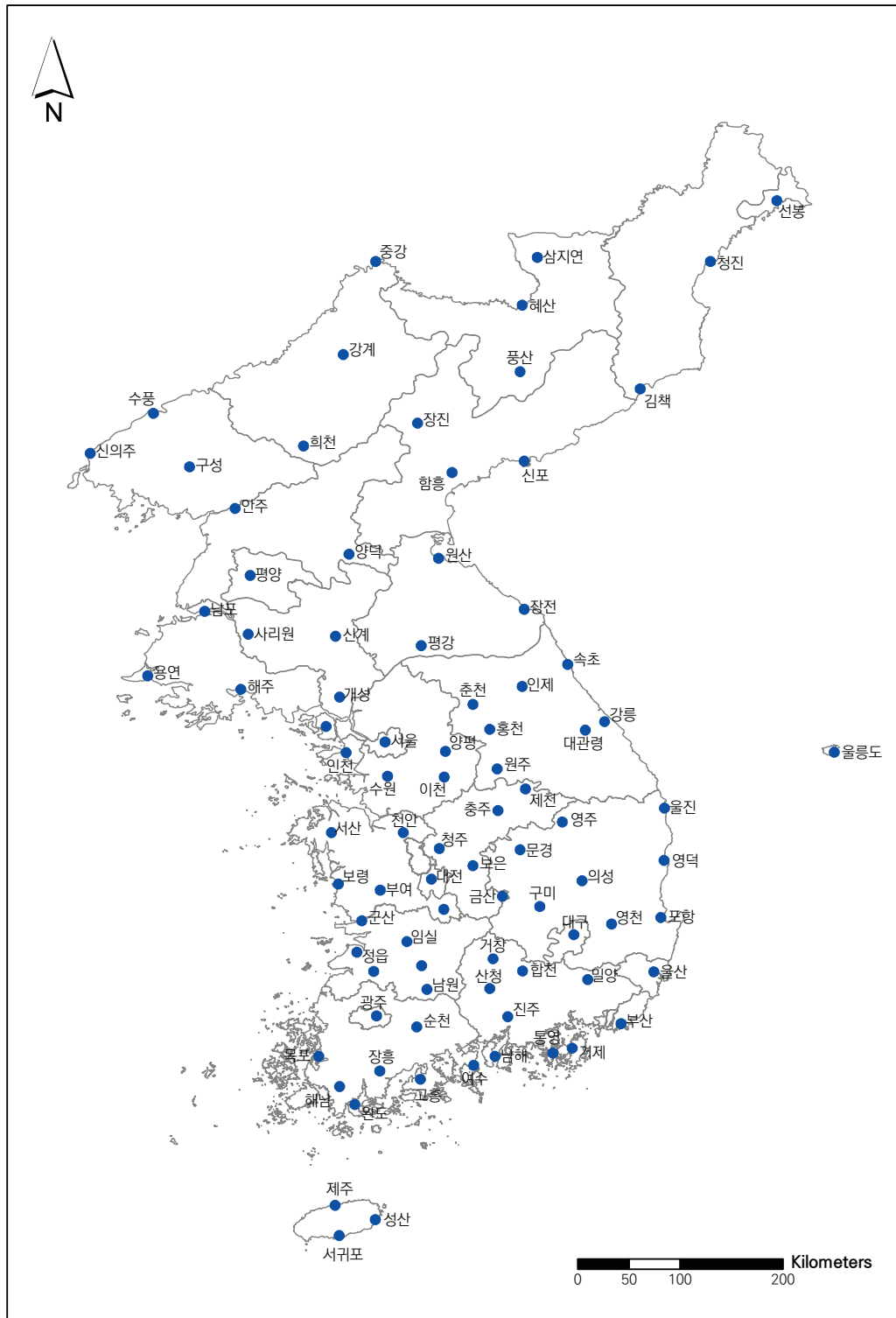


그림 2.1 88개 관측지점 위치

표 2.1 한반도 기후분석에 사용된 88개 관측지점 정보(한반도 평균값 산출에 사용된 지점은 음영 표시)

지점번호	지점명	위도(N)	경도(E)	해발고도(m)
3	선봉	42° 19'	130° 24'	3.0
5	삼지연	41° 49'	128° 18'	1386.0
8	청진	41° 47'	129° 49'	43.0
14	중강	41° 47'	126° 53'	332.0
16	해산	41° 24'	128° 10'	714.0
20	강계	40° 58'	126° 36'	306.0
22	풍산	40° 49'	128° 09'	1206.0
25	김책	40° 40'	129° 12'	23.0
28	수풍	40° 27'	124° 56'	83.0
31	장진	40° 22'	127° 15'	1081.0
35	신의주	40° 06'	124° 23'	7.0
37	구성	39° 59'	125° 15'	99.0
39	희천	40° 10'	126° 15'	155.0
41	함흥	39° 56'	127° 33'	38.0
46	신포	40° 02'	128° 11'	19.0
50	안주	39° 37'	125° 39'	27.0
52	양덕	39° 13'	126° 39'	279.0
55	원산	39° 11'	127° 26'	36.0
58	평양	39° 02'	125° 47'	38.0
60	남포	38° 43'	125° 23'	47.0
61	장전	38° 44'	128° 11'	35.0
65	사리원	38° 31'	125° 46'	52.0
67	신계	38° 30'	126° 32'	100.0
68	용연	38° 09'	124° 53'	5.0
69	해주	38° 02'	125° 42'	81.0
70	개성	37° 58'	126° 34'	70.0
75	평강	38° 25'	127° 17'	371
90	속초	38° 15'	128° 33'	18.1
100	대관령	37° 40'	128° 43'	772.6
101	춘천	37° 54'	127° 44'	77.7
105	강릉	37° 45'	128° 53'	26.0
108	서울	37° 34'	126° 57'	85.8
112	인천	37° 28'	126° 37'	68.2
114	원주	37° 20'	127° 56'	148.6
115	울릉도	37° 28'	130° 53'	222.8
119	수원	37° 16'	126° 59'	34.1
127	충주	36° 58'	127° 57'	115.1
129	서산	36° 46'	126° 29'	28.9
130	울진	36° 59'	129° 24'	50.0
131	청주	36° 38'	127° 26'	57.2
133	대전	36° 22'	127° 22'	68.9
135	추풍령	36° 13'	127° 59'	244.7
138	포항	36° 01'	129° 22'	2.3
140	군산	36° 00'	126° 45'	23.2

제2장 분석 자료와 방법

지점번호	지점명	위도(N)	경도(E)	해발고도(m)
143	대구	35° 53'	128° 37'	64.1
146	전주	35° 49'	127° 09'	53.4
152	울산	35° 33'	129° 19'	34.6
156	광주	35° 10'	126° 53'	72.4
159	부산	35° 06'	129° 01'	69.6
162	통영	34° 50'	128° 26'	32.7
165	목포	34° 49'	126° 22'	38.0
168	여수	34° 44'	127° 44'	64.6
170	완도	34° 23'	126° 42'	35.2
184	제주	33° 30'	126° 31'	20.4
188	성산	33° 23'	126° 52'	17.8
189	서귀포	33° 14'	126° 33'	49.0
192	진주	35° 09'	128° 02'	30.2
201	강화	37° 42'	126° 26'	47.0
202	양평	37° 29'	127° 29'	48.0
203	이천	37° 15'	127° 29'	78.0
211	인제	38° 03'	128° 10'	200.2
212	홍천	37° 41'	127° 52'	140.9
221	제천	37° 09'	128° 11'	263.6
226	보은	36° 29'	127° 44'	175.0
232	천안	36° 46'	127° 07'	21.3
235	보령	36° 19'	126° 33'	15.5
236	부여	36° 16'	126° 55'	11.3
238	금산	36° 06'	127° 28'	170.4
243	부안	35° 43'	126° 42'	12.0
244	임실	35° 36'	127° 17'	247.9
245	정읍	35° 33'	126° 51'	44.6
247	남원	35° 24'	127° 19'	90.3
256	순천	35° 04'	127° 14'	74.4
260	장흥	34° 41'	126° 55'	45.0
261	해남	34° 33'	126° 34'	13.0
262	고흥	34° 37'	127° 16'	53.1
272	영주	36° 52'	128° 31'	210.8
273	문경	36° 37'	128° 08'	170.6
277	영덕	36° 31'	129° 24'	42.1
278	의성	36° 21'	128° 41'	81.8
279	구미	36° 07'	128° 19'	48.9
281	영천	35° 58'	128° 57'	93.6
284	거창	35° 40'	127° 54'	221.4
285	합천	35° 33'	128° 10'	33.1
288	밀양	35° 29'	128° 44'	11.2
289	산청	35° 24'	127° 52'	138.1
294	거제	34° 53'	128° 36'	46.3
295	남해	34° 48'	128° 36'	45.0

2) 현재 기후의 정의

- 본 보고서에서 미래 기후변화 전망값과의 비교를 위한 현재 기후값은 최근 30년(1981-2010년) 평균값으로 정의함(3장, 4장 적용).
- 단, 5장의 남한 행정구역별 미래 기후변화 전망에서는 한반도의 고해상도(1km) 격자형 관측자료[※]가 존재하는 최근 10년(2001-2010년)의 평균값을 현재 기후로 정의함.

※ 한반도의 고해상도 격자형 관측자료 산출을 위해 75개의 종관 관측지점(Automated Synoptic Observing System, ASOS)과 462개의 자동기상 관측지점(Automatic Weather System, AWS)을 포함하여 총 537개의 관측 지점의 자료를 사용하였음. 거리, 고도, 지향면, 해양도를 고려하여 관측자료를 내삽하고 1km 해상도의 격자자료로 산출한 다음 각 행정구역에 해당하는 격자를 평균하여 행정구역별 자료를 생산하였음. 고해상도 격자형 관측자료 산출방법은 MK-PRISM을 적용하였음 (김명기 등, 2012).

3) 기후자료 통계 산출 방법

- 일별 관측자료를 사용하였으며, 자료의 결측률이 높은 북한 자료는 일별, 월별, 연별 관측자료의 수집률이 80% 이상인 경우에만 사용함.
- 각 기후요소의 기후값 산출 시 기상청 기후통계지침(2017)의 평년값 산출방법을 준수하였음.
- 계절은 봄 3-5월, 여름 6-8월, 가을 9-11월, 겨울 12-익년 2월의 평균으로 함.
- 기후요소의 변화경향은 최근 30년(1981-2010년)의 연별 값에 선형 회귀식을 적용한 후 그 기울기를 10년 당 변화율로 환산하여 제시함.

4) 극한기후지수 정의

- 기온 관련 8개의 기후지수와 강수 관련 4개의 기후지수가 본 보고서에 포함됨. 각 지수의 정의는 표 2.2와 같음.
- 열대야일수는 여름철 야간 기온의 고온 정도를 나타내며 여름철 야간 에너지 사용과 관련이 있음. 폭염일수는 고온 극한 경향을 나타내며 열파 발생에 따른 보건, 주간의 냉방 에너지 사용량과 관련됨. 여름일수는 농업, 에너지 사용, 레저 활동 가능 시간 등에 영향을 미침.
- 서리일수와 결빙일수는 한랭한 계절에 적용할 수 있으며, 식물의 성장 및 작물 재배에 영향을 미침. 한파일수는 한랭한 기후에서의 극한 성향을 나타내는 지표로, 한파 발생에 따른 보건, 난방 에너지 사용량 등과 관련됨.
- 식물성장가능기간은 식물의 성장에 적합한 상태가 지속되는 연간 일수로 농업 부문의 작황 전망에 유용한 정보를 제공함.
- 강수강도, 호우일수, 5일최다강수량은 강수의 극값을 나타내는 지표로 홍수 및 수자원 전망과 관련있으며, 최대무강수지속기간은 가뭄을 나타내는 지표로 활용될 수 있음.

표 2.2 기온 및 강수 관련 극한기후지수의 정의

요소	극한기후지수	정의	단위
기온	열대야일수 (Tropical Nights)	일최저기온이 25°C 이상인 날의 연중 일수	일
	폭염일수 (Heat Wave Days)	일최고기온이 33°C 이상인 날의 연중 일수	일
	서리일수 (Frost Days)	일최저기온이 0°C 미만인 날의 연중 일수	일
	결빙일수 (Ice Days)	일최고기온이 0°C 미만인 날의 연중 일수	일
	여름일수 (Summer Days)	일최고기온이 25°C 이상인 날의 연중 일수	일
	식물성장가능기간 (Growing Season Length)	일평균기온이 5°C 보다 높은 날이 6일 이상 지속된 첫 날부터 일평균기온이 5°C 미만인 날이 6일 이상 지속된 첫 날까지 사이의 연중 일수	일
	한파일수 (Cold Wave Days)	일최저기온이 -12°C 이하인 날의 연중 일수	일
	일교차 (Diurnal Temperature Range)	일최고기온과 일최저기온 차이 값의 연평균	°C
강수	강수강도 (Simple Daily Intensity Index)	연중 습윤일수(일강수량이 1.0mm 이상인 날)로 나누어진 연 총강수량	mm/일
	호우일수 (Heavy Rain Days)	일강수량이 80mm 이상인 날의 연중일수	일
	최대무강수지속기간 (Maximum Length of Dry Spell)	연중 일강수량 1mm 미만인 날의 최대 지속 일수	일
	5일최다강수량 (Maximum Consecutive 5-day Precipitation)	연중 5일 연속으로 내린 강수량중 최다값	mm

2. 기후변화 전망자료 및 분석 방법

1) RCP 시나리오의 종류 및 특성

- 미래 기후변화를 전망하기 위해서는 온실가스 배출량의 전망이 필요하며, 배출량 전망에 따른 대기 중 온실가스 농도는 기후전망모델의 온실효과 변화(복사강제력)를 나타내는 필수 입력 자료임. IPCC 5차 평가보고서에서는 대표농도경로(Representative Concentration Pathways, RCP)를 이용하여 대기 중 온실가스 농도를 추정함.
- 시나리오는 RCP2.6/4.5/6.0/8.5의 네 종류가 선택되었으며 각각의 시나리오는 미래의 사회-경제 전망의 양상에 따라 각기 다른 온실가스 농도의 시간적 변화를 포함함(그림 2.2).
- 본 보고서에서는 RCP2.6 및 RCP6.0 시나리오에 따른 한반도에서의 미래 기후변화 전망을 중심으로 기술함(6장에서는 RCP4.5/8.5 시나리오와의 비교 결과 제시).
 - RCP2.6은 인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우로 지금까지 개발된 최저 농도의 시나리오이고, RCP6.0 시나리오는 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되었을 경우로 중간 농도 안정화 시나리오임(표 2.3).
- 현재 4개의 RCP 시나리오에 따른 미래 기후변화 전망이 우리나라 기상청을 포함한 세계 각국의 기관들에 의해 생산되고 있음.

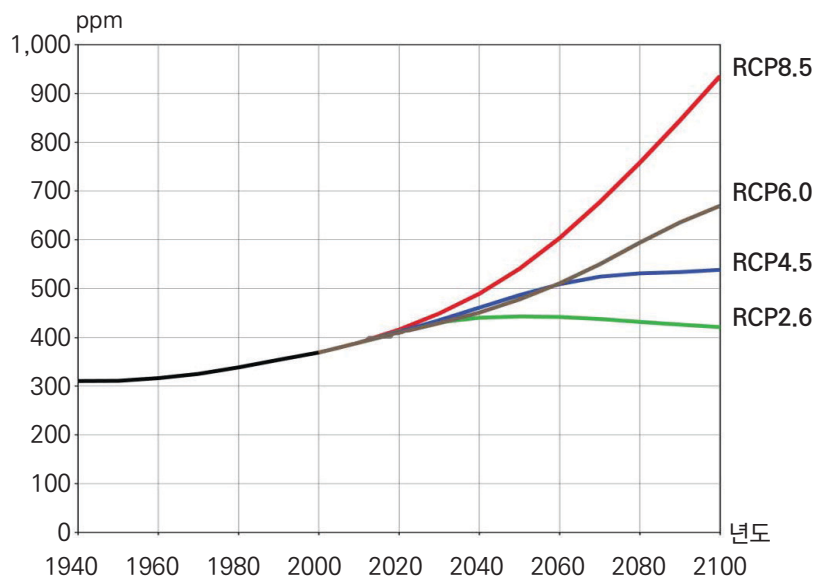


그림 2.2 RCP 시나리오에 따른 이산화탄소 농도의 미래 전망

표 2.3 RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO₂ 농도

종류	시나리오 설명	2100년 기준 CO ₂ 농도(ppm)
RCP2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	420
RCP4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우	540
RCP6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670
RCP8.5	현재 추세(저감없이)로 온실가스가 배출되는 경우	940

2) 한반도 상세 기후변화 전망 산출 과정

- 기상청과 국립기상과학원은 전지구기후모델, 지역기후모델, 통계적 공간 상세화 모델(PRISM)을 이용하여 단계별로 한반도 상세 기후변화 전망자료를 2012년에 산출하였음(그림 2.3).

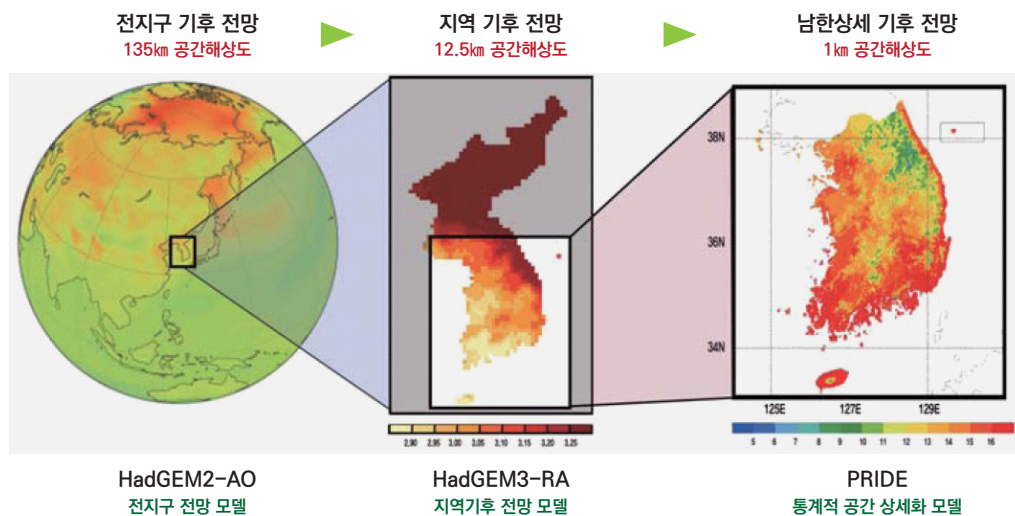


그림 2.3 한반도 기후변화 전망자료 생산 과정 개요

(1) 전지구 기후변화 전망자료 생산

- HadGEM2-AO 모델을 이용하여 135km 공간해상도의 전지구 기후변화 시나리오 자료를 산출함.
 - HadGEM2-AO는 영국기상청 해들리센터에서 개발한 모델로 대기-해양-해빙-에어로솔 과정들이 상호 결합된 기후모델임.
- 전지구기후모델은 제어적분 실험에서 400년째 산출된 대기와 해양의 준평형상태를 초기조건으로 1860-2005년 기간에 대해 과거기후 재현실험(historical run)을 마친 후, 2006년부터 2100년까지 4개의 RCP 온실가스 배출 시나리오에 따라 기후변화 전망 실험을 수행함.
 - 2012년에 발간된 「한반도 기후변화 전망보고서」에서는 200년 제어적분 자료를 초기조건으로 사용한 시나리오자료(RCP4.5/8.5)를 분석하였음.

(2) 한반도 기후변화 전망자료 생산

- 한반도 영역의 상세 기후변화 전망을 산출하기 위해 HadGEM3-RA 지역기후모델을 사용함.
 - 지역기후모델에서는 대기대순환과 지면 과정의 상호작용만을 고려하며, 해양 과정은 전지구기후모델의 결과를 이용함. 역학체계 및 물리과정은 기본적으로 HadGEM2-AO와 동일함.
- 전지구기후모델에서 생산된 기후변화 시나리오 자료를 공간적으로 상세화(downscaling)하여, 한반도 영역에 대한 12.5km 공간해상도의 지역 기후변화 시나리오 자료를 산출함.
- 과거기후 재현실험(1979-2005년) 후, 4개의 기후변화 시나리오(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)에 대한 미래 기후변화 전망자료(2006-2100년)를 산출함.

(3) 남한 상세 기후변화 전망자료 생산

- 남한을 대상으로 한 고해상도 기후변화 시나리오는 지역기후모델에서 생산된 12.5km 공간해상도의 시나리오를 바탕으로 통계적 상세화 기법을 적용하여 1km 격자 단위로 자료를 생산함.
 - 1단계: MK-PRISM 기법을 적용하여 1km 해상도의 격자별 관측 기후(2001-2010년 평균) 자료를 생산함(김맹기 등, 2012).
 - 2단계: 12.5km 한반도 기후변화 시나리오 자료를 1km로 객관분석한 후 각 격자별로 계절 변동을 제거한 편차를 추출함.
 - 3단계: 1km 공간해상도의 관측 기후값(1단계)과 미래 전망 편차(2단계)를 더하여 고해상도 기후변화 시나리오를 생산함.
- 산출된 1km 격자 자료는 다시 GIS 기법을 이용하여 시군구 및 읍면동 단위의 행정구역 단위 자료로 변환함.

- 본 보고서의 4장에서는 12.5km 공간해상도를 가지는 지역기후모델의 한반도 영역 자료를 이용하여 한반도 미래 기후변화 전망을 기술함.
- 5장에서는 1km 공간해상도의 고해상도 시나리오 자료를 기반으로 산출된 17개 광역시도별 전망자료를 이용하여 지자체별 기후변화 전망을 기술함.
 - 남한의 광역지자체별 상세 기후변화 전망은 본 보고서와 함께 출간되는 17개의 「광역지자체 기후변화 전망보고서」 참조

3) 기후변화 전망자료 통계 산출 방법

- 12.5km 지역기후모델의 한반도 기후변화 전망자료 분석 시, 전망자료의 구조적 오차를 제거하기 위해 모델 전망값으로부터 모델 기후값을 제거하여 모델 편차값(anomaly)을 산출함.
 - 모델 기후값은 관측 기후값과 동일하게 최근 30년(1981-2010년)의 평균으로 정의함.
 - 2006년부터 RCP2.6과 RCP6.0의 온실가스 농도가 다르므로, 1981-2005년은 동일한 과거기후 재현값(historical run) 자료를, 2006-2010년은 각각의 모델 전망자료를 이용하여 시나리오별 30년 평균의 모델 기후값을 산출함.
- 본 보고서의 4장에서는 지역기후모델에서 산출한 시나리오 자료를 21세기 전반기(2021-2040년, 20년), 중반기(2041-2070년, 30년), 후반기(2071-2100년, 30년)로 분류하여 제시함.
 - 시나리오의 절대적인 전망값을 제공하는 경우(표4.1-4.3)에는 모델 편차값에 관측 기후값을 더하여 제시함.
 - 미래 전망의 공간분포에서는 모델 편차값을 제시하며, 이 때 강수량의 경우에는 모델 기후값 대비 백분율을 계산하여 편차비로 제시함.

$$\text{모델 편차값} = \text{모델 전망값} - \text{모델 기후값}$$

$$\text{모델 편차비} = (\text{모델 전망값} - \text{모델 기후값}) / \text{모델 기후값} \times 100 \%$$

- 미래 기후변화의 경향성은 21세기 후반기와 현재 관측 기후값의 차이를 10년당 변화값으로 환산함.

4) 시나리오 자료의 극한지수 계산 방법

- 본 보고서의 4장 및 5장에 제시되는 극한기후지수의 정의는 관측자료에서 사용하는 절대값 기준을 동일하게 사용함(표 2.2 참조).
- 5장의 광역시도별 극한기후지수는 우선 1km 해상도의 격자자료로 극한기후지수를 산출한 후, 각 광역시도에 해당하는 격자를 평균하여 행정구역별로 산출하였음.

※ RCP2.6/4.5/6.0/8.5 시나리오에 따른 12.5km 해상도와 1km 해상도의 기후 전망자료는 기상청 기후정보포털 누리집(www.climate.go.kr)에서 다운로드 가능함.

제3장 관측 기후변화 특성

1. 한반도 기후 특성

1) 한반도 기후평년값(1981-2010년)

- 남·북한 전역을 대표하는 한반도 연평균기온은 11.0℃이며, 연강수량은 1,162.2mm임(표 3.1).
 - 한반도의 기후는 계절 변화가 뚜렷하며, 계절별 평균기온은 여름(22.7℃) > 가을(12.7℃) > 봄(10.4℃) > 겨울(-1.7℃)의 순서로 나타남.
 - 한반도 기후의 연평균 일교차는 10.4℃이며, 봄에 일교차(11.7℃)가 최대로 나타남.
- 강수량은 계절별로 차이가 크며, 여름(655.5mm) > 가을(230.5mm) > 봄(203.6mm) > 겨울(72.7mm)의 순서로 나타남.
 - 여름 강수량이 연강수량의 56.4%에 이르며, 겨울 강수량은 연강수량의 6.3%를 차지함.
- 한반도의 지상 풍속은 1.6~2.1% 정도로 계절 변화가 작으며, 연평균 풍속은 1.9%(시속 6.8km)로 나타남.
- 상대습도는 연중 70.2%이며, 무더운 해양성 기단의 영향을 받는 여름에 78.8%로 최대가 나타남.
 - 상대습도는 이동성 고기압의 영향을 받는 봄(64.7%)과 차가운 대륙성 기단의 영향을 받는 겨울(65.5%)에 낮게 나타남.

표 3.1 한반도 연 및 계절별 기후요소의 평년값(1981-2010년 기준)

구분	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	11.0	10.4	22.7	12.7	-1.7
일최고기온(℃)	16.6	16.5	27.5	18.6	3.8
일최저기온(℃)	6.2	4.8	18.8	7.7	-6.6
강수량(mm)	1,162.2	203.6	655.5	230.5	72.7
풍속(%)	1.9	2.1	1.6	1.7	2.0
상대습도(%)	70.2	64.7	78.8	71.7	65.5

2) 남한의 기후평년값(1981-2010년)

- 남한의 연평균 기온은 12.5℃이며, 계절별 평균기온은 여름(23.6℃) > 가을(14.1℃) > 봄(11.7℃) > 겨울(0.6℃)의 순서로 나타남(표 3.2).
 - 남한 기후의 연평균 일교차는 10.4℃ 이고, 봄에 일교차(11.9℃)가 가장 크고, 여름(8.7℃)에 가장 작음.
- 남한의 연강수량은 1,307.7mm 로 한반도 전체 연강수량(1,162.2mm) 보다 12.5% 많고, 북한의 연강수량(919.7mm) 보다는 42.2% 많음.
 - 남한의 여름 강수량은 연강수량의 55.3%를 차지하여 한반도의 경우와 유사함.
 - 계절별 강수량은 여름(723.2mm) > 가을(259.7mm) > 봄(236.6mm) > 겨울(88.5mm)의 순서로 나타남. 겨울 강수량은 연강수량의 6.8%임.
- 남한의 지상 풍속은 1.8~2.3%정도로 한반도 평균에 비해 다소 강하며, 연평균 풍속은 2.0%(시속 7.2km)로 나타남.
- 남한의 상대습도는 연중 68.6% 정도이며, 여름에 77.0%로 가장 높고, 봄(63.2%)과 겨울(63.5%)에 낮게 나타남.

표 3.2 남한 연 및 계절별 기후요소의 평년값(1981-2010년 기준)

구분	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	11.7	23.6	14.1	0.6
일최고기온(℃)	18.1	17.9	28.4	20.1	6.1
일최저기온(℃)	7.7	6.0	19.7	9.2	-4.1
강수량(mm)	1,307.7	236.6	723.2	259.7	88.5
풍속(%)	2.0	2.3	1.8	1.8	2.2
상대습도(%)	68.6	63.2	77.0	70.9	63.5

3) 북한의 기후평년값(1981-2010년)

- 북한의 연평균 기온은 8.5°C이고, 계절별 평균기온은 여름(21.2°C) > 가을(10.2°C) > 봄(8.2°C) > 겨울(-5.6°C)의 순서로 나타남(표 3.3).
 - 북한의 연평균 일교차는 10.4°C이고, 봄에 최대 일교차(11.4°C), 여름에 최소 일교차(8.7°C)로 남한의 경향과 유사함.
- 북한의 연강수량은 919.7mm로 남한 연강수량의 70.3% 수준임.
 - 여름 강수량은 연강수량의 59.0%로 여름의 강수집중도가 높음.
 - 겨울 강수량은 연강수량의 5.0%로 겨울 강수량의 연강수량 기여도가 적음.
 - 북한의 계절별 강수량은 여름(542.7mm) > 가을(181.9mm) > 봄(148.6mm) > 겨울(46.4mm)의 순서로 나타남.
- 북한의 평균 지상 풍속은 계절별로 1.4~1.9% 수준이며, 연평균 풍속은 1.6%(시속 5.7km)로, 남한에 비해 약함.
- 북한의 상대습도는 연중 72.8%로 남한에 비해 다소 높으며, 여름에 81.9%로 가장 높고, 봄에 67.3%로 가장 낮음.

표 3.3 북한 연 및 계절별 기후요소의 평년값(1981-2010년 기준)

구분	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(°C)	8.5	8.2	21.2	10.2	-5.6
일최고기온(°C)	14.1	14.2	26.0	16.1	0.0
일최저기온(°C)	3.7	2.8	17.3	5.2	-10.7
강수량(mm)	919.7	148.6	542.7	181.9	46.4
풍속(%)	1.6	1.9	1.4	1.5	1.6
상대습도(%)	72.8	67.3	81.9	73.1	69.0

2. 한반도 기후의 공간분포

1) 연평균기온

- 한반도는 지리적으로 북반구 중위도, 유라시아 대륙의 북동쪽에 위치하며, 동경 124~132°, 북위 33~43°에 걸쳐있음. 동서 폭이 300km 정도로 좁은 반면 남북으로 1,100km로 길어, 평균기온의 공간적 분포는 위도에 따른 변화가 가장 뚜렷함. 또한 해발고도, 해안선에서의 거리 등의 영향이 반영되어 나타남.
- 한반도 연평균기온은 위도에 따라 남고북저, 해발고도에 따라 한반도 중부와 북부에서는 서고동저의 분포를 보임. 한반도에서 연평균기온이 가장 높은 곳은 제주도 남단의 서귀포, 가장 낮은 곳은 개마고원 북단의 삼지연으로 나타남.
- 해발고도가 높은 개마고원 지역, 그리고 백두대간을 따라 남쪽으로 태백산맥과 소백산맥에 걸쳐 기온이 낮은 지역이 나타남. 남한에서는 해발고도가 높은 대관령이 가장 기온이 낮음.
- 해발고도가 상대적으로 낮은 남한에서는 남동해안이 남서해안 보다 연평균기온이 높음. 부산을 중심으로 한 남동해안의 연평균기온은 제주도를 제외한 한반도에서 가장 높게 나타나며, 이것은 남동해안을 경유하는 난류의 영향 때문임(그림 3.1).

2) 연강수량

- 한반도의 연강수량 분포는 지역별 편차가 크며, 지형과 강수 발생 과정에 따라 복잡하게 나타남.
- 한반도의 연강수량은 위도가 높아질수록 전반적으로 감소하는 경향을 보임. 한반도의 위치 특성상, 여름철 남동 계절의 바람에 의해 해양으로부터 다량의 수증기를 공급받는 남해안에서 강수량 최다가 나타남(그림 3.2).
 - 여름철 남동풍에 의한 수증기 공급은 장마전선 및 태풍보다 여름 강수량 증가에 더 큰 영향을 미침.
 - 남한은 태백산맥과 소백산맥으로 둘러싸인 영남 내륙을 중심으로 연강수량 1,100mm 이하인 소우 지역이 형성됨.
 - 한반도에서 연강수량이 가장 많은 곳은 제주도의 성산과 서귀포(1,900mm 이상)이며, 강수량이 가장 적은 곳은 개마고원 북쪽의 혜산, 청진(700mm 이하)으로 나타남.

- 태백산맥의 동쪽에 위치한 강릉, 대관령 등은 해양과 지형의 영향을 받아서 국지적으로 많은 강수량이 나타나며, 서울·경기지역과 함께 한반도 중부지역에서 동서의 강수대를 형성함.
- 북한의 연강수량은 북쪽으로 갈수록, 해발고도가 높아질수록 감소하는 경향을 보임.

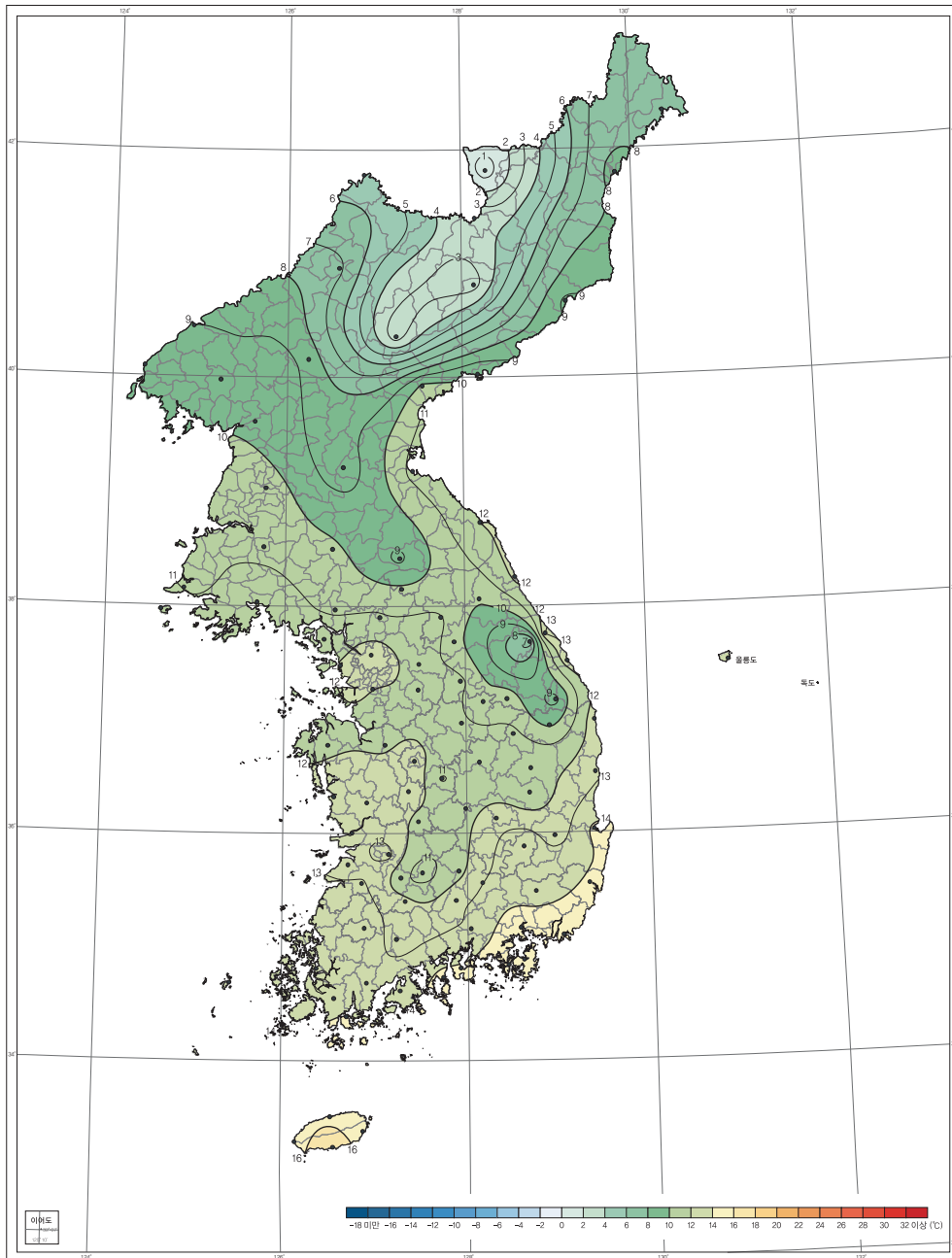


그림 3.1 한반도 연평균기온 분포(1981-2010년)(기상청, 2012a)

- 한반도 북부의 강수량은 서고동저의 형태를 보이며, 구성, 신의주를 중심으로 하는 평안북도가 해발고도가 높은 함경도에 비해 강수량이 상대적으로 많음. 남포를 중심으로 한 평안남도와 황해도 북부는 낮은 해발고도로 해양의 영향에도 불구하고 연강수량이 적으며, 내륙으로 갈수록 증가하는 경향을 보임.
- 동해안의 장전, 원산 등은 지형적 강수와 해류의 영향으로 북한지역에서 다우지역을 형성함.

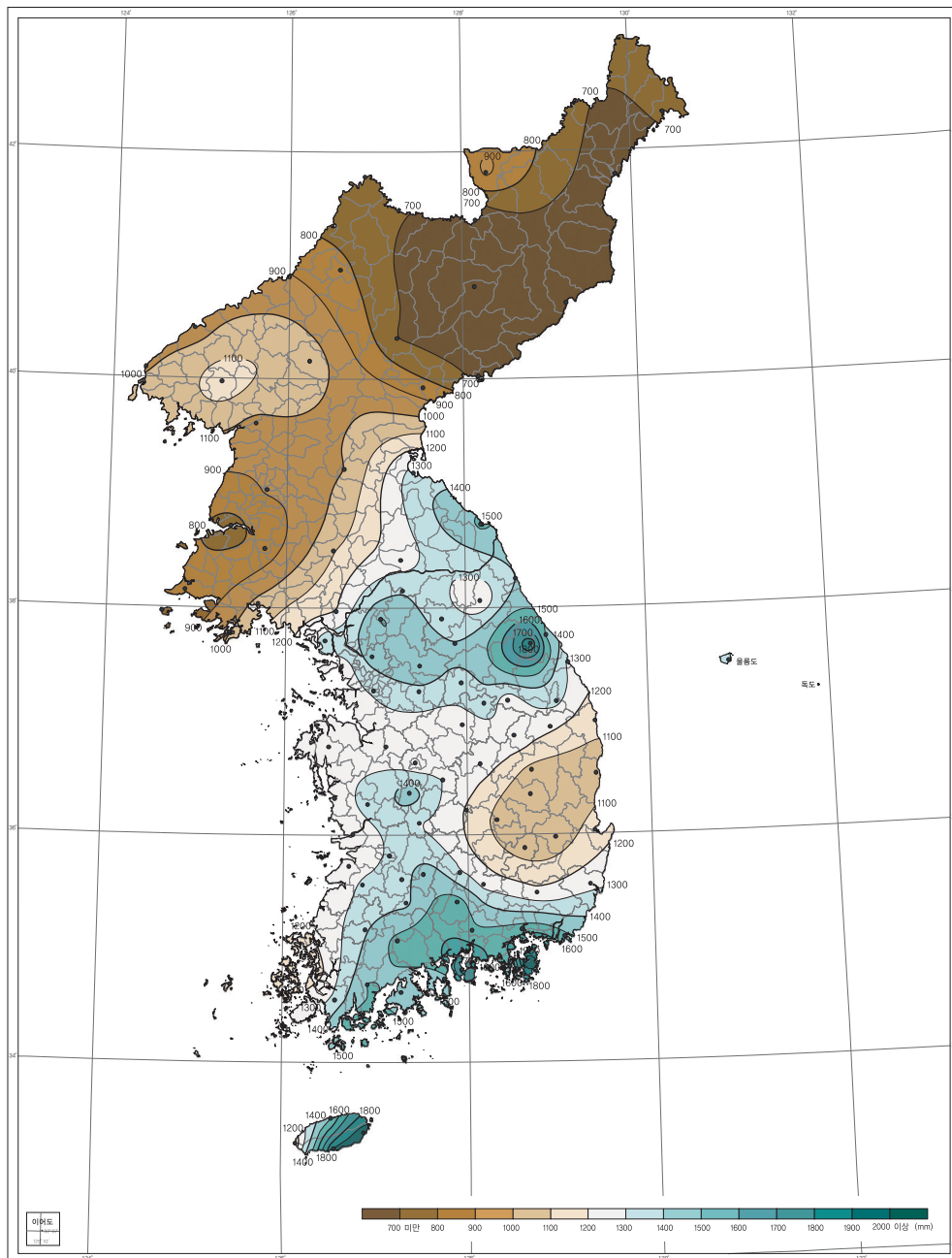


그림 3.2 한반도 연강수량 분포(1981-2010년)(기상청, 2012a)

3) 연평균 상대습도

- 한반도의 연평균 상대습도는 70.2%로 지역별로 60~80% 범위에서 차이를 보임(그림 3.3).
- 상대습도는 개마고원에 위치한 장진에서 78.9%로 가장 높고, 동해안의 강릉에서 61.4%로 가장 낮음.
- 북한의 상대습도는 남한에 비해 높으며, 고도가 높고 기온이 낮은 내륙지역에서 상대습도가 상대적으로 높은 특징을 보임. 북한에서는 동해안의 원산이 66.1%로 상대습도가 가장 낮음.
- 남한의 상대습도는 서고동저의 특징을 보이며, 서해안 지역에서 상대적으로 높고 내륙으로 갈수록 감소하는 경향을 보임. 특히 태백산맥과 소백산맥의 음영지역에 해당하는 경북과 영남 내륙지역은 상대습도가 낮아 공기의 건조도가 높게 나타나는 특징을 보임.
- 해안에 위치한 부산, 울산, 포항, 강릉 등은 해양의 영향에도 불구하고 상대습도가 낮음. 또한 대구, 서울, 광주, 전주 등 내륙도시의 상대습도 또한 주변의 관측점에 비해 낮게 나타나며 이는 도시 발달에 따른 국지적 건조 기후의 특징으로 파악됨.
- 북한의 상대습도는 해안선에서의 거리, 도시화 등에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타남.

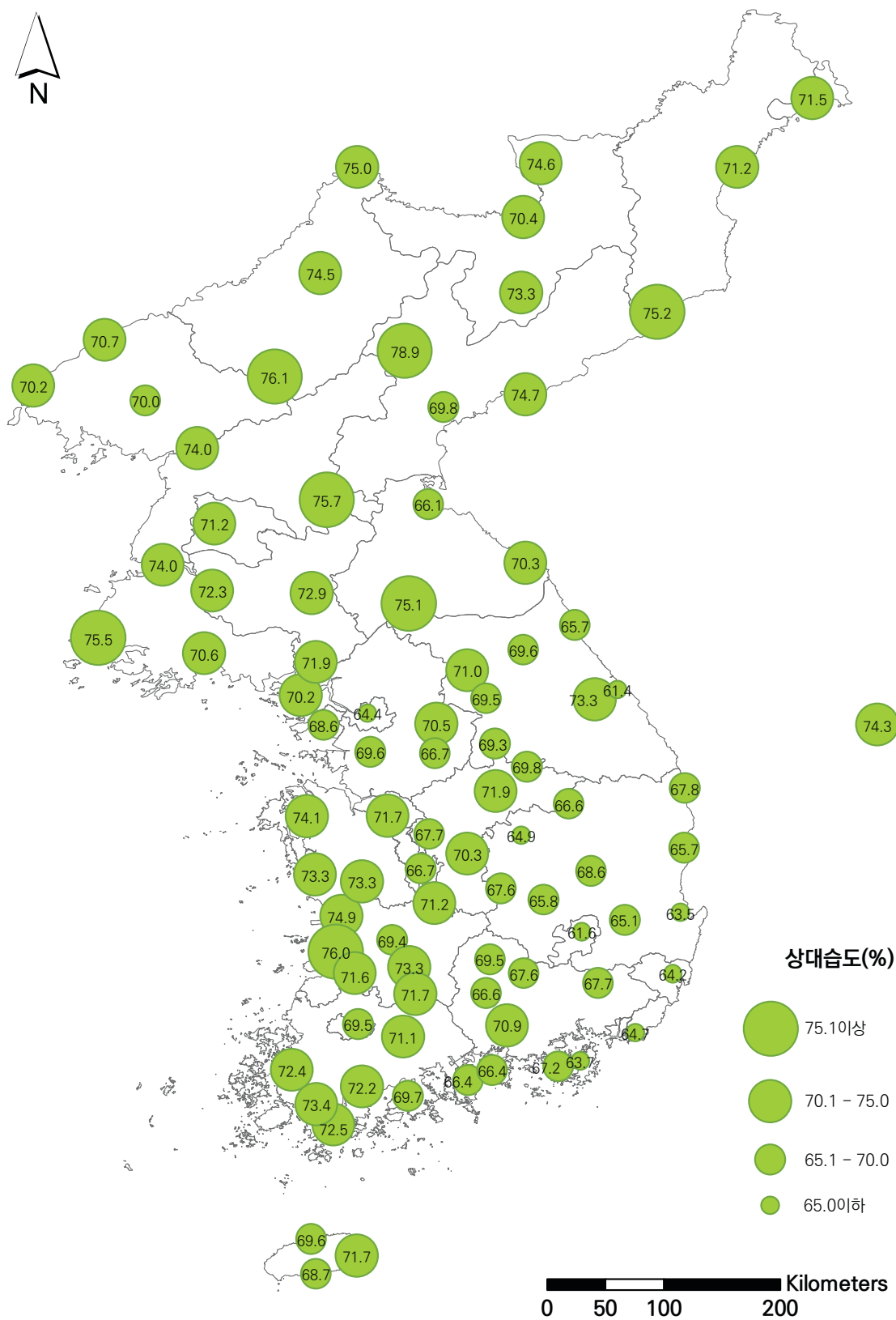


그림 3.3 한반도 연평균 상대습도의 분포(1981-2010년)

4) 연평균 풍속

- 한반도에 부는 바람은 계절풍, 지리적 위치, 지표 특성 등에 따라 지역별로 다양한 형태를 보임(그림 3.4).
 - 해안 지역이나 산악 지역에서는 온도차에 의한 해륙풍과 산곡풍 등의 국지적인 대기순환에 따른 영향과, 태풍이나 폭풍 등의 이동경로에 영향을 받기도 함.
- 연평균 풍속은 대관령(4.3%)에서 가장 강하고, 한반도 북단 내륙에 위치한 북한의 중강(0.3%)에서 가장 약함.
- 한반도의 연평균 풍속은 전반적으로 해안선으로부터의 거리에 영향을 받음. 해안 및 도서 지역에서 상대적으로 강한 풍속은 내륙으로 갈수록 약해지는 특성을 보임.
 - 해안가에서는 해륙풍의 발달에 따른 풍속의 증가, 내륙에서는 복잡한 지형과 거친 지표 특성으로 인한 풍속의 감소 효과가 반영됨. 이러한 특성은 북한보다는 남한에서 뚜렷하게 나타남.

제3장 관측 기후변화 특성

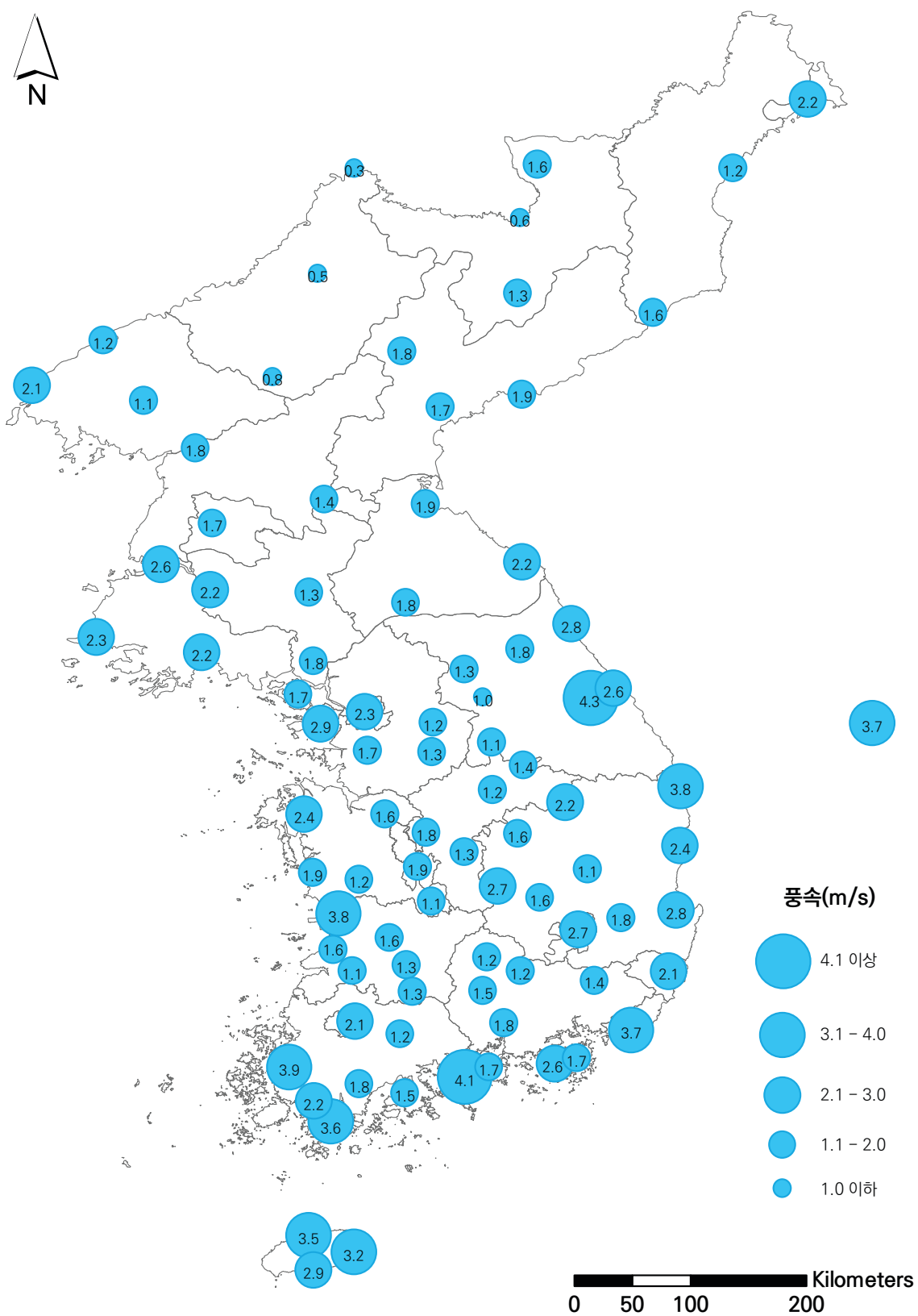


그림 3.4 한반도 연평균 풍속의 분포(1981-2010년)

5) 극한기후지수

(1) 폭염일수

- 폭염일수는 일최고기온이 33℃ 이상인 날의 연간 일수로 정의되며, 이에 따라 주간에 기온이 높은 지역에서 최대를 보임.
- 한반도의 폭염일수는 기온이 높은 남한에서 북한에 비해 상대적으로 많음(그림 3.5).
- 남한에서 폭염일수는 대구에서 최대(23.2일)로 나타나며, 전라도와 경상도 내륙에서 연간 16~23일로 많음.
- 남한 중부 영서지역(춘천, 홍천, 원주)은 연간 폭염일수가 10일 이상으로 나타나, 내륙 지역에서 주간에 최고기온이 상승하는 기후특성을 반영하고 있음(원현상에 따른 풍하층에서의 단열 상승효과 또한 폭염일수의 증가에 영향을 줄 것으로 판단됨).
- 최대 인구밀집 지역인 서울에서는 폭염일수가 연간 6.6일로 나타남.
- 북한의 폭염일수는 내륙으로 갈수록 증가하는 반면, 개마고원 등의 고원에서는 빈도가 매우 적음.
- 북한의 폭염일수는 내륙에 위치한 강계에서 6.6일로 가장 많으며, 해발고도가 상대적으로 낮은 북서부 지역에서는 내륙으로 갈수록 폭염 발생빈도가 높음.

제3장 관측 기후변화 특성

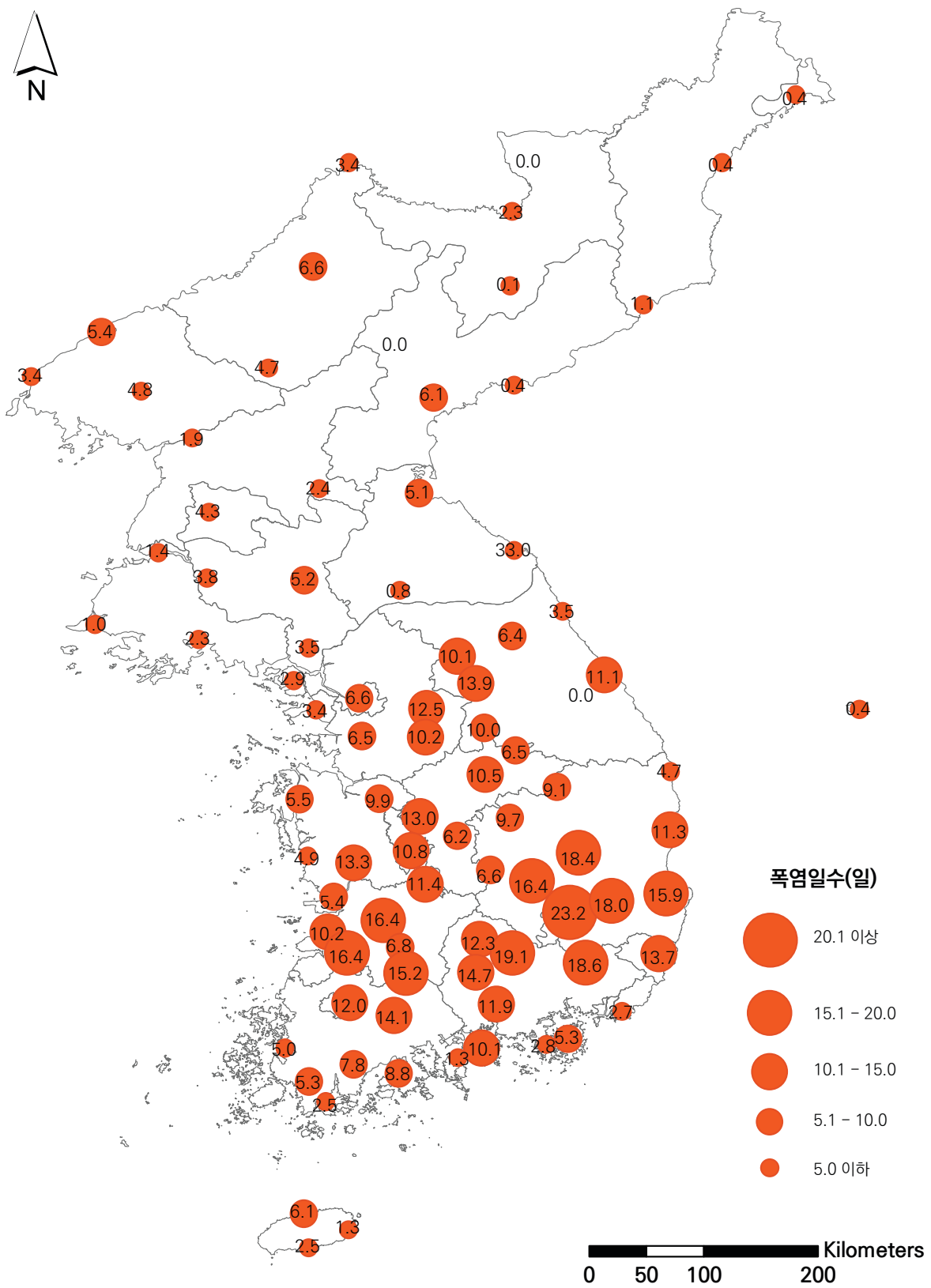


그림 3.5 한반도 폭염일수의 분포(1981-2010년)

(2) 열대야일수

- 열대야일수는 일최저기온이 25°C 이상인 날로 정의되며, 야간에 기온이 높은 지역에서 많이 발생함.
- 한반도의 열대야일수는 여름철 기온이 높은 남한이 북한보다 많음(그림 3.6).
- 남한에서 열대야일수는 서귀포가 25.4일, 내륙에서는 포항이 11.8일로 최대이며, 연간 10일 이상인 지역은 제주도의 제주, 성산을 포함하여 대구, 부산, 광주 등으로 나타남. 그 외에, 서울, 강릉, 군산, 전주, 목포, 여수, 울산, 통영 등에서 연간 7일 이상의 발생빈도를 보임.
- 남한의 열대야일수는 최저기온이 높게 유지되는 남부지역과 도시 지역에서 많이 나타남.
 - 도시 지역에서도 도시 발달 정도에 따라 도심과 교외의 최저기온 차이가 크게 나타날 수 있으며, 관측소의 위치에 따른 공간적 오차가 발생할 수 있음.
- 북한의 열대야일수는 평안도와 함경도 이북에서 연간 1일 미만으로 발생빈도가 매우 낮음.
 - 북한에서 기온이 상대적으로 높은 황해도와 강원도에서 상대적으로 많은 열대야가 나타남. 장전(3.4일)에서 가장 많은 열대야가 발생하며 해주(3.0일), 원산(2.3일) 등이 상대적으로 높은 발생 빈도를 보임.
- 북한은 최저기온이 남한에 비해 낮게 유지되고, 도시화에 의한 영향이 적어 열대야일수가 비교적 적음.

제3장 관측 기후변화 특성

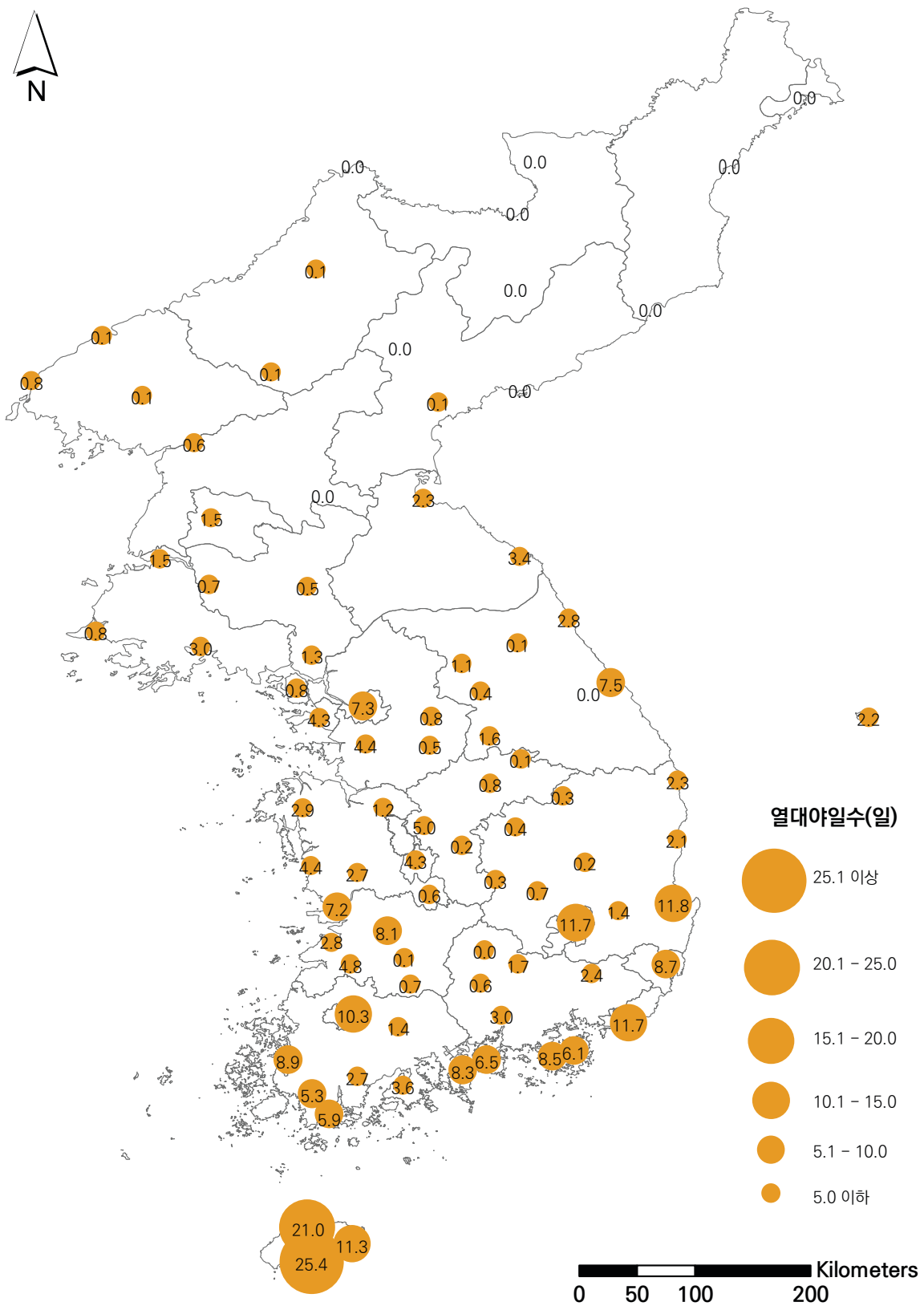


그림 3.6 한반도 열대야일수의 분포(1981-2010년)

(3) 호우일수

- 호우일수는 일강수량이 80mm 이상인 날의 연간 일수로 정의됨.
- 한반도 호우일수의 공간분포는 연강수량의 공간분포와 유사함(그림 3.7).
- 호우일수 최다지역은 경상남도 거제로 연간 5.3일이며, 최소지역은 경상북도 의성으로 연간 1.2일 발생함. 연강수량이 적은 경상북도에서 다른 지역에 비해 호우일수가 적게 나타남.
- 호우일수는 강수량이 많은 남한에서 북한보다 상대적으로 많이 나타나며, 남해안과 경상남도 내륙의 동서축과 서울을 중심으로 하는 중부지역의 동서축으로 구별되며, 여름철 장마, 국지성 집중호우의 동서축으로의 이동경향을 반영함. 또한 여름철 장마전선과 태풍의 주요 이동경로인 제주도 역시 호우일수가 많이 발생함.
- 북한의 호우일수는 연강수량이 많은 동해안의 장전(2.9일), 원산(2.8일)에서 많고, 함경도와 양강도 등 북한의 북동지역에서 1일 미만으로 적게 나타남.

제3장 관측 기후변화 특성

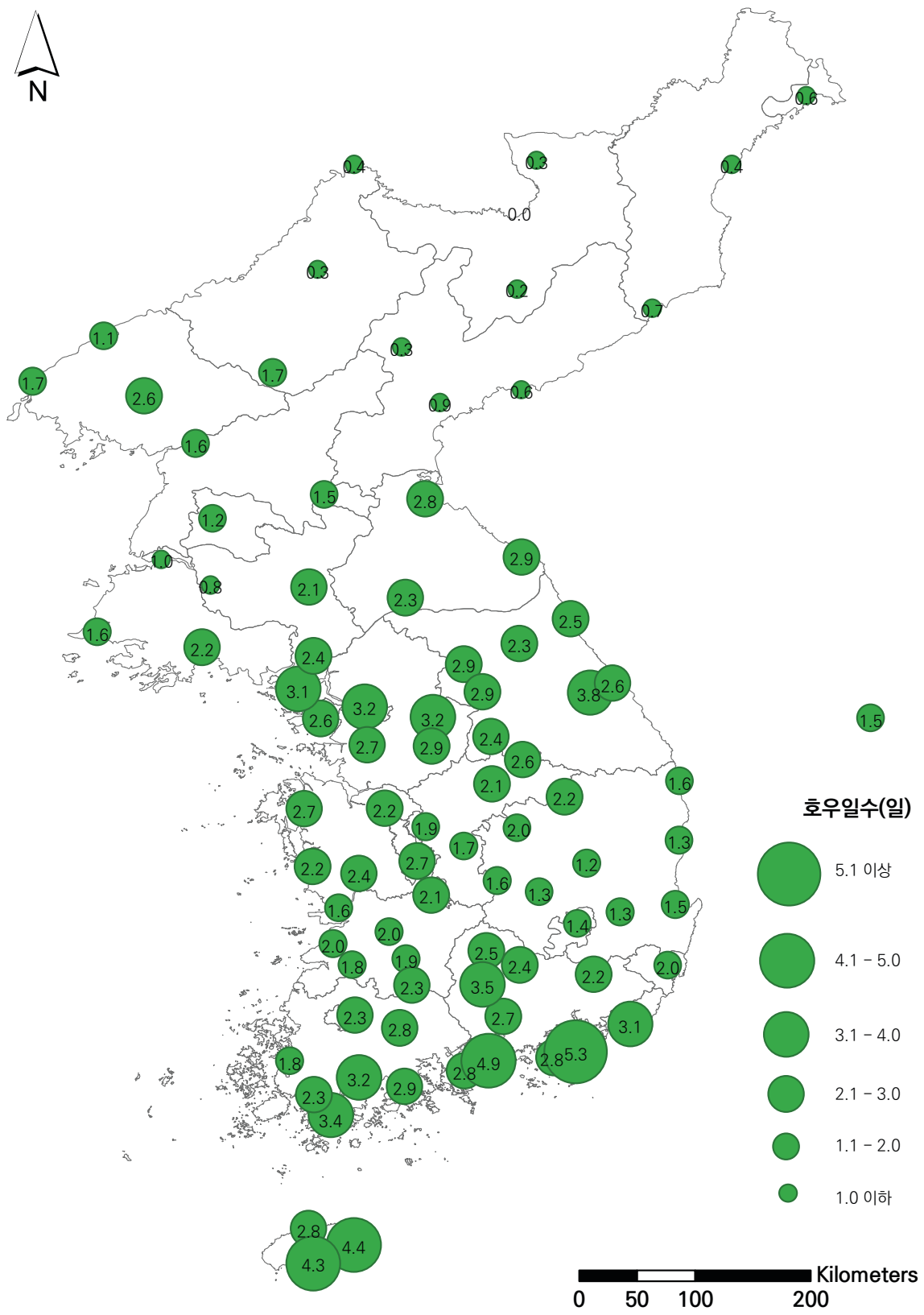


그림 3.7 한반도 호우일수의 분포(1981-2010년)

3. 한반도 기후의 시간변화 특성

1) 연평균기온

- 한반도의 연평균기온은 지난 30년간(1981-2010년) 1.2℃ 상승함(+0.41℃/10년, 표 3.4). 계절별 기온의 상승경향은 유의한 수준에서 가을과 겨울에 뚜렷하게 나타남(지난 30년간 겨울 기온은 1.7℃, 가을 1.5℃, 봄 0.8℃, 여름 0.7℃ 상승).
- 북한의 연평균기온은 1.4℃(+0.45℃/10년) 상승하여, 남한의 1.1℃(+0.36℃/10년) 기온 상승보다 더 큰 폭으로 나타남.

표 3.4 30년간(1981-2010년) 한반도, 남한, 북한의 연 및 계절 기온의 변화경향(℃/10년)

구분	연	봄	여름	가을	겨울
한반도	0.41**	0.25	0.24	0.49**	0.56**
남한	0.36**	0.23	0.11	0.43**	0.57*
북한	0.45**	0.28	0.39	0.52**	0.47

**신뢰수준 95%, * 신뢰수준 90%

- 지점별로는 문경을 제외한 모든 관측지점에서 연평균기온이 상승함(그림 3.8).
 - 문경의 연평균기온 감소경향은 통계적으로 유의하지 않음.
- 남한의 경우 수도권과 영서, 영남 내륙 등에서 기온이 큰 폭으로 상승함. 호남의 남서 해안에서는 상승경향이 미미한 것으로 나타남.
- 북한의 경우에는 평안남도 내륙, 그리고 원산을 중심으로 한 함경도 해안지역에서 비교적 기온이 큰 폭으로 상승함.

제3장 관측 기후변화 특성

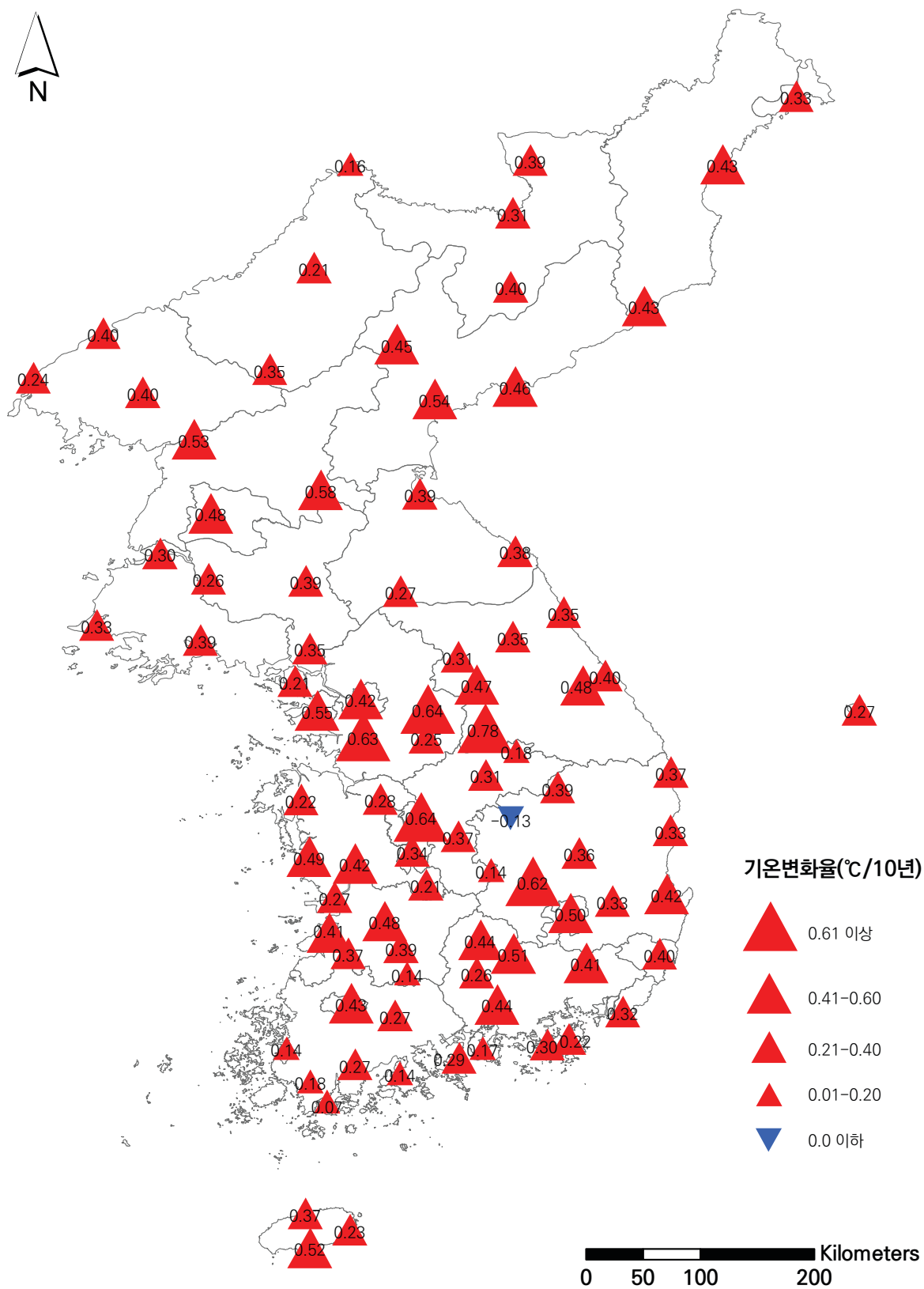


그림 3.8 한반도 연평균기온 변화율 분포(1981-2010년)

2) 연강수량

- 한반도의 지난 30년간 연강수량의 변화는 연변동폭이 커 통계적으로 유의한 변화를 파악할 수 없었음.
- 다만, 한반도 강수량은 지난 30년간 77.6mm(+25.87mm/10년) 정도 소폭 증가하였음(한반도 연강수량의 7% 미만). 이러한 증가경향은 남한의 연강수량 증가가 주요한 원인이었음. 같은 기간에 북한의 연강수량은 오히려 소폭 감소하는 경향을 보임(표 3.5).
- 한반도 강수량의 계절별 변화는 여름에 가장 큰 폭으로 나타남. 반면 가을에는 강수량이 소폭 감소하는 경향을 보이며, 이러한 경향성은 북한보다는 강수량이 상대적으로 많은 남한의 강수량 변동과 관련이 있음.

표 3.5 30년간(1981-2010년) 한반도, 남한, 북한의 연 및 계절 강수량의 변화경향(mm/10년)

구분	연	봄	여름	가을	겨울
한반도	25.87	10.34	28.07	-7.70	2.20
남한	54.28	16.95	46.26	-11.85	1.99
북한	-25.19	-3.20	-5.54	-3.24	-1.40

- 남한의 대부분 지역에서는 연강수량이 증가하지만 지역별 차이가 있음(그림 3.9). 특히 수도권과 중부지역에서 강수량이 큰 폭으로 증가함. 중부 영서지역은 영동지역에 비해 상대적으로 강수량의 증가폭이 크며, 이는 여름철 장마와 집중호우의 영향임.
- 반면 충청 남부와 남서해안에서는 강수량의 증가폭이 작거나, 오히려 감소하는 경향을 보임.
- 북한의 강수량은 감소하는 지역들과 증가하는 지역들이 혼재되어 나타나고 있음. 함경도와 개마고원, 평안도 서부 등에서 강수량 감소경향이 나타남.

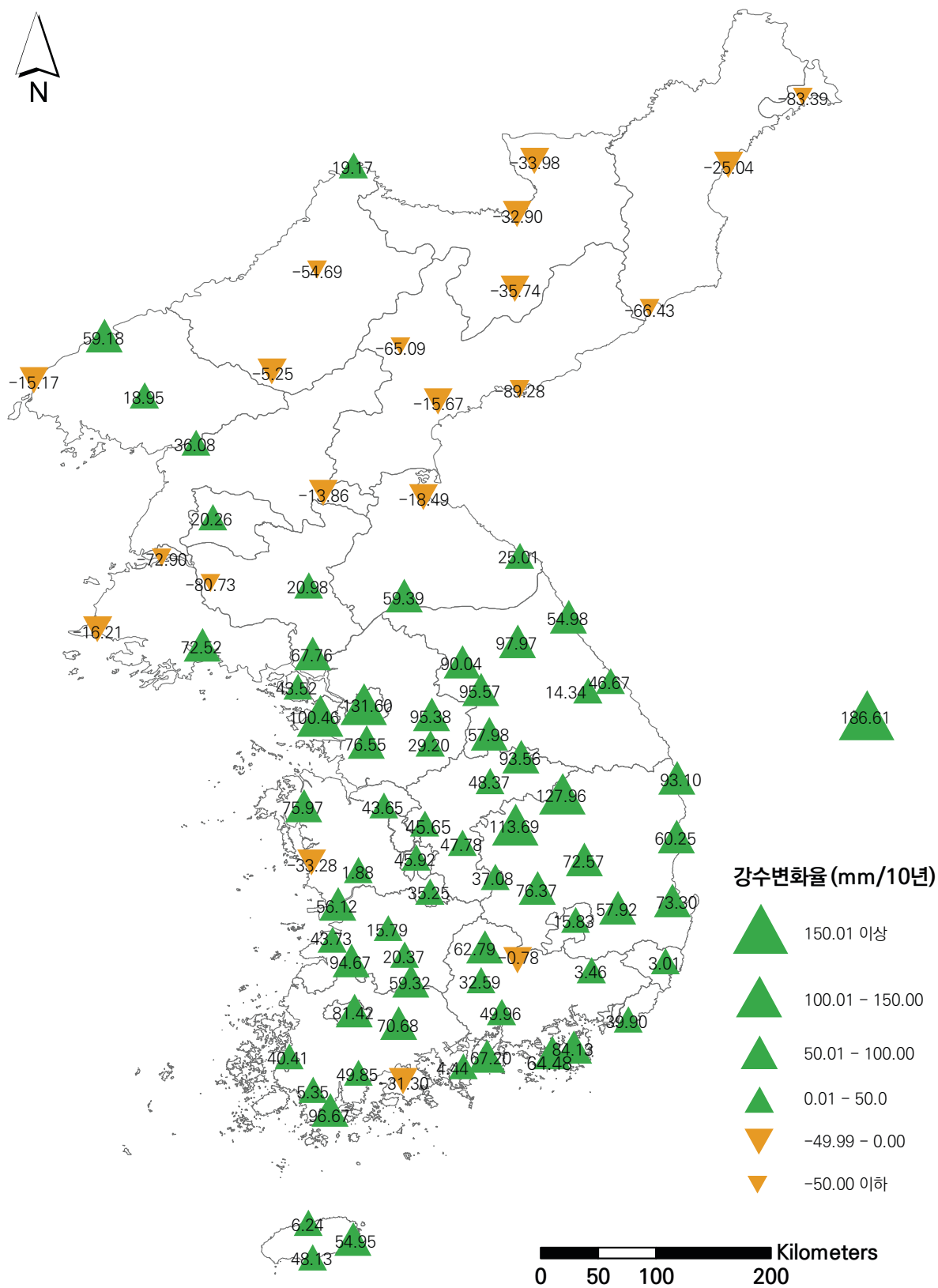


그림 3.9 한반도 연강수량 변화율 분포(1981-2010년)

제4장 미래 기후변화 전망

※ 본 장에서는 12.5km 공간해상도의 지역기후 전망모델로 전망한 미래 기후변화 시나리오 자료를 이용하여 한반도, 남한 및 북한의 미래 기후변화 전망을 제시함.

1. 미래 기후의 공간변화 특성

1) 한반도 기후변화 전망

(1) 연평균기온

- RCP2.6 시나리오에서는 한반도의 연평균기온이 현재 대비 21세기 전반기에 +1.5℃, 중반기와 후반기에 +1.8℃ 상승할 것으로 전망됨(표 4.1).
 - 21세기 전반기에는 RCP4.5/6.0/8.5 시나리오 보다 기온 상승폭이 다소 크게 나타남^{※)}. 하지만 21세기 중반기 이후 온실가스 농도가 안정되어 후반기에는 4개 RCP시나리오 중 가장 낮은 기온이 전망됨.
 - ※ 21세기 초에는 모델의 변동성으로 4개의 시나리오(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)가 유사한 기온 변화를 보여, 2050년까지 4개의 시나리오의 차이가 크지 않음. 시나리오별 기온 전망값의 변동으로 인해 일정기간 RCP2.6의 기온 상승경향이 다른 시나리오에 비해 높게 나타나기도 함.
- RCP6.0 시나리오에서는 현재 대비 21세기 전반기에 +0.8℃, 중반기에 +1.6℃, 후반기에 +3.0℃ 상승하여 온난화가 후반기까지 지속될 것으로 전망됨.
 - 21세기 후반기의 한반도 연평균기온은 14.0℃로 전망되며, 이는 현재 한반도 남동해안(부산-울산-경남)지역의 기온에 해당됨.
 - RCP4.5 시나리오와 비교했을 때, 21세기 전반기에서 중반기까지는 기온 상승폭이 더 작지만, 중반기 이후 RCP4.5 시나리오에서는 온난화 추세가 줄어드는 반면, RCP6.0에서는 가속화되어 후반기에 기온 상승폭이 다소 높을 것으로 전망됨.
- 한반도의 연평균기온은 전지구 및 동아시아 연평균기온에 비해 더 큰 폭으로 상승할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서 현재 대비 21세기 후반기의 상승폭은 전지구의 1.4배, 동아시아의 1.5배로 나타남.
 - RCP6.0 시나리오에서는 한반도 연평균기온 상승폭이 21세기 후반기에 전지구 기온 상승폭의 1.1배, 동아시아의 1.2배로 더 크게 상승할 것으로 전망됨.

- 한반도의 연평균 최고기온과 연평균 최저기온도 일평균기온과 유사하게 RCP2.6 시나리오에서는 21세기 중반기 이후 상승하지 않으며, RCP6.0 시나리오에서는 후반기까지 온난화가 지속될 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서 연평균 최고기온은 21세기 전반기에 +1.4℃, 중반기와 후반기에 +1.8℃ 상승할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서 연평균 최고기온은 21세기 전반기에 +0.9℃, 중반기에 +1.6℃, 후반기에 +3.1℃ 상승할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서 연평균 최저기온은 21세기 전반기에 +1.5℃, 중반기와 후반기에 +1.8℃ 상승할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서 연평균 최저기온은 21세기 전반기에 +0.8℃, 중반기에 +1.5℃, 후반기에 +3.0℃ 상승할 것으로 전망됨.

(2) 연강수량

- RCP2.6 시나리오에서는 한반도의 연강수량이 현재 대비 21세기 전반기에 +6.0%, 중반기에 +5.7%, 후반기에 +5.5% 증가하는 것으로 전망됨.
 - 21세기 전반기는 RCP6.0 시나리오에 비해 강수량의 증가가 크나 후반기에는 다소 적게 나타남.
 - 연강수량은 장주기 변동성에 의해 21세기 동안 비선형적 변화 경향을 보일 것으로 전망되지만, 시나리오에 관계없이 미래의 온난한 기후에서 전반적으로 현재 대비 강수량이 증가하는 경향을 보임.
- RCP6.0 시나리오에서는 한반도의 연강수량이 현재 대비 21세기 전반기에 +0.2%, 중반기에 +2.2%, 후반기에 +6.8% 증가하는 것으로 전망됨.
 - 21세기 전반기에는 현재 수준과 비슷하지만, 중반기에서 후반기로 진행됨에 따라 강수량의 증가폭이 점차 커져, 21세기 후반기에 현재 대비 가장 큰 강수량 증가폭을 보임.
- RCP2.6 시나리오에 따른 한반도 연강수량의 증가율은 21세기 후반기에 전지구 증가율의 2.3배, 동아시아의 9.2배가 될 것으로 전망됨. 또한 RCP6.0 시나리오에서도 전지구 증가율의 1.9배, 동아시아의 8.5배로 다른 지역에 비해 높은 강수량 증가율을 보일 것으로 전망됨.

(3) 기타 기후요소

- 한반도의 연평균 일교차, 풍속 및 상대습도는 현재 기후에서 크게 변화가 없을 것으로 전망됨.

(4) 극한기후지수

- 한반도의 온난화 전망에 따라 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수의 증가가 전망되는 반면 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망됨.
 - 한반도의 폭염일수는 현재 연간 7.3일에서 RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 전반기에 8.1일, 중반기 10.2일로 증가하였다가 후반기에는 9.5일로 중반기에 비해 소폭 감소할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서는 폭염일수가 +1.10일/10년의 추세로 지속적으로 증가하여 21세기 전반기에 8.7일, 중반기에 11.4일, 후반기에는 17.2일에 이를 것으로 전망됨.
 - 한반도의 열대야일수는 현재 연간 2.8일에서 RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 전반기 4.4일, 중반기 7.1일로 증가하였다가 후반기에는 6.2일로 중반기에 비해 소폭 감소할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서는 열대야일수가 21세기 전반기에 3.8일, 중반기에 6.2일, 후반기에는 13.3일로 크게 증가할 것으로 전망됨.
 - 한반도의 한파일수는 현재 연간 16.9일이며, RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 전반기에는 6.0일, 중반기에는 6.5일, 후반기에는 5.2일로 감소할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서 한파일수는 21세기 전반기에 12.6일로 RCP2.6 시나리오에 비해 작은 감소폭을 보이지만 -1.88일/10년 추세로 지속적으로 감소하여 후반기에는 한파가 발생하지 않을 것으로 전망됨.
 - 한반도의 결빙일수는 한파일수와 유사한 변화경향을 보임. 현재 연간 21.0일에서 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오의 경우 5.6일로 감소하며, RCP6.0 시나리오에서는 발생하지 않을 것으로 전망됨.
 - 한반도의 식물성장가능기간은 245.2일로 평균기온 상승에 따른 증가경향을 보임. 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서는 257.8일, RCP6.0 시나리오에서는 268.9일로 전망됨.
- 최대무강수지속기간은 현재 36.0일로, RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 전반기에는 35.2일로 소폭 감소했다가 중반기에 37.2일, 후반기에 37.6일로 증가함. RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기와 중반기에 각각 36.5일, 36.4일로 현재 대비 소폭 증가하며, 21세기 후반기에는 38.6일에 이를 것으로 전망됨.

- 호우와 관련된 극한지수인 호우일수, 5일최다강수량, 강수강도 등은 현재 대비 다소 증가할 것으로 전망되며, 그 증가폭은 RCP6.0 시나리오에서 더 크게 나타남.
 - 한반도의 호우일수는 현재 연간 2.0일로, 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서는 +0.1일 증가하고, RCP6.0 시나리오에서는 +0.4일 증가할 것으로 전망됨.
 - 한반도의 5일최다강수량은 현재 207.0mm이며, RCP2.6 시나리오에서는 21세기에 지속적으로 증가하여 후반기에는 224.4mm(+8.4%)에 이를 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서도 21세기 중반기 이후 증가하여 후반기에 236.3mm(+14.2%)로 RCP2.6에 비해 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨.
 - 한반도의 강수강도 또한 RCP2.6과 RCP6.0 시나리오에서 모두 증가하여 현재 대비 21세기 후반기에 각각 +0.7mm/일, +1.0mm/일 증가할 것으로 전망됨.

표 4.1 RCP2.6(RCP6.0)에 따른 한반도 21세기 기후변화 전망

구분	현재 기후값 (1981-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (10년당)	
평균기온(°C)	11.0	12.5	(11.8)	12.8	(12.6)	12.8	(14.0)	0.20	(0.33)
최고기온(°C)	16.6	18.0	(17.5)	18.4	(18.2)	18.4	(19.7)	0.20	(0.34)
최저기온(°C)	6.2	7.7	(7.0)	8.0	(7.7)	8.0	(9.2)	0.20	(0.33)
일교차(°C)	10.4	10.3	(10.4)	10.4	(10.4)	10.4	(10.4)	0.00	(0.00)
강수량(mm)	1,162.2	1,232.3	(1,164.3)	1,228.4	(1,187.7)	1,226.5	(1,241.1)	7.14	(8.77)
풍속(%)	1.9	1.9	(1.9)	1.9	(1.9)	1.9	(1.9)	0.00	(0.00)
상대습도(%)	70.2	70.1	(69.9)	69.9	(69.6)	69.6	(69.3)	-0.07	(-0.10)
폭염일수(일)	7.3	8.1	(8.7)	10.2	(11.4)	9.5	(17.2)	0.24	(1.10)
열대야일수(일)	2.8	4.4	(3.8)	7.1	(6.2)	6.2	(13.3)	0.38	(1.17)
여름일수(일)	96.4	112.8	(107.5)	120.4	(115.8)	118.2	(135.1)	2.42	(4.30)
한파일수(일)	16.9	6.0	(12.6)	6.5	(7.8)	5.2	(0.0)	-1.30	(-1.88)
결빙일수(일)	21.0	6.4	(13.9)	7.7	(8.8)	5.6	(0.0)	-1.71	(-2.33)
서리일수(일)	109.6	99.9	(102.4)	97.2	(98.3)	97.7	(86.9)	-1.32	(-2.52)
식물성장가능기간(일)	245.2	255.3	(253.7)	257.7	(257.3)	257.8	(268.9)	1.32	(1.38)
최대무강수지속기간(일)	36.0	35.2	(36.5)	37.2	(36.4)	37.6	(38.6)	0.18	(0.29)
호우일수(일)	2.0	2.1	(2.0)	2.1	(2.2)	2.1	(2.4)	0.01	(0.04)
5일최다강수량(mm)	207.0	212.6	(203.3)	218.3	(223.0)	224.4	(236.3)	1.93	(3.26)
강수강도(mm/일)	15.1	15.6	(15.1)	15.8	(15.5)	15.8	(16.1)	0.08	(0.11)

2) 남한의 기후변화 전망

(1) 연평균기온

- 한반도 연평균기온 변화와 마찬가지로 현재 대비 남한의 연평균기온도 상승할 것으로 전망됨. RCP2.6 시나리오에서는 한반도와 유사한 상승폭을 보이지만, RCP6.0 시나리오에서는 0.1~0.3℃ 작은 기온 상승폭을 보임.
- RCP2.6 시나리오에서는 연평균기온이 21세기 전반기에 현재 대비 +1.4℃, 중반기와 후반기에 모두 +1.7℃ 상승할 것으로 전망됨(표 4.2).
 - 한반도 평균과 동일하게 21세기 전반기에는 RCP4.5/6.0/8.5 시나리오보다 더 큰 상승폭을 보이며, 중반기 이후 온실가스 농도가 안정되어 후반기에는 4개의 RCP시나리오 중 기온 상승폭이 가장 작게 나타남.
- RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기에 +0.7℃, 중반기에 +1.4℃, 후반기에 +2.7℃ 상승하여 온난화가 후반기까지 지속될 것으로 전망됨.
 - 21세기 후반기의 연평균기온은 15.2℃로 전망되며, 이는 현재 제주도의 연평균기온보다 약간 낮고 남해안 지역보다는 높음.
 - 한반도 전망과 동일하게 RCP4.5 시나리오에 비해 후반기에 기온 상승폭이 다소 클 것으로 전망됨.
- 연평균 최고기온, 연평균 최저기온 또한 연평균기온과 유사하게 RCP2.6 시나리오에서는 21세기 중반기 이후 변화가 없으며, RCP6.0 시나리오에서는 후반기까지 지속적으로 상승할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에 따르면 연평균 최고기온은 21세기 후반기에 현재 대비 +2.7℃ 상승하며, 연평균 최저기온은 +2.8℃ 상승할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에서 연평균 최고기온은 +0.30℃/10년의 추세로, 연평균 최저기온은 +0.31℃/10년의 추세로 상승할 것으로 전망됨.

(2) 연강수량

- 남한의 연강수량은 RCP2.6 시나리오에서 현재 대비 21세기 전반기에 +8.3%, 중반기에 +6.8%, 후반기에 +6.6% 증가하는 것으로 나타나, 21세기 전반기에 증가한 후 21세기 후반기까지 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에서는 남한의 연강수량이 현재 대비 21세기 전반기에 +2.9%, 중반기에 +1.5%, 후반기에 +11.4% 증가하여 21세기 후반기에 연강수량이 크게 증가할 것으로 전망됨.

(3) 기타 기후요소

- 한반도 전망과 유사하게 남한의 연평균 일교차, 풍속 및 상대습도는 현재 기후에서 크게 변화가 없을 것으로 전망됨.

(4) 극한기후지수

- 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하고, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망됨.
 - 남한의 폭염일수는 현재의 연간 10.1일에서 RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 전반기에 11.2일, 중반기에 13.4일로 증가하였다가 후반기에 12.7일로 중반기에 비해 소폭 감소할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기에 11.1일, 중반기에 15.5일, 후반기에 20.8일로 계속 증가해 21세기 후반기에는 폭염일수가 현재 대비 2배에 달할 것으로 전망됨.
 - 남한의 열대야일수의 경우 RCP2.6 시나리오에 따르면 현재 연간 3.8일 수준에서 21세기 후반기에 +6.1일 증가하며, RCP6.0 시나리오에서도 21세기 전반기에는 +1.7일, 중반기에는 +6.0일, 후반기에는 +15.9일로 한반도 평균보다 더 큰 폭으로 증가(+1.77일/10년)할 것으로 전망됨.
 - 현재 연간 6.2일인 한파일수와 8.9일인 결빙일수는 RCP2.6, RCP6.0 시나리오 모두에서 21세기 후반기에 나타나지 않을 것으로 전망됨.
 - 남한의 서리일수는 현재 연간 99.7일이며, RCP2.6 시나리오에서는 현재 대비 21세기 전반기에 -13.0일, 중반기에 -14.5일, 후반기에는 -14.4일 감소하고, RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기에 -7.8일, 중반기에는 -12.2일, 후반기에는 -24.6일 감소하여 후반기로 갈수록 감소폭이 커질 것으로 전망됨.
- 최대무강수지속기간은 현재 29.5일로, RCP2.6 시나리오 따르면 21세기 전반기에는 28.5일로 소폭 감소했다가 중반기에 30.9일, 후반기에 31.2일로 증가함. RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기, 중반기에는 현재 대비 소폭 감소하고, 21세기 후반기에 현재 대비 증가하여 30.5일에 이를 것으로 전망됨.
- 호우와 관련된 극한지수인 호우일수, 5일최다강수량, 강수강도는 21세기 후반기에 현재보다 증가할 것으로 전망되며, 이 때 남한 극한강수의 증가폭은 한반도의 증가폭보다 클 것으로 전망됨.
 - 남한의 호우일수는 현재 연간 2.3일이며, 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서는 현재 대비 +0.2일 증가하고, RCP6.0 시나리오에서는 +0.6일 증가할 것으로 전망됨.
 - 5일최다강수량은 RCP2.6 시나리오에서 21세기 전반기에 237.7mm, 중반기에 239.1mm, 후반기에 247.4mm로 소폭 증가할 것으로 전망되며, RCP6.0 시나리오에서 21세기 중반기 이후 증가하여 후반기에는 279.7mm로 현재 대비 +21.9% 증가할 것으로 전망됨.
 - 강수강도 또한 RCP2.6과 RCP6.0 시나리오에서 모두 증가하며 현재 대비 21세기 후반기에 각각 +0.8mm/일, +1.6mm/일 증가할 것으로 전망됨.

제4장 미래 기후변화 전망

표 4.2 RCP2.6(RCP6.0)에 따른 남한의 21세기 기후변화 전망

구분	현재 기후값 (1981-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (10년당)	
평균기온(°C)	12.5	13.9	(13.2)	14.2	(13.9)	14.2	(15.2)	0.19	(0.30)
최고기온(°C)	18.1	19.4	(18.8)	19.7	(19.5)	19.7	(20.8)	0.18	(0.30)
최저기온(°C)	7.7	9.2	(8.5)	9.4	(9.1)	9.4	(10.5)	0.19	(0.31)
일교차(°C)	10.4	10.2	(10.3)	10.3	(10.4)	10.3	(10.3)	-0.01	(-0.01)
강수량(mm)	1,307.7	1,416.8	(1,346.0)	1,397.1	(1,327.7)	1,393.9	(1,456.9)	9.58	(16.58)
풍속(%)	2.0	2.0	(2.0)	2.0	(2.0)	2.0	(2.0)	0.00	(0.00)
상대습도(%)	68.6	69.1	(68.8)	68.8	(68.6)	68.6	(68.9)	0.00	(0.03)
폭염일수(일)	10.1	11.2	(11.1)	13.4	(15.5)	12.7	(20.8)	0.29	(1.19)
열대야일수(일)	3.8	7.0	(5.5)	11.4	(9.8)	9.9	(19.7)	0.68	(1.77)
여름일수(일)	111.4	129.8	(121.6)	137.1	(132.4)	135.8	(151.7)	2.71	(4.48)
한파일수(일)	6.2	0.0	(4.0)	0.4	(1.6)	0.0	(0.0)	-0.69	(-0.69)
결빙일수(일)	8.9	0.0	(3.8)	0.0	(0.0)	0.0	(0.0)	-0.99	(-0.99)
서리일수(일)	99.7	86.7	(91.9)	85.2	(87.5)	85.3	(75.1)	-1.60	(-2.73)
식물성장가능기간(일)	272.0	285.7	(282.3)	287.2	(285.9)	286.5	(298.3)	0.96	(0.44)
최대무강수지속기간(일)	29.5	28.5	(28.6)	30.9	(29.2)	31.2	(30.5)	0.19	(0.11)
호우일수(일)	2.3	2.5	(2.3)	2.5	(2.5)	2.5	(2.9)	0.02	(0.07)
5일최다강수량(mm)	229.4	237.7	(227.1)	239.1	(254.3)	247.4	(279.7)	2.00	(5.59)
강수강도(mm/일)	16.3	16.9	(16.4)	17.0	(16.6)	17.1	(17.9)	0.09	(0.18)

3) 북한의 기후변화 전망

(1) 연평균기온

- 한반도 연평균기온의 상승경향과 마찬가지로 북한의 연평균기온도 상승할 것으로 전망되고 한반도와 비교하여 0.1~0.2°C의 큰 기온 상승폭을 보임.
- RCP2.6 시나리오에서는 연평균기온이 현재 대비 21세기 전반기에 +1.5°C, 중반기, 후반기에 모두 +1.8°C 상승할 것으로 전망함(표 4.3).
 - 한반도 전망과 동일하게 21세기 전반기에는 RCP4.5/6.0/8.5 시나리오보다 더 큰 상승폭을 보이며, 중반기 이후 온실가스 농도가 안정되어 후반기에는 기온 상승폭이 4개의 RCP시나리오 중 가장 작게 나타남.
- RCP6.0 시나리오에서는 현재 대비 21세기 전반기에 +0.9°C, 중반기에 +1.7°C, 후반기에 +3.3°C 상승하여 온난화가 후반기까지 지속될 것으로 전망됨.
 - 21세기 후반기의 연평균기온은 11.8°C로 전망되며, 이는 현재 경기도 북부지역의 연평균기온에 해당됨.
 - 한반도 전망과 동일하게 RCP4.5 시나리오에 비해 후반기에 기온 상승폭이 다소 클 것으로 전망됨.
- 연평균 최고기온과 연평균 최저기온은 연평균기온 전망과 유사하게 RCP2.6 시나리오에서는 21세기 중반기 이후 온실가스 농도 안정화로 인해 기온이 상승하지 않으며, RCP6.0 시나리오에서는 후반기까지 지속적으로 상승할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에 따르면 연평균 최고기온은 21세기 후반기에 현재 대비 +3.3°C 상승하며, 연평균 최저기온은 +3.2°C 상승할 것으로 전망됨.

(2) 연강수량

- 연강수량은 RCP2.6 시나리오에서 현재 대비 21세기 전반기에 +4.3%, 중반기에 +5.2%, 후반기에 +5.1% 증가하는 것으로 나타나, 21세기 전반기에 증가한 후 21세기 후반기까지 비슷한 수준으로 유지될 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기에 현재 연강수량 대비 -2.8% 소폭 감소하지만, 중반기에 +3.2%, 후반기에 +2.6% 증가할 것으로 전망함.
 - 21세기 후반기의 연강수량 증가폭이 한반도(+6.8%)와 남한(+11.4%)에 비해 작게 나타남.

(3) 기타 기후요소

- 한반도 전망과 유사하게 북한의 연평균 연교차, 풍속 및 상대습도는 현재 기후에서 크게 변화가 없을 것으로 전망됨.

(4) 극한기후지수

- 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하고, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망됨.
 - 북한의 폭염일수는 현재의 연간 2.8일에서 RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 전반기 3.4일, 중반기 5.3일로 증가하였다가 후반기에는 4.6일로 중반기에 비해 소폭 감소할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서는 21세기 전반기에 4.6일, 중반기에 5.9일, 후반기에 12.1일로 21세기 후반기에 크게 증가할 것으로 전망됨.
 - 북한의 열대야일수는 현재 연간 0.6일로 발생빈도가 매우 낮지만, 최저기온 상승으로 인해 RCP6.0 시나리오에서 21세기 후반기에는 6.8일로 크게 증가할 것으로 전망됨.
 - 현재 연간 34.8일인 북한의 한파일수는 RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 전반기에 20.4일로 큰 폭으로 감소하며 이후 비슷한 수준을 유지함. RCP6.0 시나리오에서는 -2.72일/10년의 추세로 지속적으로 감소하여 21세기 후반기에는 한파일수가 10.3일로 크게 감소할 것으로 전망됨.
- 최대무강수지속기간은 현재 46.7일로, RCP2.6 시나리오 따르면 21세기 전반기에는 46.0일로 소폭 감소했다가 중반기에 47.7일, 후반기에 48.2일로 증가함. RCP6.0 시나리오에서는 21세기 후반기에 크게 증가하여 50.5일에 이를 것으로 전망됨.
 - 북한의 최대무강수지속기간 증가폭은 한반도와 남한에 비해 크게 나타남.
- 호우와 관련된 극한지수인 호우일수, 5일최다강수량, 강수강도는 21세기 후반기에 현재 기후보다 증가할 것으로 전망되며, 이 때 북한의 극한강수 증가폭은 한반도의 증가폭보다 작을 것으로 전망됨.
 - 북한의 호우일수는 현재 연간 1.3일로, RCP2.6 시나리오에서는 21세기 후반기에 현재 대비 +0.1일 증가하고, RCP6.0 시나리오에서는 +0.2일 증가할 것으로 전망됨.
 - 북한의 5일최다강수량은 RCP2.6 시나리오에서 현재 대비 21세기 전반기에 2.1%, 중반기에 7.4%, 후반기에 10.0% 증가할 것으로 전망됨. RCP6.0 시나리오에서는 전반기에 소폭 감소(-2.8%)했다가 중반기부터 증가하여 21세기 후반기에는 182.7mm(+7.7%)에 이를 것으로 전망됨.

제4장 미래 기후변화 전망

표 4.3 RCP2.6(RCP6.0)에 따른 북한의 21세기 기후변화 전망

구분	현재 기후값 (1981-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (10년당)	
평균기온(°C)	8.5	10.0	(9.4)	10.3	(10.2)	10.3	(11.8)	0.20	(0.37)
최고기온(°C)	14.1	15.6	(15.1)	16.0	(15.8)	15.9	(17.4)	0.20	(0.37)
최저기온(°C)	3.7	5.3	(4.5)	5.6	(5.3)	5.6	(6.9)	0.21	(0.36)
일교차(°C)	10.4	10.4	(10.5)	10.4	(10.5)	10.4	(10.5)	0.00	(0.01)
강수량(mm)	919.7	959.2	(893.5)	967.7	(949.5)	966.7	(943.6)	5.22	(2.66)
풍속(%)	1.6	1.6	(1.6)	1.6	(1.6)	1.6	(1.6)	0.00	(0.00)
상대습도(%)	72.8	72.2	(72)	71.9	(71.7)	71.5	(70.8)	-0.14	(-0.22)
폭염일수(일)	2.8	3.4	(4.6)	5.3	(5.9)	4.6	(12.1)	0.20	(1.03)
열대야일수(일)	0.6	1.0	(1.1)	2.4	(2.1)	1.9	(6.8)	0.14	(0.69)
여름일수(일)	71.4	86.3	(83.3)	94.1	(89.5)	91.1	(109.0)	2.19	(4.18)
한파일수(일)	34.8	20.4	(28.9)	20.7	(22.2)	18.9	(10.3)	-1.77	(-2.72)
결빙일수(일)	40.9	25.1	(32.2)	26.3	(26.7)	24.2	(13.8)	-1.86	(-3.01)
서리일수(일)	126.2	119.1	(119.5)	115.5	(115.5)	116.3	(104.9)	-1.10	(-2.37)
식물성장가능기간(일)	200.6	207.9	(207.6)	211.0	(211.2)	211.6	(222.1)	1.62	(2.11)
최대무강수지속기간(일)	46.7	46.0	(48.2)	47.7	(47.7)	48.2	(50.5)	0.17	(0.42)
호우일수(일)	1.3	1.4	(1.2)	1.5	(1.4)	1.4	(1.5)	0.01	(0.02)
5일최다강수량(mm)	169.7	173.2	(165.0)	182.2	(178.9)	186.7	(182.7)	1.89	(1.44)
강수강도(mm/일)	13.1	13.5	(12.9)	13.7	(13.5)	13.7	(13.6)	0.07	(0.06)

4) 한반도 기후변화 전망의 공간분포

(1) 연평균기온

- 연평균기온은 21세기 전반기, 중반기, 후반기에 걸쳐 한반도 모든 지역에서 현재 기후 대비 상승하며, 특히 RCP6.0 시나리오의 경우 21세기 후반기에 온난화가 더욱 가속화되는 특성을 보임 (그림 4.1).
- 지리적으로 개마고원을 포함하는 한반도 북부의 산악지역과 북동 해안지역에서 기온 상승경향이 상대적으로 더 클 것으로 전망됨.
 - 북부 산악 지역의 급속한 온난화는 고산 지역의 생태계 취약성을 증가시키며, 겨울철 적설량 감소, 눈녹음 시기 변화 등에 따른 수자원 관리 체계의 취약성을 초래할 수 있음.
- 남한에서는 강원도 동해안이 상대적으로 높은 기온 상승경향을 보임. 해수면 온도 상승과 동해상 난류의 복상에 따른 동해 연안지역의 기온 상승경향이 뚜렷하게 나타남.

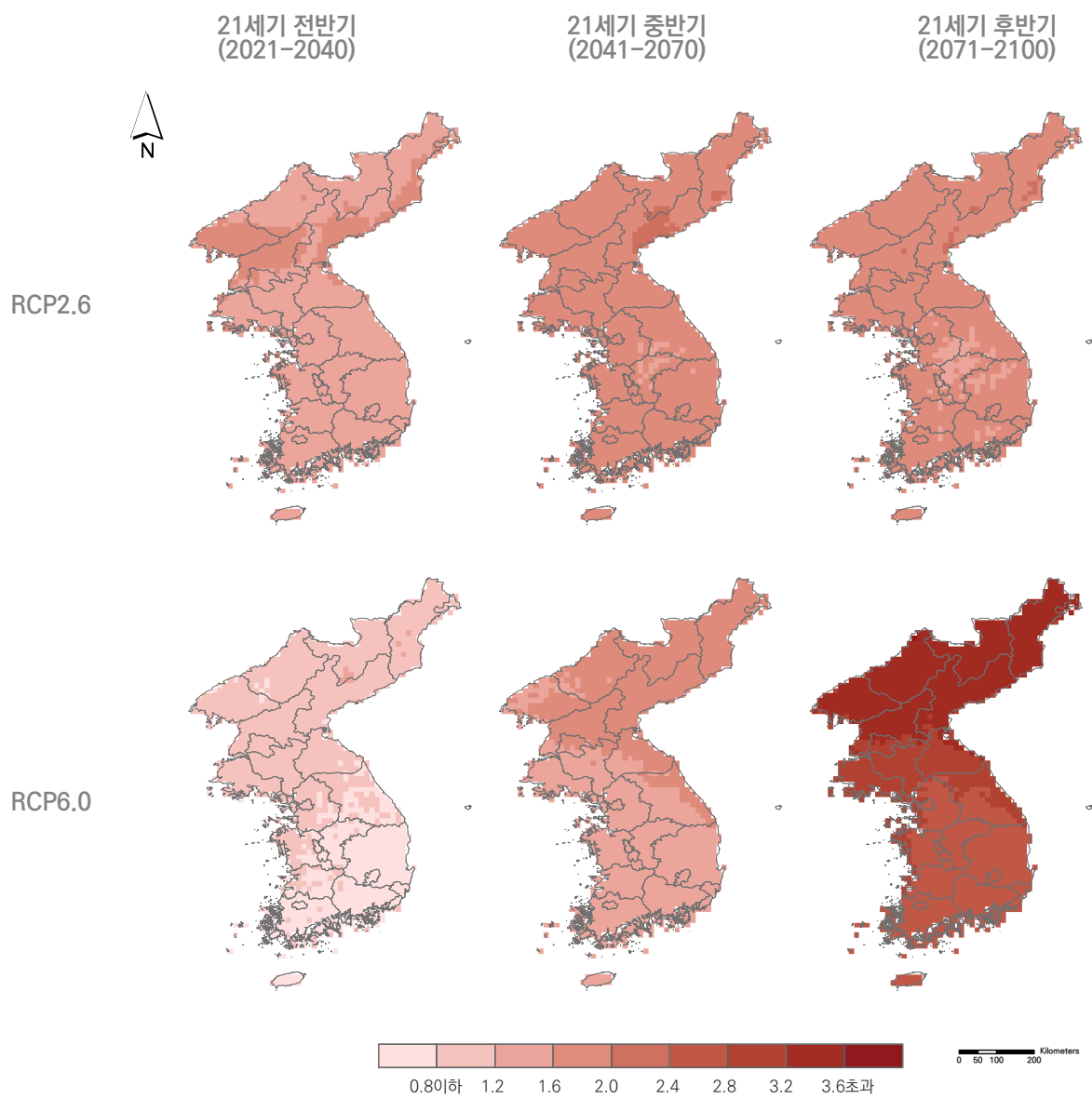


그림 4.1 한반도 연평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)

(2) 연강수량

- 연강수량의 변화는 시기별, 지역별, 시나리오별로 편차가 클 것으로 전망됨(그림 4.2).
- RCP2.6 시나리오에 따르면, 21세기 전 기간에 걸쳐 남해안의 연강수량이 증가할 것으로 전망됨.
 - 21세기 전반기에는 한반도 북동해안과 남해안을 중심으로 증가할 것으로 전망됨.
 - 21세기 중반기에는 한반도 북부와 남해안에서 증가경향이, 경기도와 충청남도 일부지역에서 감소경향이 나타남.
 - 21세기 후반기에는 개마고원과 한반도 중부 일부지역에서 연강수량이 현재 대비 감소할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오는 21세기에 한반도 중부에서 연강수량이 뚜렷하게 감소할 것으로 전망함.
 - 21세기 전반기에는 한반도 중부와 북동부, 제주도에서 연강수량이 현재 대비 감소하며, 북한 북서부와 남한 대부분의 지역에서 강수량이 증가할 것으로 전망됨.
 - 21세기 중반기에는 한반도 중부지역에서 감소경향이, 그 외 지역에서 증가경향이 나타남.
 - 21세기 후반기에는 한반도 남해안과 북한 북동부 지역에서 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨.

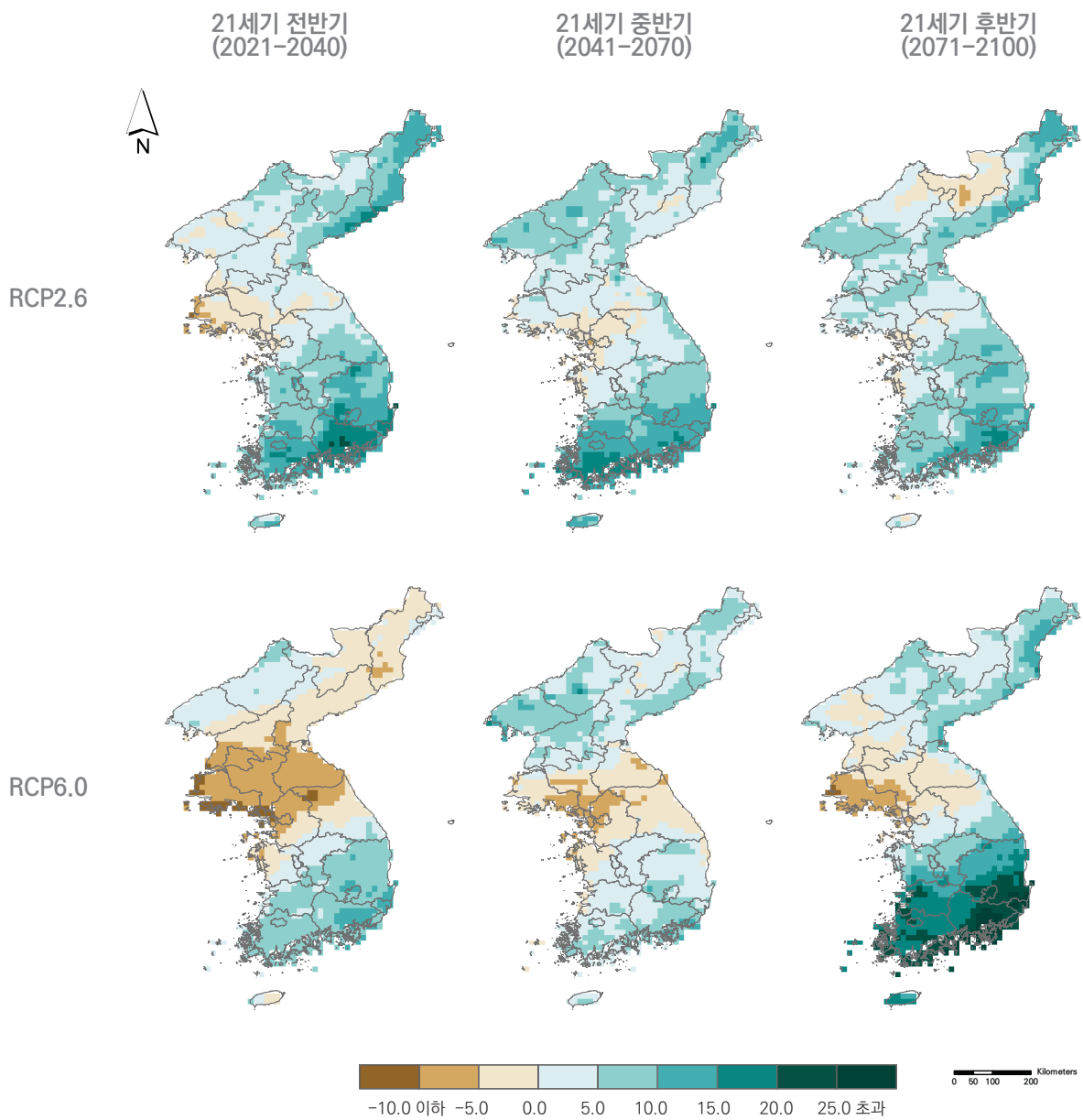


그림 4.2. 한반도 연강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(%) (RCP2.6/6.0)

(3) 연평균 일교차

- 한반도의 연평균 일교차 변화는 지역별 편차가 클 것으로 전망됨(그림 4.3).
- RCP2.6 시나리오는 21세기에 최저기온에 비해 최고기온이 크게 상승하는 북한의 북서해안과 북동해안, 황해도 지역에서 현재 대비 일교차가 증가하며, 남한의 대부분 지역에서는 일교차가 다소 감소할 것으로 전망함.
- RCP6.0 시나리오에서 21세기 후반기에 북한의 북서해안과 북동해안, 황해도 지역에서 일교차가 뚜렷하게 증가할 것으로 전망되며, 이외의 대부분 지역들은 일교차가 감소할 것으로 전망됨.

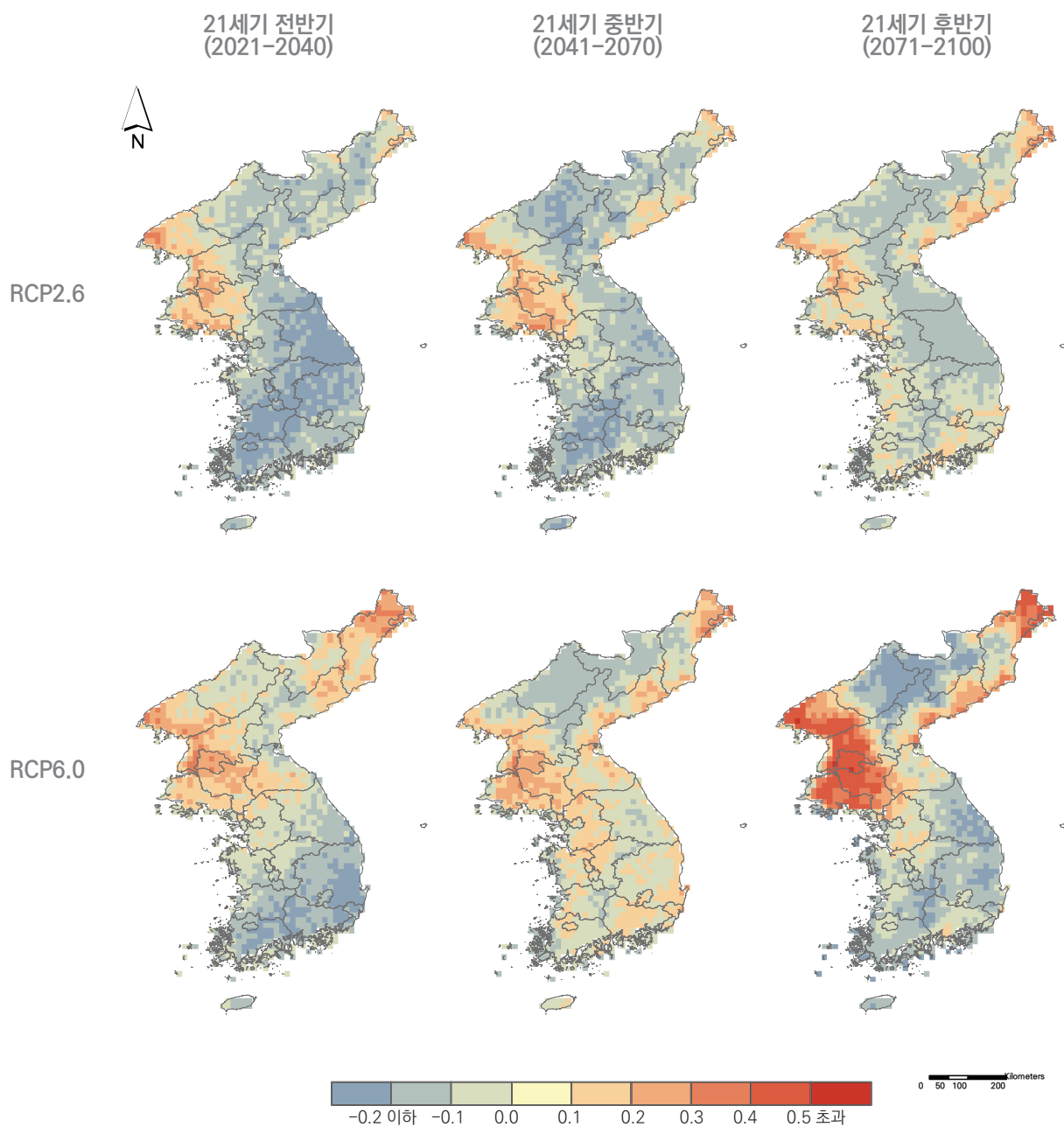


그림 4.3. 한반도 연평균 일교차 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)

(4) 극한기후지수

- 한반도 폭염일수의 증가경향은 RCP6.0 시나리오에서 더욱 두드러지게 나타남. 기온이 상대적으로 높은 저지대를 중심으로 급속히 증가할 것으로 전망됨(그림 4.4).

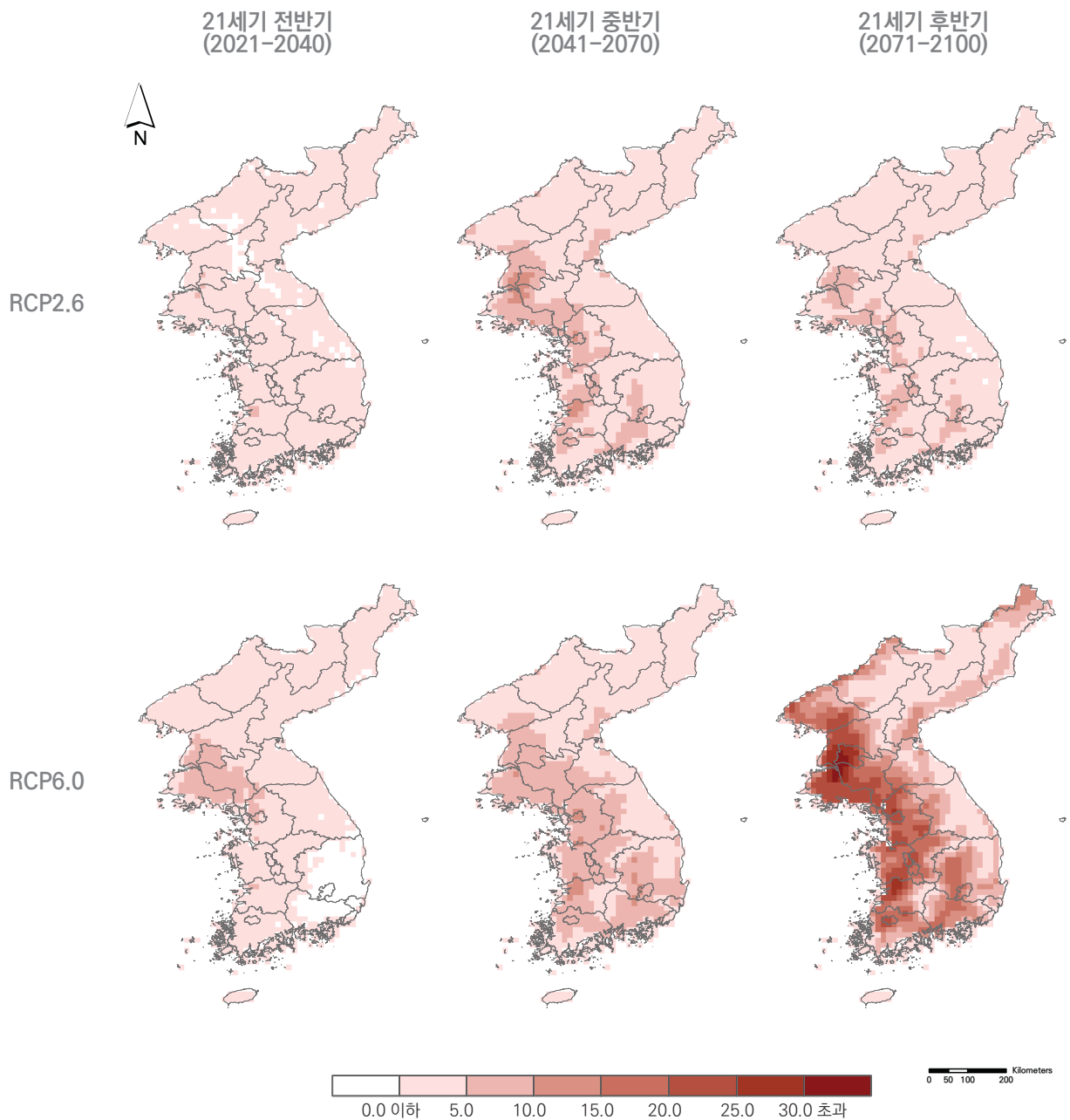


그림 4.4 한반도 폭염일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)

- 열대야일수는 RCP6.0 시나리오에서 큰 폭으로 증가하는 특성을 보이며, 기온이 상대적으로 높은 저지대와 남해안 지역을 중심으로 급속히 증가할 것으로 전망됨(그림 4.5). 기온상승에 의해 열대야 발생 지역이 고도가 높은 산악지역으로 점차 확장될 것으로 전망됨.

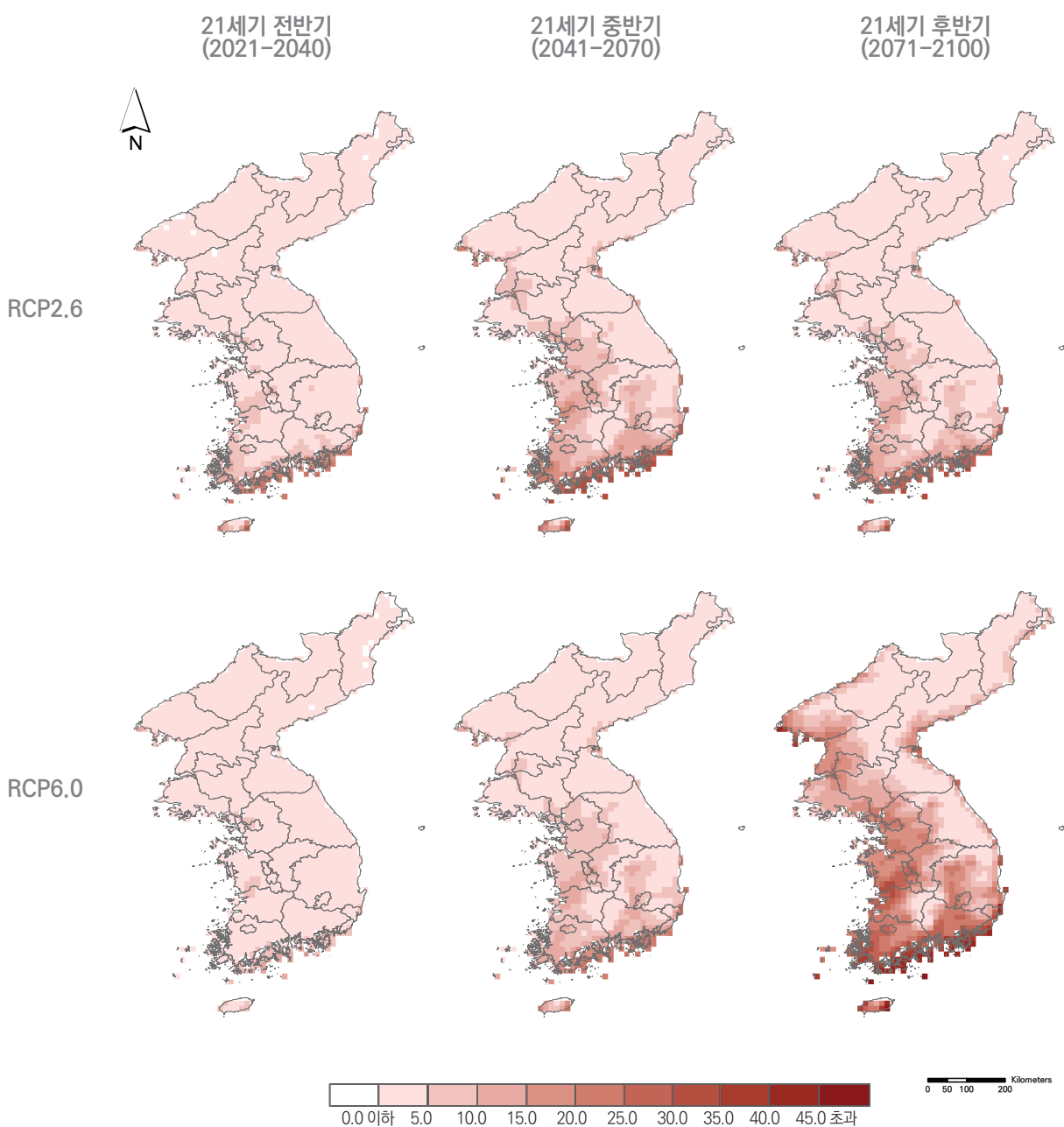


그림 4.5 한반도 열대야일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)

- 한파일수는 기온이 상대적으로 낮아 한파의 발생빈도가 높았던 고지대를 중심으로 빠르게 감소할 것으로 전망됨(그림 4.6).

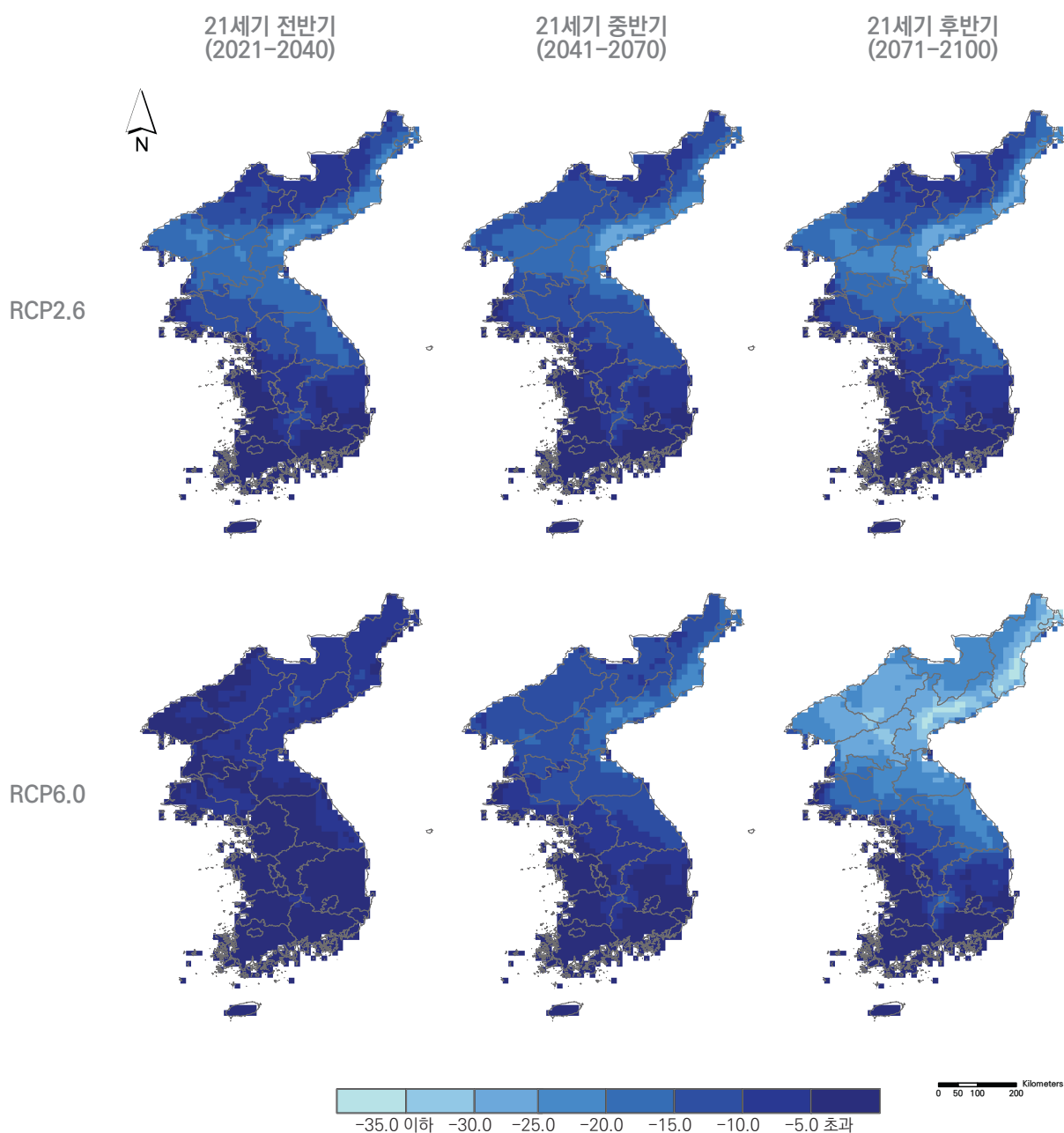


그림 4.6 한반도 한파일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)

- 연간 호우일수의 변화는 시기별, 지역별로 시나리오간의 편차가 클 것으로 전망됨(그림 4.7).
- RCP2.6 시나리오의 경우 호우일수의 지역별 증가와 감소경향이 혼재하지만, 한반도 중부, 북서부 및 충청도 내륙 등의 지역에서 21세기에 감소하는 경향이 나타남.
- RCP6.0 시나리오의 경우, 21세기 전기간에 걸쳐 한반도 중부지역에서 호우일수의 감소가 뚜렷하며, 남해안은 21세기 전반기에 감소하지만 중반기 이후 크게 증가할 것으로 전망됨.

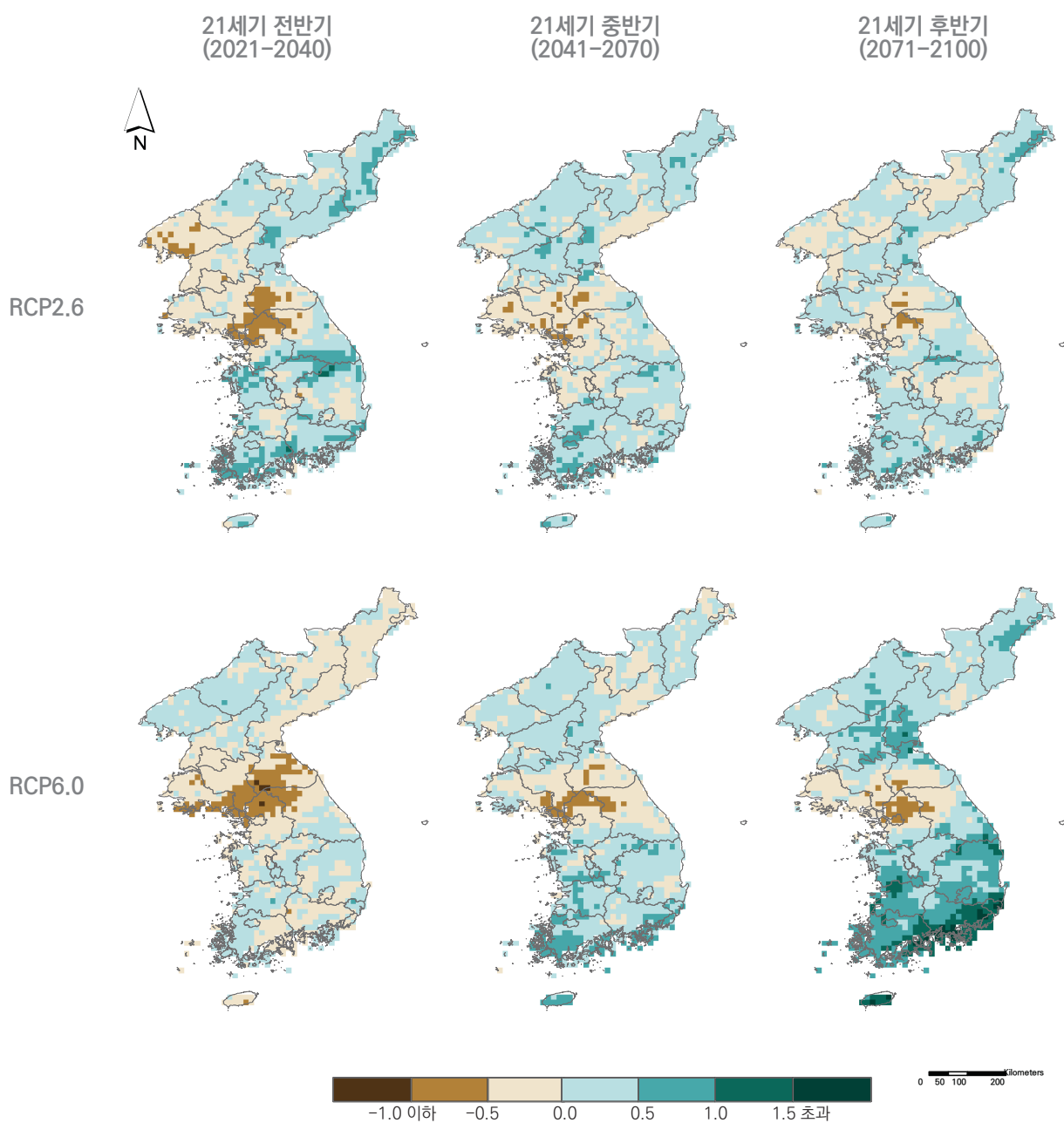


그림 4.7 한반도 호우일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)

- 연간 최대무강수지속기간의 변화는 시기별, 지역별로 시나리오별 편차가 클 것으로 전망됨 (그림 4.8).
- RCP2.6 시나리오의 경우 지역별 증가와 감소경향이 혼재함. 21세기 전반기에는 다수의 지역에서 최대무강수지속기간이 감소하지만, 중반기와 후반기에는 소폭 증가하는 경향을 보임.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 전반기와 중반기에 남한 대부분의 지역은 최대무강수지속기간이 감소할 것으로 전망되며, 21세기 후반기에는 북한의 대부분 지역에서 최대무강수지속기간이 증가할 것으로 전망됨.

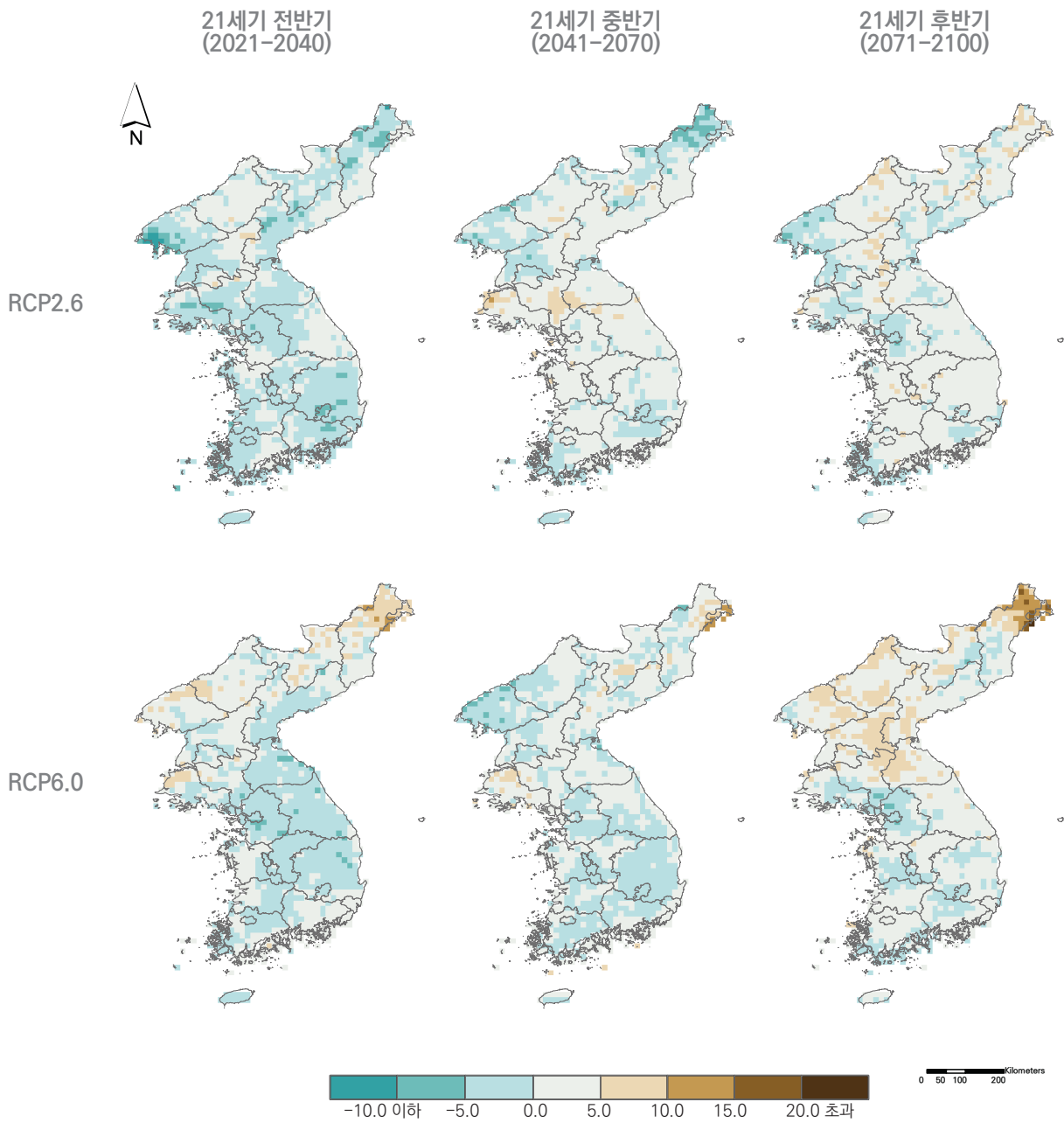


그림 4.8 한반도 최대무강수지속기간 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)

(4) 아열대 기후구

- 트레와다 기후구분 기준^{*)}을 적용하면, 현재 한반도에서 제주도와 부산과 목포를 연결하는 남해안은 습윤 아열대 기후구(여름철이 고온 다습한 특징)로 분류되며, 이를 제외한 나머지 대부분의 지역은 대륙성 기후구로 분류됨.

※ 최한월의 평균기온이 18°C이하이면서 월평균기온이 10°C이상인 달이 8개월 이상인 경우

- 향후 온난화가 지속됨에 따라 아열대 기후구의 경계가 점진적으로 북상할 것으로 전망됨(그림 4.9).
- RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 후반기에도 경상북도 동해안 일부지역, 남해안, 충청남도 서해안, 황해남도 서해안을 잇는 해안과 전라남도 내륙 일부 지역이 아열대 기후구에 속할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오의 경우 21세기 후반기에 서해안지역으로는 황해남도 서부, 동해안 지역으로는 일부 강원도까지 아열대 기후구가 북상하며 내륙으로는 경상남도, 전라남도, 전라북도와 함께 충청남도 일부 지역까지 아열대 기후구가 확장될 것으로 전망됨.

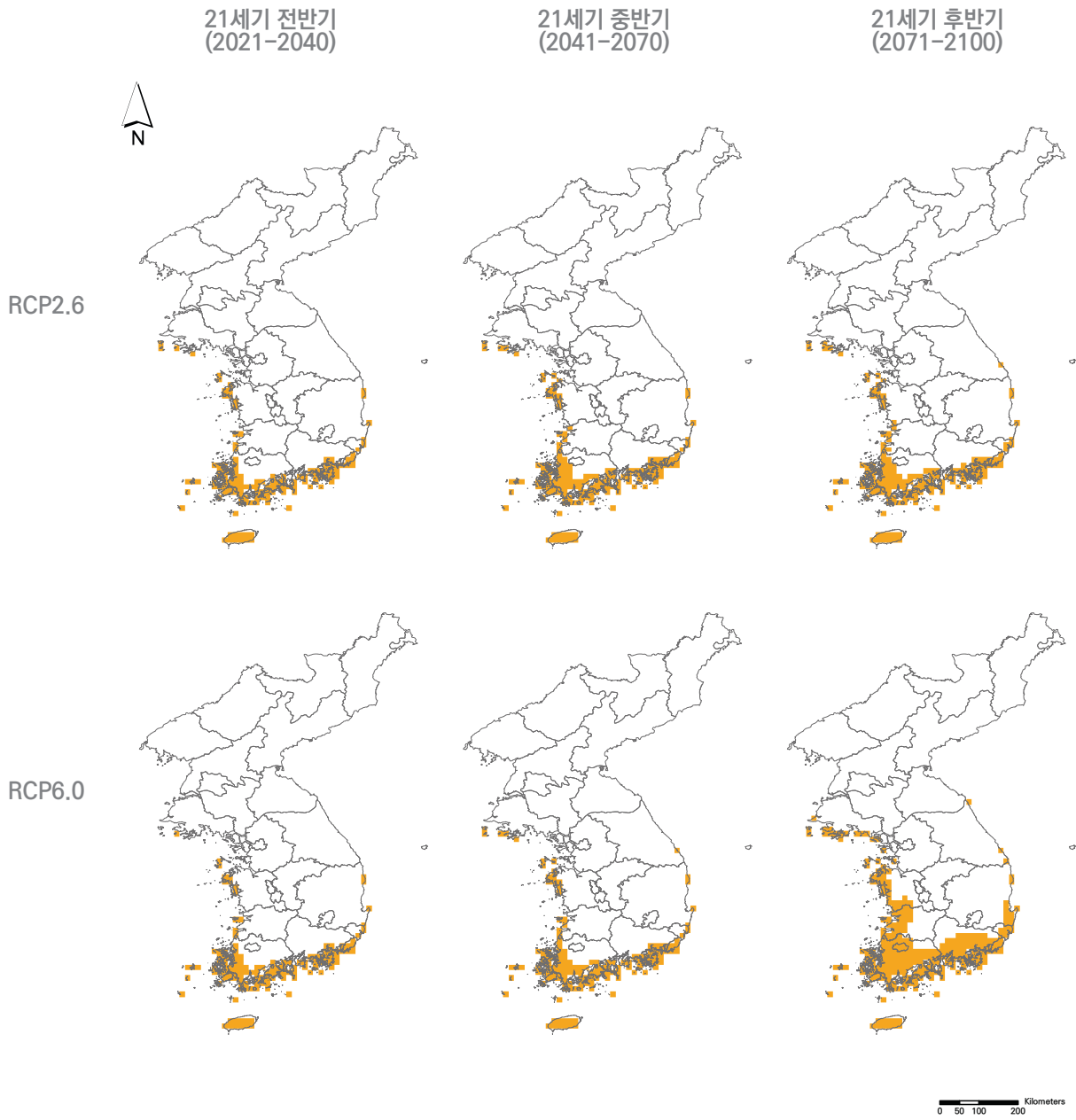


그림 4.9 아열대 기후구 전망(RCP2.6/6.0)

2. 미래 기후의 시간변화 특성

1) 한반도 연평균기온과 연강수량 전망

- 21세기 한반도 연평균기온의 10년 단위 변화를 보면 RCP2.6 시나리오의 경우, 2050년대까지는 기온 상승을 보이다가 그 이후에는 하강하여 안정됨(그림 4.10).
- RCP6.0 시나리오의 경우 연평균기온은 온실가스 농도 증가와 함께 지속적으로 상승하는 경향을 보임.
- 한반도 강수량의 변화경향은 기온과 다르게 십년 단위 변동성이 존재하지만, 증가경향이 함께 나타남.
 - RCP2.6 시나리오는 증가와 감소를 반복하며 큰 변동성을 가지며 21세기 전 기간에 걸쳐 현재 대비 강수량이 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오의 경우는 2020년대와 2050년대는 현재 대비 감소하지만, 전반적으로 강수량의 장주기 변동과 함께 증가하는 경향이 나타남.

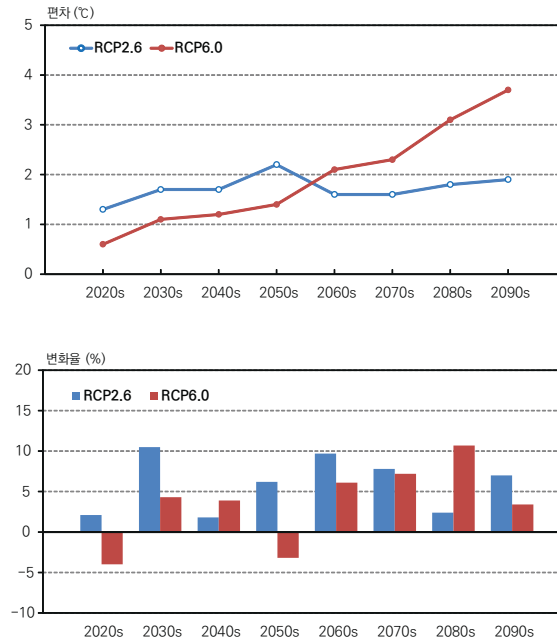


그림 4.10 한반도 연평균기온(1981-2010년 모델 기후값 대비) 편차(상) 및 연강수량 변화율(하) 전망 시계열

- RCP2.6 시나리오에서 계절별 평균기온은 큰 변화없이 안정적으로 유지됨.
RCP6.0 시나리오에서는 21세기 후반까지 모든 계절에서 기온이 상승할 것으로 전망됨 (그림 4.11).

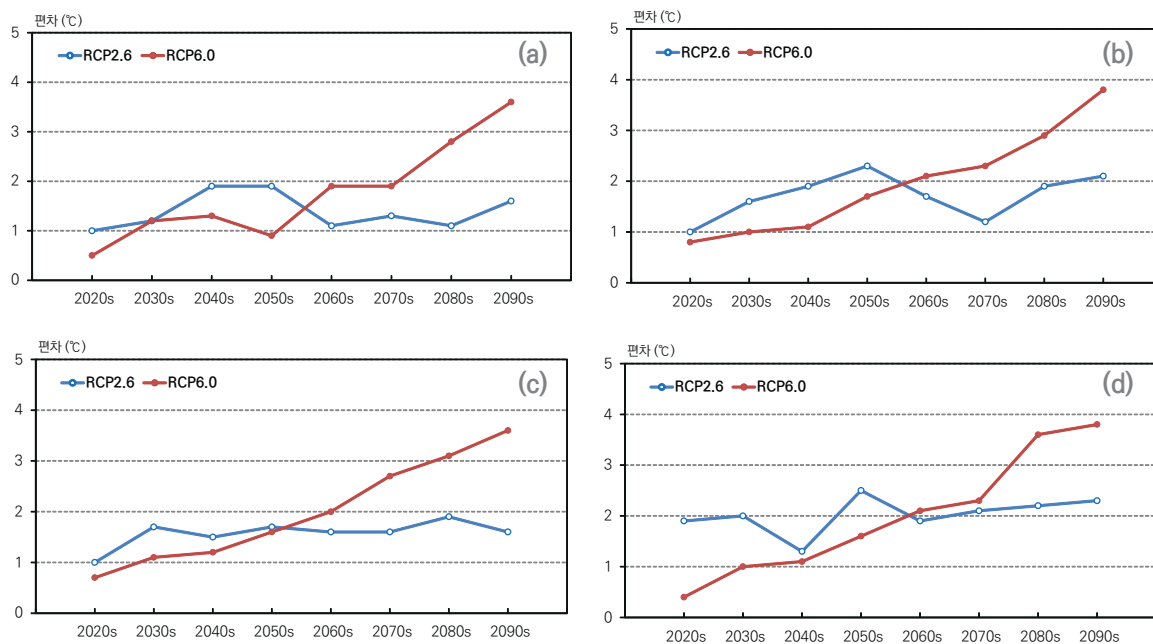


그림 4.11 한반도 계절별 평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망 시계열
(a)봄, (b)여름, (c)가을, (d)겨울

- 계절별 강수량은 변동성이 커서 변화경향을 파악하기 어려움(그림 4.12).
 - 봄 강수량은 21세기 전기간에 걸쳐 현재보다 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6/RCP6.0 시나리오 모두 21세기 후반기에 여름철 강수량이 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에 따르면 겨울철 강수량은 21세기 후반기에 크게 증가함.

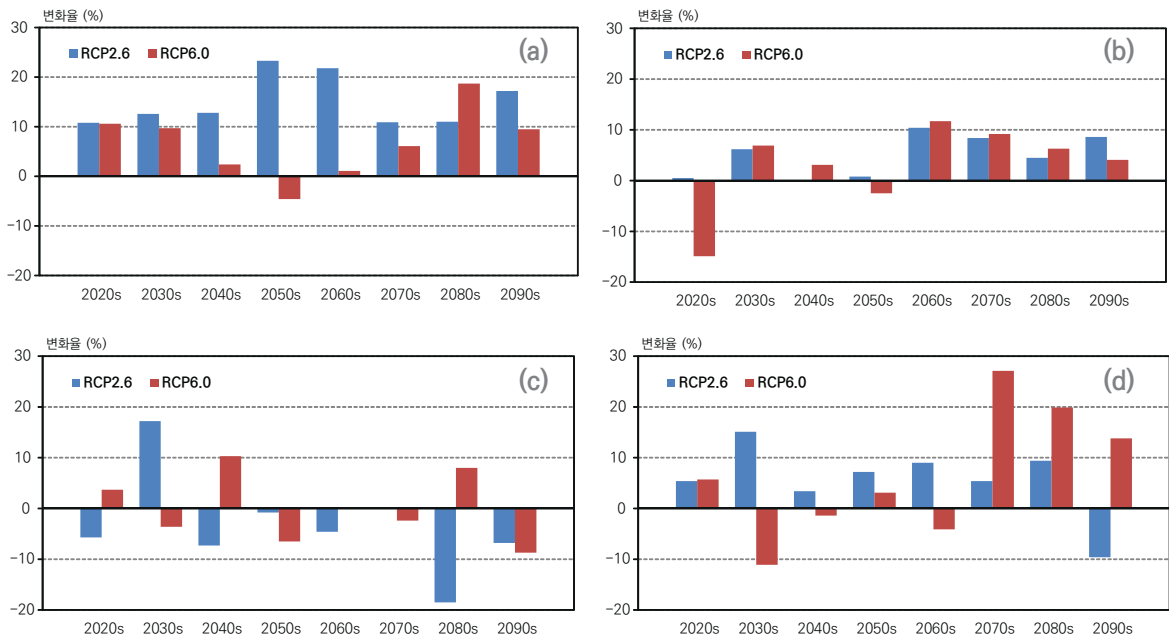


그림 4.12 한반도 계절별 강수량 변화율 전망 시계열
(a)봄, (b)여름, (c)가을, (d)겨울

2) 남한과 북한의 연평균기온 및 연강수량 전망

- 연평균기온의 상승폭은 북한에서 더 크게 나타나며, 이는 RCP6.0 시나리오에서 더 뚜렷함. 남한과 북한 기온의 10년별 변화 추세는 유사한 변화 경향을 보임(그림 4.13).
- 연강수량의 경우 남한의 증가경향이 더 뚜렷하게 나타남. 강수량의 증가는 변동폭이 큼(그림 4.14).

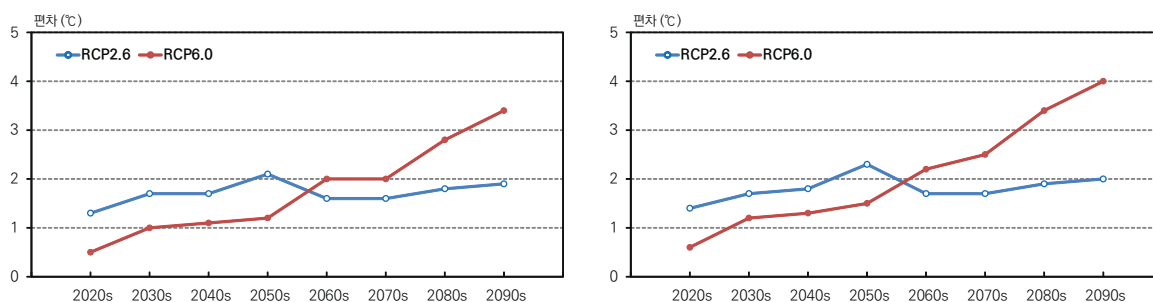


그림 4.13 남한(좌)과 북한(우)의 연평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망 시계열

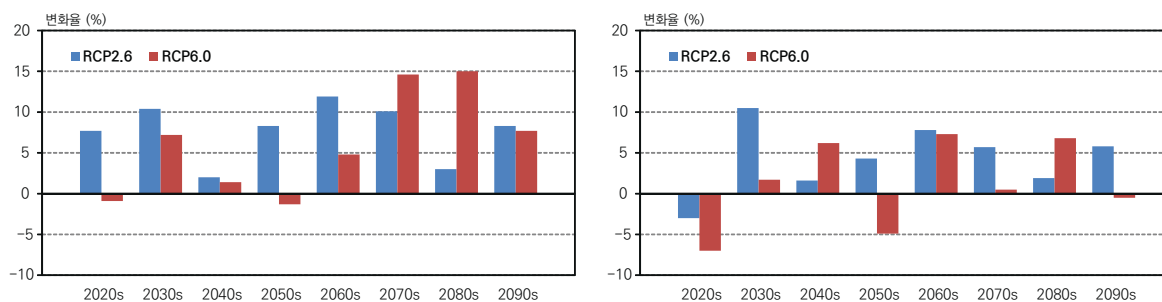


그림 4.14 남한(좌)과 북한(우)의 연강수량 변화율 전망 시계열

제5장 남한 행정구역별 미래 기후변화 전망

※ 본 장의 남한 행정구역별 미래 기후변화 전망에서는 한반도의 고해상도(1km) 격자형 관측자료가 존재하는 최근 10년(2001-2010년)의 평균값을 현재 기후로 정의함.

1. 남한 17개 광역시도별 미래 기후변화 전망

1) 연평균기온

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 연평균기온이 가장 높은 지역은 제주특별자치도와 부산광역시로 14.4°C이며, 가장 낮은 지역은 강원도로 8.9°C임.
 - 연평균기온은 21세기에 모든 지역에서 예외 없이 상승할 것으로 전망됨.
- RCP2.6 시나리오에 따르면, 21세기 후반기(2071-2100년)에 연평균기온은 제주특별자치도와 부산광역시에서 15.8°C로 가장 높고, 강원도가 10.3°C로 가장 낮을 것으로 전망됨(그림 5.1).
 - 연평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.20°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 대전광역시, 경상남도, 세종특별자치시와 충청북도(+0.16°C/10년)이며, 지역별 상승경향의 차이가 크지 않음.
- RCP6.0 시나리오에 따르면, 21세기 후반기(2071-2100년)에 연평균기온은 제주특별자치도와 부산광역시에서 16.6°C로 가장 높으며, 강원도에서 11.3°C로 가장 낮을 것으로 전망됨.
 - 연평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.31°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 부산광역시, 대전광역시, 울산광역시, 세종특별자치시, 충청북도, 경상북도, 경상남도, 제주특별자치도(+0.28°C/10년)로, 지역별 상승경향의 차이가 크지 않음.

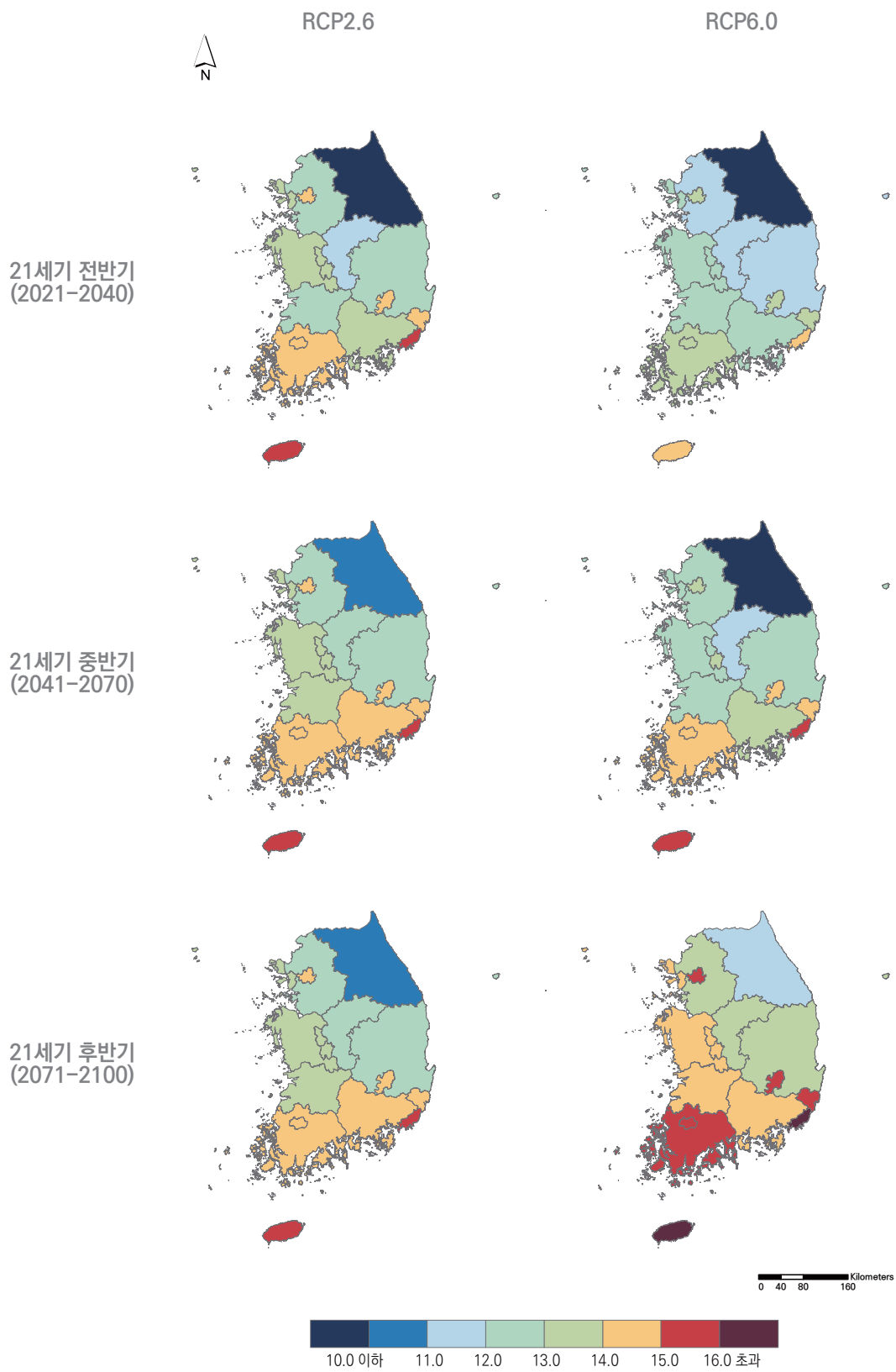


그림 5.1 남한 광역시도별 연평균기온 전망(°C)(RCP2.6/6.0)

2) 연강수량

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 연강수량은 제주특별자치도(2,166.3mm)에서 가장 많고, 인천광역시(1,192.5mm)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 연강수량은 21세기 후반기(2071-2100년)에도 제주특별자치도(2,041.9mm)에서 가장 많고, 인천광역시(1,125.2mm)에서 가장 적을 것으로 전망됨 (그림 5.2).
 - 연강수량의 변화는 경상남도(+4.84mm/10년)에서 증가경향이 가장 크고, 제주특별자치도 (-15.55mm/10년)에서는 감소경향이 가장 클 것으로 전망됨. 지역별로 증가 또는 감소 경향이 다르게 나타남.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에도 연강수량은 제주특별자치도(2,237.2mm)에서 가장 많고, 인천광역시(1,105.4mm)에서 가장 적을 것으로 전망됨.
 - 연강수량은 울산광역시에서 +22.83mm/10년으로 가장 많이 증가하고, 인천광역시에서 -10.89mm/10년으로 가장 많이 감소할 것으로 전망됨.

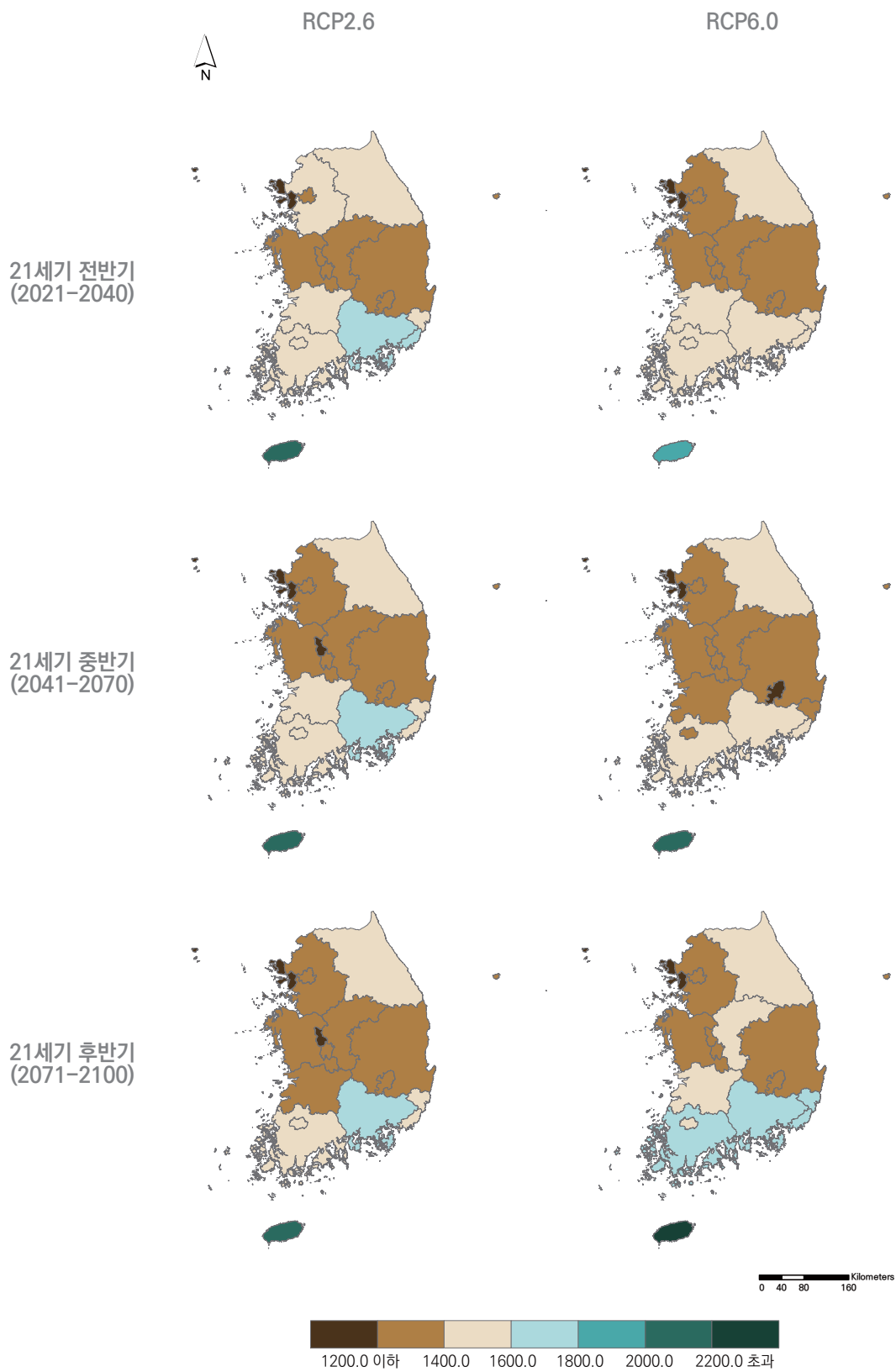


그림 5.2 남한 광역시도별 연강수량 전망(mm)(RCP2.6/6.0)

3) 폭염일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 폭염일수는 대구광역시(연간 21.9일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 1.7일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 폭염일수는 대구광역시(연간 28.8일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 5.9일)에서 가장 적게 발생할 것으로 전망됨(그림 5.3).
 - 폭염일수의 증가폭은 서울특별시(+1.54일/10년)에서 가장 크고, 강원도(+0.36일/10년)에서 가장 작을 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 폭염일수는 광주광역시(연간 42.0일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 11.6일)에서 가장 적게 발생할 것으로 전망됨.
 - 폭염일수가 가장 크게 증가하는 지역은 서울특별시(+3.59일/10년)이고, 가장 작게 증가하는 지역은 울산광역시와 제주특별자치도(+1.24일/10년)로 전망됨.

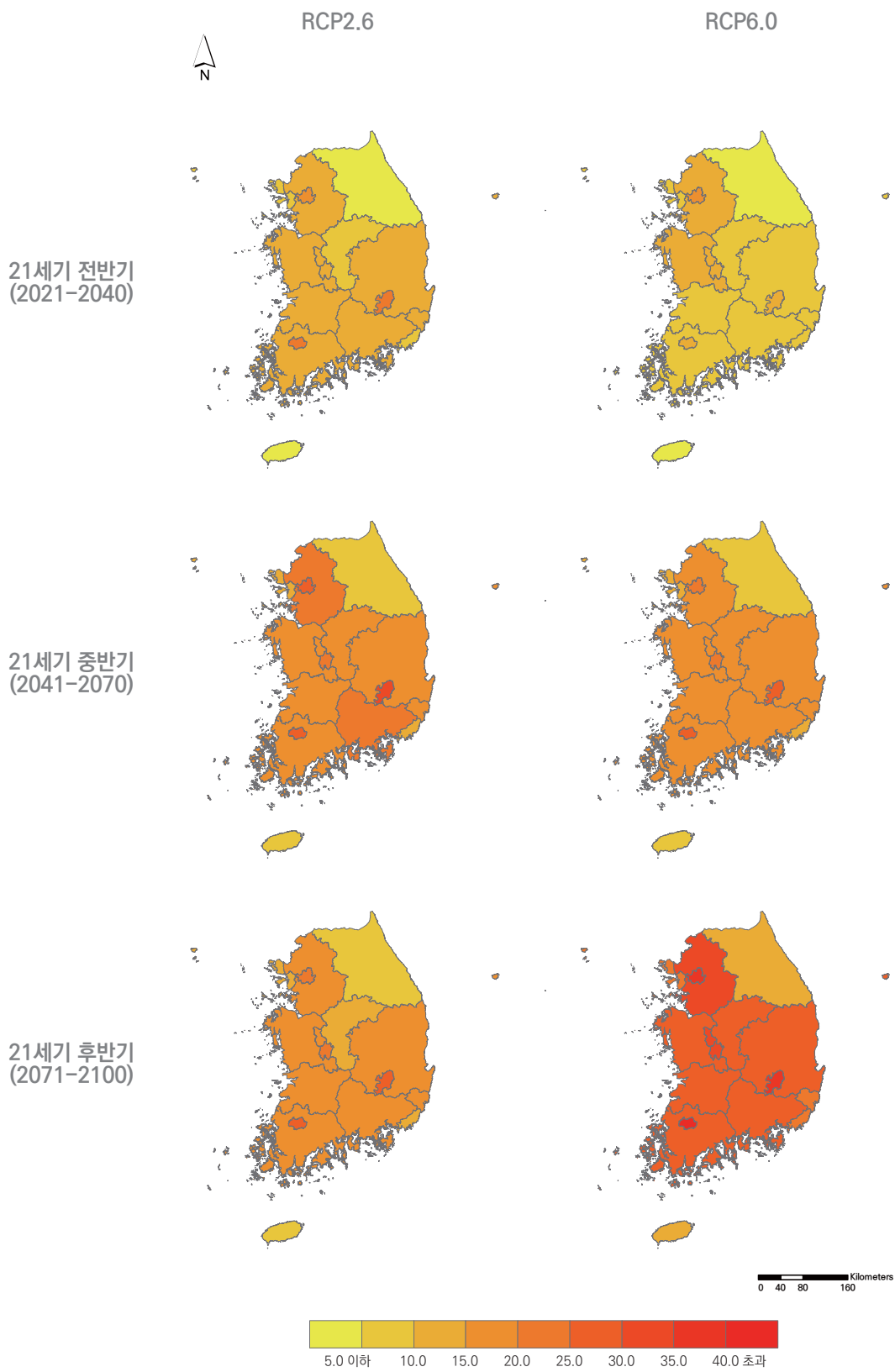


그림 5.3 남한 광역시도별 폭염일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

4) 열대야일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 열대야일수가 가장 많은 지역은 제주특별자치도(연간 9.6일)이며, 가장 적은 지역은 강원도와 충청북도(연간 0.3일)임.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에도 열대야일수는 제주특별자치도(연간 21.7일)에서 가장 많고, 강원도(연간 1.1일)에서 가장 적을 것으로 전망됨(그림 5.4).
 - 열대야일수가 가장 크게 증가하는 지역은 광주광역시(+1.65일/10년)이고, 가장 적게 증가하는 지역은 강원도(+0.10일/10년)로 나타남.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 열대야일수는 광주광역시(연간 32.9일)에서 가장 많고, 강원도(연간 3.7일)에서 가장 적을 것으로 전망됨.
 - 열대야일수는 광주광역시(+3.20일/10년)에서 가장 크게 증가하고, 강원도(+0.43일/10년)에서 가장 적게 증가할 것으로 전망됨.

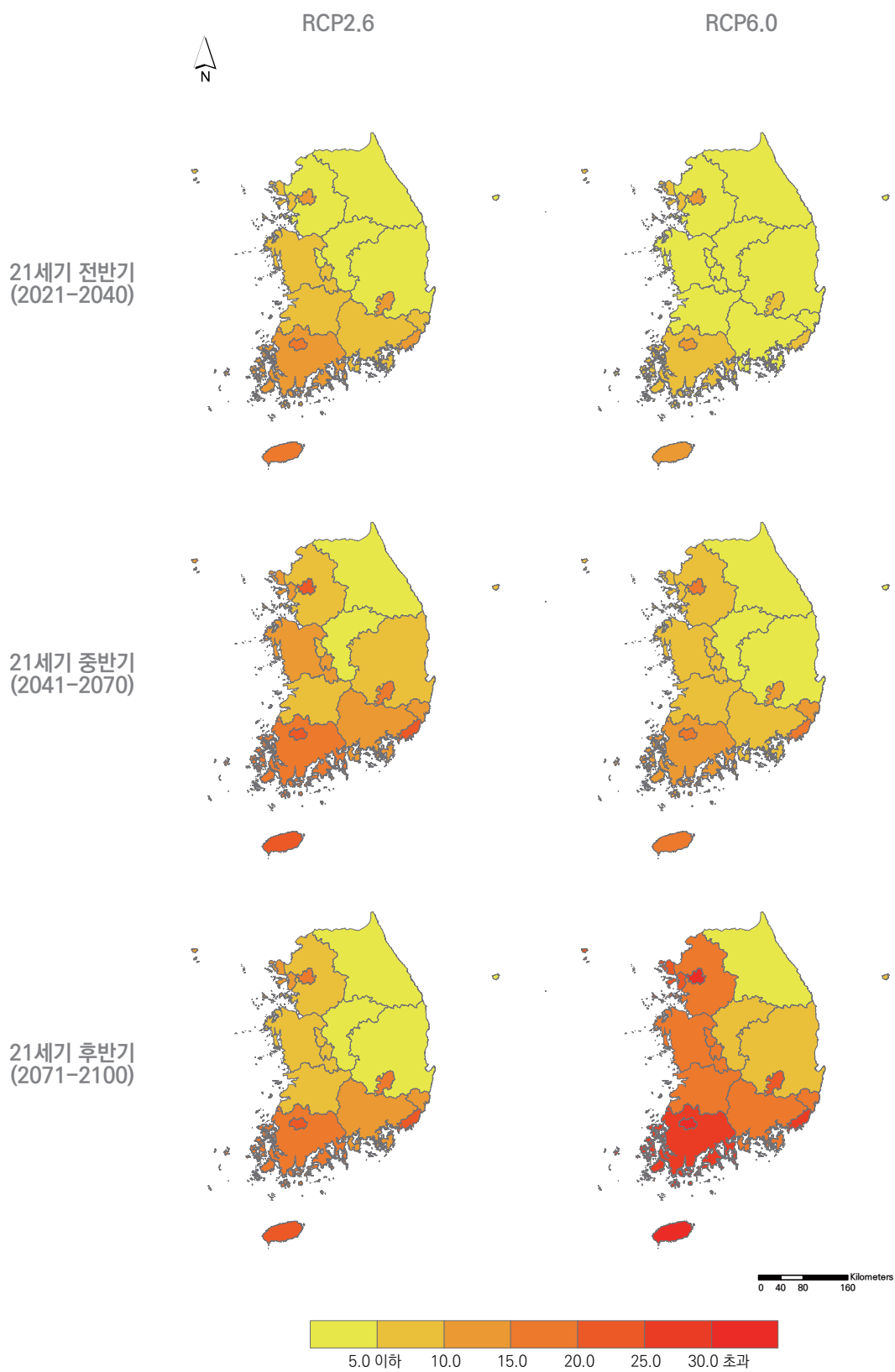


그림 5.4 남한 광역시도별 열대야일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

5) 여름일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 여름일수는 광주광역시(연간 130.7일)에서 가장 많고, 강원도(연간 74.5일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 여름일수는 광주광역시(연간 146.7일)에서 가장 많고 강원도(연간 89.4일)에서 가장 적을 것으로 전망됨(그림 5.5).
 - 여름일수가 가장 크게 증가하는 지역은 부산광역시(+3.28일/10년)이며, 가장 적게 증가하는 지역은 서울특별시와 세종특별자치시(+1.71일/10년)로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 여름일수가 가장 많은 지역은 광주광역시(연간 158.7일)이며, 가장 적은 지역은 강원도(연간 104.0일)로 전망됨.
 - 여름일수는 부산광역시(+4.98일/10년)에서 증가폭이 가장 크고, 세종특별자치시와 대전광역시(+3.21일/10년)에서 증가폭이 가장 작을 것으로 전망됨.

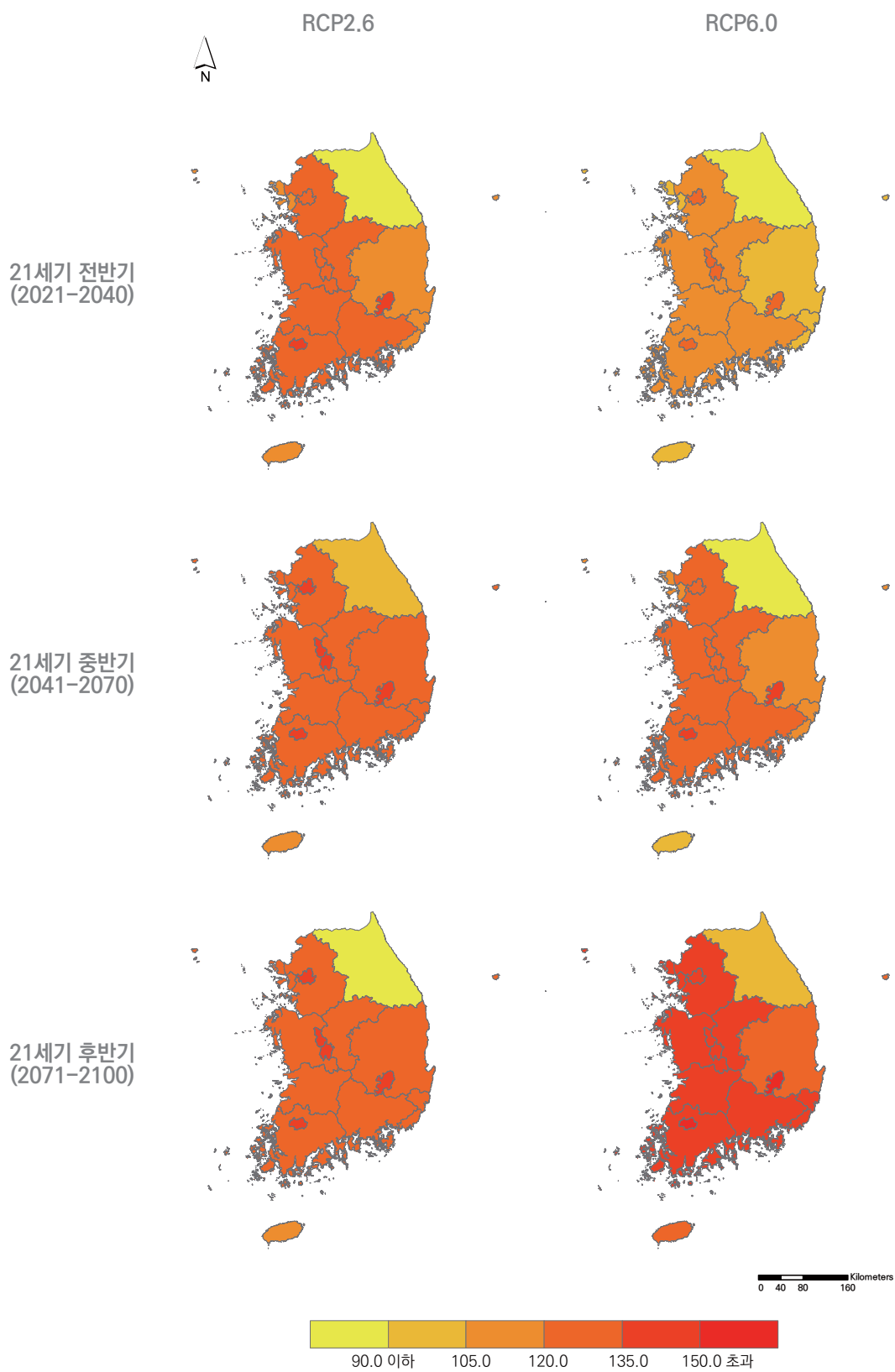


그림 5.5 남한 광역시도별 여름일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

6) 한파일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 한파일수가 가장 많은 지역은 강원도(연간 31.8일)이며, 부산광역시(연간 0.1일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 한파일수는 강원도(연간 18.7일)에서 가장 많고, 부산광역시와 제주특별자치도에서는 발생하지 않을 것으로 전망됨(그림 5.6).
 - 한파일수는 강원도(-1.64일/10년)에서 가장 크게 감소하며, 부산광역시는 21세기 전반기부터 한파가 발생하지 않을 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오 또한 21세기 후반기(2071-2100년)에 강원도(연간 15.4일)에서 한파일수가 가장 많을 것으로 전망함. 부산광역시와 제주특별자치도에서는 21세기 후반기(2071-2100년)에 한파가 발생하지 않을 것으로 전망됨.
 - 한파일수 감소경향은 강원도(-2.05일/10년)에서 가장 크고, 부산광역시(-0.01일/10년)에서 가장 작을 것으로 전망됨.

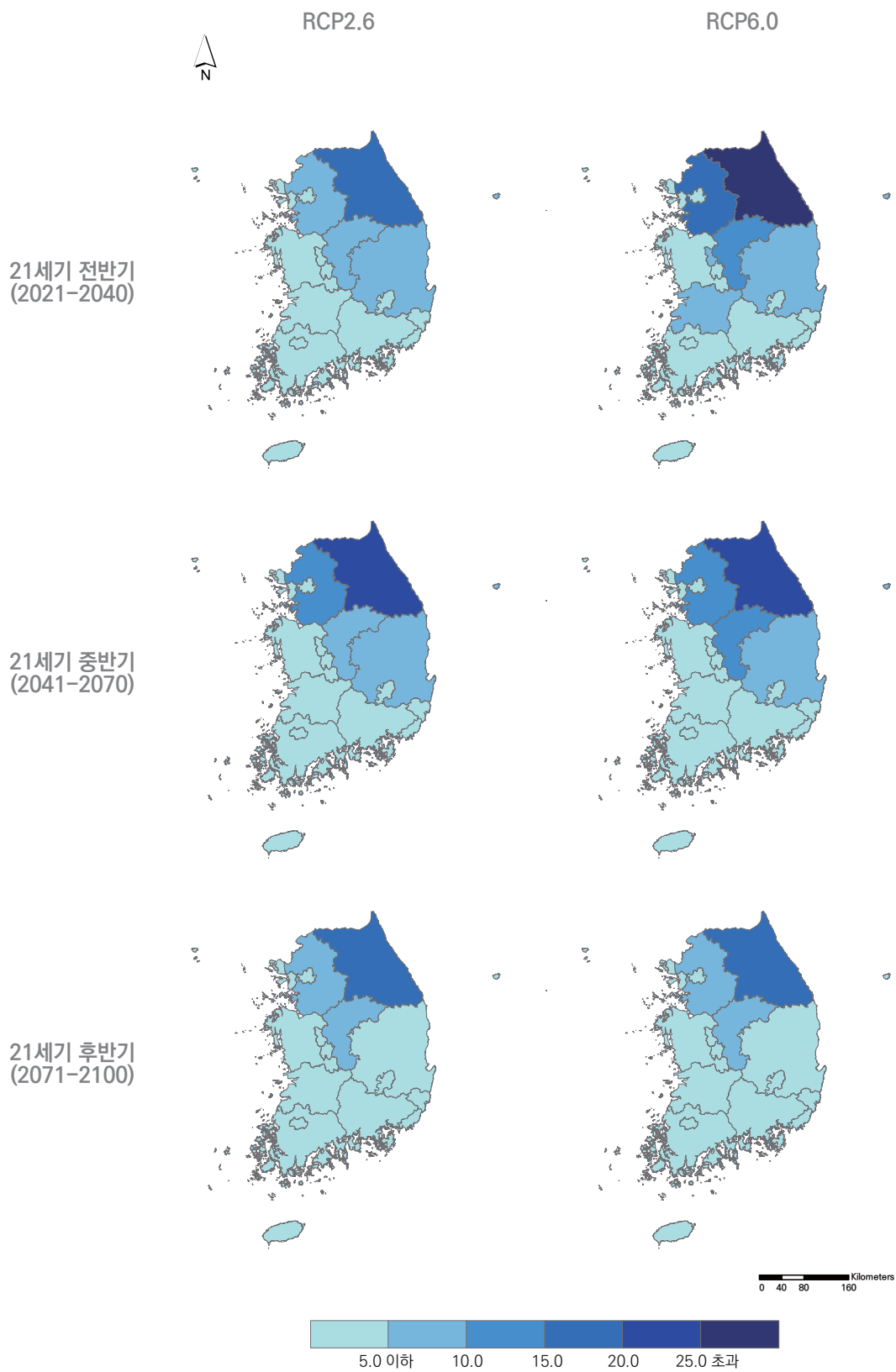


그림 5.6 남한 광역시도별 한파일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

7) 결빙일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 결빙일수는 강원도(연간 36.4일)에서 가장 많고, 부산광역시(연간 1.4일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 결빙일수는 강원도(연간 21.5일)에서 가장 많고, 부산광역시(연간 0.4일)에서 가장 적을 것으로 전망됨(그림 5.7).
 - 결빙일수가 가장 크게 감소하는 지역은 강원도(-1.86일/10년)로, 가장 작게 감소하는 지역은 부산광역시(-0.13일/10년)로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오 또한 21세기 후반기(2071-2100년)에 결빙일수는 강원도(연간 18.5일)에서 가장 많고, 부산광역시(연간 0.2일)에서 가장 적을 것으로 전망됨.
 - 결빙일수는 강원도(-2.24일/10년)에서 가장 큰 폭으로 감소하고, 부산광역시(-0.15일/10년)에서 감소폭이 가장 작을 것으로 전망됨.

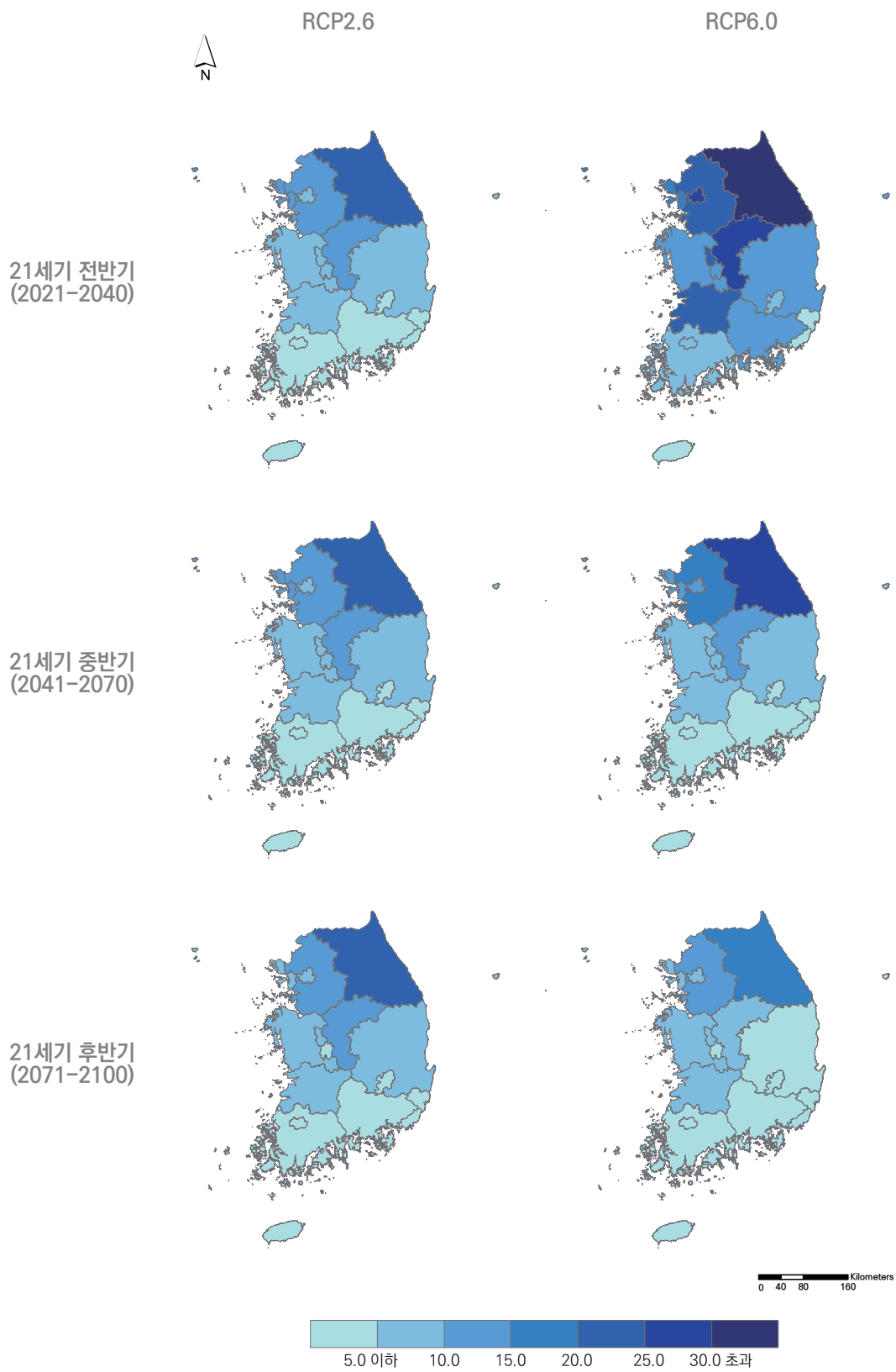


그림 5.7 남한 광역시도별 결빙일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

8) 서리일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 서리일수는 강원도(연간 144.0일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 35.0일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 서리일수는 강원도(연간 129.7일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 21.6일)에서 가장 적게 발생할 것으로 전망됨(그림 5.8).
 - 서리일수가 가장 크게 감소하는 지역은 전라남도(-2.30일/10년)이고, 가장 적게 감소하는 지역은 서울특별시(-1.30/10년)임.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에도 서리일수는 강원도(연간 117.8일)에서 가장 많고, 제주특별자치도(연간 16.9일)에서 가장 적을 것으로 전망됨.
 - 서리일수는 전라남도(-3.46일/10년)에서 가장 큰 폭으로 감소하고, 서울특별시(-2.06일/10년)에서 감소폭이 가장 작을 것으로 전망됨.

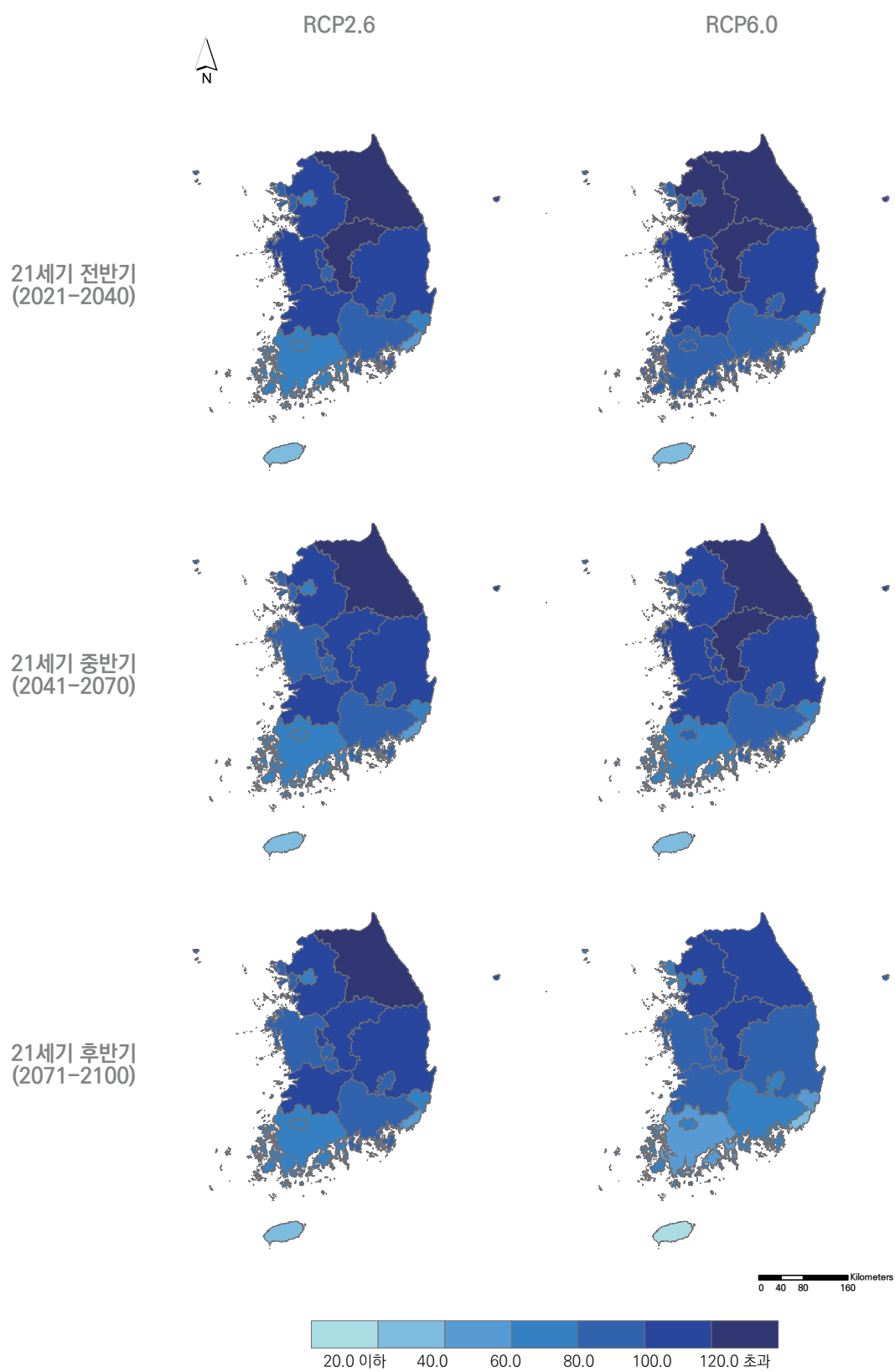


그림 5.8 남한 광역시도별 서리일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

9) 식물성장가능기간

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 식물성장가능기간이 가장 긴 지역은 제주특별자치도(연간 322.9일)이며, 가장 짧은 지역은 강원도(연간 230.1일)임.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 식물성장가능기간은 제주특별자치도(연간 337.8일)에서 가장 길고, 강원도(연간 241.8일)에서 가장 짧을 것으로 전망됨 (그림 5.9).
 - 식물성장가능기간은 인천광역시(+2.48일/10년)에서 가장 크게 증가하며, 경기도(+1.20일/10년)에서 가장 적게 증가할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 식물성장가능기간은 제주특별자치도(연간 343.4일)에서 가장 길고, 강원도(연간 251.5일)에서 가장 짧을 것으로 전망됨.
 - 식물성장가능기간이 가장 크게 증가하는 지역은 울산광역시(+3.40일/10년)이며, 가장 적게 증가하는 지역은 세종특별자치시(+1.99일/10년)로 나타남.

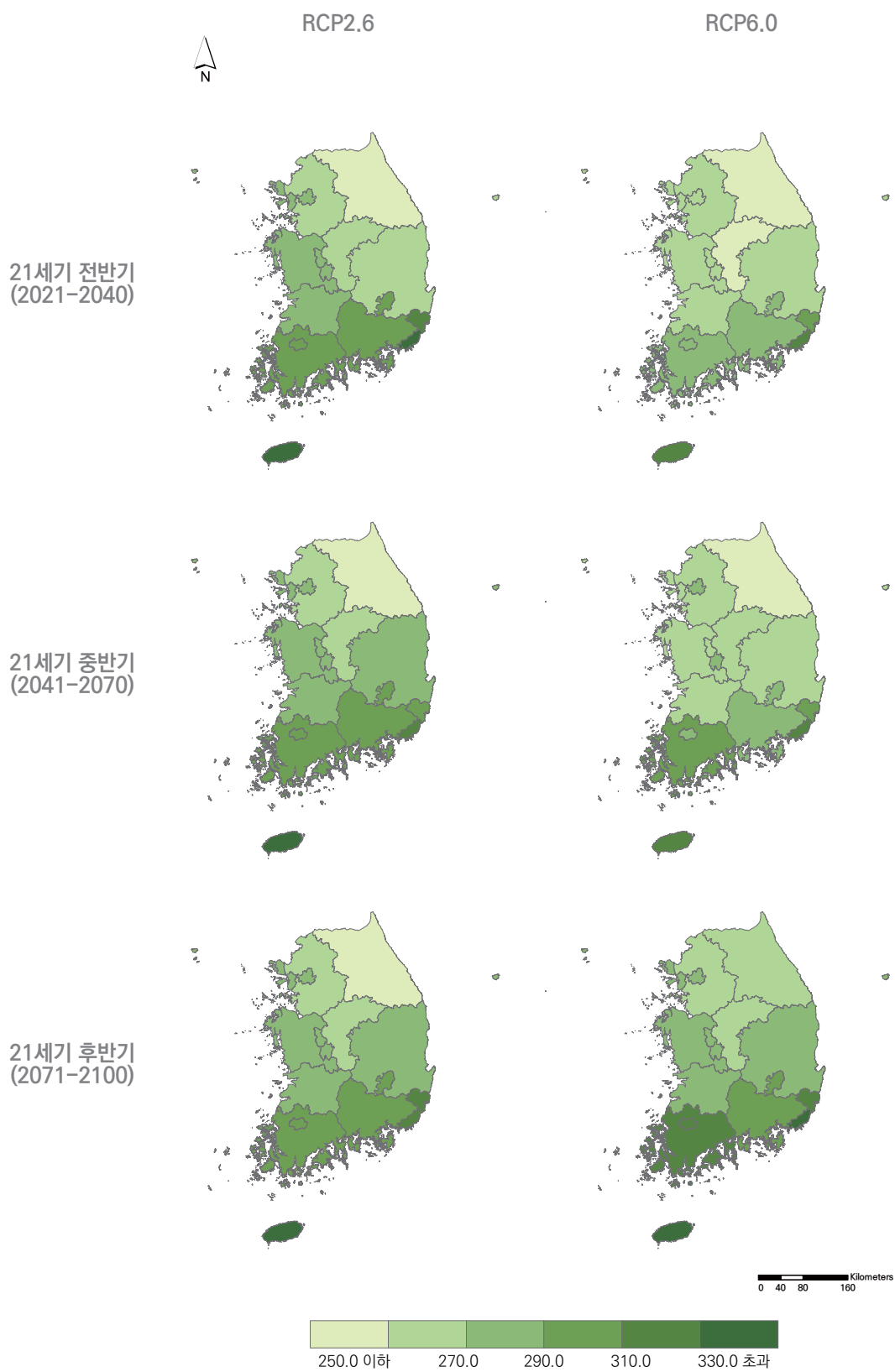


그림 5.9 남한 광역시도별 식물성장가능기간 전망(일)(RCP2.6/6.0)

10) 최대무강수지속기간

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 최대무강수지속기간이 가장 긴 지역은 대구광역시(42.6일)이고, 가장 짧은 지역은 제주특별자치도(22.1일)임.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에도 최대무강수지속기간은 대구광역시(40.8일)에서 가장 길고, 제주특별자치도(24.3일)에서 가장 짧을 것으로 전망됨(그림 5.10).
 - 최대무강수지속기간은 전라남도와 전라북도(+0.80일/10년)에서 가장 크게 증가하고, 서울특별시(-0.74일/10년)에서 가장 크게 감소할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 최대무강수지속기간은 인천광역시(38.4일)에서 가장 길고, 제주특별자치도(20.1일)에서 가장 짧을 것으로 전망됨.
 - 최대무강수지속기간은 강원도(+0.79일/10년)에서 증가폭이 가장 크고, 대구광역시(-1.00일/10년)에서 감소폭이 가장 클 것으로 전망됨.

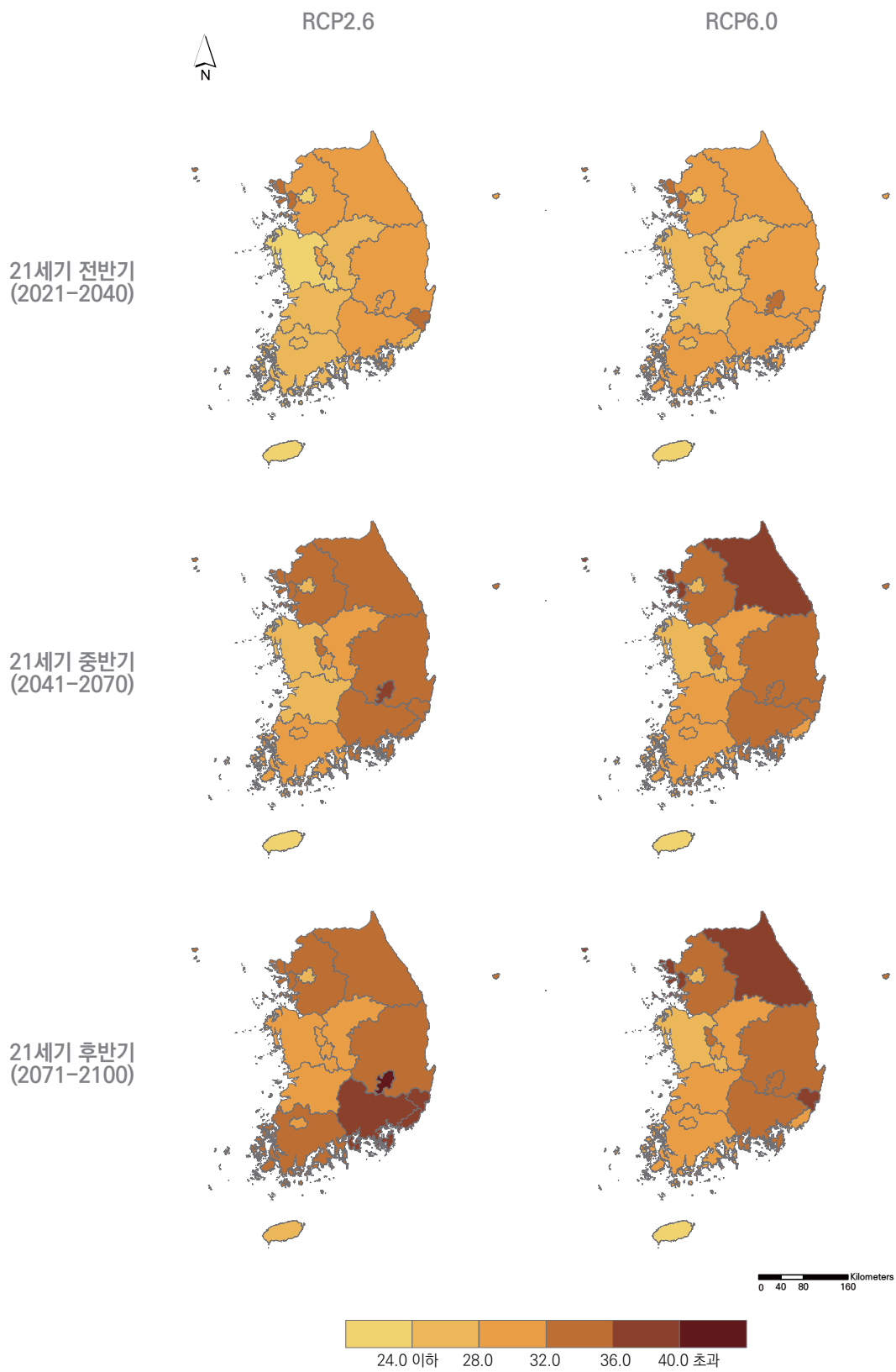


그림 5.10 남한 광역시도별 최대무강수지속기간 전망(일)(RCP2.6/6.0)

11) 호우일수

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 호우일수는 서울특별시와 경상남도(연간 3.2일)에서 가장 많고, 세종특별자치시(연간 1.5일)에서 가장 적음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 호우일수는 전라남도(연간 6.2일)에서 가장 많고, 세종특별자치시(연간 1.5일)에서 가장 적을 것으로 전망됨(그림 5.11).
 - 호우일수가 가장 크게 증가하는 지역은 전라남도(+0.48일/10년)이며, 서울특별시(-0.08일/10년)에서 가장 크게 감소할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 호우일수가 가장 많은 지역은 제주특별자치도(연간 8.6일)이며, 가장 적은 지역은 세종특별자치시(연간 1.6일)로 전망됨.
 - 제주특별자치도(+0.88일/10년)에서 호우일수가 가장 크게 증가하고, 서울특별시(-0.13일/10년)에서 가장 크게 감소할 것으로 전망됨.

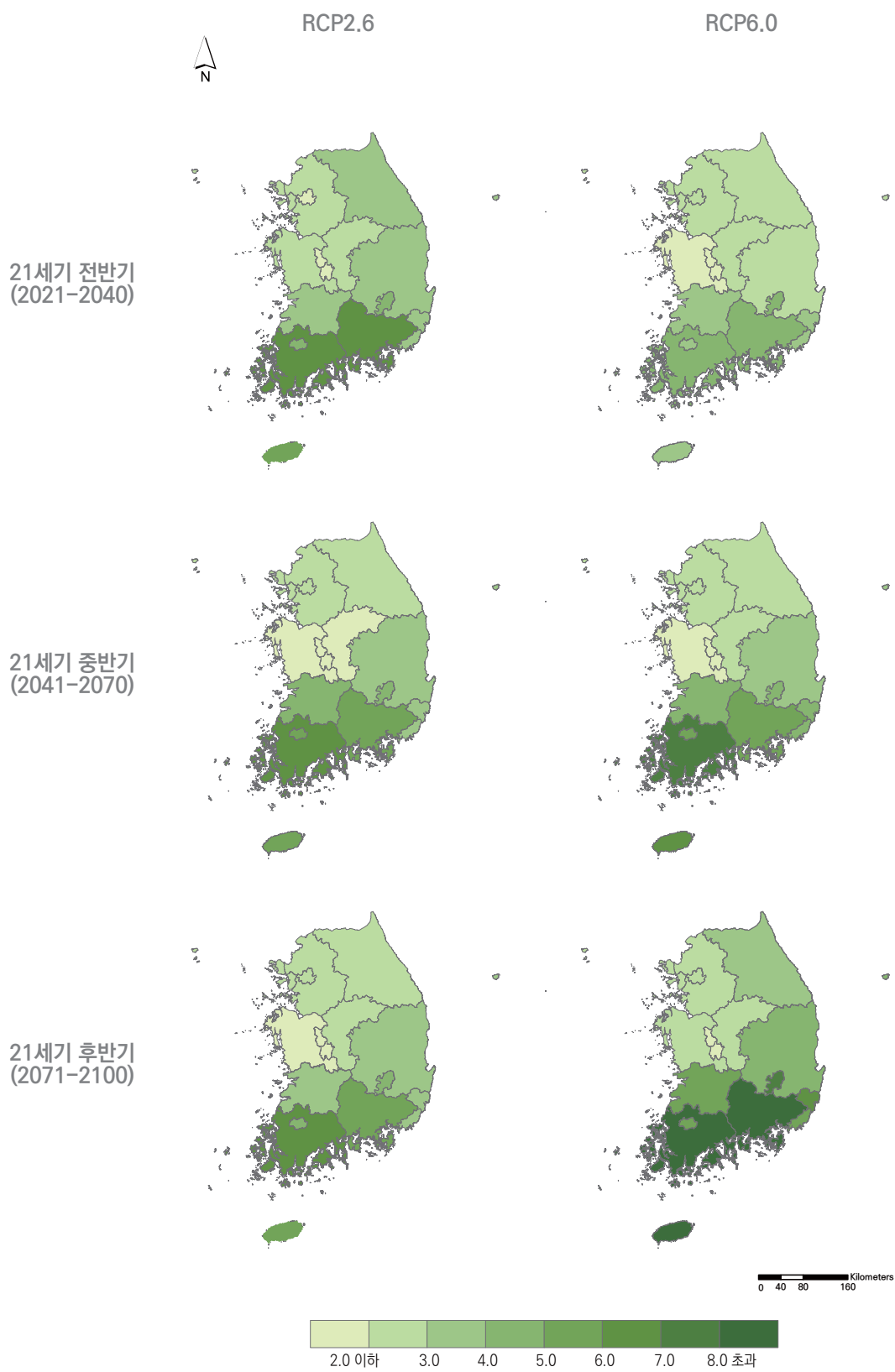


그림 5.11 남한 광역시도별 호우일수 전망(일)(RCP2.6/6.0)

12) 5일최다강수량

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 5일최다강수량이 가장 많은 지역은 제주특별자치도(288.8mm)이며, 가장 적은 지역은 충청남도(205.2mm)임.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 5일최다강수량은 전라남도(318.1mm)에서 가장 많고, 세종특별자치시(184.2mm)에서 가장 적을 것으로 전망됨(그림 5.12).
 - 5일최다강수량이 가장 크게 증가하는 지역은 전라남도(+13.36mm/10년)이며, 세종특별자치시(-3.23mm/10년)에서는 감소경향이 가장 크게 나타남.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 5일최다강수량이 가장 많은 지역은 제주특별자치도(394.7mm), 가장 적은 지역은 세종특별자치시(198.0mm)로 전망됨.
 - 5일최다강수량은 전라남도(+20.98mm/10년)에서 가장 크게 증가하고, 경기도(-1.55mm/10년)에서 가장 크게 감소할 것으로 전망됨.



그림 5.12 남한 광역시도별 5일최다강수량 전망(mm)(RCP2.6/6.0)

13) 강수강도

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 강수강도는 부산광역시(19.6mm/일)에서 가장 강하고, 대전광역시(14.9mm/일)에서 가장 약함.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 강수강도는 경상남도(19.7mm/일)에서 가장 강하고, 세종특별자치시(15.3mm/일)에서 가장 약할 것으로 전망됨(그림 5.13).
 - 강수강도는 대구광역시(+0.19mm/일·10년)에서 가장 큰 폭으로 증가하고, 부산광역시(-0.11mm/일·10년)에서 가장 크게 감소할 것으로 전망됨.
- RCP6.0 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 강수강도가 가장 강한 지역은 경상남도(22.2mm/일)이며, 가장 약한 지역은 세종특별자치시(15.6mm/일)로 전망됨.
 - 강수강도의 증가폭은 울산광역시(+0.49mm/일·10년)에서 가장 크고, 인천광역시(-0.13mm/일·10년)에서는 감소폭이 가장 클 것으로 전망됨.

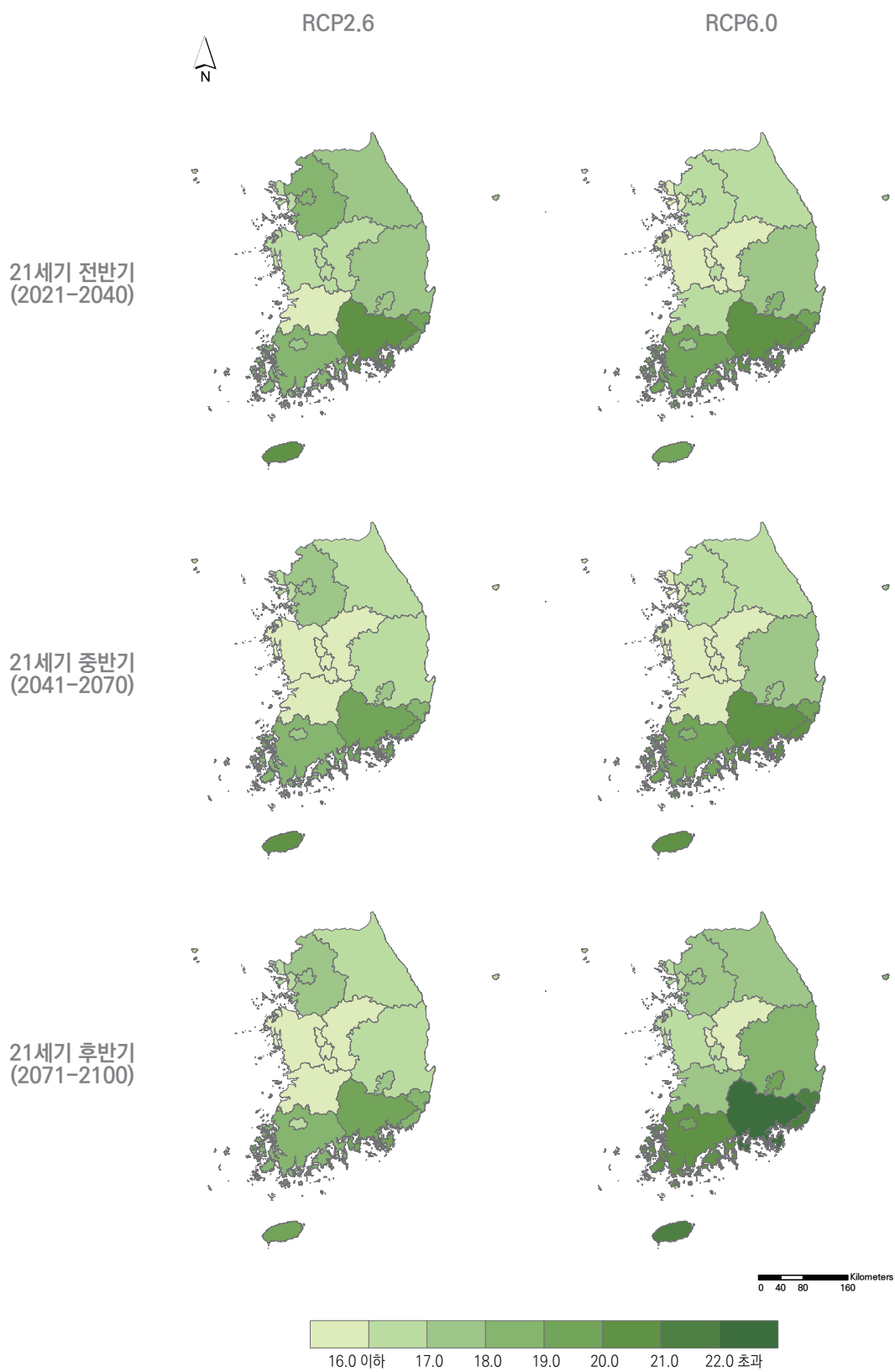


그림 5.13 남한 광역시도별 강수량도 전망(mm/일)(RCP2.6/6.0)

14) 연평균일교차

- 현재 기후값(2001-2010년)에서 연평균일교차는 충청북도(11.8°C)에서 가장 크고, 제주특별자치도(7.1°C)에서 가장 작음.
- RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기(2071-2100년)에 연평균일교차는 충청북도(11.9°C)에서 가장 크고, 제주특별자치도(7.2°C)에서 가장 작을 것으로 전망됨(그림 5.14).
 - 연평균일교차가 가장 크게 증가하는 지역은 대구광역시(+0.04°C/10년)였으며, 증가폭이 작은 지역은 +0.01°C/10년의 증가경향을 가지는 서울특별시, 대전광역시, 강원도, 충청북도, 전라북도, 경상북도, 제주특별자치도로 지역별로 큰 차이를 보이지 않음.
- RCP6.0 시나리오에서도 21세기 후반기(2071-2100년)에 연평균일교차는 충청북도(11.9°C)에서 가장 크고, 제주특별자치도(7.0°C)에서 가장 작을 것으로 전망됨.
 - 연평균일교차는 경기도(+0.02°C/10년)에서 가장 크게 증가하였으며, 제주특별자치도(-0.01°C/10년)는 감소할 것으로 전망됨.

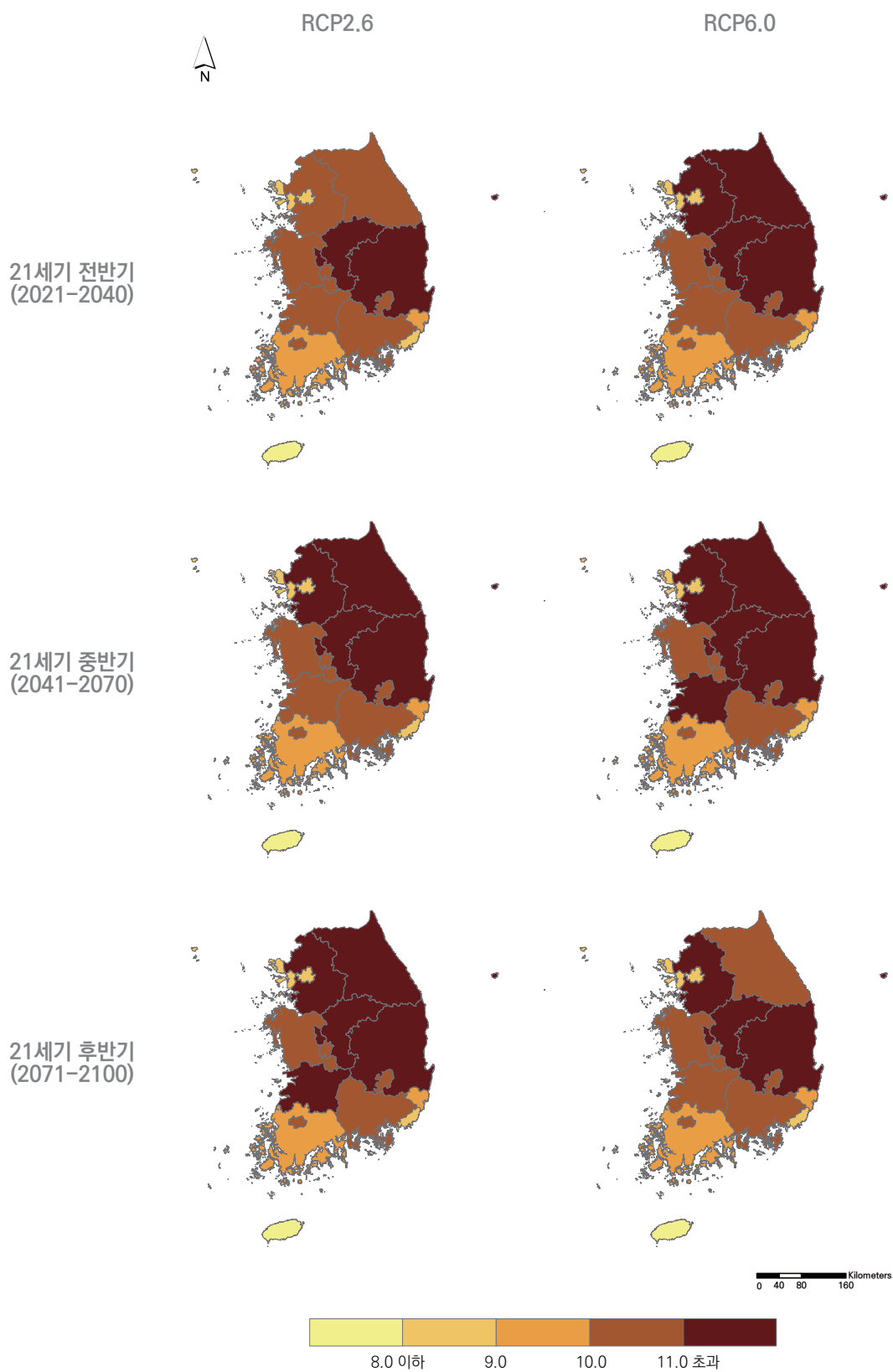


그림 5.14 남한 광역시도별 연평균 일교차 전망(°C)(RCP2.6/6.0)

제6장 요약 및 시나리오별 미래 전망 비교

1. 관측 기후변화 특성

- 한반도의 연평균기온(72개 관측소기준)은 지난 30년간(1981-2010년) 1.2°C(+0.41°C/10년) 상승했으며, 계절별로는 가을과 겨울에 기온의 상승경향이 뚜렷하게 나타남.
 - 북한의 연평균기온 상승경향은 +0.45°C/10년으로 남한의 상승경향(+0.36°C/10년)의 1.3배 수준임.
- 한반도의 연강수량은 지난 30년간 77.6mm 증가하였지만 이는 연강수량의 7% 수준으로 미미하며, 강수량의 연변동폭이 크게 나타나 통계적으로 유의한 변화경향을 보이지 않음.
 - 강수량이 많은 남한의 연강수량은 증가하였지만, 상대적으로 강수량이 적은 북한의 연강수량은 감소하여 상반된 변화를 보임.

2. 미래 기후변화 전망

1) 기온

- 한반도의 미래 기후변화를 전망해 보면, 지난 30년간(1981-2010년)의 관측자료에서 나타나는 온난화 경향이 지속될 것으로 예상됨.
 - 온실가스 감축에 성공한 RCP2.6 시나리오는 2100년까지 +0.20°C/10년의 연평균기온 상승률을 보여 과거 30년의 한반도 기온 상승경향에 비해 절반 수준으로 줄어든 온난화를 전망함.
 - 반면, 온실가스 저감 정책이 일부 실현되는 RCP6.0 시나리오에서는 +0.33°C/10년의 연평균기온 상승률을 전망하여 과거 30년보다 다소 줄어든 수준의 한반도 온난화를 전망함.
 - RCP2.6과 RCP6.0 시나리오 따른 한반도 연평균기온은 동일한 기간(2071-2100년)의 전지구 기온 상승폭에 비해 각각 1.4배, 1.1배, 동아시아 지역의 기온 상승폭에 비해 각각 1.5배, 1.2배로 다른 지역에 비해 더 크게 상승할 것으로 전망됨.
- RCP2.6 시나리오에서는 한반도 연평균기온이 현재 대비 21세기 전반기(2021-2040년)에 +1.5°C, 중반기(2041-2070년)와 후반기(2071-2100년)에 +1.8°C 상승할 것으로 전망되어, 21세기 중반기 이후 온실가스 농도가 안정됨에 따라 기온이 더 이상 상승하지 않고 유지되는 특성을 보임.
- RCP6.0 시나리오는 한반도의 연평균기온이 현재 대비 21세기 전반기에 +0.8°C, 중반기에 +1.6°C, 후반기에 +3.0°C 상승할 것으로 전망함. 온난화가 점차 가속화되어 21세기 후반기에 가장 큰 기온 상승폭을 보임.
- 21세기 연평균기온의 상승경향은 남한보다 북한에서 상대적으로 크게 나타나며, 이러한 경향성은 과거 30년간의 기온 상승경향과 잘 부합됨.
 - 한반도 북부의 온난화는 지구온난화에 따른 북동아시아 대륙 전반의 기온 상승경향과 밀접한 관계가 있음. 또한 해수온도의 상승과 동해상 난류의 북상에 의해 동해 연안지역의 기온이 상대적으로 높게 나타남.

〈시나리오(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)별 비교〉

- 전지구 연평균기온은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +1.3℃, RCP4.5에서 +2.4℃, RCP6.0에서 +2.7℃, RCP8.5에서 +4.0℃ 상승할 것으로 전망됨. 온실가스 감축 정도에 따라 +1.3~4.0℃ 범위의 기온 상승폭이 나타남(그림 6.1).
- 동아시아 연평균기온은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +1.2℃, RCP4.5에서 +2.4℃, RCP6.0에서 +2.5℃, RCP8.5에서 +3.8℃ 상승할 것으로 전망됨.

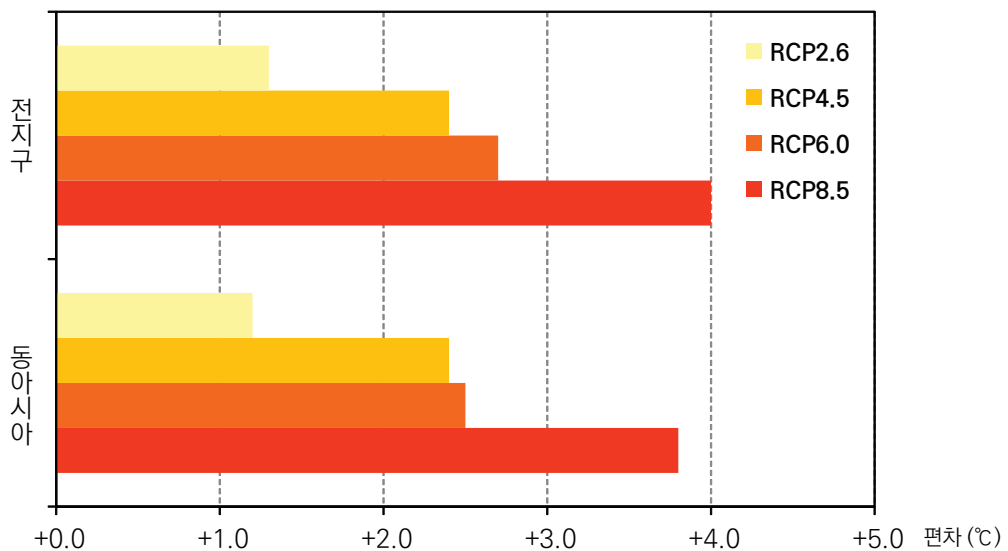


그림 6.1 시나리오별 21세기 후반기의 전지구 및 동아시아 연평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망

- 한반도 연평균기온은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +1.8℃, RCP4.5에서 +2.9℃, RCP6.0에서 +3.0℃, RCP8.5에서 +4.7℃ 상승할 것으로 전망됨. 온실가스 감축 정도에 따라 +1.8~4.7℃ 범위의 기온 상승폭을 보임(그림 6.2).
 - 21세기 전반기에는 RCP2.6에서 RCP4.5/6.0/8.5보다 더 큰 기온 상승폭을 보이지만 21세기 중반기 이후 온실가스 농도가 안정됨에 따라 후반기에는 4가지 RCP시나리오 중 가장 낮은 기온이 전망됨.
 - 21세기 후반기에 온실가스 감축에 성공한 RCP2.6 시나리오에서 한반도의 온난화 추세가 뚜렷하게 줄어들며, 이를 제외한 세 시나리오(RCP4.5/6.0/8.5)에서는 21세기 후반기까지 지속적으로 기온이 상승할 것으로 전망됨.

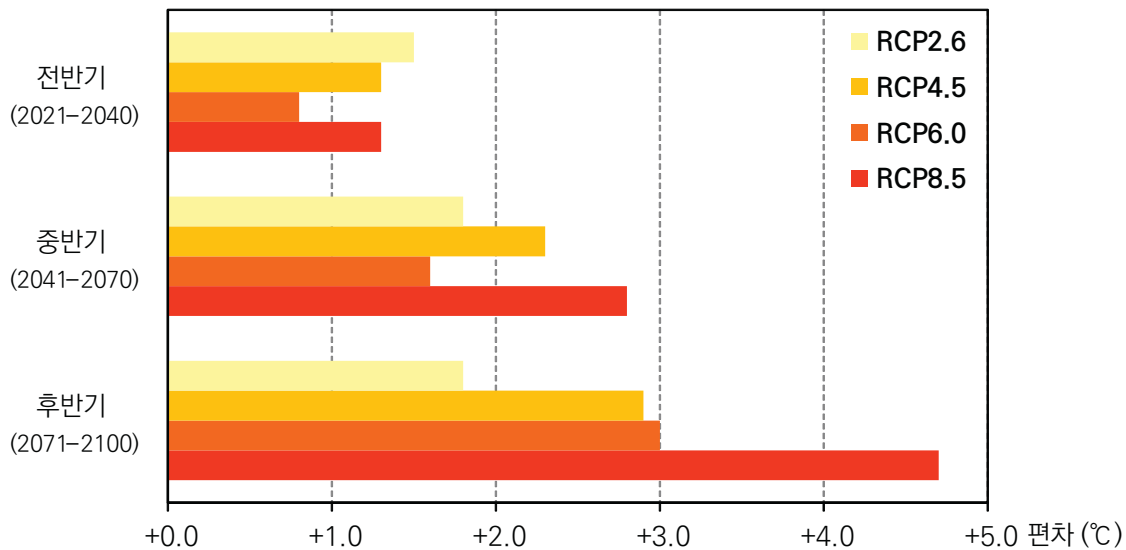


그림 6.2 시나리오별 21세기 전반기, 중반기, 후반기의 한반도의 연평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망

2) 강수량

- 한반도의 연강수량은 RCP2.6과 RCP6.0 시나리오 모두에서 21세기 전 기간에 걸쳐 현재보다 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서는 한반도 연강수량이 현재 대비 21세기 전반기에 +6.0%, 중반기에 +5.7%, 후반기에 +5.5% 증가할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오에서는 한반도 연강수량이 현재 대비 21세기 전반기에 +0.2%, 중반기에 +2.2%, 후반기에 +6.8% 증가할 것으로 전망됨.
- 21세기 후반기의 한반도 연강수량 증가율은 RCP2.6 시나리오에서 전지구 증가율의 2.3배, 동아시아의 9.2배가 될 것으로 전망됨. 또한 RCP6.0 시나리오에서도 전지구 증가율의 1.9배, 동아시아의 8.5배로 다른 지역에 비해 한반도에서 높은 강수량 증가율을 보일 것으로 전망됨.
- 21세기 연강수량의 증가경향은 남한이 북한보다 상대적으로 크지만, 지역적으로 많은 편차를 보일 것으로 전망됨.
 - 한반도 남해안은 21세기 전 기간에 걸쳐 강수량이 증가하지만, 한반도 중부 지역은 뚜렷한 감소경향을 보임.

〈시나리오(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)별 비교〉

- 전지구 연강수량은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +2.4%, RCP4.5에서 +4.0%, RCP6.0에서 +3.6%, RCP8.5에서 +4.5% 증가함(그림 6.3). 4가지 시나리오에서 모두 전지구 연강수량은 증가할 것으로 전망됨.
- 동아시아 연강수량은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +0.6%, RCP4.5에서 3.7%, RCP6.0에서 +0.8%, RCP8.5에서 +0.9% 증가할 것으로 전망됨.
- 한반도 연강수량은 현재 대비 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서 +5.8%, RCP4.5에서 +3.3%, RCP6.0에서 +6.8%, RCP8.5에서 +13.1% 증가할 것으로 전망됨(그림 6.4).
 - 강수량은 시나리오 간 변동성이 크게 나타남. 21세기 전반기에는 RCP2.6 시나리오에서만 현재 대비 강수량이 증가할 것으로 전망됨. 21세기 중반기와 후반기에는 모든 시나리오에서 현재 대비 강수량이 증가할 것으로 전망됨.

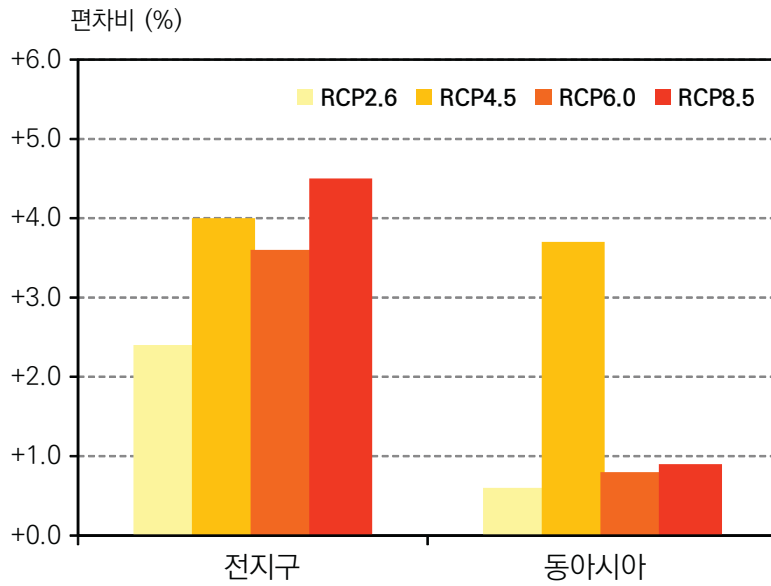


그림 6.3 시나리오별 21세기 후반기의 전지구 및 동아시아 연강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망

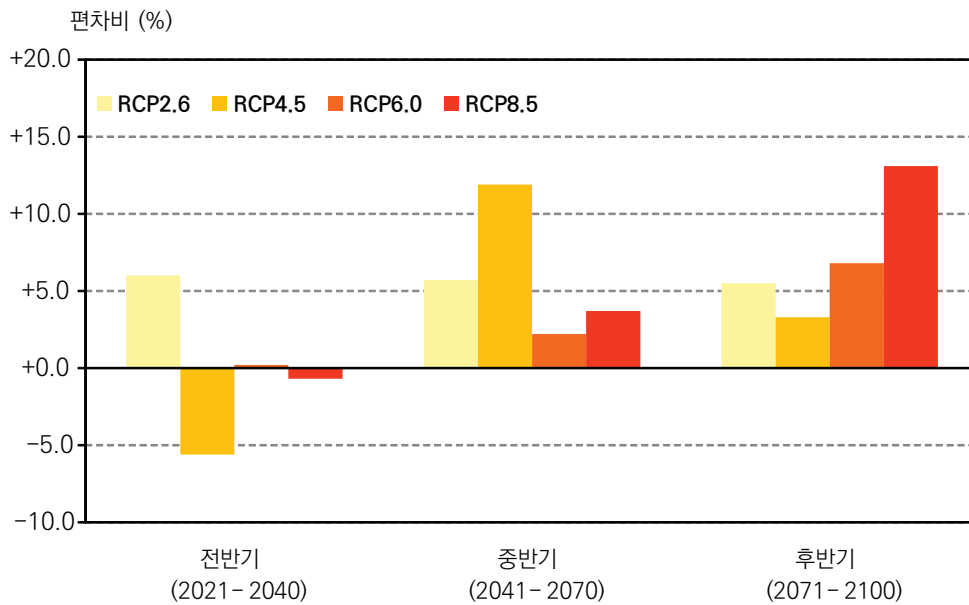


그림 6.4 시나리오별 21세기 전반기, 중반기, 후반기의 한반도의 연강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망

3) 극한기후지수

- 현재 기후에서 한반도 남해안에 국한되는 아열대 기후구는 21세기에 경계가 점차 북상할 것으로 전망됨.
 - RCP2.6 시나리오에서는 21세기 후반기(2071-2100년)에 아열대 지역이 경상북도 동해안과 황해남도 서해안까지 해안을 따라 북상할 것으로 전망됨.
 - RCP6.0 시나리오의 경우, 강원도 동해안 일부지역과 황해남도 서해안까지 아열대 기후구가 해안을 따라 북상하며, 내륙으로는 충청남도 일부지역까지 확장될 것으로 전망됨.
- 한반도의 온난화 전망에 따라 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가하고 한파일수, 서리일수, 결빙일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망됨.
- 한반도 폭염일수는 현재의 연간 7.3일에서 RCP2.6 시나리오의 경우, 21세기 전반기에 8.1일, 중반기에 10.2일, 후반기에 9.5일에 이를 것으로 전망됨. 중반기 이후 온실가스 농도가 안정되어 후반기에 소폭 감소하는 경향을 보임.
 - RCP6.0 시나리오에서는 +1.10일/10년의 추세로 폭염일수가 지속적으로 증가하여 21세기 후반기에 17.2일에 이를 것으로 전망됨.
 - 한반도 전 지역에서 폭염일수가 증가하지만, 기온이 상대적으로 높은 저지대에서 더 크게 증가할 것으로 전망됨.

- 한반도 열대야일수는 현재의 연간 2.8일에서 RCP2.6 시나리오의 경우에는 21세기 전반기에 4.4일, 중반기에 7.1일로 증가하였다가, 후반기에 6.2일로 소폭 감소하여 폭염일수와 유사한 경향을 보임.
 - RCP6.0 시나리오에서는 +1.17일/10년의 추세로 열대야일수가 지속적으로 증가하여 21세기 후반기에 13.3일에 이를 것으로 전망됨.
 - 한반도 전 지역에서 열대야일수가 증가하지만, 기온이 상대적으로 높은 저지대와 남해안 지역을 중심으로 큰 폭의 증가가 전망됨.
- 한반도의 한파일수는 현재 연간 16.9일이며 RCP2.6 시나리오에 따르면 21세기 후반기에 5.2일로 현재 대비 약 70% 감소하고, RCP6.0 시나리오에서는 -1.88일/10년 추세로 지속적으로 감소하여 21세기 후반기에는 한파가 발생하지 않을 것으로 전망됨.
- 한반도의 최대무강수지속기간은 현재의 36.0일에서 21세기 후반기에 RCP2.6 시나리오에서는 37.6일, RCP6.0 시나리오에서는 38.6일로 증가함.
 - 최대무강수지속기간의 증가폭은 북한이 남한보다 크게 나타남.
- 호우와 관련된 극한지수인 호우일수와 5일최다강수량은 21세기 후반기에 현재 대비 증가할 것으로 전망되며, 그 증가폭은 RCP6.0 시나리오에서 더 크게 나타남.
 - 연강수량 변화와 유사하게 남한이 북한보다 극한강수의 증가폭이 더 크게 나타남.
 - 한반도 남해안 지역의 극한강수 증가가 뚜렷하며, 한반도 중부 지역은 감소경향을 보여 지역적 편차가 크게 나타남.

표 6.1 한반도의 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망

	RCP 시나리오	현재기후값 (1981-2010년)	전반기 (2021-2040)	중반기 (2041-2070)	후반기 (2071-2100)
평균기온(°C)	2.6	11.0	12.5	12.8	12.8
	4.5		12.3	13.3	13.9
	6.0		11.8	12.6	14.0
	8.5		12.3	13.8	15.7
최고기온(°C)	2.6	16.6	18.0	18.4	18.4
	4.5		18.0	18.8	19.5
	6.0		17.5	18.2	19.7
	8.5		17.9	19.5	21.5
최저기온(°C)	2.6	6.2	7.7	8.0	8.0
	4.5		7.4	8.5	9.1
	6.0		7.0	7.7	9.2
	8.5		7.4	9.0	10.8
강수량(mm)	2.6	1,162.2	1,232.3	1,228.4	1,226.5
	4.5		1,096.9	1,300.2	1,201.0
	6.0		1,164.3	1,187.7	1,241.1
	8.5		1,153.5	1,205.7	1,314.7
폭염일수(일)	2.6	7.3	8.1	10.2	9.5
	4.5		11.3	11.4	16.0
	6.0		8.7	11.4	17.2
	8.5		9.6	17.7	28.5
열대야일수(일)	2.6	2.8	4.4	7.1	6.2
	4.5		5.4	8.9	13.0
	6.0		3.8	6.2	13.3
	8.5		4.3	14.2	31.7
여름일수(일)	2.6	96.4	112.8	120.4	118.2
	4.5		115.7	122.8	135.1
	6.0		107.5	115.8	135.1
	8.5		114.4	135.7	159.1
한파일수(일)	2.6	16.9	6.0	6.5	5.2
	4.5		8.9	3.1	0.7
	6.0		12.6	7.8	0.0
	8.5		10.5	1.9	0.0
결빙일수(일)	2.6	21.0	6.4	7.7	5.6
	4.5		9.7	3.3	0.0
	6.0		13.9	8.8	0.0
	8.5		11.1	1.9	0.0
서리일수(일)	2.6	109.6	99.9	97.2	97.7
	4.5		100.6	91.7	89.2
	6.0		102.4	98.3	86.9
	8.5		100.7	90.3	77.0
식물성장가능기간(일)	2.6	245.2	255.3	257.7	257.8
	4.5		252.1	254.4	250.6
	6.0		253.7	257.3	268.9
	8.5		247.1	260.0	257.2
최대무강수지속기간(일)	2.6	36.0	35.2	37.2	37.6
	4.5		34.4	35.8	36.5
	6.0		36.5	36.4	38.6
	8.5		36.4	38.2	36.5
호우일수(일)	2.6	2.0	2.1	2.1	2.1
	4.5		1.9	2.5	2.3
	6.0		2.0	2.2	2.4
	8.5		2.2	2.2	2.5
5일최다강수량(mm)	2.6	207.0	212.6	218.3	224.4
	4.5		200.5	244.5	227.2
	6.0		203.3	223.0	236.3
	8.5		216.4	216.2	241.3
강수강도(mm/일)	2.6	15.1	15.6	15.8	15.8
	4.5		15.0	16.4	15.8
	6.0		15.1	15.5	16.1
	8.5		15.4	15.8	16.5

제6장 요약 및 시나리오별 미래 전망 비교

표 6.2 남한의 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망

	RCP 시나리오	현재기후값 (1981-2010년)	전반기 (2021-2040)	중반기 (2041-2070)	후반기 (2071-2100)
평균기온(°C)	2.6	12.5	13.9	14.2	14.2
	4.5		13.7	14.6	15.1
	6.0		13.2	13.9	15.2
	8.5		13.6	15.0	16.9
최고기온(°C)	2.6	18.1	19.4	19.7	19.7
	4.5		19.5	20.2	20.8
	6.0		18.8	19.5	20.8
	8.5		19.2	20.6	22.6
최저기온(°C)	2.6	7.7	9.2	9.4	9.4
	4.5		8.8	9.9	10.3
	6.0		8.5	9.1	10.5
	8.5		8.8	10.2	12.0
강수량(mm)	2.6	1,307.7	1,416.8	1,397.1	1,393.9
	4.5		1,271.2	1,472.8	1,395.3
	6.0		1,346.0	1,327.7	1,456.9
	8.5		1,348.3	1,366.4	1,480.2
폭염일수(일)	2.6	10.1	11.2	13.4	12.7
	4.5		14.5	14.7	19.0
	6.0		11.1	15.5	20.8
	8.5		12.3	21.4	35.5
열대야일수(일)	2.6	3.8	7.0	11.4	9.9
	4.5		8.0	13.7	19.3
	6.0		5.5	9.8	19.7
	8.5		6.2	20.8	45.2
여름일수(일)	2.6	111.4	129.8	137.1	135.8
	4.5		130.3	140.1	150.7
	6.0		121.6	132.4	151.7
	8.5		128.8	152.2	177.6
한파일수(일)	2.6	6.2	0.0	0.4	0.0
	4.5		1.4	0.0	0.0
	6.0		4.0	1.6	0.0
	8.5		2.8	-0.5	0.0
결빙일수(일)	2.6	8.9	0.0	0.0	0.0
	4.5		0.0	0.0	0.0
	6.0		3.8	0.0	0.0
	8.5		0.6	0.0	0.0
서리일수(일)	2.6	99.7	86.7	85.2	85.3
	4.5		89.2	79.8	76.4
	6.0		91.9	87.5	75.1
	8.5		89.5	78.3	63.1
식물성장가능기간(일)	2.6	272.0	285.7	287.2	286.5
	4.5		275.3	275.1	261.6
	6.0		282.3	285.9	298.3
	8.5		265.3	280.4	264.0
최대무강수지속기간(일)	2.6	29.5	28.5	30.9	31.2
	4.5		27.7	29.4	29.7
	6.0		28.6	29.2	30.5
	8.5		30.4	30.3	29.5
호우일수(일)	2.6	2.3	2.5	2.5	2.5
	4.5		2.3	2.9	2.9
	6.0		2.3	2.5	2.9
	8.5		2.7	2.5	2.8
5일최다강수량(mm)	2.6	229.4	237.7	239.1	247.4
	4.5		227.4	266.7	263.9
	6.0		227.1	254.3	279.7
	8.5		255.0	237.2	266.2
강수강도(mm/일)	2.6	16.3	16.9	17.0	17.1
	4.5		16.6	18.0	17.3
	6.0		16.4	16.6	17.9
	8.5		17.0	17.0	17.7

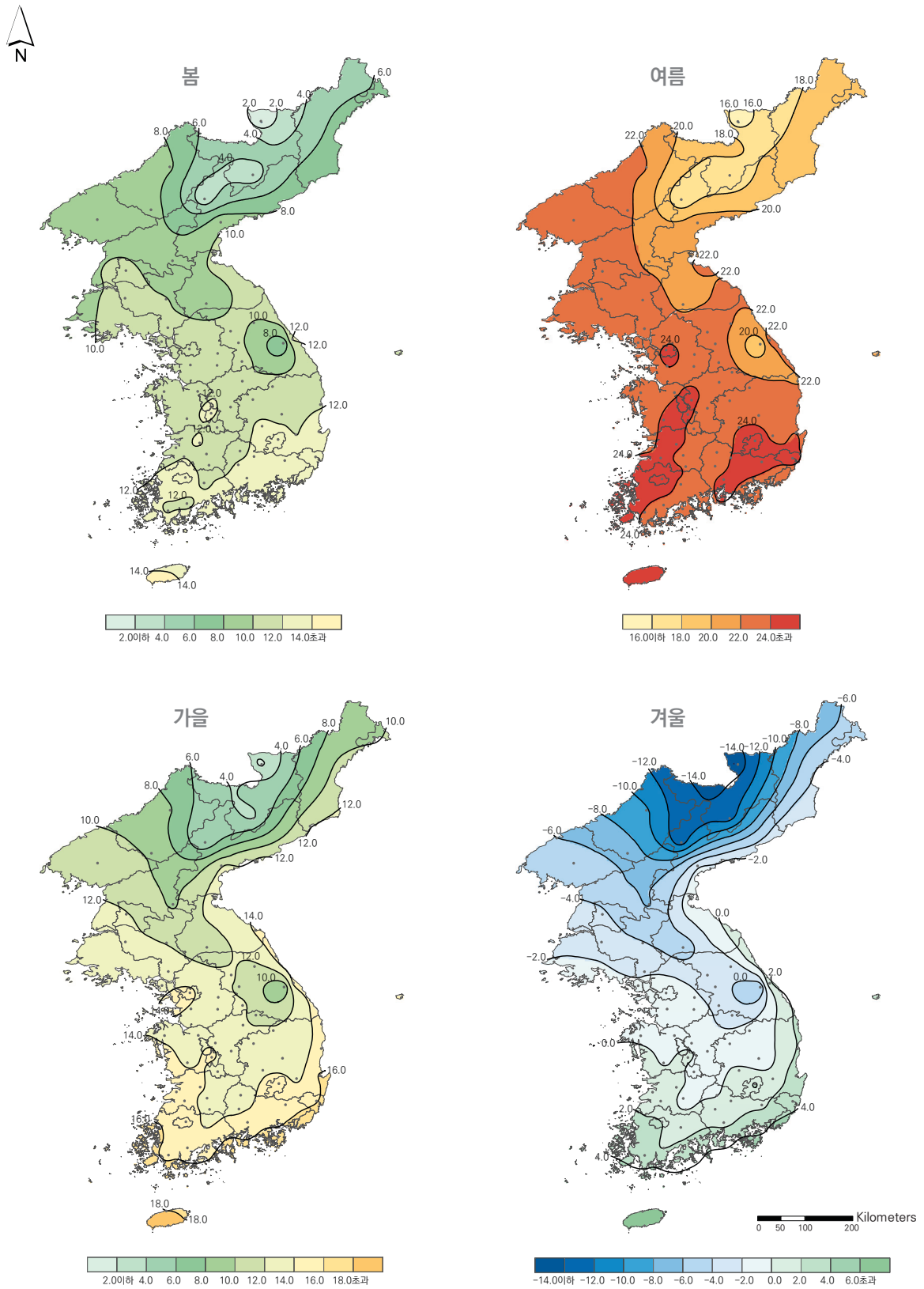
표 6.3 북한의 시나리오별(RCP2.6/4.5/6.0/8.5)의 미래전망

	RCP 시나리오	현재기후값 (1981-2010년)	전반기 (2021-2040)	중반기 (2041-2070)	후반기 (2071-2100)
평균기온(°C)	2.6	8.5	10.0	10.3	10.3
	4.5		10.0	10.9	11.7
	6.0		9.4	10.2	11.8
	8.5		9.8	11.5	13.4
최고기온(°C)	2.6	14.1	15.6	16.0	15.9
	4.5		15.6	16.4	17.3
	6.0		15.1	15.8	17.4
	8.5		15.6	17.2	19.2
최저기온(°C)	2.6	3.7	5.3	5.6	5.6
	4.5		5.0	6.2	6.8
	6.0		4.5	5.3	6.9
	8.5		4.9	6.7	8.6
강수량(mm)	2.6	919.7	959.2	967.7	966.7
	4.5		831.9	1,036.6	920.4
	6.0		893.5	949.5	943.6
	8.5		872.3	951.1	1,056.4
폭염일수(일)	2.6	2.8	3.4	5.3	4.6
	4.5		6.3	6.4	11.2
	6.0		4.6	5.9	12.1
	8.5		5.3	12.5	20.7
열대야일수(일)	2.6	0.6	1.0	2.4	1.9
	4.5		2.0	3.7	6.6
	6.0		1.1	2.1	6.8
	8.5		1.3	7.6	19.6
여름일수(일)	2.6	71.4	86.3	94.1	91.1
	4.5		91.0	95.9	109.7
	6.0		83.3	89.5	109.0
	8.5		89.9	109.6	131.4
한파일수(일)	2.6	34.8	20.4	20.7	18.9
	4.5		24.4	15.8	12.0
	6.0		28.9	22.2	10.3
	8.5		26.0	13.3	0.0
결빙일수(일)	2.6	40.9	25.1	26.3	24.2
	4.5		29.3	20.6	15.3
	6.0		32.2	26.7	13.8
	8.5		29.9	17.6	0.0
서리일수(일)	2.6	126.2	119.1	115.5	116.3
	4.5		118.2	109.9	108.1
	6.0		119.5	115.5	104.9
	8.5		118.4	108.8	97.0
식물성장가능기간(일)	2.6	200.6	207.9	211.0	211.6
	4.5		210.2	214.6	218.3
	6.0		207.6	211.2	222.1
	8.5		209.2	220.4	228.2
최대무강수지속기간(일)	2.6	46.7	46.0	47.7	48.2
	4.5		45.2	46.3	47.3
	6.0		48.2	47.7	50.5
	8.5		46.6	49.8	47.4
호우일수(일)	2.6	1.3	1.4	1.5	1.4
	4.5		1.2	1.7	1.5
	6.0		1.2	1.4	1.5
	8.5		1.3	1.5	1.7
5일최다강수량(mm)	2.6	169.7	173.2	182.2	186.7
	4.5		159.7	207.4	178.8
	6.0		165.0	178.9	182.7
	8.5		166.6	180.0	202.2
강수강도(mm/일)	2.6	13.1	13.5	13.7	13.7
	4.5		12.6	14.1	13.4
	6.0		12.9	13.5	13.6
	8.5		13.1	13.8	14.4

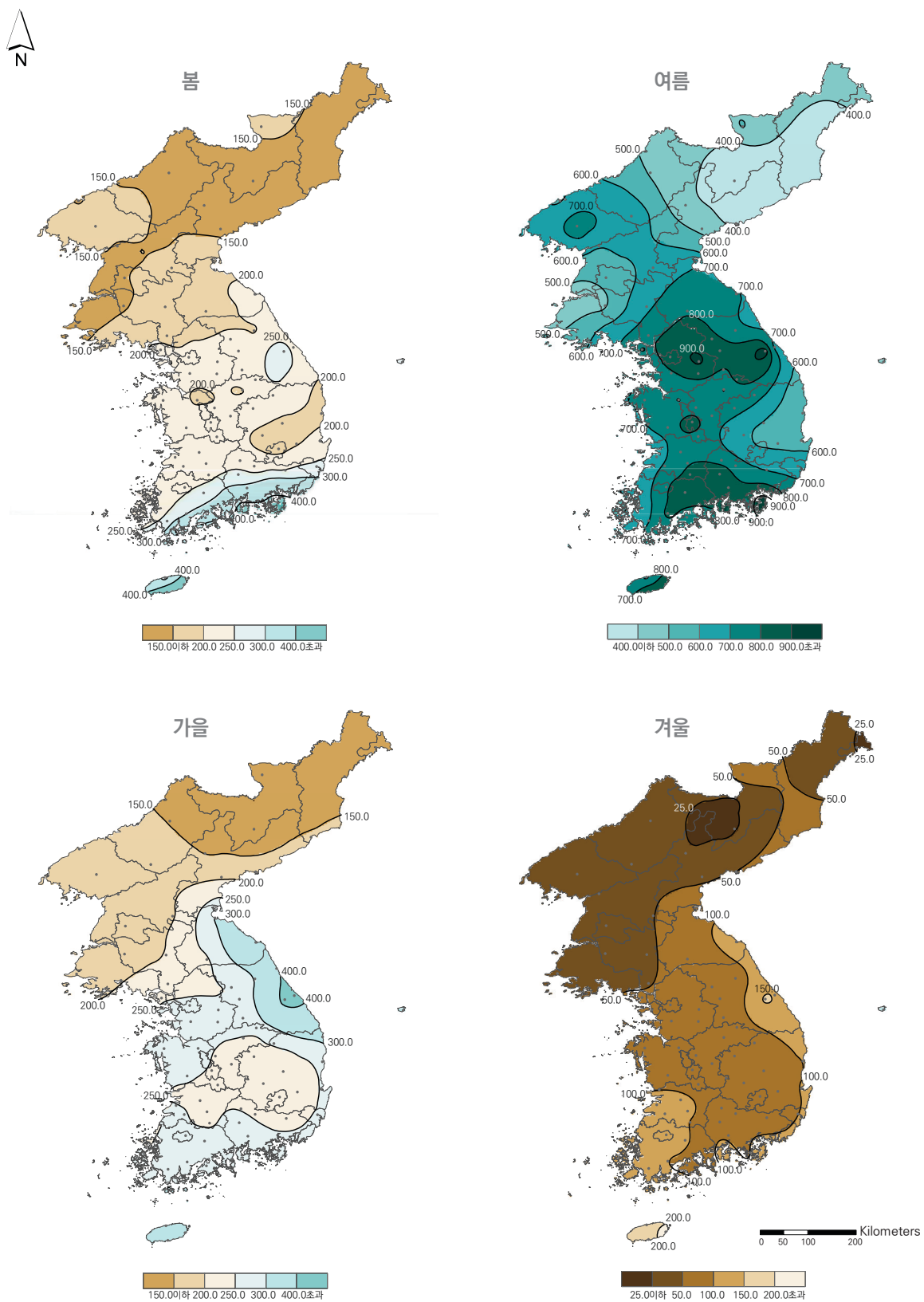
〈참고문헌〉

- 국립기상과학원, 2011, 전지구 기후변화 보고서 2011.
- 국립기상과학원, 2012, 전지구 기후변화 보고서 2012.
- 기상청, 2011a, 북한기상 30년보.
- 기상청, 2011b, 한국기후변화 백서.
- 기상청, 2012a, 한국기후도.
- 기상청, 2012b, 한반도 기후변화 전망보고서.
- 김맹기·한명수·장동호·백승균·이우섭·김연희·김성, 2012, 1km 해상도의 관측 격자자료 생산 기술, 기후연구, 7(1), 55-68.
- 환경부, 2015, 한국 기후변화 평가보고서 2014.
- Brian C. O'Neill, Michael Oppenheimer, Rachel Warren, Stephane Hallegatte, Robert E. Kopp, Hans O. Portner, Robert Scholes, Joern Birkmann, Wendy Foden, Rachel Licker, Katharine J. Mach, Phillippe Marbaix, Michael D. Mastrandrea, Jeff Price, Kiyoshi Takahashi, Jean-Pascal van Ypersele & Gary Yohe, 2017, IPCC reasons for concern regarding climate change risks, *Nature Climate Change*, 7, 28-37.
- IPCC, 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Mitchell, T. D., Carter, T. R., Jones, P. D., Hulme, M., and New, M., 2004, A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100), Tyndall centre for climate change research working paper, 55, 25.
- Reichler T. and J. Kim, 2008, How well do coupled models simulate today's climate?, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 89, 303-311.
- Richard H. Moss, Jae A. Edmonds, Kathy A. Hibbard, Martin R. Manning, Steven K. Rose, Detlef P. van Vuuren, Timothy R. Carter, Seita Emori, Mikiko Kainuma, Tom Kram, Gerald A. Meehl, John F. B. Thomson, John P. Weyant & Thomas J. Wilbanks, 2010, The next generation of scenarios for climate change research and assessment, *Nature*, 463, 747-756.
- Trewartha, G. T. and L. Horn, 1980, *An introduction to climate*, 5th(eds.), McGraw-Hill, New York.
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J. F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J., and Rose S. K., 2011, The representative concentration pathways: an overview, *Climatic change*, 109(1-2), 5.
- WMO, 2017, WMO Statement on the state of the global climate in 2016.

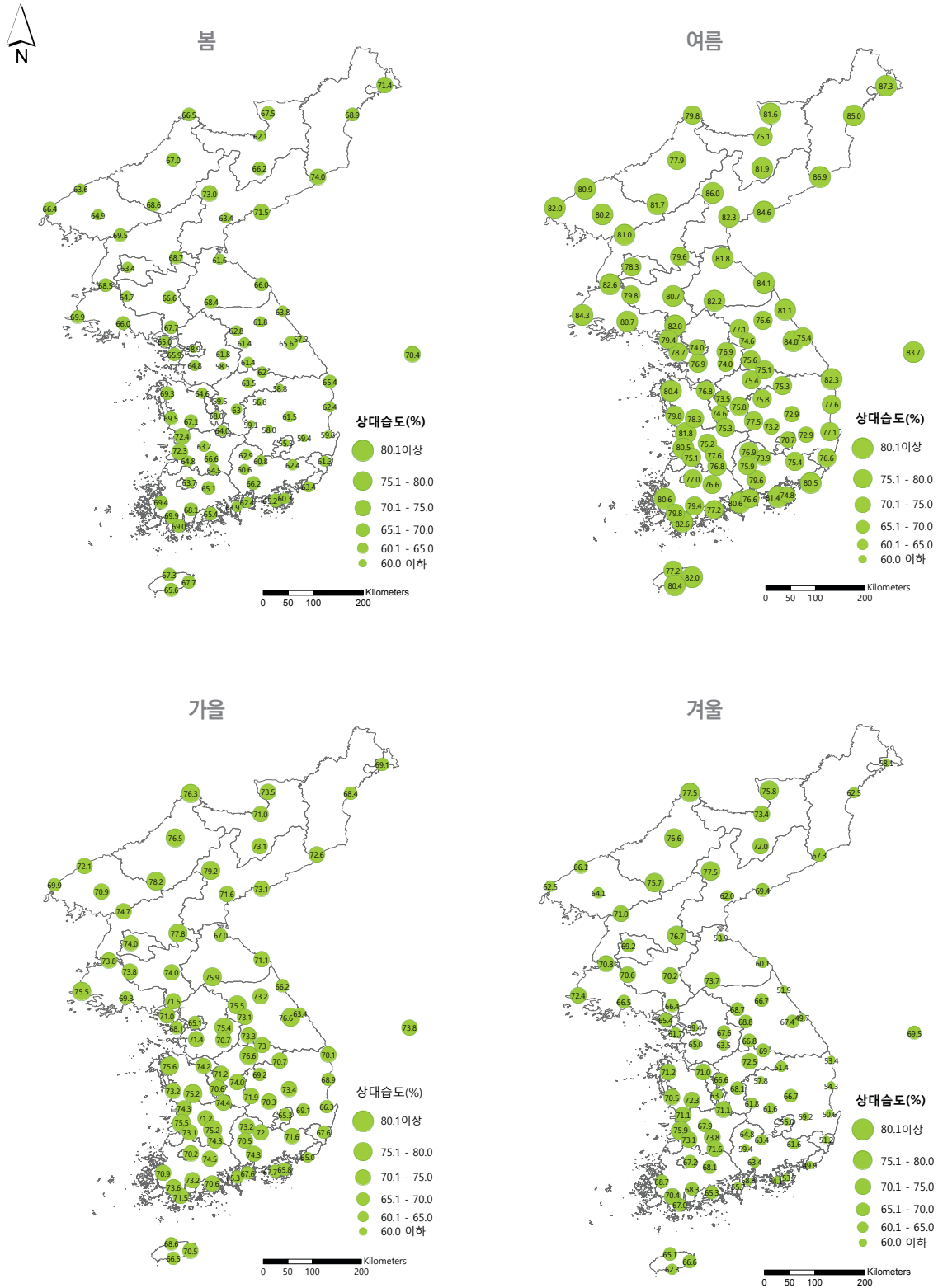
〈부록〉 한반도 기후(1981-2010년)의 계절별 분포



그림A.1 한반도의 계절별 평균기온(1981-2010년) 분포



그림A.2 한반도의 계절별 강수량(1981-2010년) 분포



그림A.3 한반도의 계절별 평균 상대습도(1981-2010년) 분포

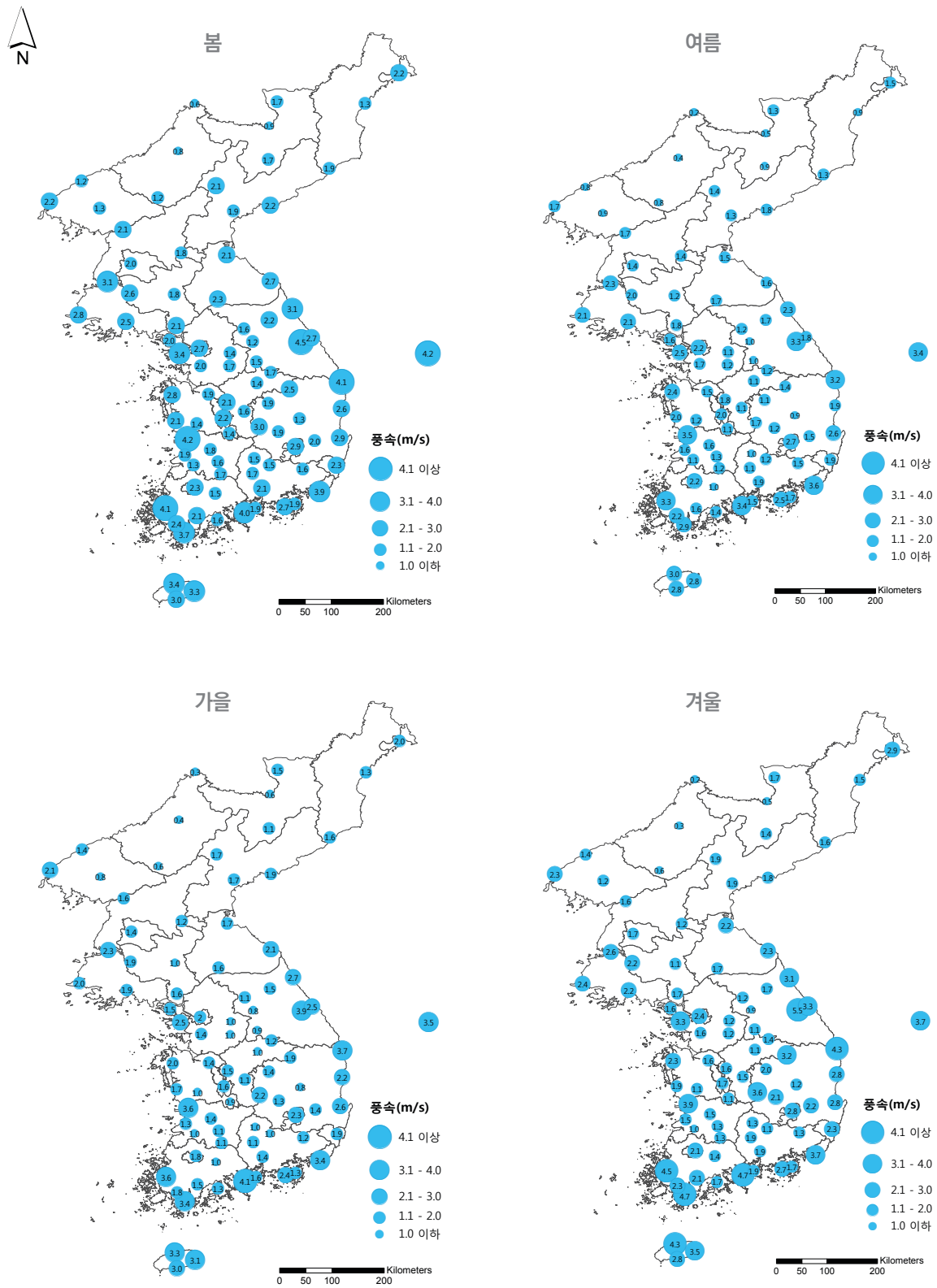
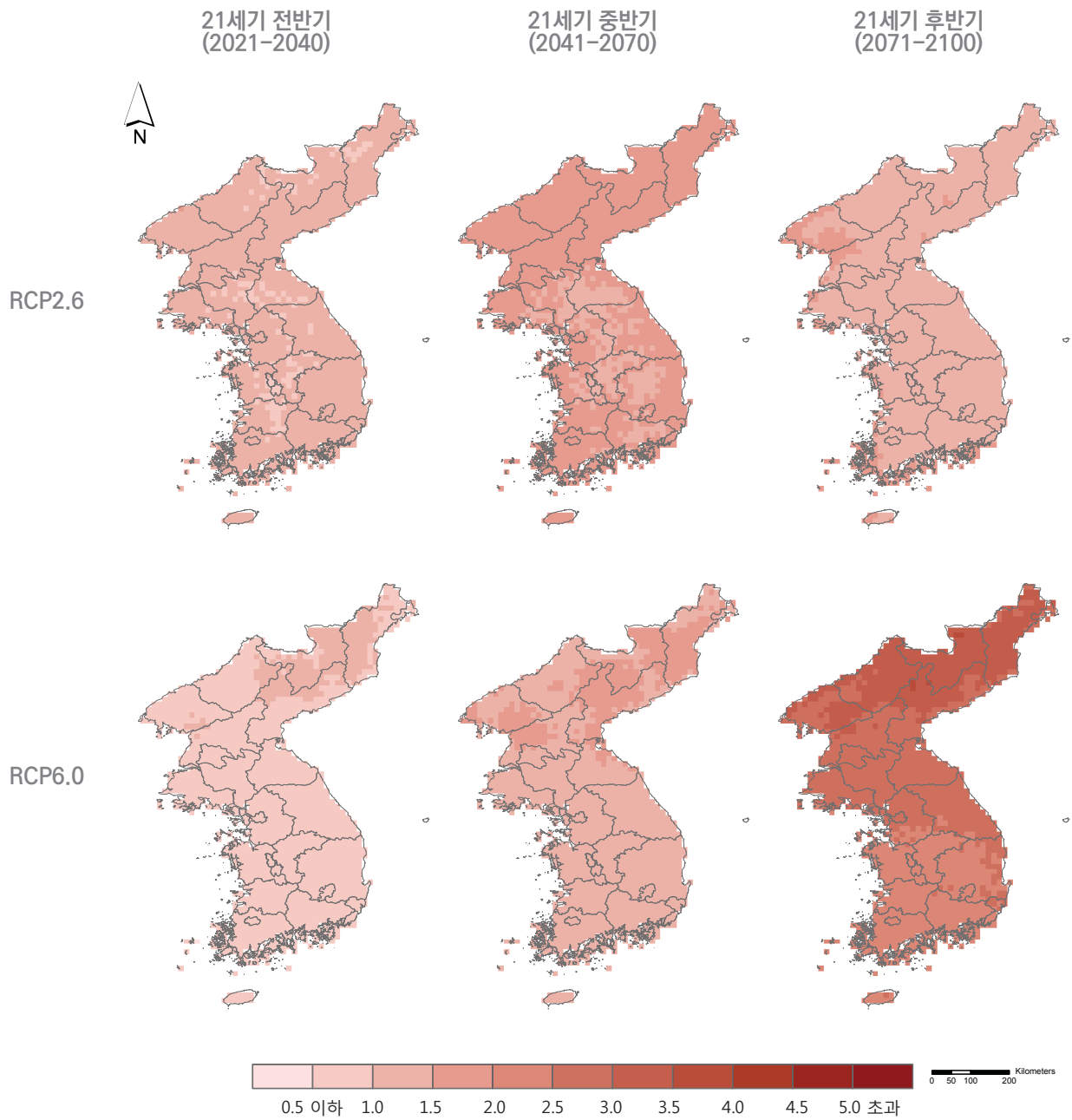
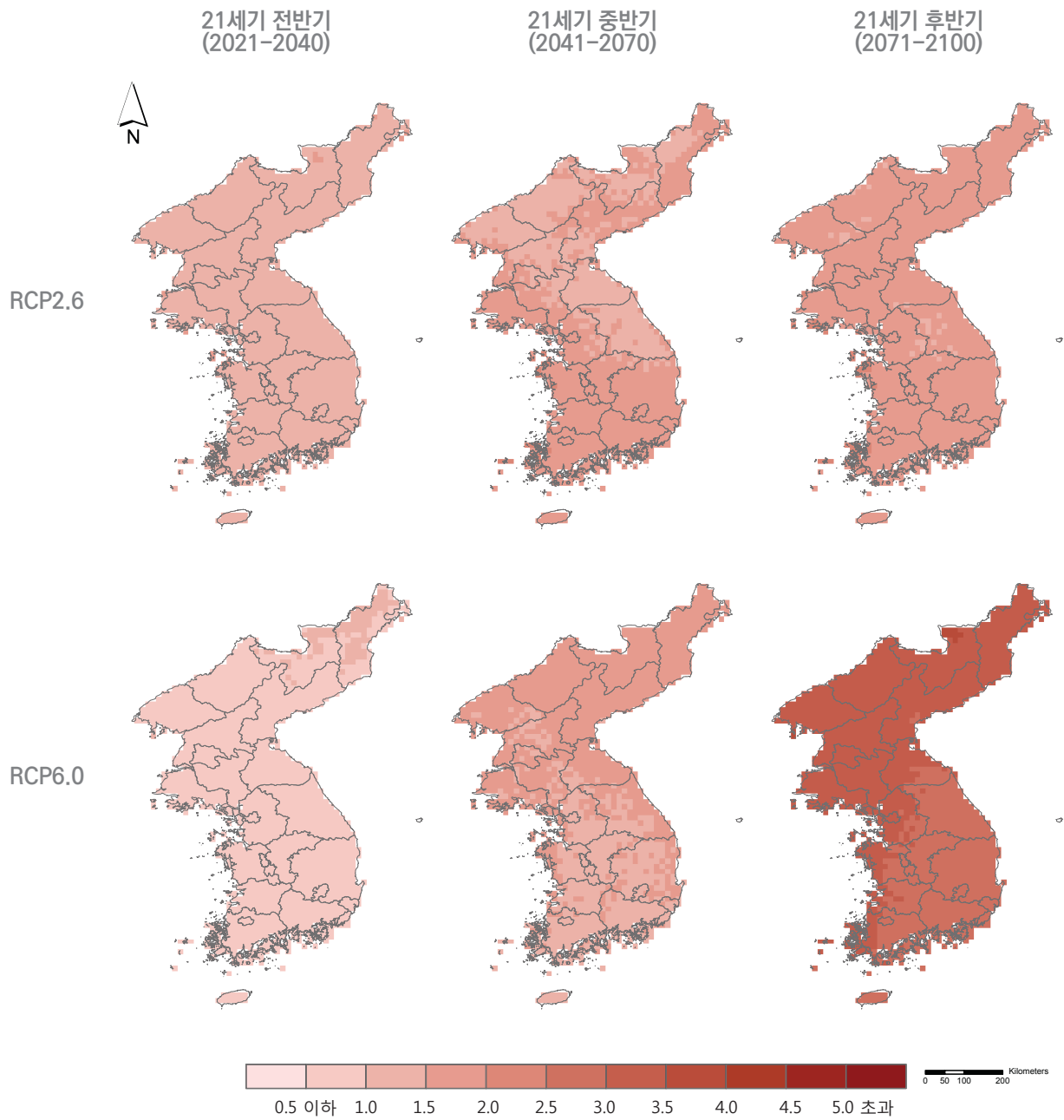


그림.A.4 한반도의 계절별 평균 풍속(1981-2010년) 분포

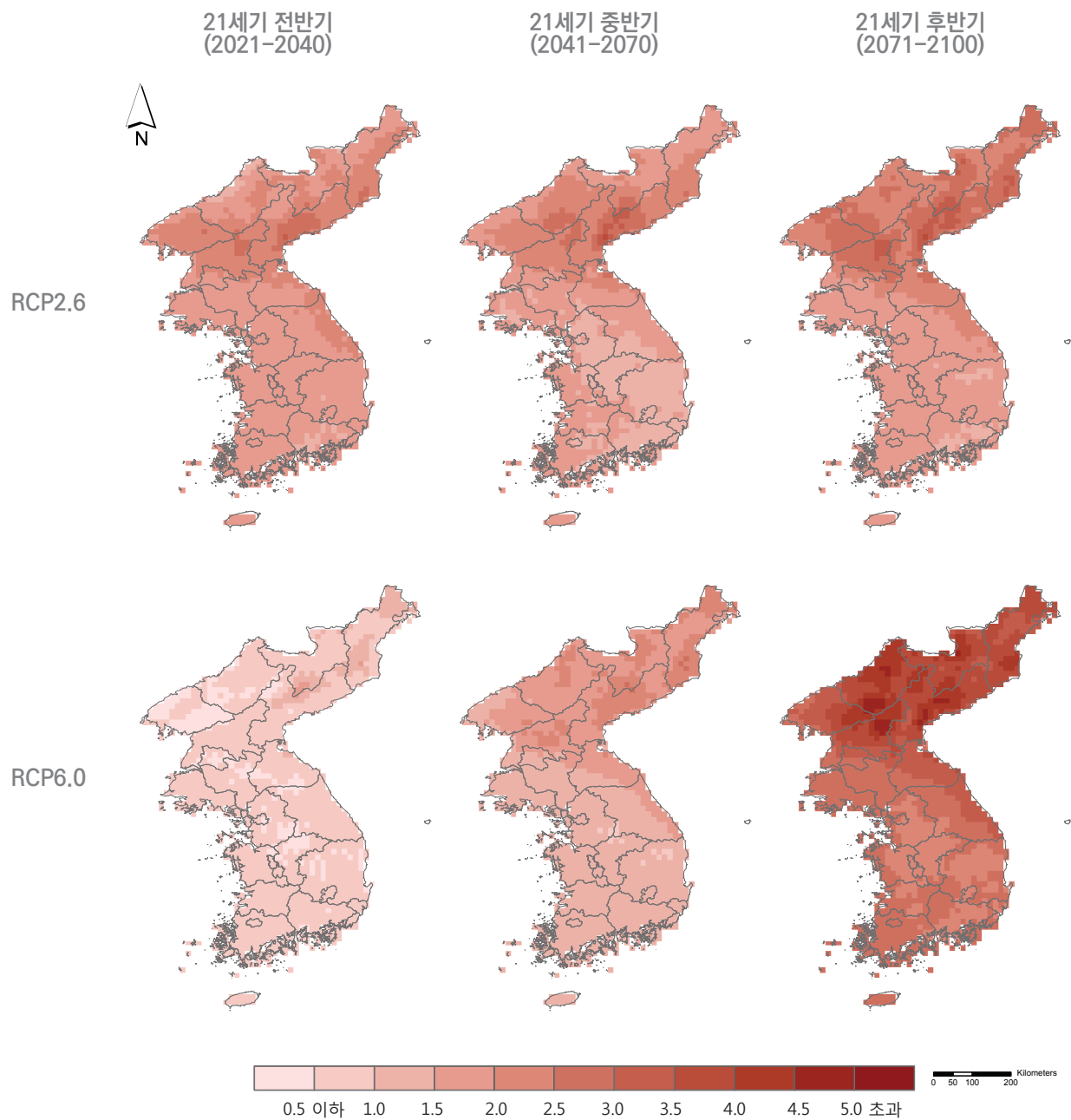
〈부록〉 한반도 기후변화 전망



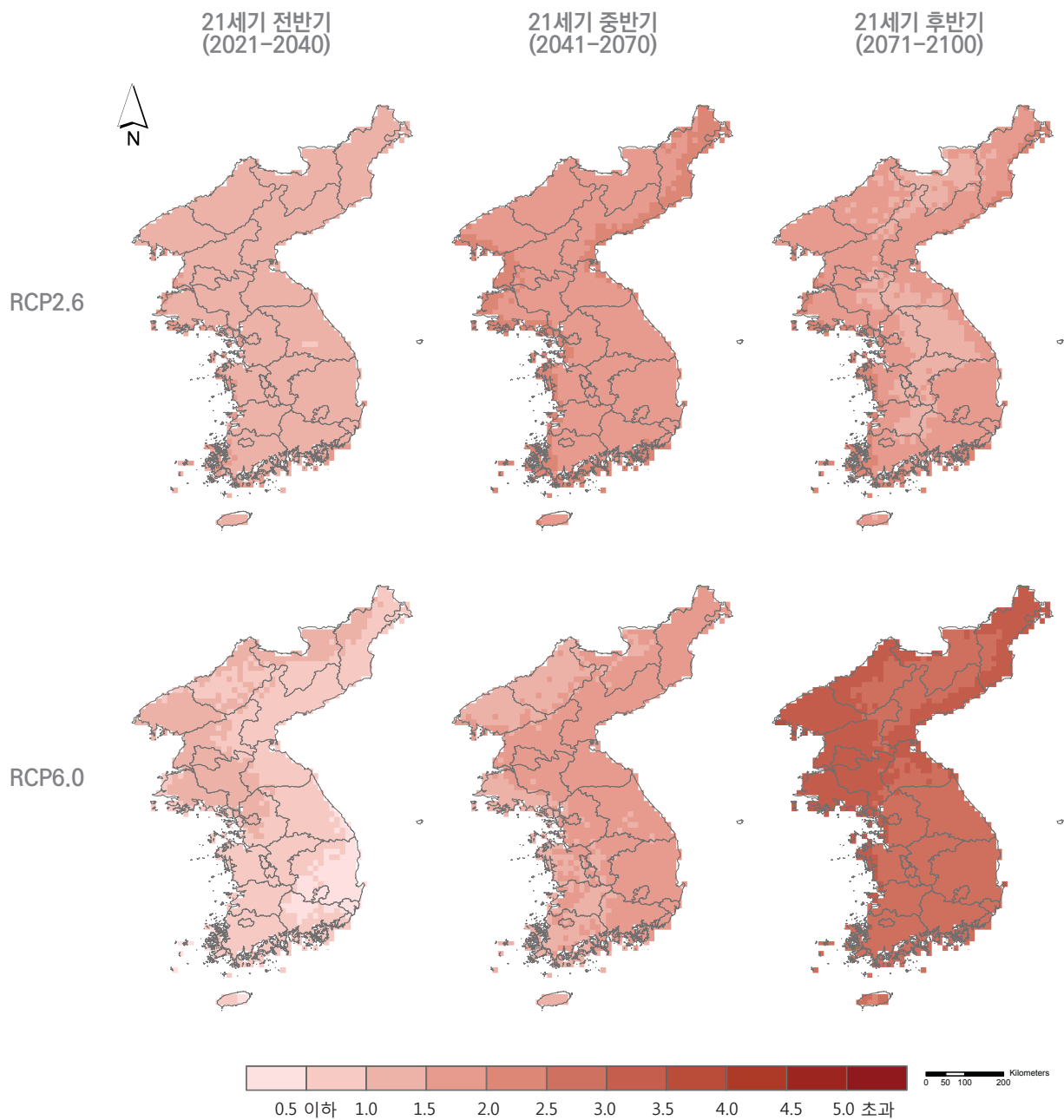
그림A.5 한반도의 봄 평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



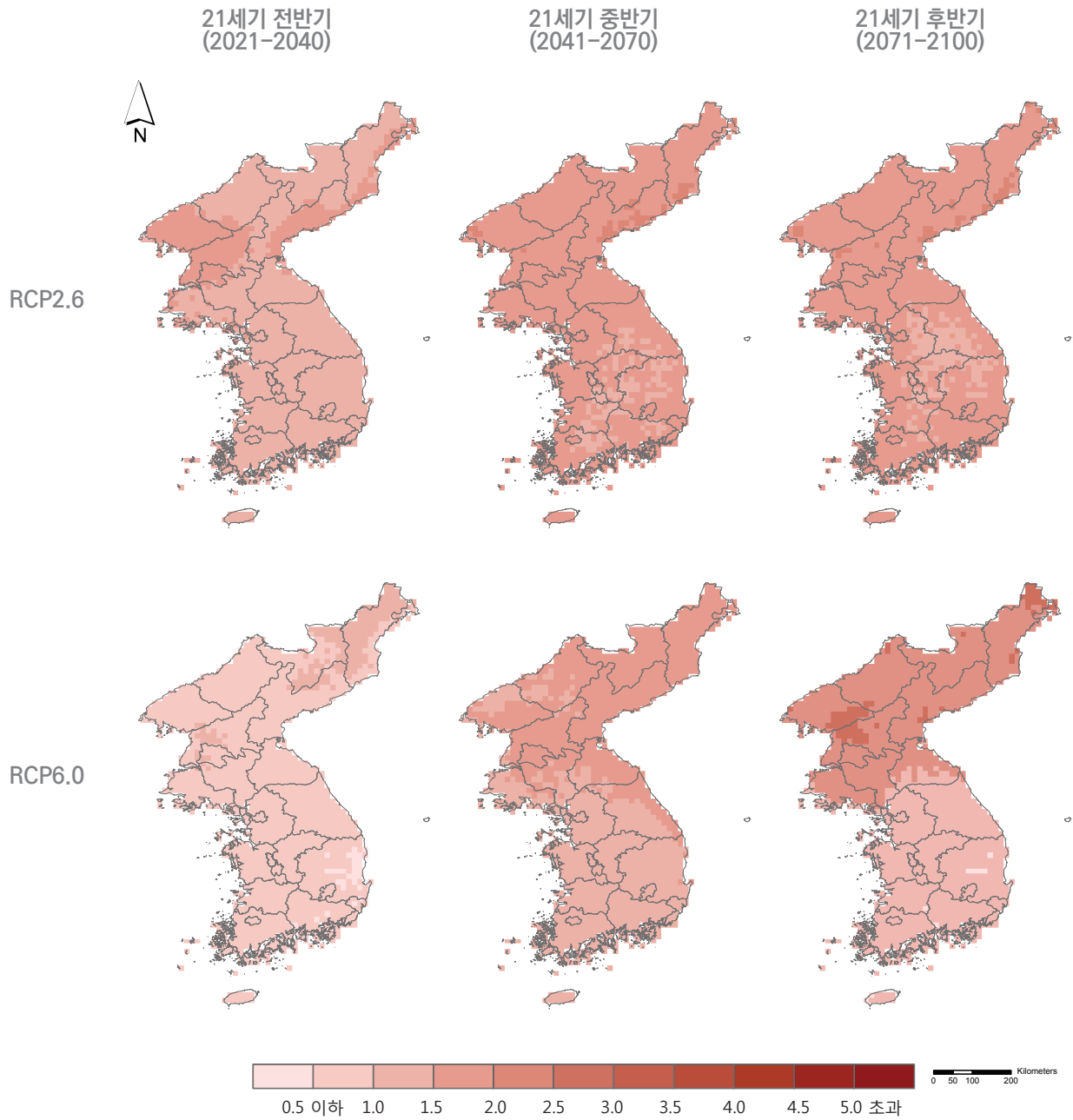
그림A.6 한반도의 여름 평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



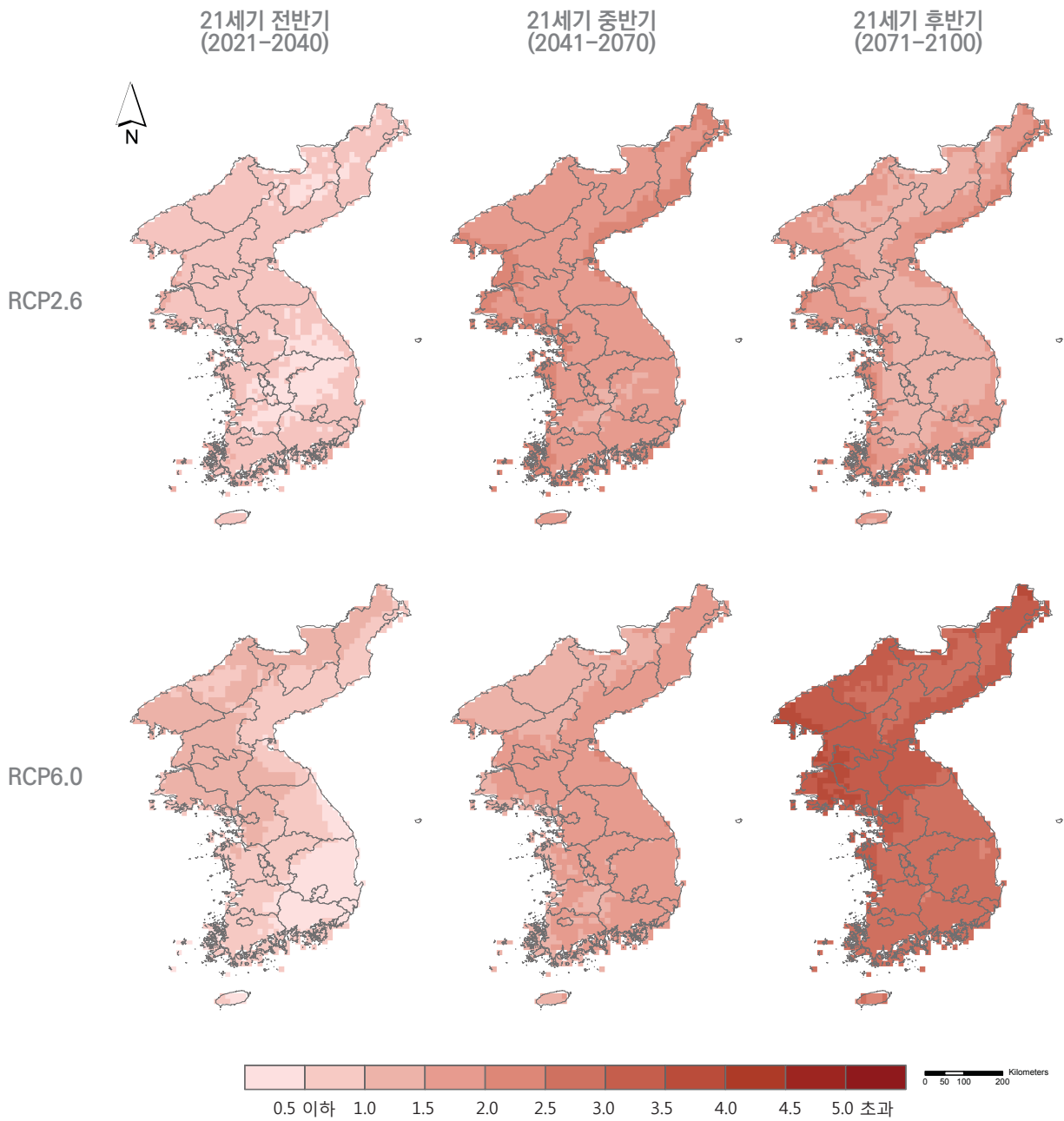
그림A.7 한반도의 가을 평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



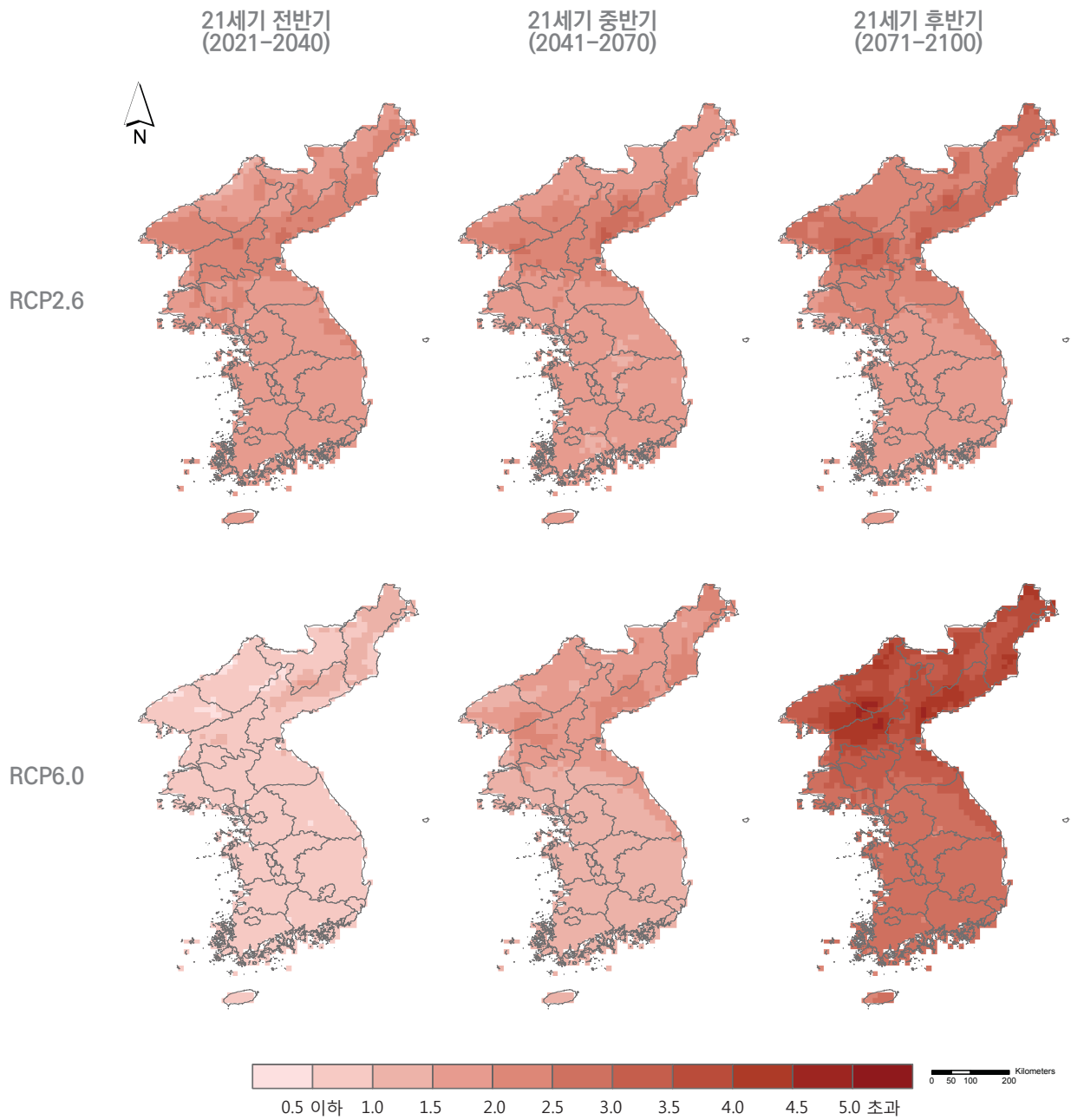
그림A.8 한반도의 겨울 평균기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



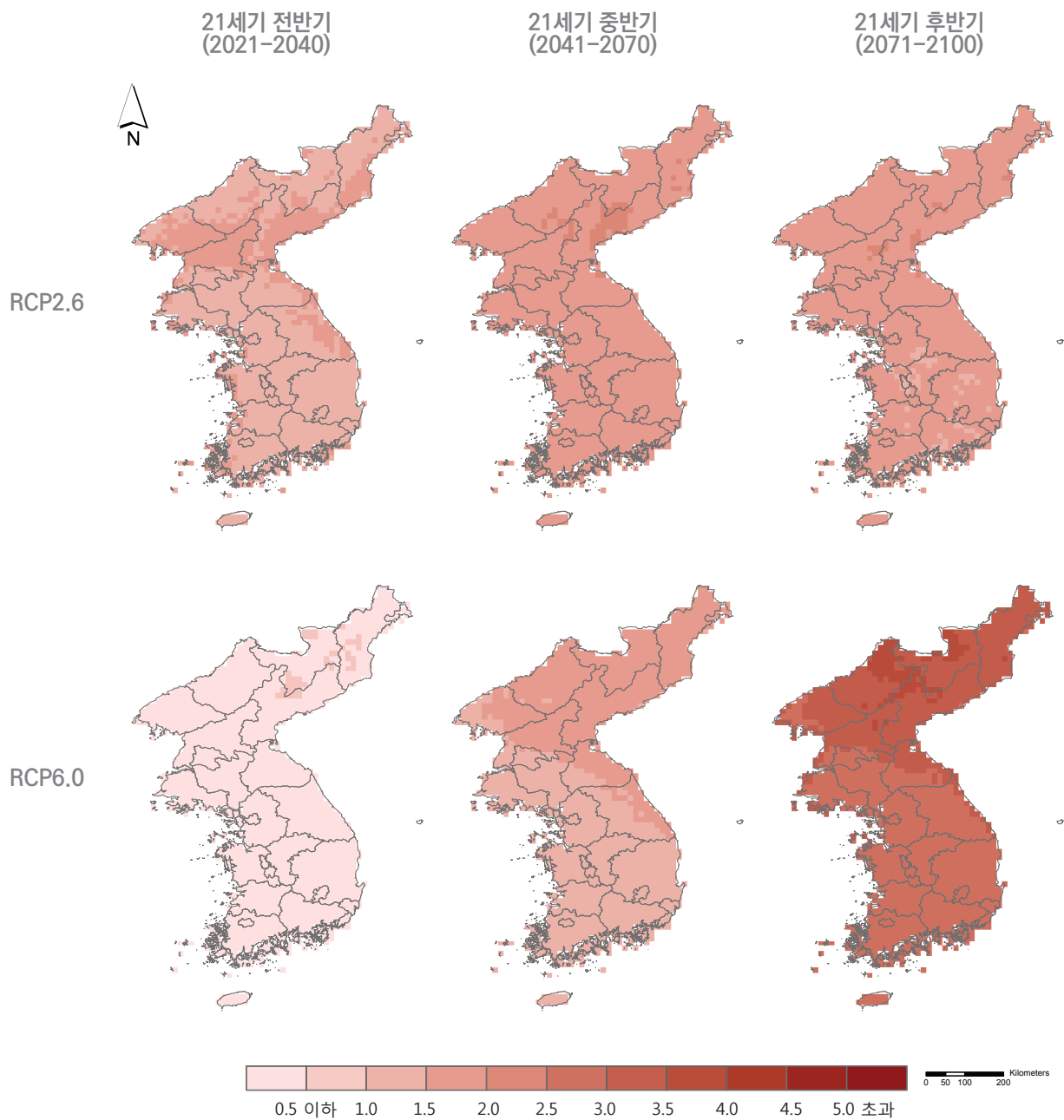
그림A.9 한반도의 연평균 최고기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



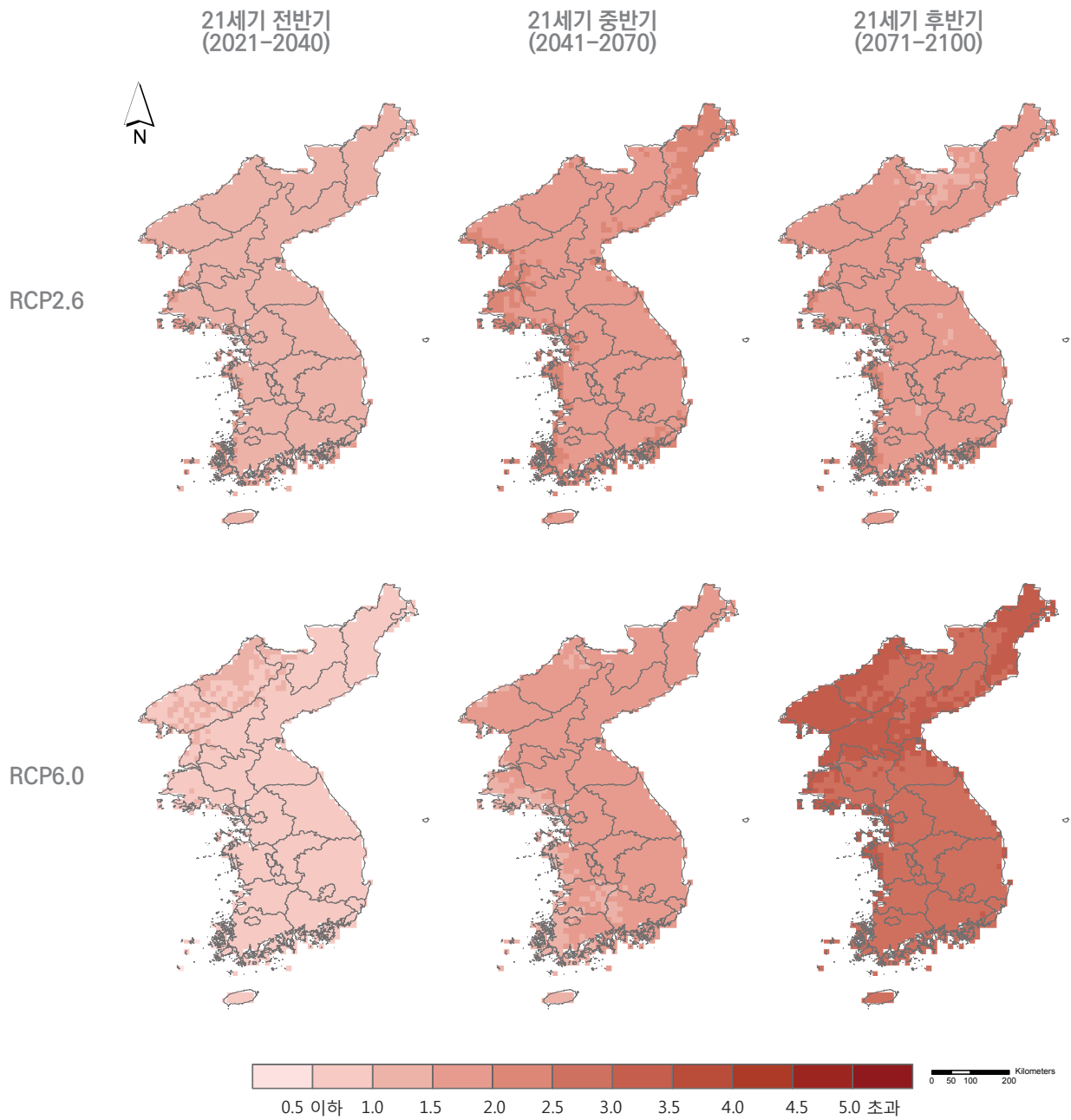
그림A.10 한반도의 여름 평균 최고기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



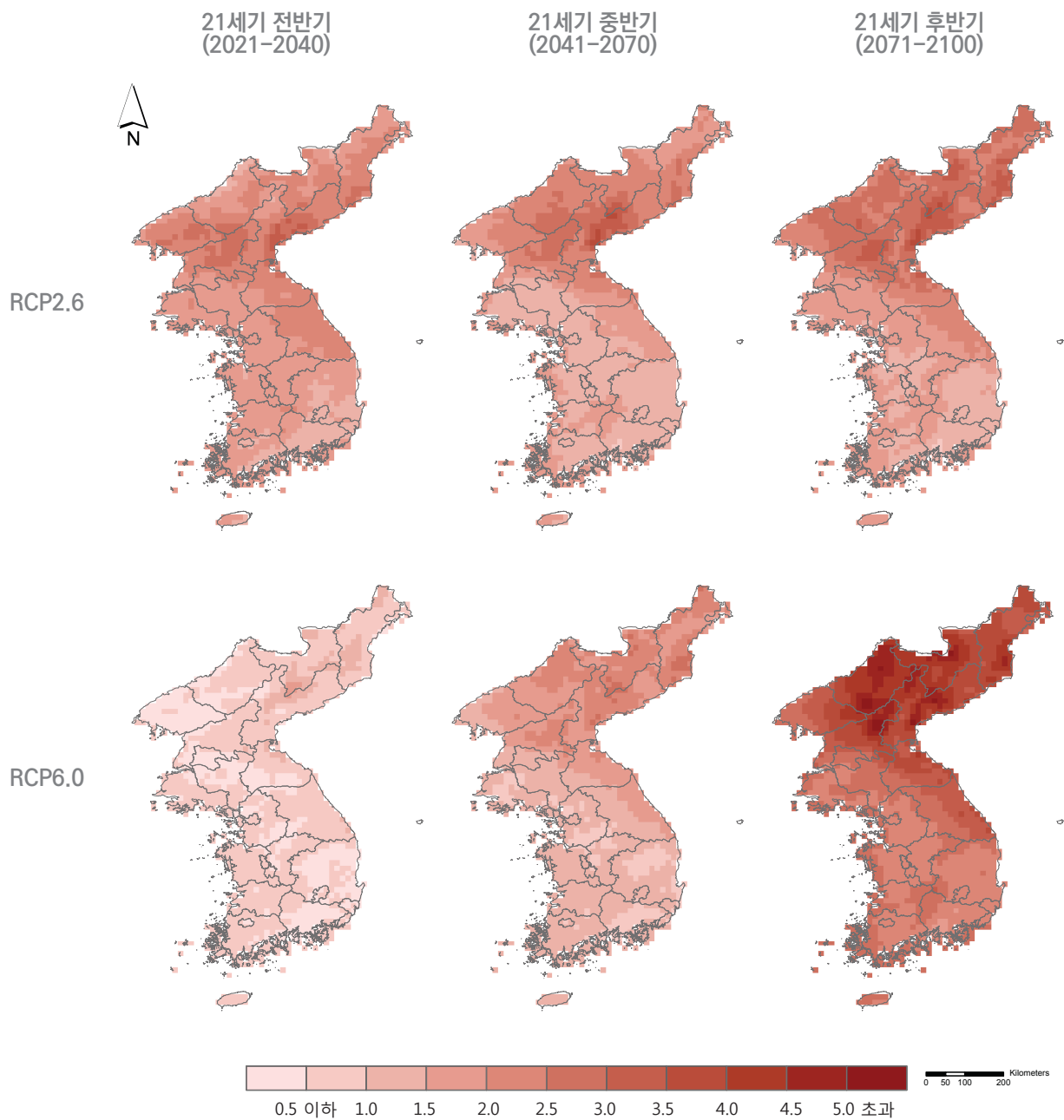
그림A.11 한반도의 겨울 평균 최고기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



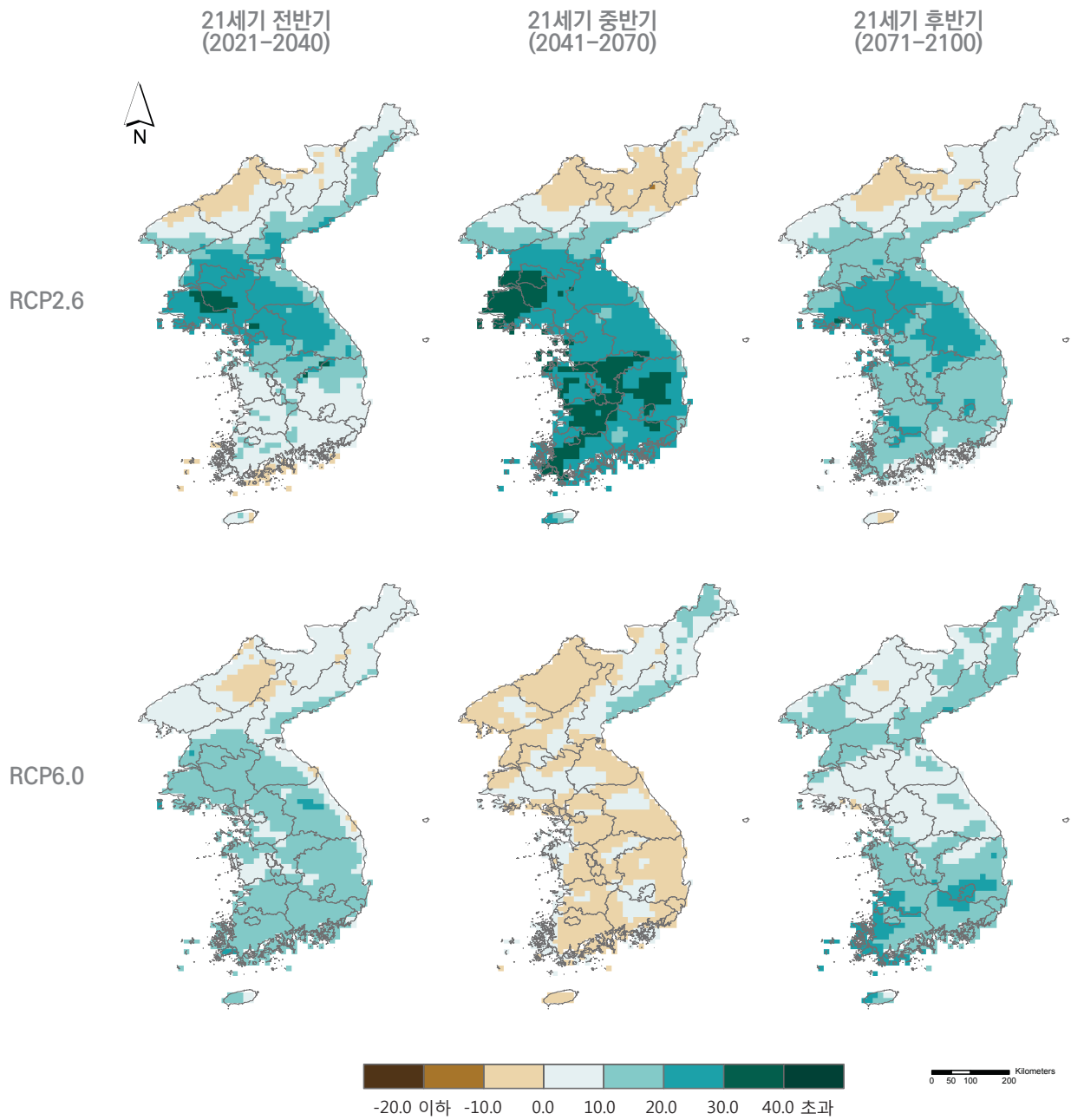
그림A.12 한반도의 연평균 최저기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



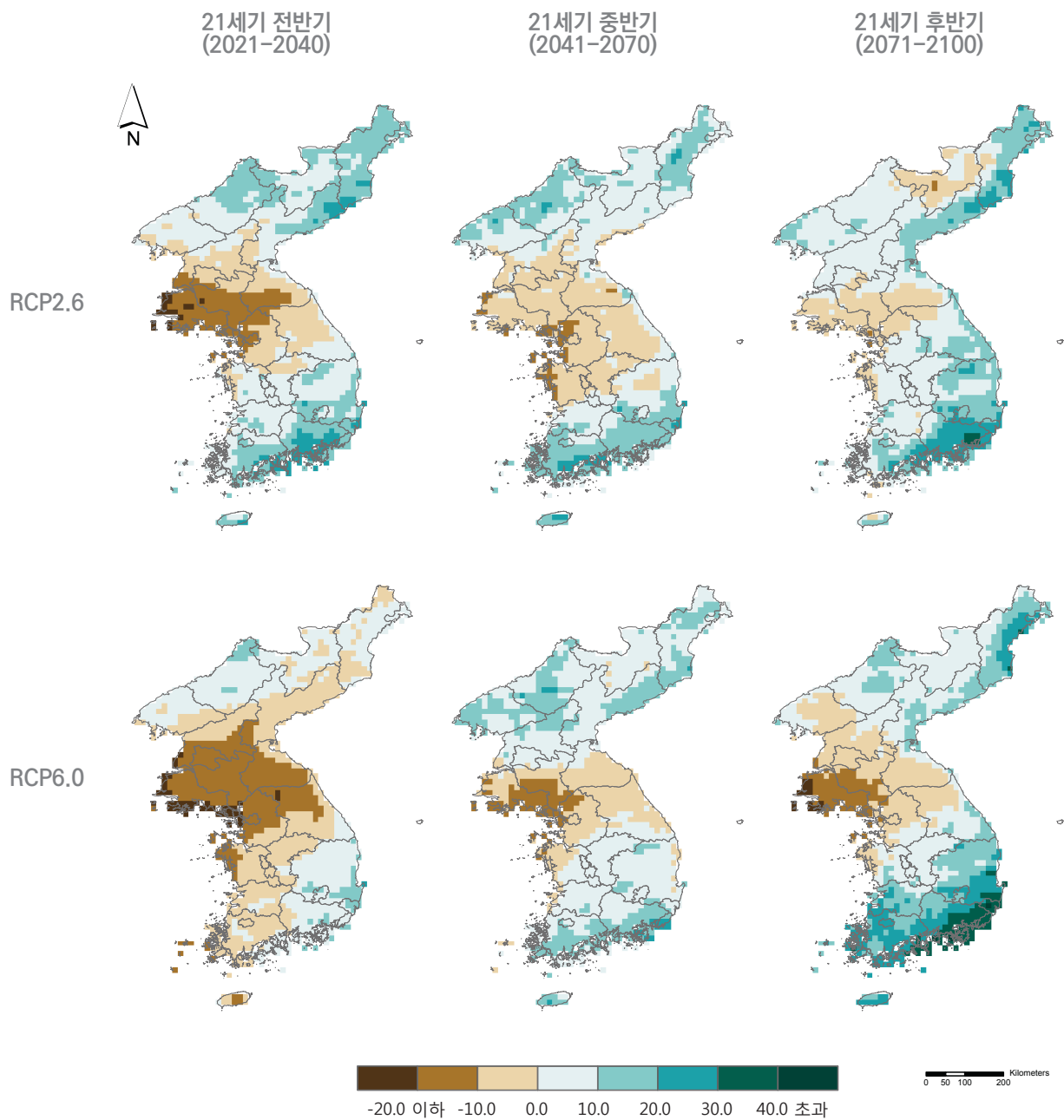
그림A.13 한반도의 여름 평균 최저기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



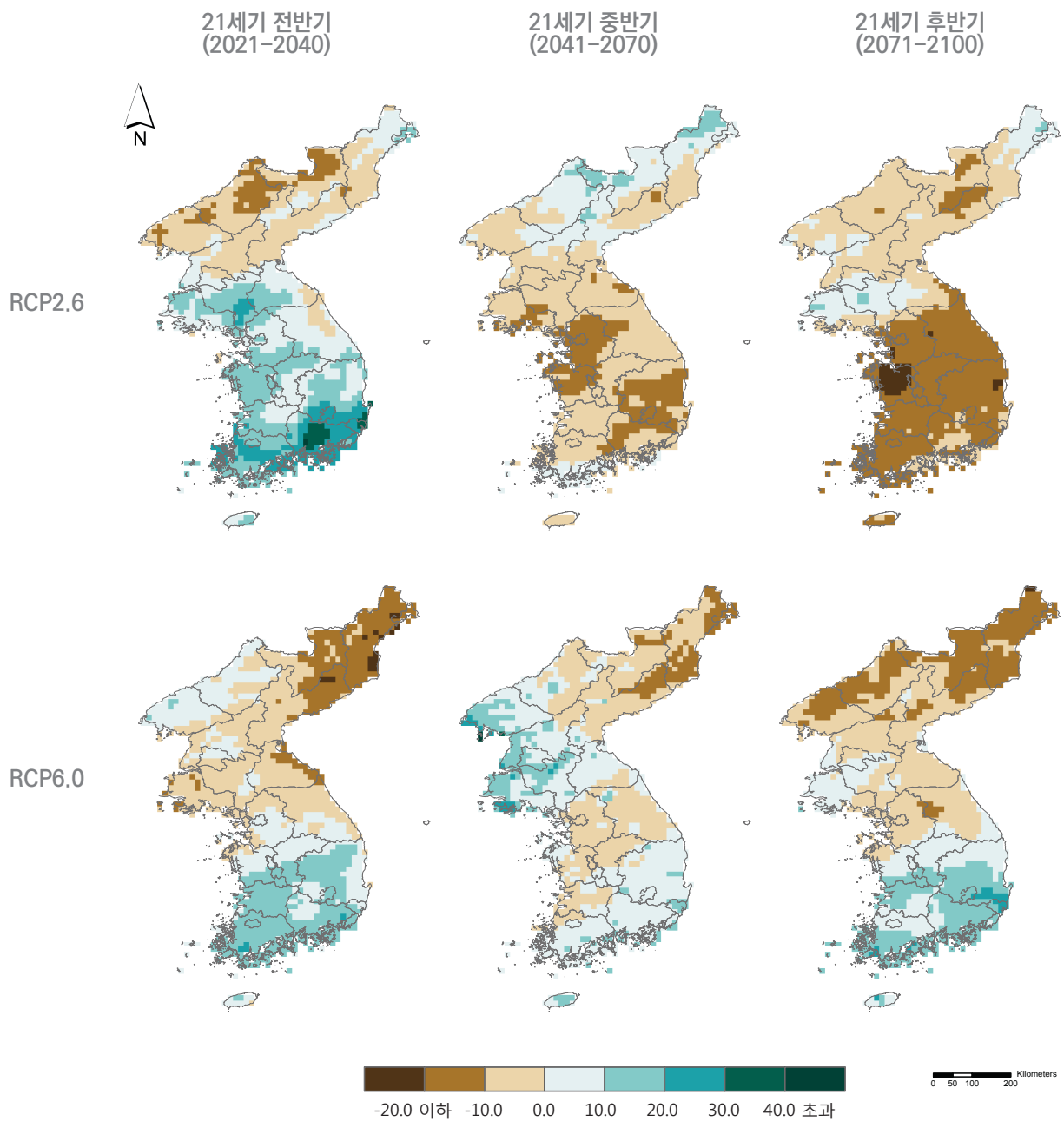
그림A.14 한반도의 겨울 평균 최저기온 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(°C)(RCP2.6/6.0)



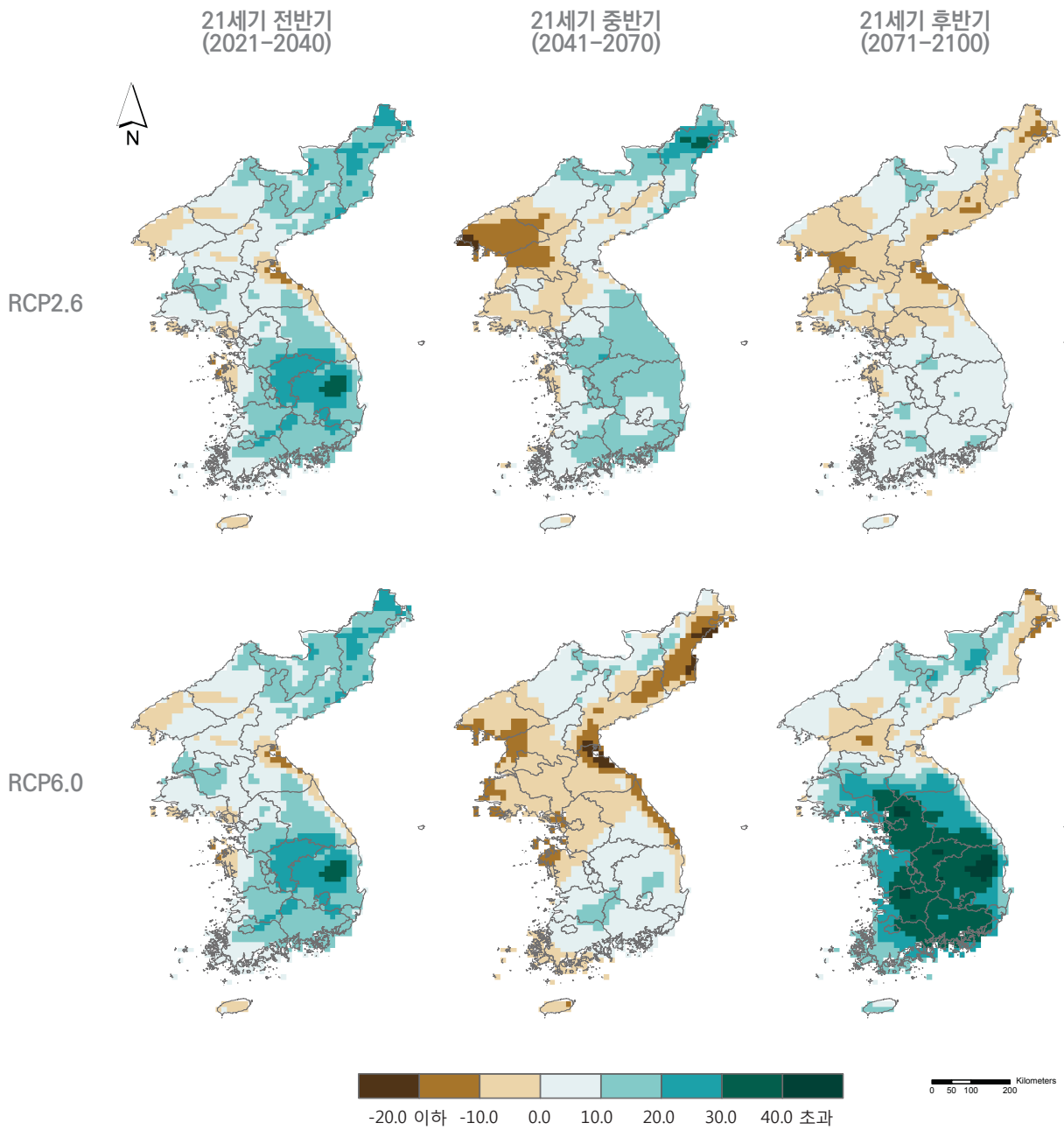
그림A.15 한반도의 봄 강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망%(RCP2.6/6.0)



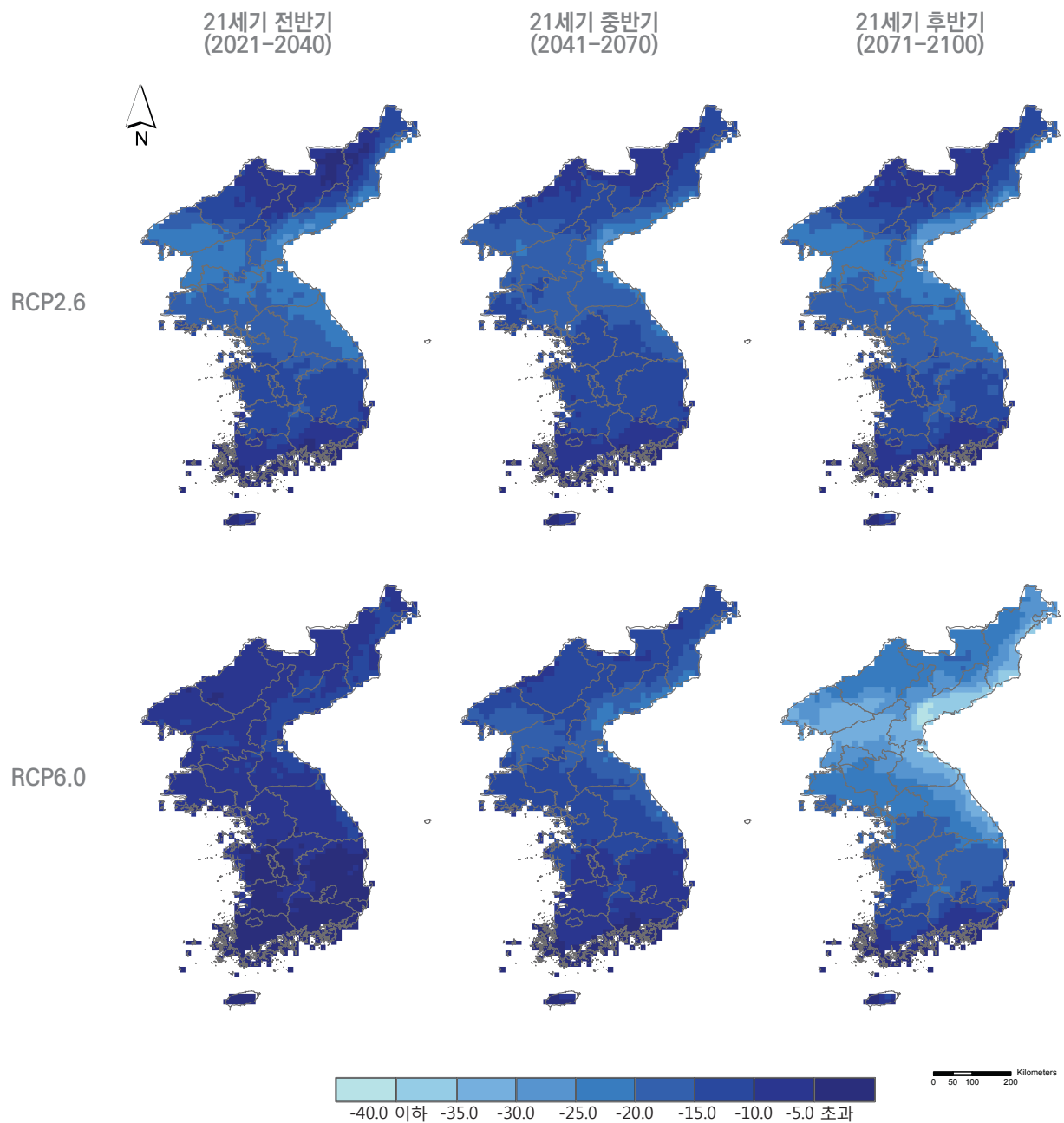
그림A.16 한반도의 여름 강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(%) (RCP2.6/6.0)



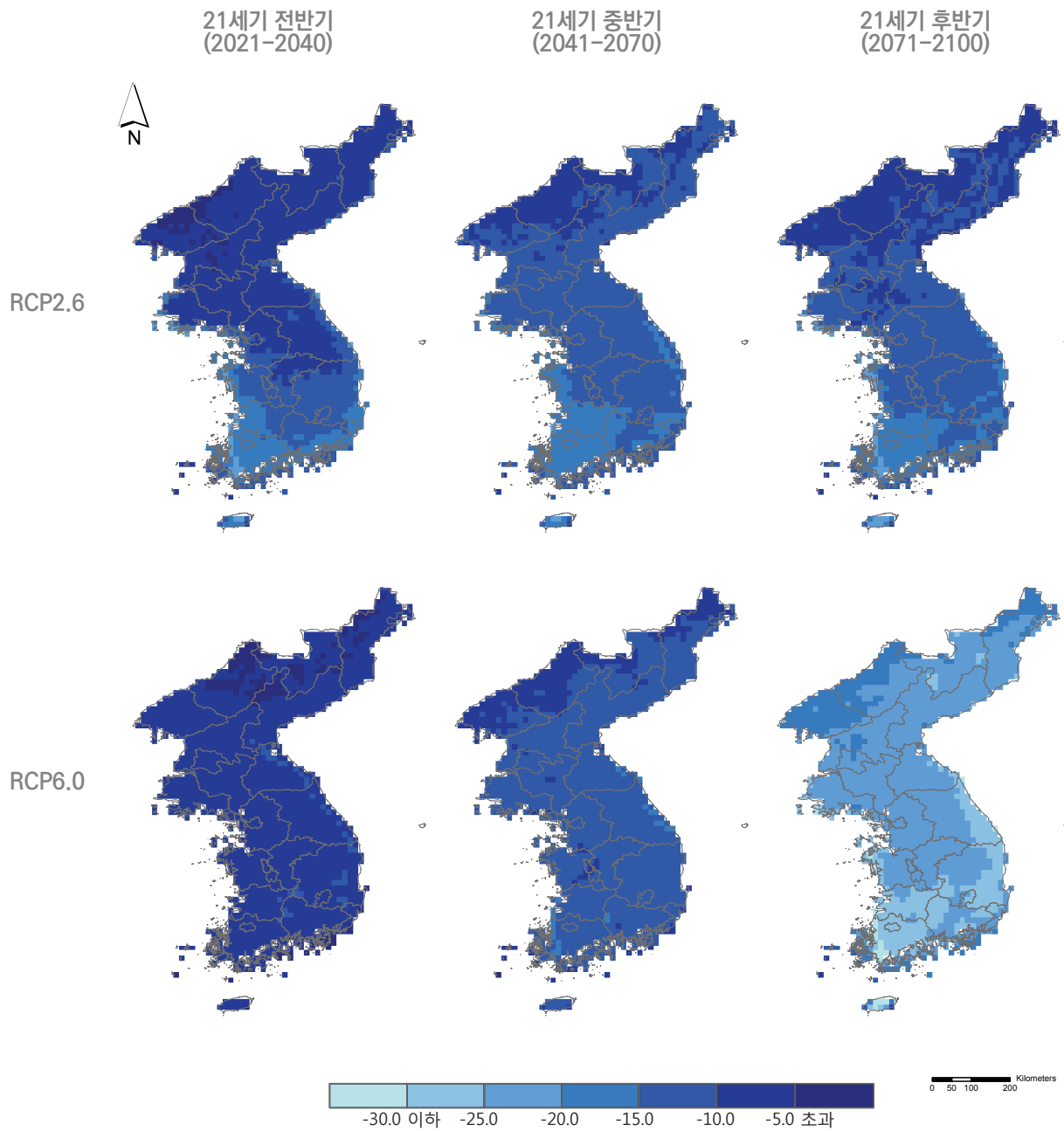
그림A.17 한반도의 가을 강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망%(RCP2.6/6.0)



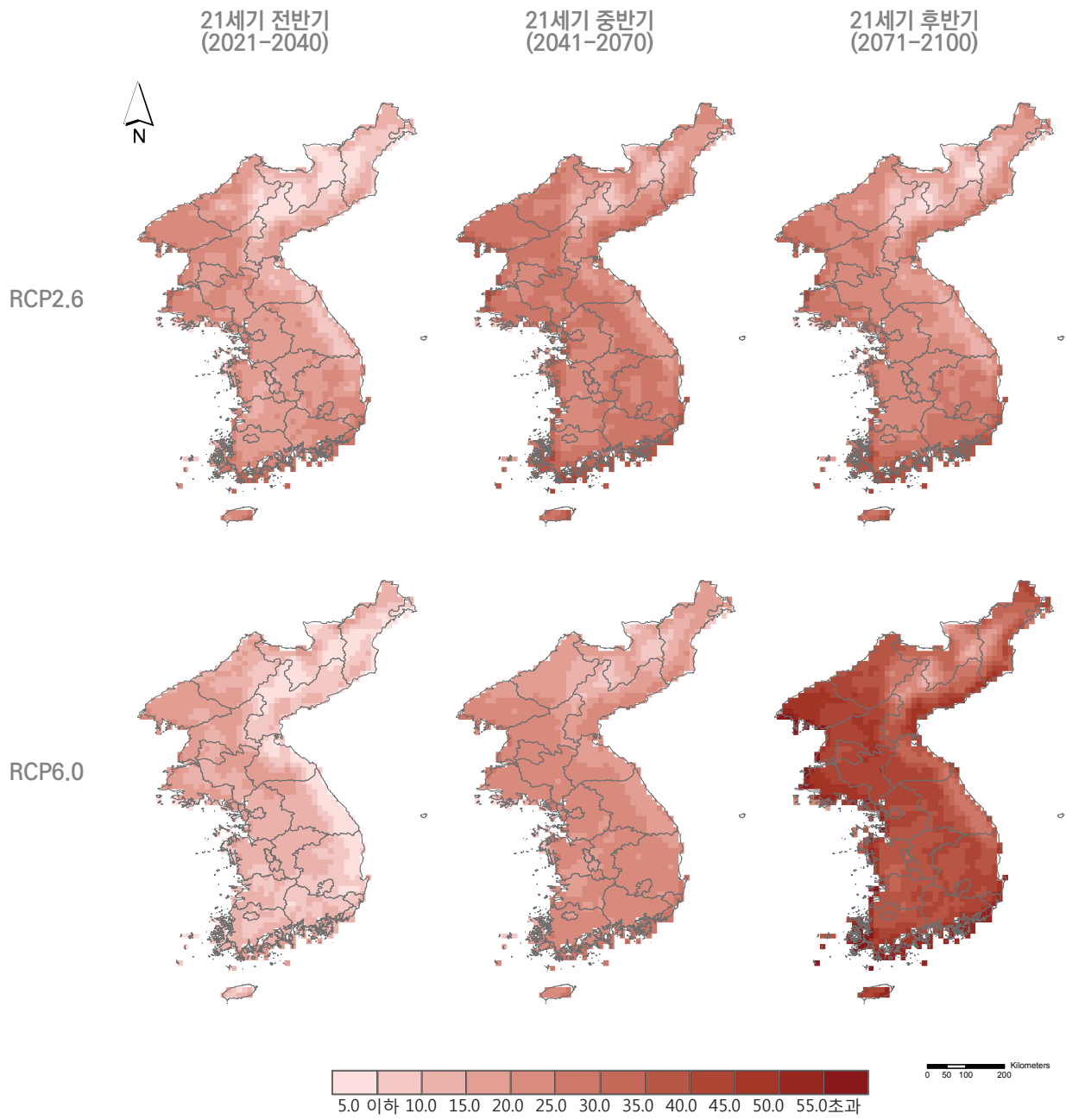
그림A.18 한반도의 겨울 강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망%(RCP2.6/6.0)



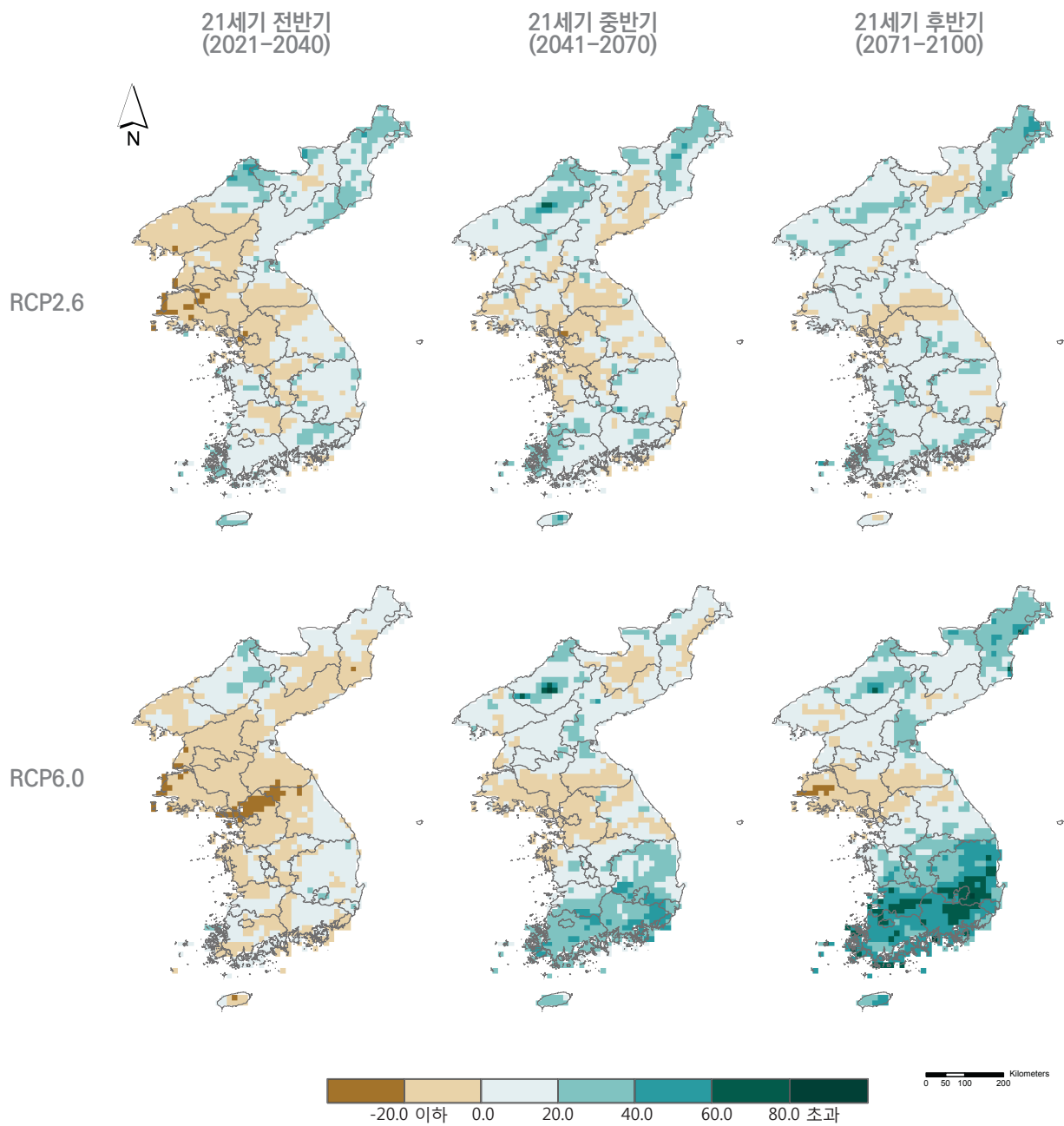
그림A.19 한반도의 결빙일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)



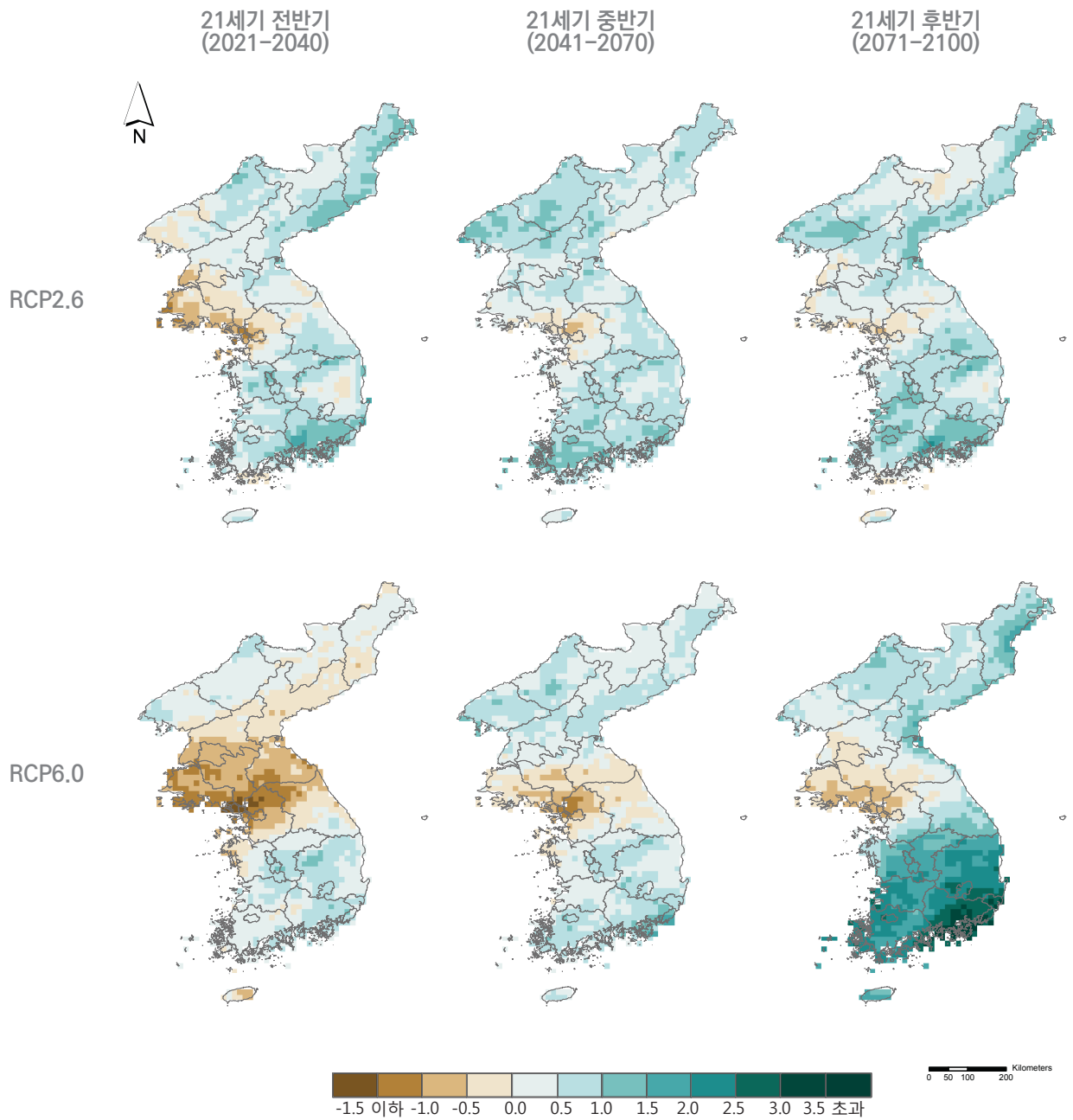
그림A.20 한반도의 서리일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)



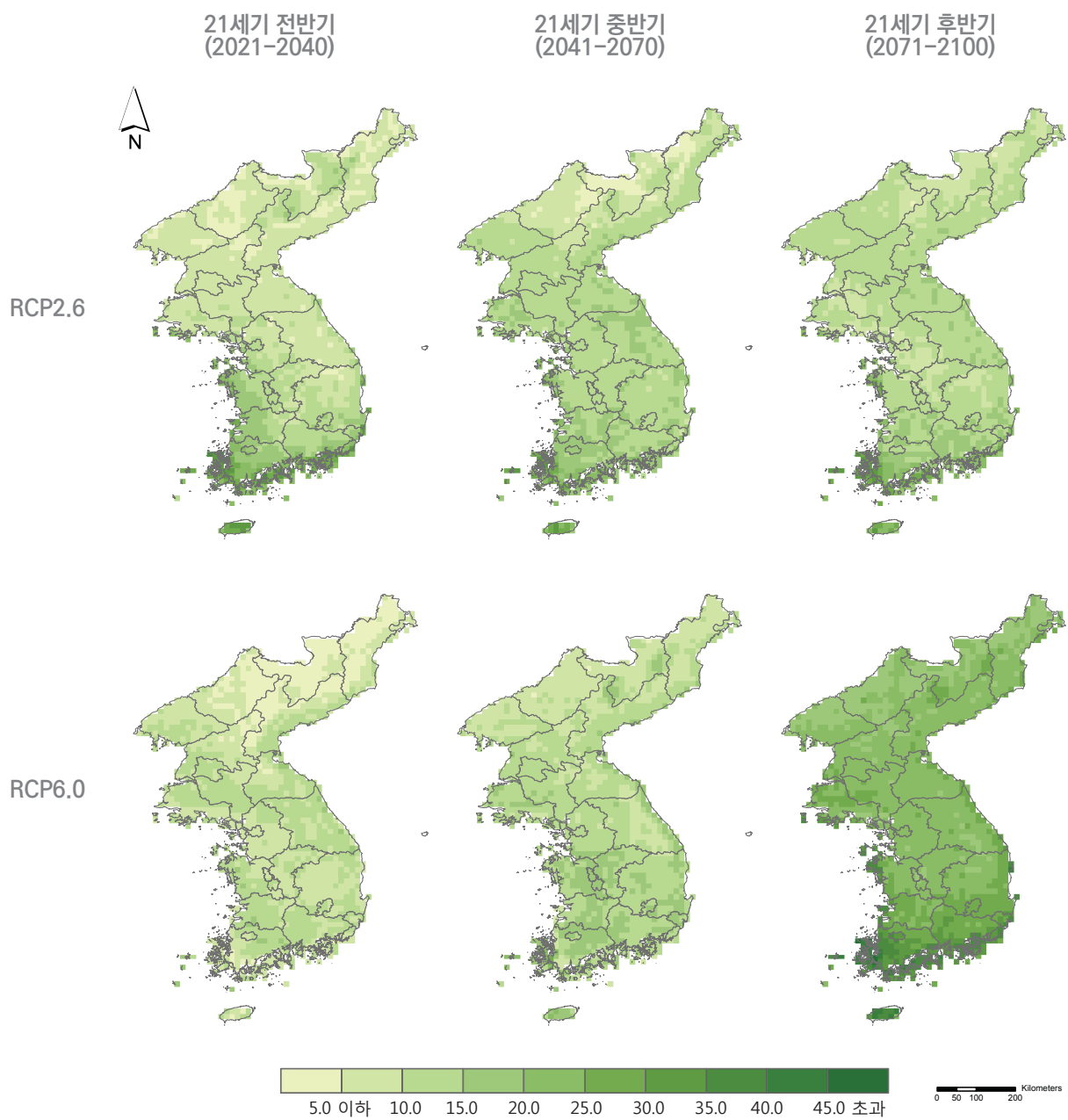
그림A.21 한반도의 여름일수 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)



그림A.22 한반도의 5일최다강수량 편차비(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망%(RCP2.6/6.0)



그림A.23 한반도의 강수강도 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(mm/일)(RCP2.6/6.0)



그림A.24 한반도의 식물성장가능기간 편차(1981-2010년 모델 기후값 대비) 전망(일)(RCP2.6/6.0)

〈부록〉 남한 행정구역별 기후변화 전망

표A.1 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연평균기온 전망(°C)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	미래 기후	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (°C/10년)	
서울	13.0	절대값	14.2	(13.4)	14.5	(14)	14.4	(15.4)	0.18	(0.30)
		편차	1.2	(0.4)	1.5	(1.0)	1.4	(2.4)		
부산	14.4	절대값	15.5	(14.6)	15.8	(15.3)	15.8	(16.6)	0.18	(0.28)
		편차	1.1	(0.2)	1.4	(0.9)	1.4	(2.2)		
대구	13.2	절대값	14.4	(13.5)	14.7	(14.3)	14.6	(15.5)	0.18	(0.29)
		편차	1.2	(0.3)	1.5	(1.1)	1.4	(2.3)		
인천	12.0	절대값	13.3	(12.4)	13.6	(13)	13.6	(14.5)	0.20	(0.31)
		편차	1.3	(0.4)	1.6	(1.0)	1.6	(2.5)		
광주	13.6	절대값	14.7	(13.9)	15.0	(14.6)	15.0	(15.9)	0.18	(0.29)
		편차	1.1	(0.3)	1.4	(1.0)	1.4	(2.3)		
대전	12.4	절대값	13.5	(12.7)	13.8	(13.3)	13.7	(14.6)	0.16	(0.28)
		편차	1.1	(0.3)	1.4	(0.9)	1.3	(2.2)		
울산	13.4	절대값	14.5	(13.6)	14.8	(14.4)	14.8	(15.6)	0.18	(0.28)
		편차	1.1	(0.2)	1.4	(1.0)	1.4	(2.2)		
세종	12.0	절대값	13.1	(12.3)	13.4	(13)	13.3	(14.2)	0.16	(0.28)
		편차	1.1	(0.3)	1.4	(1.0)	1.3	(2.2)		
경기	11.2	절대값	12.3	(11.6)	12.6	(12.2)	12.6	(13.6)	0.18	(0.30)
		편차	1.1	(0.4)	1.4	(1.0)	1.4	(2.4)		
강원	8.9	절대값	10.0	(9.2)	10.3	(10.0)	10.3	(11.3)	0.18	(0.30)
		편차	1.1	(0.3)	1.4	(1.1)	1.4	(2.4)		
충북	10.9	절대값	11.9	(11.1)	12.2	(11.8)	12.2	(13.1)	0.16	(0.28)
		편차	1.0	(0.2)	1.3	(0.9)	1.3	(2.2)		
충남	12.0	절대값	13.1	(12.3)	13.5	(12.9)	13.4	(14.3)	0.18	(0.29)
		편차	1.1	(0.3)	1.5	(0.9)	1.4	(2.3)		
전북	11.8	절대값	12.9	(12.1)	13.2	(12.8)	13.2	(14.1)	0.18	(0.29)
		편차	1.1	(0.3)	1.4	(1.0)	1.4	(2.3)		
전남	13.2	절대값	14.3	(13.5)	14.7	(14.1)	14.7	(15.5)	0.19	(0.29)
		편차	1.1	(0.3)	1.5	(0.9)	1.5	(2.3)		
경북	11.4	절대값	12.5	(11.6)	12.8	(12.4)	12.8	(13.6)	0.18	(0.28)
		편차	1.1	(0.2)	1.4	(1.0)	1.4	(2.2)		
경남	12.8	절대값	13.9	(13.0)	14.2	(13.7)	14.1	(15.0)	0.16	(0.28)
		편차	1.1	(0.2)	1.4	(0.9)	1.3	(2.2)		
제주	14.4	절대값	15.5	(14.7)	15.9	(15.3)	15.8	(16.6)	0.18	(0.28)
		편차	1.1	(0.3)	1.5	(0.9)	1.4	(2.2)		

표A.2 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연강수량 전망(mm)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	미래 기후	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2070)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (mm/10년)
서울	1387.4	절대값	1325.9 (1257.8)	1288.0 (1269.7)	1328.9 (1316.7)	-7.31 (-8.84)
		편차	-61.5 (-129.6)	-99.4 (-117.7)	-58.5 (-70.7)	
부산	1532.9	절대값	1601.2 (1512.1)	1575.7 (1497.8)	1540.0 (1674)	0.89 (17.64)
		편차	68.3 (-20.8)	42.8 (-35.1)	7.1 (141.1)	
대구	1223.2	절대값	1269.5 (1239.5)	1249.0 (1174.3)	1261.2 (1339)	4.75 (14.48)
		편차	46.3 (16.3)	25.8 (-48.9)	38.0 (115.8)	
인천	1192.5	절대값	1123.6 (1050.2)	1099.7 (1074.7)	1125.2 (1105.4)	-8.41 (-10.89)
		편차	-68.9 (-142.3)	-92.8 (-117.8)	-67.3 (-87.1)	
광주	1415.2	절대값	1500.8 (1424.3)	1488.3 (1375.5)	1434.0 (1559.9)	2.35 (18.09)
		편차	85.6 (9.1)	73.1 (-39.7)	18.8 (144.7)	
대전	1285.0	절대값	1320.7 (1325.8)	1269.7 (1289.5)	1268.0 (1356.4)	-2.13 (8.93)
		편차	35.7 (40.8)	-15.3 (4.5)	-17.0 (71.4)	
울산	1446.0	절대값	1550.4 (1482.9)	1489.5 (1369.8)	1447.3 (1628.6)	0.16 (22.83)
		편차	104.4 (36.9)	43.5 (-76.2)	1.3 (182.6)	
세종	1238.2	절대값	1245.9 (1220.8)	1156.4 (1209.4)	1165.2 (1262.0)	-9.13 (2.97)
		편차	7.7 (-17.4)	-81.8 (-28.8)	-73.0 (23.8)	
경기	1440.4	절대값	1408.6 (1321.2)	1353.3 (1336.8)	1398.8 (1379.9)	-5.20 (-7.56)
		편차	-31.8 (-119.2)	-87.1 (-103.6)	-41.6 (-60.5)	
강원	1491.0	절대값	1520.7 (1436.1)	1489.7 (1417.8)	1519.0 (1491.7)	3.50 (0.09)
		편차	29.7 (-54.9)	-1.3 (-73.2)	28.0 (0.7)	
충북	1351.3	절대값	1361.0 (1354.0)	1319.3 (1342.0)	1334.7 (1410.6)	-2.07 (7.41)
		편차	9.7 (2.7)	-32.0 (-9.3)	-16.6 (59.3)	
충남	1265.2	절대값	1273.4 (1226.0)	1203.4 (1216.9)	1208.7 (1304.3)	-7.06 (4.89)
		편차	8.2 (-39.2)	-61.8 (-48.3)	-56.5 (39.1)	
전북	1415.9	절대값	1439.9 (1441.0)	1443.1 (1398.0)	1396.1 (1552.1)	-2.48 (17.03)
		편차	24.0 (25.1)	27.2 (-17.9)	-19.8 (136.2)	
전남	1474.0	절대값	1563.0 (1488.3)	1585.2 (1456.3)	1501.8 (1632.8)	3.47 (19.85)
		편차	89.0 (14.3)	111.2 (-17.7)	27.8 (158.8)	
경북	1291.6	절대값	1333.9 (1319.4)	1291.3 (1255.3)	1293.3 (1396.2)	0.21 (13.08)
		편차	42.3 (27.8)	-0.3 (-36.3)	1.7 (104.6)	
경남	1596.6	절대값	1698.4 (1590.4)	1645.4 (1546.4)	1635.3 (1740.5)	4.84 (17.99)
		편차	101.8 (-6.2)	48.8 (-50.2)	38.7 (143.9)	
제주	2166.3	절대값	2111.0 (1967.4)	2179.8 (2035.5)	2041.9 (2237.2)	-15.55 (8.86)
		편차	-55.3 (-198.9)	13.5 (-130.8)	-124.4 (70.9)	

표A.3 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 폭염일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	11.1	20.0	(19.8)	29.0	(24.4)	23.4	(39.8)	1.54	(3.59)
부산	7.5	9.6	(5.1)	15.0	(14.4)	13.8	(20.7)	0.79	(1.65)
대구	21.9	23.9	(14.7)	30.5	(28.9)	28.8	(39.9)	0.86	(2.25)
인천	3.2	8.0	(8.5)	14.1	(10.2)	11.3	(22.8)	1.01	(2.45)
광주	16.1	21.5	(14.7)	30.0	(25.9)	28.1	(42.0)	1.50	(3.24)
대전	12.0	14.5	(12.3)	21.9	(21.1)	20.4	(34.4)	1.05	(2.80)
울산	11.8	11.3	(6.0)	16.8	(16.7)	15.2	(21.7)	0.43	(1.24)
세종	10.4	13.0	(12.7)	19.9	(19.9)	18.7	(33.1)	1.04	(2.84)
경기	8.3	13.0	(14.8)	20.4	(19.3)	16.8	(32.7)	1.06	(3.05)
강원	3.5	4.5	(4.7)	8.0	(9.0)	6.4	(13.9)	0.36	(1.30)
충북	8.9	9.7	(8.9)	15.1	(16.0)	13.8	(26.4)	0.61	(2.19)
충남	7.8	12.5	(11.8)	18.5	(17.2)	16.9	(29.5)	1.14	(2.71)
전북	8.4	12.5	(9.8)	18.5	(17.3)	17.2	(28.8)	1.10	(2.55)
전남	8.5	11.4	(6.9)	18.0	(15.3)	16.4	(27.6)	0.99	(2.39)
경북	11.9	12.3	(7.5)	17.6	(18.1)	16.1	(25.0)	0.53	(1.64)
경남	12.4	14.5	(8.8)	20.2	(19.3)	18.5	(29.3)	0.76	(2.11)
제주	1.7	4.3	(2.5)	7.4	(5.5)	5.9	(11.6)	0.53	(1.24)

표A.4 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 열대야일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	8.2	14.5	(12.6)	22.0	(17.2)	19.3	(32.3)	1.39	(3.01)
부산	7.8	14.7	(8.0)	22.0	(15.9)	20.5	(29.4)	1.59	(2.70)
대구	6.1	10.1	(5.8)	16.5	(14.2)	15.5	(23.4)	1.18	(2.16)
인천	2.0	7.5	(5.2)	14.2	(8.3)	12.9	(23.2)	1.36	(2.65)
광주	7.3	15.7	(10.5)	22.0	(17.9)	20.5	(32.9)	1.65	(3.20)
대전	1.6	6.0	(3.7)	11.7	(8.9)	9.3	(19.2)	0.96	(2.20)
울산	4.0	8.3	(4.3)	13.9	(10.2)	12.6	(19.8)	1.08	(1.98)
세종	0.9	4.0	(2.8)	9.0	(7.3)	6.6	(15.7)	0.71	(1.85)
경기	1.4	4.4	(3.9)	8.7	(7.1)	7.1	(15.4)	0.71	(1.75)
강원	0.3	0.5	(0.3)	1.5	(1.5)	1.1	(3.7)	0.10	(0.43)
충북	0.3	1.7	(1.1)	4.3	(3.6)	3.1	(8.3)	0.35	(1.00)
충남	1.8	5.7	(3.9)	11.2	(7.8)	9.5	(18.6)	0.96	(2.10)
전북	2.3	6.1	(4.0)	9.9	(7.6)	9.3	(16.3)	0.88	(1.75)
전남	4.9	11.4	(6.4)	17.7	(12.4)	16.5	(25.3)	1.45	(2.55)
경북	0.8	2.7	(1.2)	5.9	(4.8)	4.9	(9.8)	0.51	(1.13)
경남	2.7	6.4	(3.6)	11.7	(8.8)	10.5	(18.0)	0.98	(1.91)
제주	9.6	18.1	(10.9)	23.4	(16.9)	21.7	(30.8)	1.51	(2.65)

표A.5 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 여름일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	121.8	130.4	(124.5)	136.9	(133.2)	135.5	(149.9)	1.71	(3.51)
부산	100.8	119.8	(104.8)	127.2	(119.5)	127.0	(140.6)	3.28	(4.98)
대구	121.9	137.0	(126.6)	142.5	(138.0)	142.7	(152.9)	2.60	(3.88)
인천	98.4	116.3	(105.0)	123.0	(113.7)	121.3	(135.5)	2.86	(4.64)
광주	130.7	140.9	(132.6)	146.6	(143.9)	146.7	(158.7)	2.00	(3.50)
대전	123.6	131.5	(124.3)	138.3	(134.2)	138.3	(149.3)	1.84	(3.21)
울산	100.7	118.2	(101.7)	125.2	(117.9)	125.7	(137.9)	3.13	(4.65)
세종	123.5	130.9	(124.0)	137.6	(133.8)	137.2	(149.2)	1.71	(3.21)
경기	113.5	124.5	(118.3)	130.7	(126.8)	128.9	(144.2)	1.93	(3.84)
강원	74.5	84.9	(75.3)	92.5	(86.6)	89.4	(104.0)	1.86	(3.69)
충북	110.4	120.4	(112.0)	127.2	(121.9)	126.1	(138.6)	1.96	(3.53)
충남	114.0	124.6	(116.6)	131.7	(126.6)	130.7	(143.4)	2.09	(3.68)
전북	112.6	122.4	(113.5)	129.2	(124.6)	128.6	(140.6)	2.00	(3.50)
전남	113.5	127.3	(115.9)	134.5	(127.7)	134.4	(145.6)	2.61	(4.01)
경북	104.4	116.9	(103.6)	123.3	(116.8)	123.1	(134.0)	2.34	(3.70)
경남	110.9	126.0	(114.4)	132.2	(126.4)	132.3	(143.8)	2.68	(4.11)
제주	89.4	105.5	(90.3)	113.8	(103.9)	113.0	(124.1)	2.95	(4.34)

표A.6 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 한파일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	4.5	0.5	(2.8)	1.1	(1.5)	0.7	(0.2)	-0.48	(-0.54)
부산	0.1	0.0	(0.1)	0.0	(0.1)	0.0	(0.0)	-0.01	(-0.01)
대구	1.9	0.4	(1.5)	0.4	(0.8)	0.4	(0.2)	-0.19	(-0.21)
인천	4.5	1.2	(3.1)	1.4	(2.1)	1.1	(0.2)	-0.43	(-0.54)
광주	0.7	0.1	(0.1)	0.1	(0.1)	0.1	(0.1)	-0.08	(-0.08)
대전	4.8	1.0	(3.6)	1.1	(1.9)	1.3	(0.8)	-0.44	(-0.50)
울산	1.0	0.5	(1.3)	0.5	(0.8)	0.4	(0.2)	-0.08	(-0.10)
세종	8.6	2.5	(6.1)	2.6	(3.5)	3.1	(1.5)	-0.69	(-0.89)
경기	18.2	8.6	(15.3)	10.1	(11.6)	8.8	(6.6)	-1.18	(-1.45)
강원	31.8	18.2	(29.1)	21.3	(23.3)	18.7	(15.4)	-1.64	(-2.05)
충북	17.2	8.4	(14.5)	8.8	(10.4)	8.1	(5.7)	-1.14	(-1.44)
충남	5.8	1.6	(4.4)	1.7	(2.7)	1.8	(1.1)	-0.50	(-0.59)
전북	7.0	3.0	(5.9)	3.0	(4.0)	3.0	(1.9)	-0.50	(-0.64)
전남	0.8	0.2	(0.7)	0.2	(0.5)	0.2	(0.1)	-0.08	(-0.09)
경북	10.2	5.3	(9.2)	5.3	(6.5)	5.0	(3.4)	-0.65	(-0.85)
경남	2.6	1.1	(2.4)	1.0	(1.5)	1.0	(0.5)	-0.20	(-0.26)
제주	0.2	0.1	(0.1)	0.0	(0.1)	0.0	(0.0)	-0.03	(-0.03)

표A.7 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 결빙일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	18.3	9.1	(17.0)	9.1	(11.0)	8.2	(6.9)	-1.26	(-1.43)
부산	1.4	0.6	(1.6)	0.5	(0.8)	0.4	(0.2)	-0.13	(-0.15)
대구	7.0	2.9	(5.6)	2.5	(3.3)	2.3	(1.5)	-0.59	(-0.69)
인천	19.6	10.8	(18.3)	10.4	(12.4)	9.2	(7.4)	-1.30	(-1.53)
광주	5.3	2.6	(4.6)	2.4	(3.2)	2.4	(1.1)	-0.36	(-0.53)
대전	12.2	5.9	(10.4)	5.1	(6.7)	4.9	(4.2)	-0.91	(-1.00)
울산	4.4	1.9	(4.0)	1.8	(2.3)	1.6	(1.2)	-0.35	(-0.40)
세종	14.1	7.0	(12.2)	6.1	(8.0)	5.9	(5.1)	-1.03	(-1.13)
경기	23.0	12.4	(21.3)	12.9	(15.5)	11.7	(10.3)	-1.41	(-1.59)
강원	36.4	21.6	(32.3)	23.6	(26.0)	21.5	(18.5)	-1.86	(-2.24)
충북	20.4	10.9	(18.2)	11.1	(13.3)	10.2	(8.6)	-1.28	(-1.48)
충남	14.7	7.4	(12.9)	7.1	(8.9)	6.5	(5.2)	-1.03	(-1.19)
전북	13.5	7.1	(11.8)	7.0	(8.7)	6.6	(5.2)	-0.86	(-1.04)
전남	5.6	2.7	(4.5)	2.4	(3.1)	2.2	(1.3)	-0.43	(-0.54)
경북	13.9	7.1	(12.0)	6.9	(8.5)	6.3	(5.0)	-0.95	(-1.11)
경남	6.2	3.0	(5.1)	2.9	(3.5)	2.6	(2.0)	-0.45	(-0.53)
제주	4.5	1.9	(3.1)	1.9	(2.3)	1.7	(1.3)	-0.35	(-0.40)

표A.8 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 서리일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	87.8	76.5	(89.4)	78.5	(84.8)	77.4	(71.3)	-1.30	(-2.06)
부산	54.7	40.9	(54.3)	43.9	(48.2)	42.3	(36.1)	-1.55	(-2.33)
대구	95.0	81.9	(92.9)	82.0	(88.5)	81.8	(74.0)	-1.65	(-2.63)
인천	95.6	80.3	(92.5)	81.3	(86.7)	80.4	(71.7)	-1.90	(-2.99)
광주	89.7	74.9	(86.8)	74.6	(81.3)	75.3	(65.3)	-1.80	(-3.05)
대전	110.6	98.2	(106.9)	96.5	(102.5)	96.2	(89.0)	-1.80	(-2.70)
울산	80.3	65.9	(77.3)	66.7	(72.1)	66.5	(58.6)	-1.73	(-2.71)
세종	119.2	110.3	(116.1)	106.6	(112.0)	106.8	(98.7)	-1.55	(-2.56)
경기	123.6	114.9	(120.3)	111.7	(115.4)	111.8	(103.4)	-1.48	(-2.53)
강원	144.0	133.7	(137.8)	129.8	(131.9)	129.7	(117.8)	-1.79	(-3.28)
충북	133.9	124.2	(128.7)	119.7	(123.5)	119.9	(110.6)	-1.75	(-2.91)
충남	114.2	101.3	(109.2)	98.3	(104.1)	98.6	(89.4)	-1.95	(-3.10)
전북	117.6	103.1	(111.7)	100.4	(106.6)	100.6	(90.9)	-2.13	(-3.34)
전남	87.7	70.1	(82.7)	69.6	(76.5)	69.3	(60.0)	-2.30	(-3.46)
경북	123.0	110.8	(117.1)	107.8	(112)	107.8	(97.9)	-1.90	(-3.14)
경남	100.7	88.2	(97.2)	86.9	(92.6)	86.5	(78.1)	-1.78	(-2.83)
제주	35.0	23.8	(32.2)	22.2	(27.1)	21.6	(16.9)	-1.68	(-2.26)

표A.9 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 식물성장가능기간 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2070)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
서울	268.4	285.0 (268.0)	284.6 (273.7)	283.2 (288.7)	1.85 (2.54)
부산	312.6	332.8 (312.6)	323.7 (318.2)	328.2 (335.9)	1.95 (2.91)
대구	278.7	295.4 (277.8)	291.7 (285.4)	292.0 (303.0)	1.66 (3.04)
인천	256.8	277.9 (263.3)	276.1 (269.1)	276.6 (283.2)	2.48 (3.30)
광주	290.6	301.1 (281.2)	300.3 (289.2)	300.3 (310.7)	1.21 (2.51)
대전	265.3	279.1 (264.9)	278.6 (270.2)	276.9 (284.5)	1.45 (2.40)
울산	293.6	314.2 (295.2)	307.7 (302.6)	310.9 (320.8)	2.16 (3.40)
세종	258.7	271.1 (259.4)	272.7 (264.5)	271.1 (274.6)	1.55 (1.99)
경기	250.1	258.8 (251.8)	261.7 (254.0)	259.7 (266.1)	1.20 (2.00)
강원	230.1	236.7 (235.6)	240.7 (237.4)	241.8 (251.5)	1.46 (2.68)
충북	248.0	255.1 (250.0)	259.1 (252.7)	258.7 (264.4)	1.34 (2.05)
충남	258.0	273.2 (261.9)	273.2 (266.0)	272.8 (280.0)	1.85 (2.75)
전북	261.8	274.7 (263.2)	275.1 (267.2)	277.1 (284.8)	1.91 (2.88)
전남	286.5	303.8 (282.6)	301.2 (290.6)	302.0 (313.4)	1.94 (3.36)
경북	254.8	269.0 (259.4)	270.5 (264.3)	271.3 (279.3)	2.06 (3.06)
경남	277.7	295.0 (278.0)	292.1 (285.7)	292.9 (304.3)	1.90 (3.33)
제주	322.9	337.0 (324.5)	334.7 (328.4)	337.8 (343.4)	1.86 (2.56)

표A.10 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 최대무강수지속기간 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2070)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
서울	31.1	23.9 (23.9)	25.0 (26.1)	25.2 (26.7)	-0.74 (-0.55)
부산	32.5	27.8 (30.8)	33.6 (30.7)	38.0 (31.4)	0.69 (-0.14)
대구	42.6	31.8 (32.9)	36.1 (33.8)	40.8 (34.6)	-0.23 (-1.00)
인천	37.2	34.1 (33.3)	35.2 (37.3)	35.1 (38.4)	-0.26 (0.15)
광주	25.2	24.7 (25.5)	30.0 (30.9)	30.5 (29.9)	0.66 (0.59)
대전	28.3	24.3 (26.7)	29.5 (32.3)	30.6 (29.9)	0.29 (0.20)
울산	34.0	32.5 (31.8)	35.1 (35.7)	39.1 (36.5)	0.64 (0.31)
세종	33.1	28.2 (30.8)	32.2 (34.4)	32.0 (34.2)	-0.14 (0.14)
경기	31.7	30.6 (30.5)	33.4 (33.4)	33.2 (35.0)	0.19 (0.41)
강원	32.0	29.2 (29.3)	33.5 (37.6)	33.1 (38.3)	0.14 (0.79)
충북	26.7	25.9 (25.9)	32.0 (32.0)	30.7 (31.2)	0.50 (0.56)
충남	28.0	24.0 (24.7)	26.2 (27.3)	28.5 (27.7)	0.06 (-0.04)
전북	24.4	24.4 (25.7)	27.7 (29.8)	30.8 (28.6)	0.80 (0.53)
전남	27.6	26.5 (28.9)	31.5 (31.0)	34.0 (29.9)	0.80 (0.29)
경북	36.1	31.2 (30.0)	35.6 (35.7)	36.0 (34.5)	-0.01 (-0.20)
경남	36.6	29.9 (31.7)	35.0 (34.0)	39.5 (34.0)	0.36 (-0.33)
제주	22.1	20.8 (21.5)	21.6 (22.5)	24.3 (20.1)	0.28 (-0.25)

표A.11 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 호우일수 전망(일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (일/10년)	
서울	3.2	2.0	(2.2)	2.4	(2.3)	2.6	(2.2)	-0.08	(-0.13)
부산	2.9	4.0	(3.1)	3.6	(4.1)	3.7	(5.4)	0.10	(0.31)
대구	1.7	4.2	(4.2)	4.6	(4.8)	4.6	(7.3)	0.36	(0.70)
인천	2.5	2.2	(2.1)	2.2	(2.2)	2.6	(2.3)	0.01	(-0.03)
광주	2.0	4.1	(3.6)	5.7	(5.1)	4.9	(5.9)	0.36	(0.49)
대전	1.6	1.8	(1.7)	1.7	(2.0)	1.6	(1.8)	0.00	(0.03)
울산	2.4	4.0	(3.6)	3.8	(4.1)	3.6	(6.4)	0.15	(0.50)
세종	1.5	1.9	(1.4)	1.3	(1.5)	1.5	(1.6)	0.00	(0.01)
경기	2.9	2.5	(2.1)	2.3	(2.3)	2.5	(2.2)	-0.05	(-0.09)
강원	2.7	3.1	(2.7)	2.8	(2.6)	3.0	(3.1)	0.04	(0.05)
충북	1.8	2.5	(2.1)	2.0	(2.4)	2.4	(2.6)	0.08	(0.10)
충남	1.7	2.2	(1.5)	1.7	(2.0)	1.9	(2.2)	0.03	(0.06)
전북	2.0	3.8	(3.8)	4.5	(4.5)	4.0	(5.4)	0.25	(0.43)
전남	2.4	6.6	(4.7)	6.7	(7.2)	6.2	(8.3)	0.48	(0.74)
경북	1.7	3.5	(3.0)	3.5	(3.5)	3.1	(4.9)	0.18	(0.40)
경남	3.2	6.2	(4.4)	5.5	(5.9)	5.9	(8.3)	0.34	(0.64)
제주	4.7	5.7	(3.9)	5.9	(7.0)	5.2	(8.6)	-0.06	(0.49)

표A.12 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 5일최다강수량 전망(mm)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)		21세기 중반기 (2041-2070)		21세기 후반기 (2071-2100)		경향성 (mm/10년)	
서울	286.8	254.4	(248.5)	249.7	(258.1)	274.7	(276.6)	-1.51	(-1.28)
부산	238.0	244.3	(200.6)	224.6	(299.7)	237.0	(282.3)	-0.13	(5.54)
대구	207.8	261.5	(261.4)	266.8	(296.1)	273.4	(348.7)	8.20	(17.61)
인천	236.5	218.6	(205.8)	207.6	(226.8)	228.9	(241.7)	-0.95	(0.65)
광주	225.8	276.0	(236.6)	282.1	(330.2)	299.2	(351.5)	9.18	(15.71)
대전	209.8	203.2	(216.6)	203.0	(220.6)	222.1	(225.8)	1.54	(2.00)
울산	236.0	303.9	(259.1)	255.3	(288.3)	259.2	(337.5)	2.90	(12.69)
세종	210.0	190.5	(178.6)	172.1	(190.1)	184.2	(198.0)	-3.23	(-1.50)
경기	283.6	255.6	(239.0)	247.6	(256.0)	267.1	(271.2)	-2.06	(-1.55)
강원	281.0	270.2	(255.1)	262.4	(266.6)	270.3	(281.8)	-1.34	(0.10)
충북	227.6	219.0	(209.7)	216.0	(226.4)	230.4	(247.8)	0.35	(2.53)
충남	205.2	233.0	(200.1)	204.1	(209.7)	221.7	(242.8)	2.06	(4.70)
전북	230.2	288.2	(267.0)	310.3	(314.9)	306.9	(377.6)	9.59	(18.43)
전남	211.2	315.6	(271.5)	313.6	(360.7)	318.1	(379.0)	13.36	(20.98)
경북	213.6	259.5	(241.3)	250.1	(274.2)	255.9	(312.7)	5.29	(12.39)
경남	254.4	332.7	(273.0)	302.2	(347.7)	317.0	(385.3)	7.83	(16.36)
제주	288.8	346.2	(251.7)	344.4	(360.0)	295.9	(394.7)	0.89	(13.24)

표A.13 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 강수량도 전망(mm/일)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2070)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (mm/일/10년)
서울	18.2	18.2 (16.9)	17.6 (16.9)	17.6 (17.7)	-0.07 (-0.06)
부산	19.6	19.6 (20.1)	19.1 (20.2)	18.7 (21.7)	-0.11 (0.26)
대구	16.1	17.7 (18.2)	17.6 (17.6)	17.6 (19.4)	0.19 (0.41)
인천	17.1	16.8 (15.4)	16.4 (15.7)	16.3 (16.1)	-0.10 (-0.13)
광주	15.9	17.6 (17.8)	17.4 (18.1)	16.9 (19.6)	0.13 (0.46)
대전	14.9	16.2 (16.6)	15.4 (15.9)	15.6 (16.5)	0.09 (0.20)
울산	18.0	19.7 (19.6)	18.5 (19.4)	18.2 (21.9)	0.02 (0.49)
세종	15.1	16.3 (15.5)	15.1 (15.0)	15.3 (15.6)	0.03 (0.06)
경기	17.9	18.2 (16.8)	17.2 (16.6)	17.3 (17.4)	-0.07 (-0.06)
강원	16.9	17.5 (16.5)	16.9 (16.4)	16.9 (17.1)	0.00 (0.03)
충북	15.3	16.2 (15.6)	15.5 (15.3)	15.5 (15.9)	0.02 (0.08)
충남	15.2	16.6 (15.6)	15.4 (15.1)	15.6 (16.1)	0.05 (0.11)
전북	15.0	15.9 (16.3)	15.6 (15.9)	15.4 (17.2)	0.05 (0.28)
전남	17.0	19.0 (19.2)	18.8 (19.1)	18.1 (20.7)	0.14 (0.46)
경북	16.0	17.6 (17.5)	17.0 (17.1)	16.8 (18.5)	0.10 (0.31)
경남	19.4	20.8 (20.8)	19.7 (20.4)	19.7 (22.2)	0.04 (0.35)
제주	19.5	20.3 (20.0)	20.2 (20.8)	19.3 (21.8)	-0.02 (0.29)

표A.14 RCP2.6(6.0)에 따른 남한 17개 광역시도의 연평균 일교차 전망(°C)

구분	현재 기후값 (2001-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2070)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (°C/10년)
서울	8.8	8.9 (8.9)	9.0 (9.0)	8.9 (8.9)	0.01 (0.01)
부산	8.2	8.3 (8.2)	8.3 (8.4)	8.4 (8.3)	0.03 (0.01)
대구	10.7	10.7 (10.6)	10.8 (10.8)	10.9 (10.7)	0.03 (0.00)
인천	8.3	8.5 (8.5)	8.6 (8.5)	8.6 (8.5)	0.04 (0.02)
광주	10.3	10.3 (10.3)	10.3 (10.5)	10.5 (10.4)	0.02 (0.01)
대전	10.8	10.8 (10.8)	10.9 (10.9)	10.9 (10.8)	0.01 (0.00)
울산	9.6	9.8 (9.6)	9.8 (9.8)	9.8 (9.7)	0.03 (0.01)
세종	11.2	11.3 (11.3)	11.4 (11.4)	11.4 (11.3)	0.03 (0.01)
경기	10.9	11.0 (11.1)	11.1 (11.1)	11.1 (11.1)	0.02 (0.02)
강원	11.0	11.0 (11.1)	11.1 (11.2)	11.1 (11.0)	0.01 (0.00)
충북	11.8	11.8 (11.9)	11.9 (12.0)	11.9 (11.9)	0.01 (0.01)
충남	10.4	10.5 (10.5)	10.5 (10.6)	10.6 (10.5)	0.02 (0.01)
전북	10.9	11.0 (11.0)	11.0 (11.1)	11.1 (11.0)	0.02 (0.01)
전남	9.7	9.7 (9.7)	9.8 (9.9)	9.9 (9.8)	0.03 (0.01)
경북	11.4	11.5 (11.5)	11.6 (11.7)	11.6 (11.5)	0.02 (0.01)
경남	10.8	10.9 (10.8)	10.9 (11.0)	11.0 (10.9)	0.02 (0.01)
제주	7.1	7.1 (7.1)	7.1 (7.2)	7.2 (7.0)	0.01 (-0.01)

신기후 체제 대비
한반도 기후변화 전망 보고서

◆ 발행일	2017년 12월 8일
◆ 발행처	기상청
◆ 주소	07062 서울특별시 동작구 여의대방로 16길 61
◆ 누리집	www.climate.go.kr



기상청

Korea Meteorological
Administration