

발간번호 11-1360000-001183-01

충청남도 계룡시
기후변화
상세 분석보고서

기상청·대전지방기상청

발간사

최근들어 지구촌 곳곳이 집중호우, 태풍, 가뭄, 폭설, 홍수 등의 이상기후 현상 때문에 몸살을 앓고 있으며 이에 따른 자연재해의 규모와 피해도 꾸준히 증가하는 추세입니다. 기후변화에 의한 영향은 기후변화 자체의 강도뿐만 아니라 지역적으로 기후변화에 노출되는 정도나 취약성 정도 등의 사회경제적 여건에 따라 그 피해규모가 달라지기 때문에 지역별로 적절한 기후변화 영향·취약성을 평가하고 대응하는 것이 필요합니다. 따라서 우리나라에서는 국가 기후변화 적응대책과 더불어 기초지자체 단위의 적응대책 세부시행계획의 수립이 의무화되었습니다.

기초지자체에서 일관된 기후변화 적응대책이 수립되기 위해서는 우선 읍면동까지 상세화된 미래 기후변화 전망정보 제공이 필요합니다. 이에, 기상청은 각 지자체별로 미래 기후변화 경향을 한눈에 살펴보고, 이를 정책수립에 활용할 수 있도록 상세하게 분석된 기후변화 전망정보를 담은 「지역별 기후변화 상세 분석보고서」를 발간하게 되었습니다. 「충청남도 계룡시 기후변화 상세 분석보고서」는 새로운 기후변화 시나리오를 기반으로 하여 면동 단위로 분석된 2100년까지의 기온, 강수량, 극한기후현상에 대한 미래 전망 내용을 담고 있습니다. 또한 농업, 보건, 에너지 분야의 활용증대를 위해 시군 단위로 분석된 분야별 기후변화 응용정보를 수록하였습니다.

지역별 상세 미래 예측정보가 지역의 기후변화 현황 및 전망에 대한 이해를 높이고 기후변화에 따른 영향 및 취약성 평가를 수행하는데 활용되기를 바랍니다. 나아가 기후변화 적응 분야 및 기초지자체의 과학적이고 효율적인 기후변화 적응대책 수립에 기여하기를 기대해 봅니다.

2015.11

기상청장

06	제 1 장 서론	17	제 3 장 기후변화 전망
06	1. 지리적 특성	17	1. 평균기온
08	2. 관측 자료 소개	20	2. 강수량
09	3. 고해상도 시나리오 자료 소개	26	3. 극한기후지수
10	4. 극한기후지수 정의	26	1) 극한기온지수
11	5. 응용정보 정의	38	2) 극한강수지수
12	제 2 장 최근 10년 기후특성	42	제 4 장 분야별 응용정보
12	1. 기온	42	1. 농업(생육도일, 유효적산온도)
14	2. 강수량	48	2. 보건(열지수, 불쾌지수)
16	3. 기타 요소	54	3. 에너지(냉방도일, 난방도일)
		60	제 5 장 결론

- 기후변화 시나리오는 '기후변화정보센터' 누리집(www.climate.go.kr)에서 제공하고 있습니다.

- 시나리오 소개 RCP 시나리오
- 시나리오 조회 전지구, 한반도, 남한상세(양상블), 극한기후지수
- 응용시나리오 조회 농업, 방재, 보건, 수자원분야 응용정보
- 시나리오 요청/ 다운로드 전지구, 한반도, 남한상세, 기후극한지수, 행정구역별 자료, 부분별 응용정보 회원 가입 후 신청서를 작성하여 요청, 기상청 승인 후 다운로드 가능



공공누리 저작물 표시

본 보고서의 내용을 사용시 출처를 표시하여야 하며 비영리 목적으로만 이용하여야 합니다.

표목차

- 7 표 1-1. 계룡시 인구 현황(2014년)
- 9 표 1-2. RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO₂ 농도
- 10 표 1-3. 기온 및 강수 관련 극한기후지수의 정의
- 11 표 1-4. 농업, 보건, 에너지분야 응용정보
- 13 표 2-1. 충청남도 계룡시의 일평균·최고·최저기온 및 극한기후지수(2001~2010년)
- 15 표 2-2. 충청남도 계룡시의 계절 및 연강수량과 극한기후지수(2001~2010년)
- 16 표 2-3. 충청남도 계룡시의 기온 관련 극한기후지수(2001~2010년)
- 19 표 3-1. 충청남도 계룡시의 평균기온 전망 및 현재 기후값 대비 편차(°C)(RCP8.5)
- 19 표 3-2. 충청남도 계룡시의 평균기온 전망 및 현재 기후값 대비 편차(°C)(RCP4.5)
- 24 표 3-3. 충청남도 계룡시의 연강수량(mm) 전망과 현재 기후값 대비 증가율(%)(RCP8.5)
- 25 표 3-4. 충청남도 계룡시의 연강수량(mm) 전망과 현재 기후값 대비 증가율(%)(RCP4.5)
- 27 표 3-5. 충청남도 계룡시의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP8.5)
- 27 표 3-6. 충청남도 계룡시의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP4.5)
- 31 표 3-7. 충청남도 계룡시의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP8.5)
- 31 표 3-8. 충청남도 계룡시의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP4.5)
- 35 표 3-9. 충청남도 계룡시의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP8.5)
- 35 표 3-10. 충청남도 계룡시의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP4.5)
- 38 표 3-11. 충청남도 계룡시의 강수강도·호우일수 전망과 현재 기후값 대비 변화율(%)(RCP8.5)
- 39 표 3-12. 충청남도 계룡시의 강수강도·호우일수 전망과 현재 기후값 대비 변화율(%)(RCP4.5)
- 43 표 4-1. 작물별 생육도일 및 유효적산온도
- 44 표 4-2. 충청남도 시군별 생육도일(도일)과 유효적산온도(°C) 전망(RCP8.5)
- 45 표 4-3. 충청남도 시군별 생육도일(도일)과 유효적산온도(°C) 전망(RCP4.5)
- 48 표 4-4. 열지수 기준범위
- 49 표 4-5. 불쾌지수 기준범위
- 50 표 4-6. 충청남도 시군별 열지수와 불쾌지수 전망(RCP8.5)
- 51 표 4-7. 충청남도 시군별 열지수와 불쾌지수 전망(RCP4.5)
- 56 표 4-8. 충청남도 시군별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP8.5)
- 57 표 4-9. 충청남도 시군별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP4.5)
- 62 표 5-1. 충청남도 계룡시의 현재 기후값 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화량(RCP8.5)
- 62 표 5-2. 충청남도 계룡시의 현재 기후값 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화량(RCP4.5)

그림목차

- 6 그림 1-1. 계룡시의 행정구역 구분과 관측 지점의 위치
- 13 그림 2-1. 계룡시의 면동별 연평균기온(°C) 상세분포도(2001~2010년)
- 15 그림 2-2. 계룡시의 면동별 연강수량(mm) 상세분포도(2001~2010년)
- 17 그림 3-1. 충청남도과 계룡시의 평균기온(°C) 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 17 그림 3-2. 평균기온(°C) 증가율이 가장 큰 지역(신도안면)과 작은 지역(금암동)의 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 18 그림 3-3. 계룡시의 면동별 평균기온(°C) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 21 그림 3-4. 충청남도과 계룡시의 연강수량(mm) 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 21 그림 3-5. 연강수량(mm) 증가율이 가장 큰 지역(두마면, 엄사면)과 작은 지역(신도안면, 금암동)의 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 22 그림 3-6. 계룡시의 면동별 연강수량(mm) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 23 그림 3-7. 계룡시의 면동별 강수량 증가율(%)(2001~2010년 대비) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 28 그림 3-8. 계룡시의 면동별 폭염일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 29 그림 3-9. 계룡시의 면동별 열대야일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 32 그림 3-10. 계룡시의 면동별 서리일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 33 그림 3-11. 계룡시의 면동별 결빙일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 36 그림 3-12. 계룡시의 면동별 식물성장가능기간(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 37 그림 3-13. 계룡시의 면동별 여름일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 40 그림 3-14. 계룡시의 면동별 강수강도(mm/일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 41 그림 3-15. 계룡시의 면동별 호우일수(일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 46 그림 4-1. 충청남도 시군별 생육도일(10°C)(도일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 47 그림 4-2. 충청남도 시군별 유효적산온도(10°C)(°C) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 52 그림 4-3. 충청남도 시군별 열지수 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 53 그림 4-4. 충청남도 시군별 불쾌지수 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 55 그림 4-5. 계룡시의 월별 냉방도일(도일) 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 55 그림 4-6. 계룡시의 월별 난방도일(도일) 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 58 그림 4-7. 충청남도 시군별 냉방도일(도일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 59 그림 4-8. 충청남도 시군별 난방도일(도일) 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 61 그림 5-1. 충청남도 계룡시의 면동별 기후변화 전망 요약

제1장 서론

충청남도 계룡시 기후변화 상세 분석보고서는 저탄소 녹색성장 기본법 시행령(2012년 12월 27일 개정)에 따라 2015년부터 의무화된 기초지자체의 '기후변화 적응대책 세부시행계획' 수립을 지원하기 위해 작성한 보고서임.

6

그림 1-1. 계룡시의 행정구역 구분과 관측 지점의 위치



1. 지리적 특성

- 충청남도 남동부에 위치한 계룡시는 동쪽으로 대전광역시 서구와 유성구, 서쪽과 남쪽으로 충청남도 논산시, 북쪽으로 공주시에 접하고 있음.

- 계룡시는 1990년 2월 27일에 계룡출장소가 설치되고, 2003년 9월 19일에 계룡시가 출범되었음. 2006년 3월 20일에 두마면이 두마면과 업사면으로 분면된 후, 3개면 1개동의 행정체계를 갖추게 되었음(그림 1-1). 2014년 12월 현재 총인구는 40,552명이며, 총면적은 60.7km²로, 충청남도 총면적(8,213.5km²)의 0.7%에 해당함. 계룡시 내 가장 큰 면적을 차지하는 곳은 신도안면(27.4km²)이며, 가장 작은 면적을 차지하는 곳은 금암동(2.9km²)임*).

- 2013년 12월말 계룡시의 사업체수는 총 1,932개, 종사자수는 8,349명으로, 충청남도 사업체수의 1.3%, 종사자수의 1.1%를 차지함. 계룡시 종사자수의 13.7%가 도매 및 소매업에 종사하고 있음**).

* 참고문헌
행정자치부(2015), 지방자치단체 행정구역 및 인구 현황.

** 참고문헌
본 보고서의 사업체수, 종사자수 자료는 통계청 국가통계포털(http://kosis.kr) 2013년 12월 31일을 기준으로 작성됨.

연도	세대수(가구)	인구(명)			2013년 대비 증가율 (%)
		계	남	여	
2014년	13,894	40,552	20,118	20,434	-0.99

표 1-1.
계룡시 인구 현황(2014년)

- 계룡시는 계룡산 남동쪽의 구릉지대에 입지해 있고, 동서로 좁고 남북으로 긴 지형임. 북서쪽에 위치한 계룡산(846m)을 중심으로 남쪽으로 갈수록 완만해 짐. 북동쪽에 관암산(527m), 서쪽에 향적산(574m) 등 표고 600m 이하의 비교적 낮은 산들이 위치함. 주요 하천으로는 두계천과 연산천이 있음.

2. 관측 자료 소개

- 한반도의 고해상도 격자형 관측 자료를 산출하기 위해 75개의 종관 관측장비 (Automated Synoptic Observing System, ASOS)와 462개의 자동기상 관측장비(Automatic Weather System, AWS)를 합한 총 537개의 관측 자료를 사용하였음. 계룡시에는 2개의 자동기상 관측장비가 위치함(그림 1-1).
- 분석기간은 2001년부터 2010년까지 10년이며, 변수는 일별기온(최고/평균/최저)과 일강수량이 사용되었음. 관측 자료는 해발고도가 높은 일부 산악지역을 제외하면 대부분의 지역에서 골고루 분포하고 있음. 관측 지점수와 관측 자료의 품질을 고려했을 때 2000년 이후의 자료를 사용하는 것이 신뢰할 수 있는 상세 공간해상도를 확보할 수 있다고 판단됨.
- 관측 자료를 거리, 고도, 지향면, 해양도를 고려하여 1km 해상도의 격자자료로 내삽한 뒤 각 읍면동에 해당하는 격자를 평균하여 행정구역별 자료를 생산하였음. 고해상도 격자형 관측 자료 산출방법은 MK-PRISM(Modified-Korean Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model)^{*)}을 적용하였음.
- 본 보고서의 현재 기후값은 2001~2010년의 10년 평균값으로, 위에 언급한 고해상도 격자형 관측자료를 사용함.

*) 참고문헌
 김맹기 등(2012), 1km 해상도의 관측 격자자료 생산 기술, 기후연구, 제7권 제1호, 55~68pp.

3. 고해상도 시나리오 자료 소개

- 기후변화 시나리오는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)에서 5차 평가보고서용으로 발표한 온실가스 배출 시나리오인 RCP(Representative Concentration Pathways) 시나리오를 기초로 하였음. 온실가스 배출 시나리오는 표 1-2와 같이 기본 4종이 있으나 본 보고서에서는 온실가스 배출 수준을 현재 추세대로 유지하였을 경우(RCP8.5)와 적극적인 저감 정책을 수행하였을 경우(RCP4.5)를 기준으로 분석함.

종류	시나리오 설명	2100년 기준 CO ₂ 농도(ppm)
RCP2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우(실현 불가)	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

표 1-2. RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO₂ 농도

- 우선 약 135km 해상도의 전지구 기후변화 시나리오를 산출하고, 지역기후모델을 이용하여 한반도에 대한 12.5km 해상도의 지역 기후변화 시나리오를 산출함. 전지구 기후변화 시나리오는 영국기상청의 HadGEM2-AO 모델을 사용하였으며, 한반도 기후변화 시나리오는 영국기상청 지역기후모델인 HadGEM3-RA를 사용함.
- 기후변화 시나리오를 이용하여 미래 전망을 분석할 경우, 현재(2001~2010년)를 기준으로 10년 단위로 분석하거나 21세기 전반기(2011~2040년), 21세기 중반기(2041~2070년), 21세기 후반기(2071~2100년)의 30년 단위로 분석을 수행함.

고해상도(1km) 남한상세 기후변화 시나리오를 생산하기 위하여 다음과 같은 과정을 거침.

- 1) 앞서 생산한 1km 해상도의 관측 격자자료를 2001~2010년 기간에 대해 평균하여 관측 기후값을 만들.
- 2) 12.5km 한반도 지역 기후변화 시나리오 자료를 1km로 객관분석한 후 각 격자점별로 계절 변동(Seasonal cycle)을 제거한 편차(Anomaly)를 추출함.
- 3) 1)의 관측 기후값과 2)의 미래 기후 변화 전망 편차를 더하여 1km 해상도의 상세 기후변화 시나리오를 생산함. 이러한 통계적 상세화 방법을 PRIDE 모델이라고 함.

(PRIDE : PRISM based Downscaling Estimation)

4. 극한기후지수 정의

- 본 보고서에서는 기온과 강수량 이외에 6개의 기온 관련 극한기후지수(열대야일수, 폭염일수, 서리일수, 결빙일수, 여름일수, 식물성장가능기간)와 2개의 강수 관련 극한기후지수(강수강도, 호우일수)를 분석하였으며, 각 지수의 정의는 표 1-3과 같음. 극한기후지수는 우선 격자별로 생산한 뒤 이를 행정구역별로 평균하였음.
- 강수강도와 호우일수의 경우는 지역기후모델 자료의 극값이 관측보다 절대값이 작게 산출되므로 다음과 같이 각 격자별로 보정하여 분석하였음.
 - 보정된 극한기후지수 = 보정상수 × 극한기후지수

$$\text{보정상수} = \frac{\text{관측 격자자료의 극한기후지수 기후값(2000~2010년)}}{(\text{관측 격자자료 기후값} + 12.5\text{km 지역기후모델 편차}) \text{의 극한기후지수 기후값(2000~2010년)}}$$

표 1-3. 기온 및 강수 관련 극한기후지수의 정의

요소	극한기후지수	정의	단위
기온	열대야일수 (Tropical night days)	일최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	폭염일수 (Heat wave days)	일최고기온이 33℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	서리일수 (Frost days)	일최저기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수	일
	결빙일수 (Ice days)	일최고기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수	일
	여름일수 (Summer days)	일최고기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	식물성장가능기간 (Growing season length)	일평균기온이 5℃ 보다 높은 날이 6일 이상 지속된 첫 날부터 일평균기온이 5℃ 미만인 날이 6일 이상 지속된 첫 날까지 사이의 연중 일수	일
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

5. 응용정보 정의

- 본 보고서에서는 농업분야 2개, 보건분야 2개, 에너지분야 2개의 응용정보를 사용하였고, 각 지수의 정의는 표 1-4와 같음.

분야	응용정보	정의	산출방법	단위
농업	유효적산온도	작물의 생육에 필요한 열량을 나타내기 위한 것으로 일평균기온에서 생육한계온도(5, 10℃)를 뺀 값을 적산한 값	$EAT = \sum(T_a - T_b)$ * T_a : 일평균기온, T_b (생육한계온도) = 5℃, 10℃	℃
	생육도일	일최고기온과 일최저기온의 평균에서 작물별 기본온도를 뺀 것을 생육기간동안 합한 값	$GDD = \sum \{ (T_{max} + T_{min}) / 2 - T_b \}$ * T_b (기본온도) = 5℃, 10℃	도일
보건	열지수	일사병이나 열 경련의 위험도를 나타내는 지수로 경고(27~32), 주의(32~41), 위험(41~54), 매우 위험(54 이상)으로 분류됨.	$HI = -42.379 + 2.04901523 \times T_i$ $+ 10.14333127 \times RH - 0.22475541 \times T_i \times RH$ $- 6.83783 \times 10^{-3} \times T_i^2 - 5.481717$ $\times 10^{-2} \times RH^2 + 1.22874 \times 10^{-3} \times T_i^2 \times RH$ $+ 8.5282 \times 10^{-4} \times T_i \times RH^2 - 1.99 \times 10^{-6} \times T_i^2 \times RH^2$ * T_i : 최고기온, RH: 상대습도	
	불쾌지수	체감기후를 나타내는 온습도지수로 낮음(68 미만), 보통(68~75), 높음(75~80), 매우 높음(80이상)으로 분류됨.	$DI = 9/5 \times T_a - 0.55 \times (1 - RH) (9/5 \times T_a - 26) + 32$ * T_a : 최고기온, RH: 상대습도	
에너지	냉방도일	냉방에 필요한 열량을 규정하는 기후정보로 일평균기온에서 기준온도(24℃)를 뺀 값을 적산한 값	$CDD = \sum (\text{일평균기온} - 24)$	도일
	난방도일	난방에 필요한 열량을 규정하는 기후정보로 기준온도(18℃)에서 일평균기온을 뺀 값을 적산한 값	$HDD = \sum (18 - \text{일평균기온})$	도일

표 1-4. 농업, 보건, 에너지분야 응용정보

열지수:

2015년 6월 1일부터 기상청에서 사용하고 있는 열지수는 낮음(27~32미만), 보통(32~41미만), 높음(41~54미만), 매우높음(54~66미만), 위험(66이상)의 5단계 분류기준을 사용하고 있으나, 본 보고서에서는 이전 보고서와의 일관성 유지를 위해 기존의 4단계 분류기준인 경고(27~32미만), 주의(32~41미만), 위험(41~54미만), 매우 위험(54이상)을 사용함.

제2장 최근 10년 기후특성

1. 기온

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 기후값

- 충청남도 남동부에 위치한 계룡시의 연평균기온은 11.7°C로 충청남도 연평균기온(12.0°C)보다 낮음.
- 계룡시에서 연평균기온이 가장 높은 지역은 금암동, 엄사면(12.0°C)이고, 가장 낮은 지역은 신도안면(11.4°C)이며, 그 차이는 0.6°C임.
- 계룡시의 연평균 일최고기온은 17.7°C, 연평균 일최저기온은 6.5°C로 나타났고, 연평균 일교차는 11.2°C임.

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 극한값

- 계룡시의 열대야일수와 폭염일수는 각각 0.6일, 9.2일로 나타나 충청남도 평균(1.8일, 7.9일)과 비교하여 열대야일수는 적고, 폭염일수는 많음.
- 열대야일수는 금암동, 엄사면(0.8일)에서 가장 많이 발생하고, 신도안면(0.4일)에서 가장 적게 발생함.
- 폭염일수는 금암동에서 11.5일로 가장 많이 발생하고, 신도안면에서 7.4일로 가장 적게 발생함.

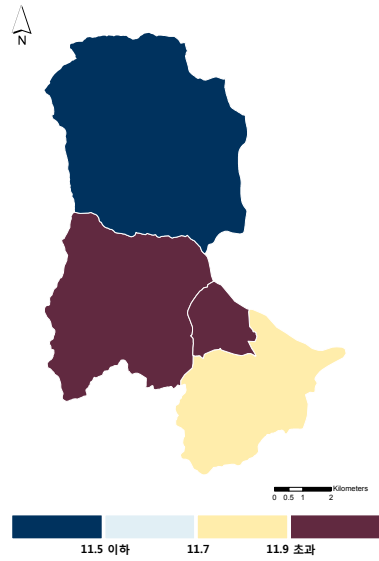


그림 2-1.
계룡시의 면동별 연평균기온(°C)
상세분포도(2001~2010년)

	기온(°C)			열대야일수 (일)	폭염일수 (일)
	일평균	일최고	일최저		
충청남도	12.0	17.6	7.2	1.8	7.9
계룡시	11.7	17.7	6.5	0.6	9.2
두마면	11.9	18.0	6.7	0.5	10.4
엄사면	12.0	18.0	6.7	0.8	10.7
신도안면	11.4	17.2	6.3	0.4	7.4
금암동	12.0	18.2	6.6	0.8	11.5

표 2-1.
충청남도 계룡시의
일평균·최고·최저기온 및
극한기후지수(2001~2010년)



2. 강수량

● 최근 10년(2001~2010년) 강수량 기후값

- 계룡시의 연강수량은 1,321.1mm로 충청남도 평균인 1,264.2mm보다 많음.
- 계룡시 내에서는 신도안면이 연강수량 1,330.3mm로 가장 많고, 두마면은 1,306.1mm로 가장 적어서 그 차이가 24.2mm로 나타남.

● 최근 10년(2001~2010년) 강수 극한값

- 계룡시의 평균 강수강도는 15.0mm/일로 충청남도 평균(15.1mm/일)보다 약하고, 평균 호우일수는 1.8일로 충청남도 평균(1.7일)보다 많게 나타남.
- 호우일수는 신도안면에서 1.9일로 가장 빈번하게 발생하고, 두마면에서 1.5일로 가장 적게 발생함.
- 강수강도는 신도안면에서 15.2mm/일로 가장 강하고, 두마면에서 14.6mm/일로 가장 약해서 그 차이가 0.6mm/일로 나타남.

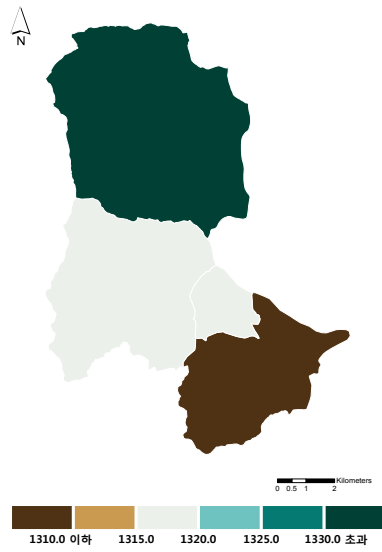


그림 2-2.
계룡시의 면동별 연강수량(mm)
상세분포도(2001~2010년)

	강수량(mm)					강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
	봄	여름	가을	겨울	연		
충청남도	221.1	734.0	225.7	100.3	1264.2	15.1	1.7
계룡시	236.3	778.0	208.5	90.0	1321.1	15.0	1.8
두마면	231.8	772.7	204.3	88.7	1306.1	14.6	1.5
엄사면	236.9	775.2	208.2	89.4	1318.2	15.1	1.8
신도안면	238.0	782.5	210.8	90.9	1330.3	15.2	1.9
금암동	236.4	775.4	206.7	89.8	1316.9	14.9	1.8

표 2-2.
충청남도 계룡시의 계절 및 연강수량과
극한기후지수(2001~2010년)



3. 기타 요소

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 관련 현상일수

- 계룡시는 연평균 일최저기온이 충청남도보다 낮아서 서리일수가 122.9일로 충청남도 평균보다 8.4일 많음. 계룡시의 연평균 일최고기온도 충청남도보다 낮아서 결빙일수는 15.3일로 충청남도 평균보다 0.6일 많음. 여름일수는 115.0일로 충청남도 평균보다 0.5일 많고, 식물성장가능기간은 255.1일로 3.0일 짧게 나타남.
- 서리일수는 두마면에서 121.1일, 결빙일수는 금암동에서 11.9일로 가장 적게 나타난 반면, 식물성장가능기간은 두마면에서 258.3일로 가장 길게 나타남.
- 여름일수는 금암동에서 122.4일로 가장 많고, 신도안면에서 108.2일로 가장 적으며 그 차이가 14.2일로 나타남.

표 2-3.
충청남도 계룡시의 기온 관련
극한기후지수(2001~2010년)

	서리일수(일)	결빙일수(일)	여름일수(일)	식물성장가능기간(일)
충청남도	114.5	14.7	114.5	258.1
계룡시	122.9	15.3	115.0	255.1
두마면	121.1	13.2	119.9	258.3
엄사면	121.5	12.9	120.5	256.7
신도안면	124.7	18.3	108.2	252.3
금암동	122.4	11.9	122.4	256.9

제3장 기후변화 전망

1. 평균기온

● 2100년까지 기온 변화경향

- 온실가스를 저감하지 않는 RCP8.5 시나리오에서 계룡시 연평균기온은 2000년대에 비해 2040년대에는 2.1℃, 2090년대에는 5.5℃ 상승함.
- 현재 계룡시 연평균기온은 충청남도 평균보다 낮으며, RCP8.5에서 계룡시의 미래 기온 상승 정도*는 충청남도과 동일함. 계룡시와 충청남도의 기온 상승폭은 모두 우리나라 전체 상승폭**보다 0.5℃ 낮음.
- 계룡시 내 평균기온의 변화량은 차이가 크지 않음.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 수행한다면 온실가스 배출 수준을 현재 추세대로 유지하였을 때와 비교하여 기온 상승폭은 절반 이하 수준***에 그침.

● 아열대 기후구 전망

- 계룡시는 RCP8.5 시나리오에서 2070년대부터 아열대기후에 속하고, RCP4.5 시나리오에서는 아열대기후에 속하지 않을 것으로 전망됨.

★ 미래 기온상승폭 (2071~2100)
계룡시 4.8℃,
충청남도 4.8℃

★★ 우리나라 기온상승폭 :
(1981~2010) 12.5℃ →
(2071~2100) 17.8℃ (5.3℃ 상승)

★★★ 2090년대 계룡시 평균 기온상승:
(RCP8.5) 5.5℃ 상승 →
(RCP4.5) 2.2℃ 상승

◆ 트레와다 아열대 기후구 정의

월평균기온 10℃ 이상인 달이 8개월 이상, 가장 추운 달 평균기온이 18℃ 이하인 경우

그림 3-1.
충청남도과 계룡시의 평균기온(℃) 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

그림 3-2.
평균기온(℃) 증가율이 가장 큰 지역(신도안면)과 작은 지역(금암동)의 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

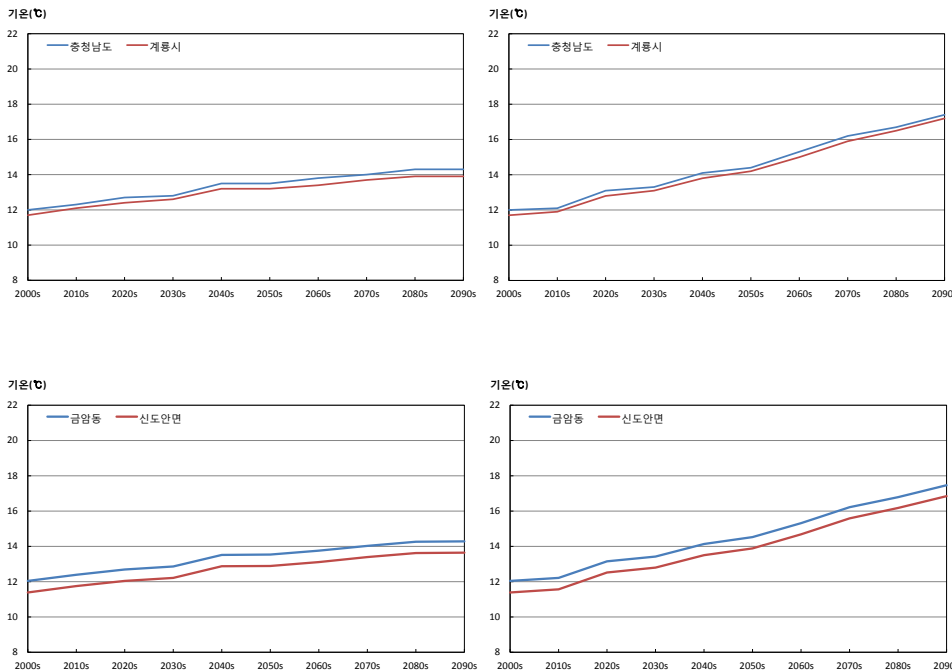
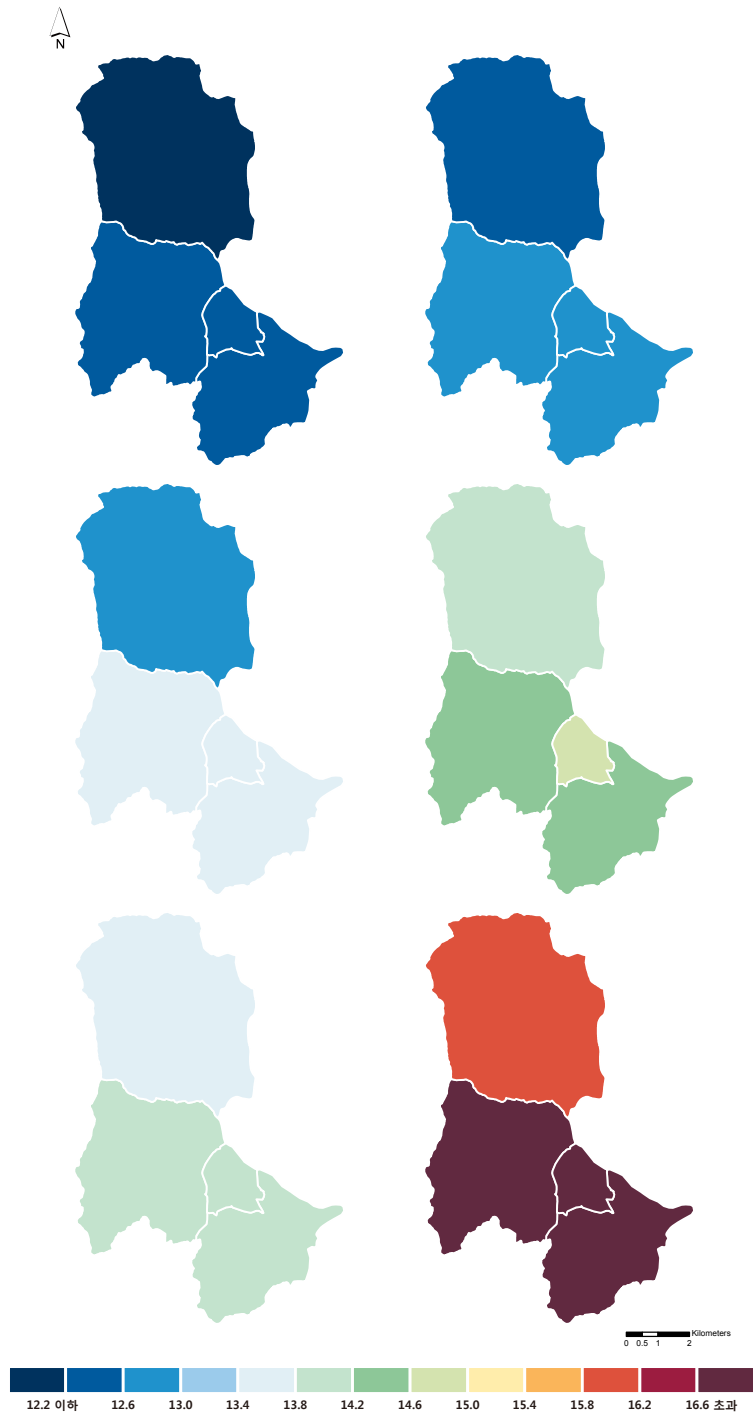


그림 3-3.
계룡시의 면동별 평균기온(°C) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
충청남도	12.0	+0.1	+1.1	+1.3	+2.1	+2.4	+3.3	+4.2	+4.7	+5.4
		+0.8			+2.6			+4.8		
계룡시	11.7	+0.2	+1.1	+1.4	+2.1	+2.5	+3.3	+4.2	+4.8	+5.5
		+0.9			+2.6			+4.8		
두마면	11.9	+0.2	+1.1	+1.4	+2.1	+2.5	+3.3	+4.2	+4.8	+5.5
엄사면	12.0	+0.2	+1.1	+1.4	+2.1	+2.5	+3.3	+4.2	+4.8	+5.4
신도안면	11.4	+0.2	+1.1	+1.4	+2.1	+2.5	+3.3	+4.2	+4.8	+5.4
금암동	12.0	+0.2	+1.2	+1.4	+2.1	+2.5	+3.3	+4.2	+4.8	+5.5

표 3-1. 충청남도 계룡시의 평균기온 전망 및 현재 기후값 대비 편차(°C)(RCP8.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
충청남도	12.0	+0.3	+0.7	+0.8	+1.5	+1.5	+1.8	+2.0	+2.3	+2.3
		+0.6			+1.6			+2.2		
계룡시	11.7	+0.4	+0.7	+0.9	+1.5	+1.5	+1.7	+2.0	+2.2	+2.2
		+0.6			+1.6			+2.2		
두마면	11.9	+0.4	+0.7	+0.9	+0.0	+1.5	+1.8	+2.0	+2.3	+2.3
엄사면	12.0	+0.3	+0.6	+0.8	+0.0	+1.5	+1.7	+2.0	+2.2	+2.2
신도안면	11.4	+0.4	+0.6	+0.8	+0.0	+1.5	+1.7	+2.0	+2.2	+2.2
금암동	12.0	+0.4	+0.7	+0.9	+0.0	+1.5	+1.8	+2.0	+2.3	+2.3

표 3-2. 충청남도 계룡시의 평균기온 전망 및 현재 기후값 대비 편차(°C)(RCP4.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

★) 우리나라 강수량
(1981~2010) 1,307.7mm →
(2071~2100) 1,549.0mm(18.5% 증가)

2. 강수량

● 2100년까지 강수량 변화경향

- RCP8.5에서 21세기 후반기(2071~2100년) 충청남도의 강수량 증가율은 우리나라 평균*에 비해 높은 33.8%임. 계룡시의 증가율은 25.3%로 충청남도보다 작게 증가함.
- 지역별로 살펴보면 업사면에서 강수량 증가가 가장 크게 나타나고, 금암동, 두마면의 강수량 증가가 가장 작은 것으로 나타나며, 그 차이는 1.1%임.
 - RCP8.5 21세기 후반기 기준 : 업사면 26.0% 증가, 금암동·두마면 24.9% 증가

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우를 비교해 보면, 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에 강수량이 9.2% 증가하는 것으로 나타남.

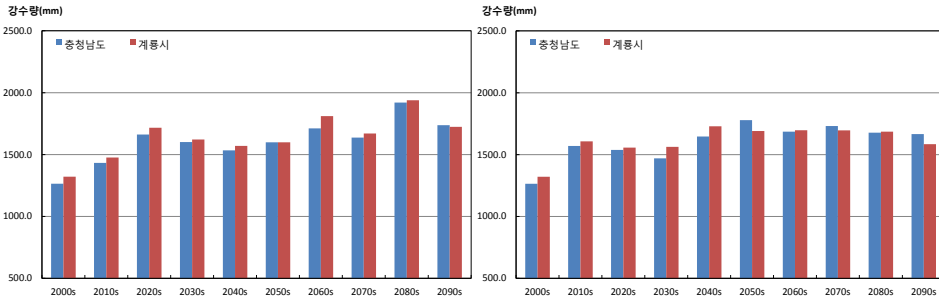


그림 3-4. 충청남도과 계룡시의 연강수량(mm) 시계열 (RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

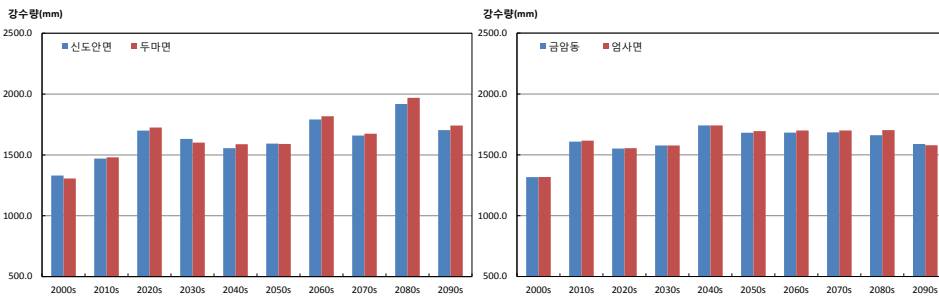
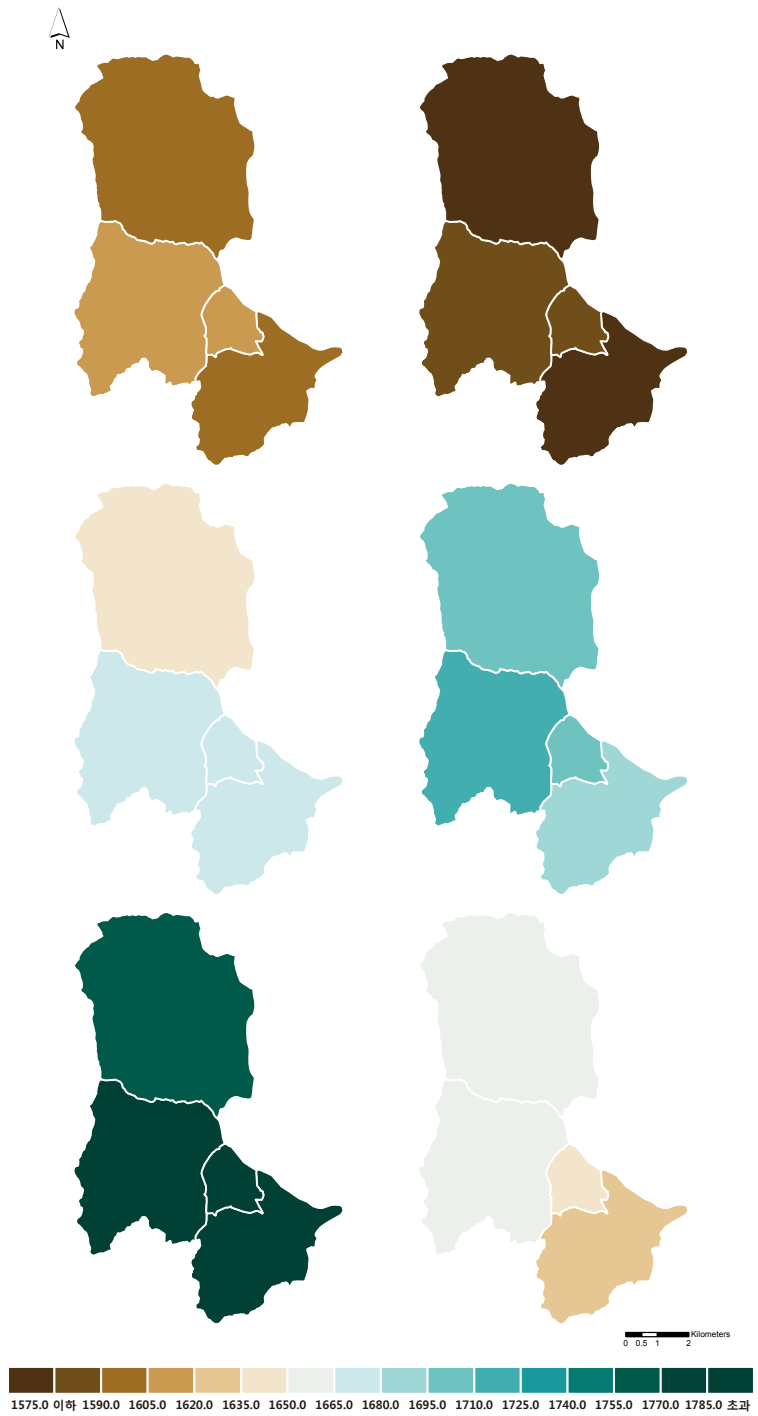


그림 3-5. 연강수량(mm) 증가율이 가장 큰 지역 (두마면, 엽사면)과 작은 지역(신도안면, 금암동)의 시계열 (RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

그림 3-6.
계룡시의 면동별 연강수량(mm) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



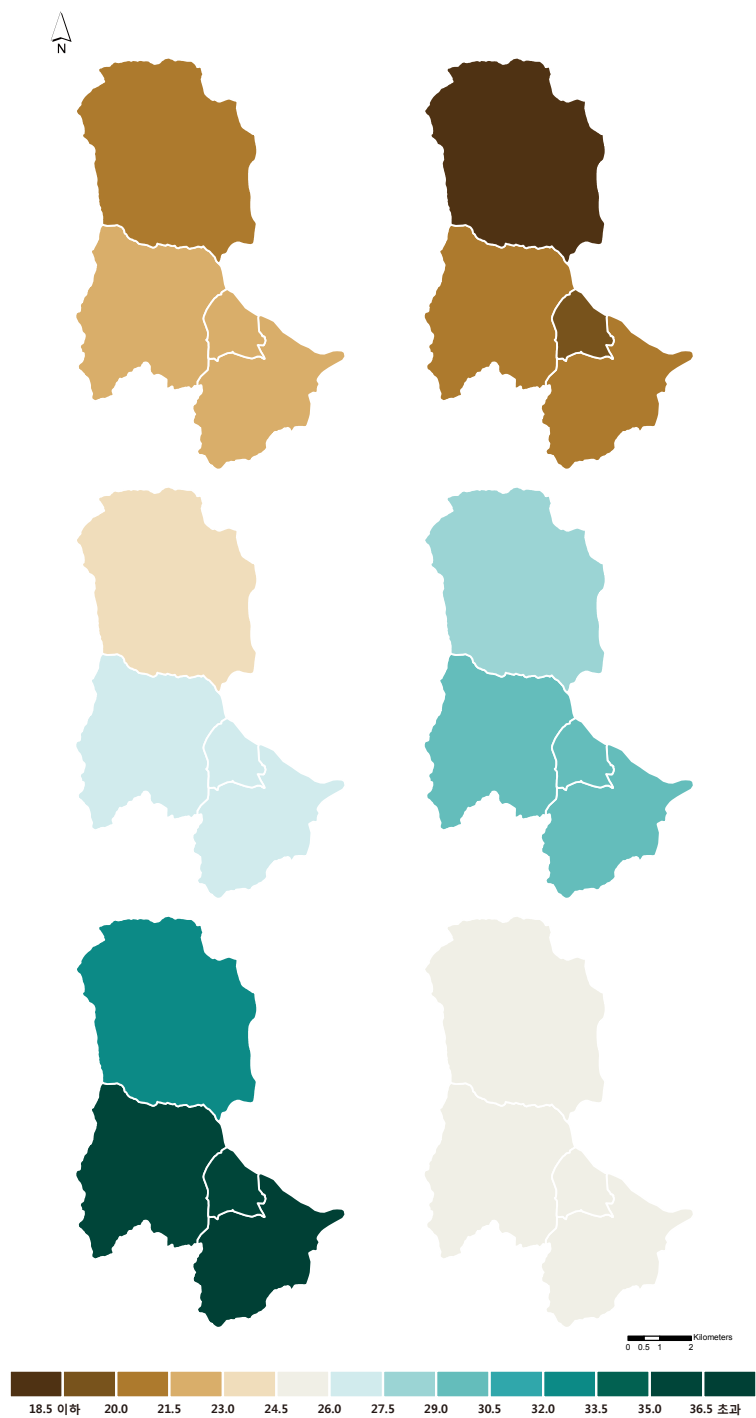


그림 3-7.
 계룡시의 면동별 강수량 증가율(%)
 (2001~2010년 대비) 분포도
 (RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



표 3-3.
충청남도 계룡시의 연강수량(mm) 전망과
현재 기후값 대비 증가율(%) (RCP8.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
충청남도	1264.2	1570.2	1538.4	1469.6	1646.3	1779.0	1685.8	1730.6	1677.2	1665.6
		+24.2%	+21.7%	+16.2%	+30.2%	+40.7%	+33.3%	+36.9%	+32.7%	+31.8%
		+20.7%			+34.8%			+33.8%		
계룡시	1321.1	1607.4	1556.6	1563.2	1728.8	1690.4	1697.0	1695.5	1686.1	1584.9
		+21.7%	+17.8%	+18.3%	+30.9%	+28.0%	+28.5%	+28.3%	+27.6%	+20.0%
		+19.3%			+29.1%			+25.3%		
두마면	1306.1	1598.4	1542.8	1577.1	1737.8	1670.9	1666.5	1677.8	1634.5	1583.5
		+22.4%	+18.1%	+20.7%	+33.1%	+27.9%	+27.6%	+28.5%	+25.1%	+21.2%
		+20.4%			+29.5%			+24.9%		
염사면	1318.2	1616.8	1554.9	1577.0	1741.4	1694.6	1699.8	1700.2	1702.8	1578.6
		+22.7%	+18.0%	+19.6%	+32.1%	+28.6%	+28.9%	+29.0%	+29.2%	+19.8%
		+20.1%			+29.9%			+26.0%		
신도안면	1330.3	1605.3	1564.7	1546.1	1714.8	1697.3	1710.5	1701.6	1701.1	1589.2
		+20.7%	+17.6%	+16.2%	+28.9%	+27.6%	+28.6%	+27.9%	+27.9%	+19.5%
		+18.2%			+28.4%			+25.1%		
금암동	1316.9	1608.5	1551.6	1577.1	1741.2	1682.0	1683.0	1684.2	1661.6	1588.8
		+22.1%	+17.8%	+19.8%	+32.2%	+27.7%	+27.8%	+27.9%	+26.2%	+20.6%
		+19.9%			+29.3%			+24.9%		

	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
충청남도	1264.2	1432.3	1661.9	1600.6	1534.1	1598.9	1711.6	1636.8	1919.8	1737.0
		+13.3%	+31.5%	+26.6%	+21.3%	+26.5%	+35.4%	+29.5%	+51.9%	+37.4%
			+23.8%			+27.7%			+39.6%	
계룡시	1321.1	1476.4	1716.1	1621.8	1569.9	1599.2	1810.2	1669.9	1938.3	1723.8
		+11.8%	+29.9%	+22.8%	+18.8%	+21.1%	+37.0%	+26.4%	+46.7%	+30.5%
			+21.5%			+25.6%			+34.5%	
두마면	1306.1	1480.0	1724.9	1601.5	1588.6	1590.6	1817.9	1674.8	1969.1	1741.3
		+13.3%	+32.1%	+22.6%	+21.6%	+21.8%	+39.2%	+28.2%	+50.8%	+33.3%
			+22.7%			+27.5%			+37.4%	
엄사면	1318.2	1482.3	1732.2	1621.7	1576.5	1614.2	1832.2	1680.6	1944.2	1739.4
		+12.4%	+31.4%	+23.0%	+19.6%	+22.5%	+39.0%	+27.5%	+47.5%	+32.0%
			+22.3%			+27.0%			+35.6%	
신도안면	1330.3	1470.1	1700.3	1632.0	1555.7	1593.3	1791.2	1659.7	1918.1	1703.8
		+10.5%	+27.8%	+22.7%	+16.9%	+19.8%	+34.6%	+24.8%	+44.2%	+28.1%
			+20.3%			+23.8%			+32.3%	
금암동	1316.9	1482.0	1723.7	1614.0	1581.5	1597.4	1816.4	1677.7	1958.8	1738.5
		+12.5%	+30.9%	+22.6%	+20.1%	+21.3%	+37.9%	+27.4%	+48.7%	+32.0%
			+22.0%			+26.4%			+36.0%	

표 3-4. 충청남도 계룡시의 연강수량(mm) 전망과 현재 기후값 대비 증가율(%) (RCP4.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

3. 극한기후지수

1) 극한기온지수

● 2100년까지 30년 단위 폭염과 열대야 변화

- 계룡시는 충청남도과 비교하여 폭염일수의 발생은 많고 열대야일수의 발생은 적음. RCP8.5의 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에도 충청남도보다 폭염일수의 발생은 많고 열대야일수의 발생은 적음.
- RCP8.5의 경우, 계룡시의 폭염일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 9.2일에서 64.7일로 7.0배 증가하고, 열대야일수는 0.6일에서 51.8일로 86.3배 증가함. 기온 상승으로 인한 폭염과 열대야 발생일수의 증가가 두드러지게 나타남.
- 21세기 후반기(2071~2100년)에 폭염일수와 열대야일수가 가장 많이 발생하는 지역은 모두 금암동으로 나타남. 계룡시 내 각 면동의 기온 상승폭이 서로 비슷하여 현재 발생일수가 많은 지역이 21세기 후반기(2071~2100년)에도 많게 나타남.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 기온 상승폭은 절반 이하 수준으로 떨어지고 이에 따라 폭염일수와 열대야일수의 발생도 절반 이하 수준으로 낮아짐.
- RCP4.5의 경우, 계룡시의 폭염일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 23.6일이 나타나 2.6배 증가에 그쳐, RCP8.5의 7.0배 증가의 절반 이하 수준으로 떨어지며, 열대야일수도 21.3일로 RCP8.5의 증가 수준에 미치지 못함.

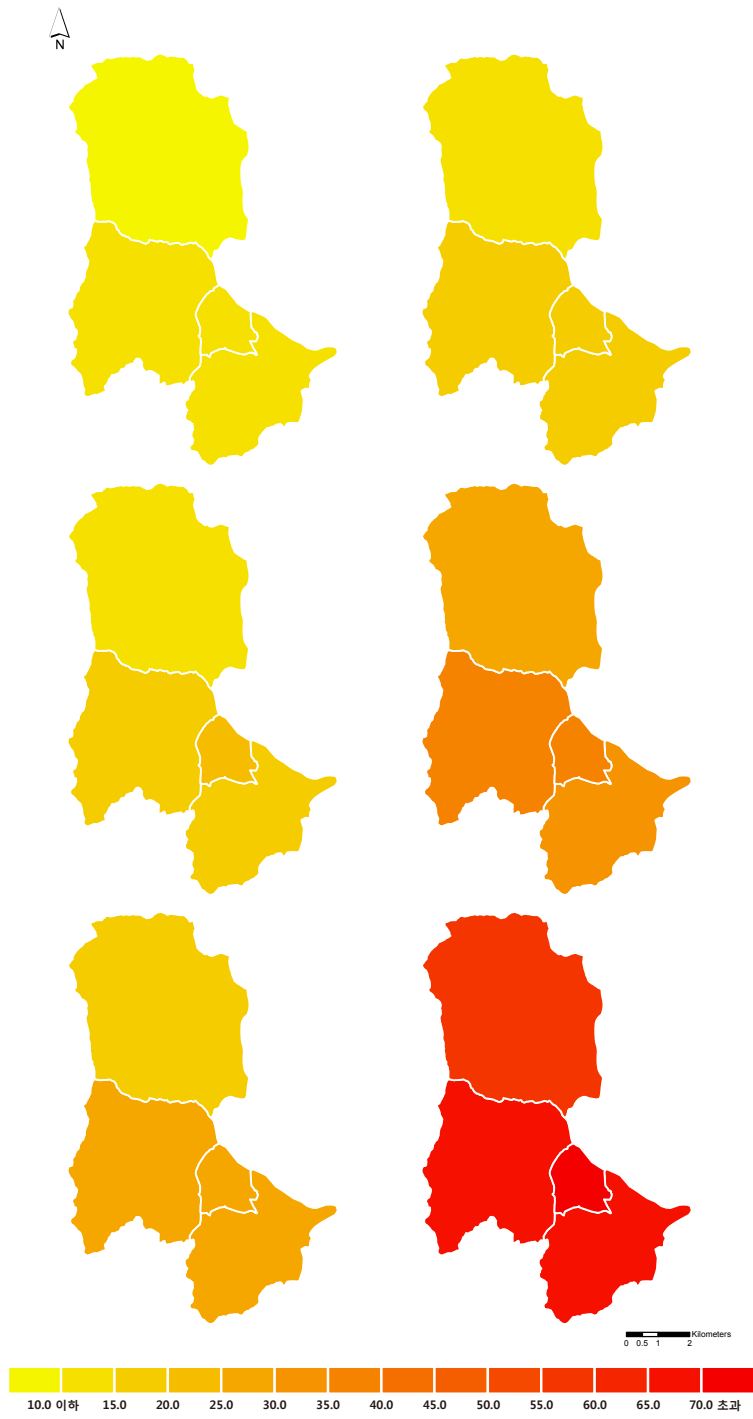
	폭염일수				열대야일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	7.9	15.5	30.4	63.6	1.8	8.7	27.9	55.5
계룡시	9.2	16.6	31.5	64.7	0.6	6.7	25.1	51.8
두마면	10.4	18.5	34.8	68.6	0.5	7.4	27.2	53.9
엄사면	10.7	19.0	35.1	69.8	0.8	8.3	27.9	54.8
신도안면	7.4	13.8	26.9	58.8	0.4	5.1	21.9	48.5
금암동	11.5	19.9	36.7	71.5	0.8	8.2	28.5	55.1

표 3-5.
충청남도 계룡시의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP8.5)

	폭염일수				열대야일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	7.9	9.6	17.2	23.7	1.8	5.8	17.1	24.9
계룡시	9.2	9.4	17.4	23.6	0.6	3.7	14.7	21.3
두마면	10.4	10.7	19.8	26.6	0.5	4.2	16.4	23.1
엄사면	10.7	11.0	19.9	26.8	0.8	4.8	17.0	23.9
신도안면	7.4	7.5	14.3	19.6	0.4	2.6	12.0	18.4
금암동	11.5	11.6	21.0	28.4	0.8	4.7	17.6	24.3

표 3-6.
충청남도 계룡시의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP4.5)

그림 3-8.
계룡시의 면동별 폭염일수(일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



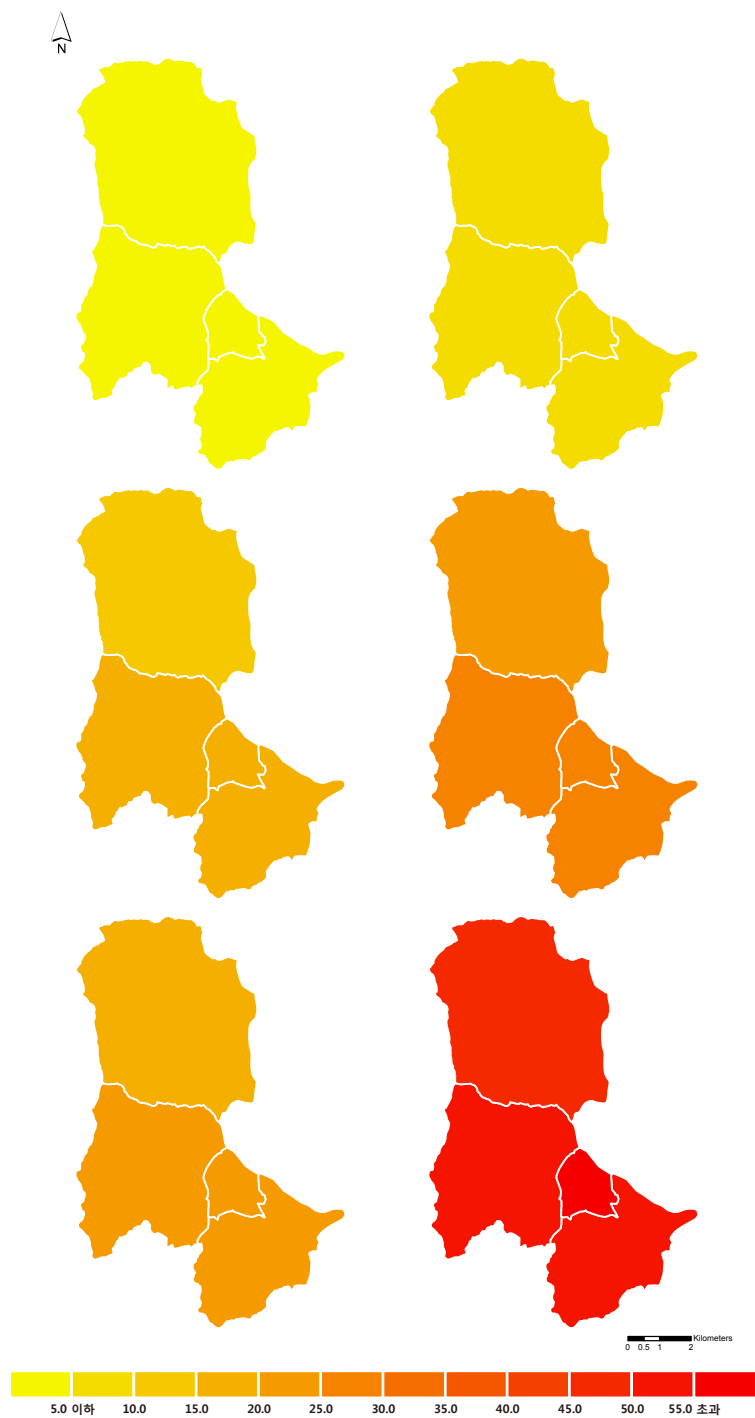


그림 3-9.
 계룡시의 면동별 열대야일수(일) 분포도
 (RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



● 2100년까지 30년 단위 서리일수와 결빙일수의 변화

- 충청남도 평균보다 일최고기온은 비슷하고 일최저기온은 낮은 계룡시의 서리일수와 결빙일수는 모두 충청남도 평균보다 많음.
- 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에 계룡시의 서리일수는 현재보다 51.3일 적게 나타나며, 결빙일수는 14.3일 적게 나타날 것으로 전망됨.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에 계룡시의 서리일수는 현재보다 21.2일 감소하고, 결빙일수는 11.0일 감소할 것으로 전망되어 RCP8.5보다 감소폭이 작아짐.

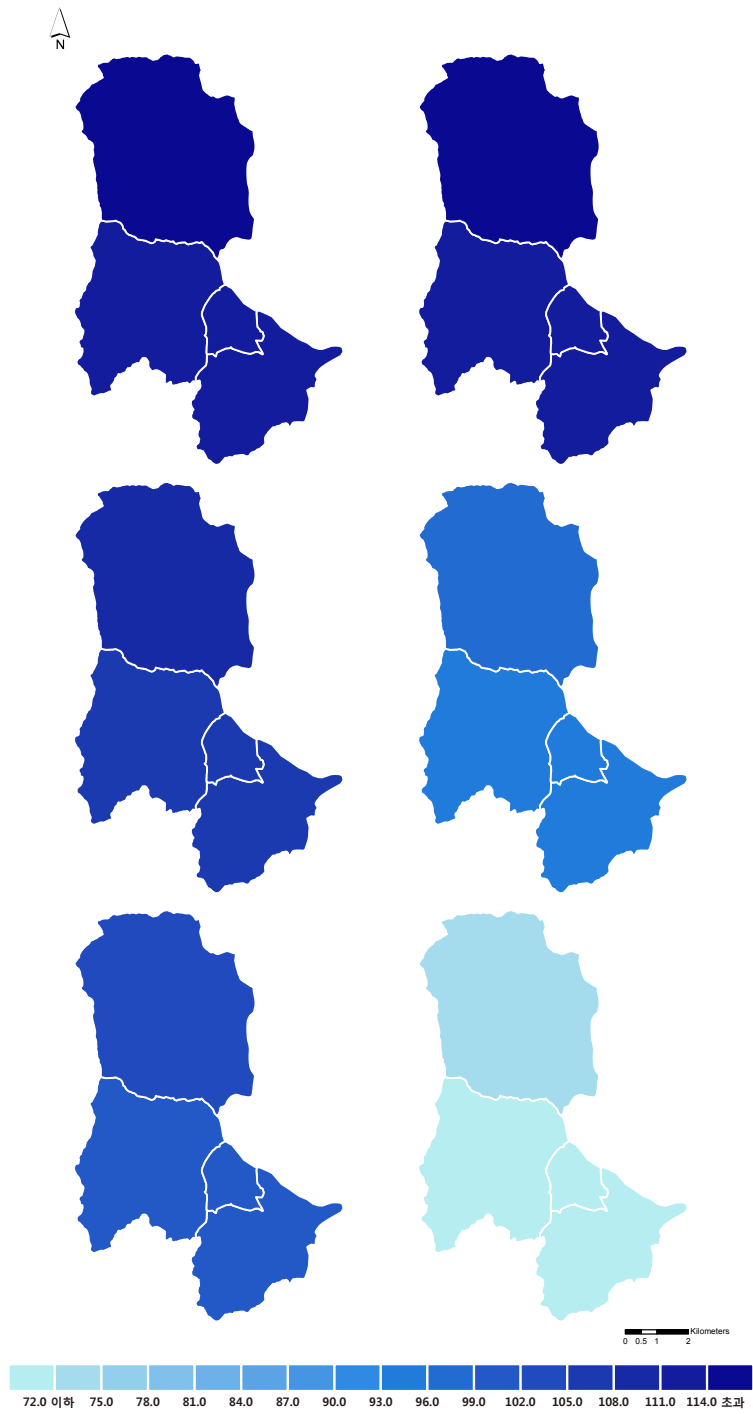
표 3-7.
충청남도 계룡시의 서리일수와
결빙일수(일) 전망(RCP8.5)

	서리일수				결빙일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	114.5	106.0	86.0	61.5	14.7	11.0	3.9	0.9
계룡시	122.9	113.4	95.2	71.6	15.3	11.0	4.0	1.0
두마면	121.1	112.0	93.7	70.2	13.2	9.3	3.0	0.6
엄사면	121.5	112.2	93.7	70.0	12.9	9.0	3.0	0.6
신도안면	124.7	114.9	97.0	73.3	18.3	13.4	5.3	1.5
금암동	122.4	113.0	94.7	71.2	11.9	8.1	2.6	0.5

표 3-8.
충청남도 계룡시의 서리일수와
결빙일수(일) 전망(RCP4.5)

	서리일수				결빙일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	114.5	106.6	99.6	92.9	14.7	10.2	7.1	4.2
계룡시	122.9	114.0	108.0	101.7	15.3	9.9	6.9	4.3
두마면	121.1	112.9	106.9	100.2	13.2	8.2	5.4	3.2
엄사면	121.5	112.9	106.9	100.4	12.9	8.1	5.3	3.1
신도안면	124.7	115.3	109.4	103.3	18.3	12.1	8.8	5.8
금암동	122.4	113.8	107.8	101.3	11.9	7.3	4.7	2.7

그림 3-10.
계룡시의 면동별 서리일수(일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



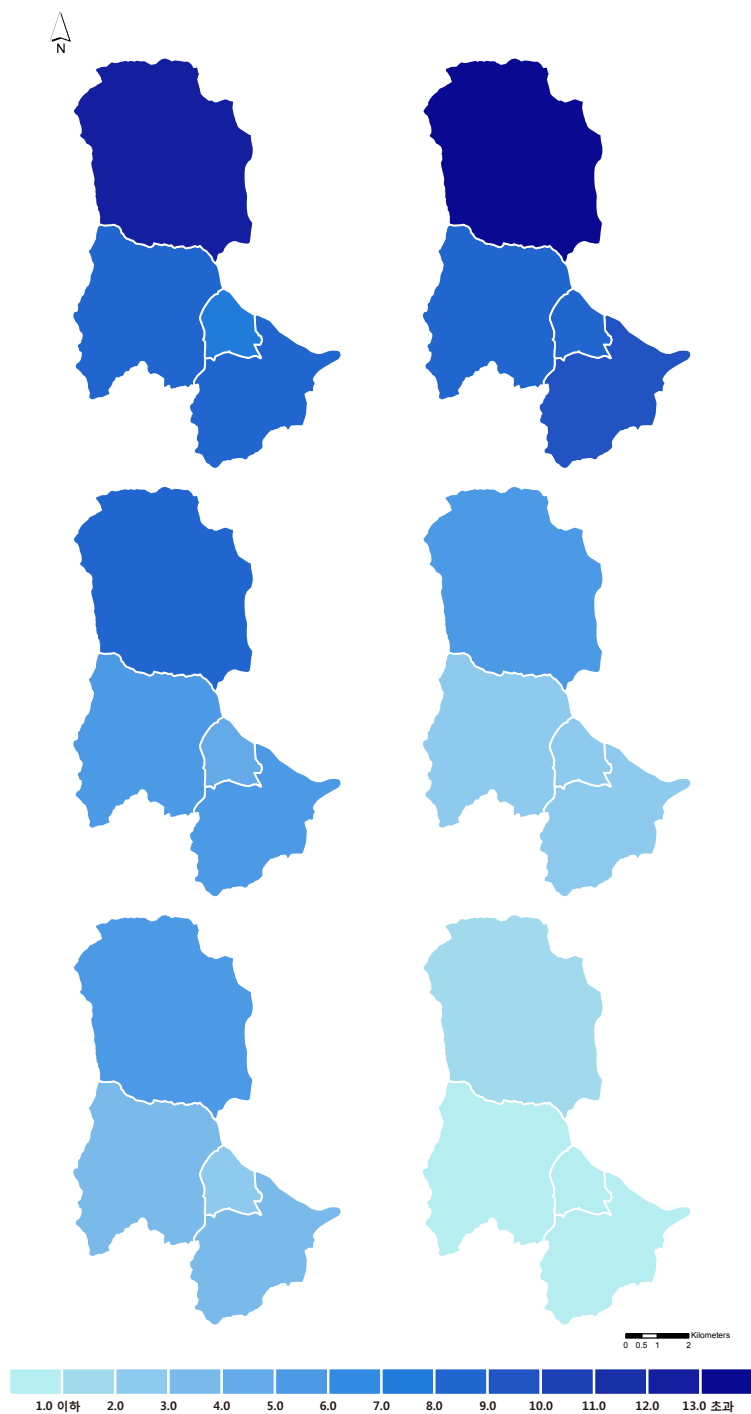


그림 3-11.
 계룡시의 면동별 결빙일수(일) 분포도
 (RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



● 2100년까지 30년 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화

- 식물성장가능기간과 여름일수는 각각 일평균기온 및 일최고기온을 이용하여 산출되며, 충청남도보다 일평균기온은 낮고 일최고기온은 비슷한 계룡시의 식물성장가능기간은 더 짧고 여름일수는 비슷하게 나타남.
- 온실가스 배출 수준을 현재 추세대로 유지하였을 경우, 계룡시의 식물성장가능기간은 21세기 후반기(2071~2100년)에 21.4% 증가하여 일 년에 55.4일을 제외하고는 식물성장이 가능하며, 여름일수도 현재 115.0일에서 167.1일로 많아질 전망이다.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)의 식물성장가능기간과 여름일수는 각각 17.5일, 26.7일 증가(각각 RCP8.5의 32.1%, 51.2%)하여 극한기후현상으로 인한 영향을 완화시킬 수 있음.

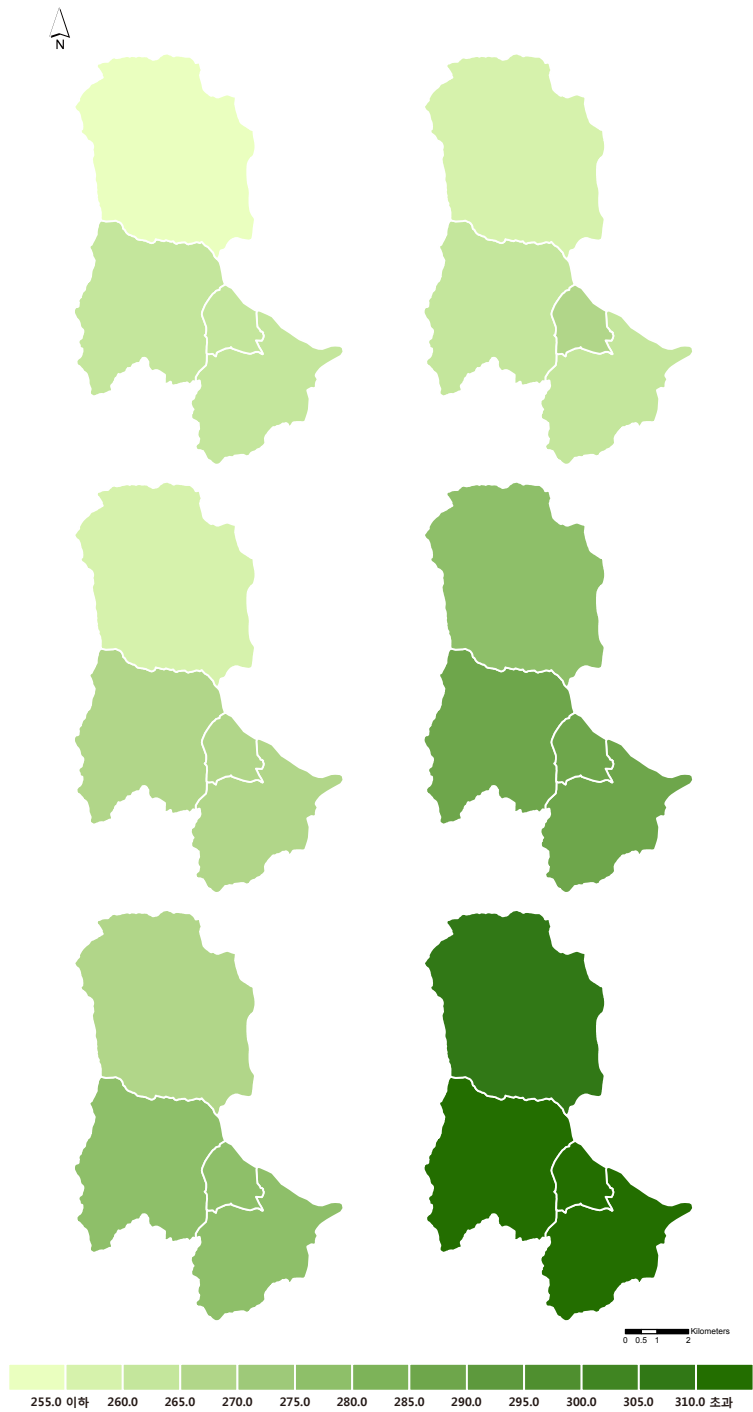
	식물성장가능기간				여름일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	258.1	267.5	290.8	315.3	114.5	127.4	145.5	165.6
계룡시	255.1	262.2	283.6	309.6	115.0	128.6	146.1	167.1
두마면	258.3	264.9	287.2	312.8	119.9	133.5	150.3	170.2
엄사면	256.7	264.8	287.5	312.8	120.5	133.9	150.7	170.7
신도안면	252.3	258.8	278.9	305.6	108.2	122.1	140.5	162.8
금암동	256.9	265.5	287.3	313.8	122.4	136.0	152.3	171.9

표 3-9.
충청남도 계룡시의
식물성장가능기간과 여름일수(일)
전망(RCP8.5)

	식물성장가능기간				여름일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	258.1	262.9	269.7	277.7	114.5	120.8	138.7	142.9
계룡시	255.1	257.8	264.0	272.6	115.0	118.7	137.0	141.7
두마면	258.3	260.8	266.9	275.2	119.9	123.7	142.0	146.1
엄사면	256.7	260.6	267.6	275.2	120.5	124.5	142.7	146.7
신도안면	252.3	254.2	259.8	269.2	108.2	111.7	130.1	135.6
금암동	256.9	261.1	267.4	276.5	122.4	126.5	144.6	148.5

표 3-10.
충청남도 계룡시의
식물성장가능기간과 여름일수(일)
전망(RCP4.5)

그림 3-12.
계룡시의 면동별 식물성장가능기간(일)
분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



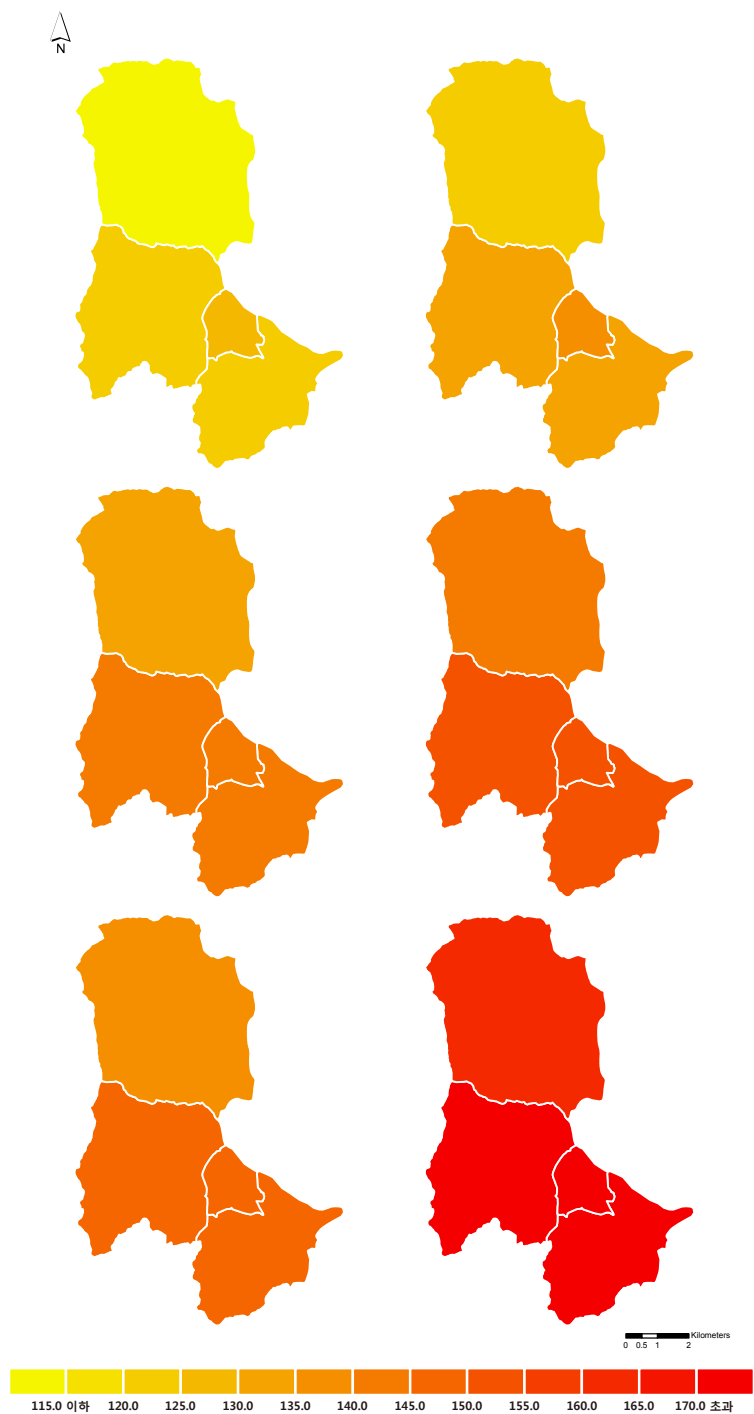


그림 3-13.
계룡시의 면동별 여름일수(일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



2) 극한강수지수

● 2100년까지 30년 단위 강수강도와 호우일수 변화

- 강수강도와 호우일수의 변화는 극한기온지수에 비하여 변동성이 큼. 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우, 계룡시는 충청남도에 비해 강수강도와 호우일수의 증가가 모두 작음.
- RCP8.5의 경우, 계룡시의 강수강도는 21세기 후반기(2071~2100년)에 15.0mm/일에서 17.2mm/일로 14.7% 증가하고, 호우일수는 1.8일에서 4.2일로 133.3% 증가함. 강수량 변화(25.3%)에 비해 강수강도의 변화는 작게, 호우일수의 변화는 크게 나타남.
- 21세기 후반기(2071~2100년)에 강수강도가 증가하는 비율이 가장 큰 지역은 RCP8.5에서 엄사면, RCP4.5에서 금암동으로 나타났고, 호우일수의 경우 RCP8.5와 RCP4.5에서 모두 신도안면이 가장 큰 증가율을 보임.

표 3-11. 충청남도 계룡시의 강수강도 · 호우일수 전망과 현재 기후값 대비 변화율(%) (RCP8.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	강수강도(mm/일)				호우일수(일)			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	15.1	16.6 +9.9%	18.4 +21.9%	18.6 +23.2%	1.7	2.8 +64.7%	3.8 +123.5%	4.5 +164.7%
계룡시	15.0	16.3 +8.7%	17.5 +16.7%	17.2 +14.7%	1.8	3.2 +77.8%	4.2 +133.3%	4.2 +133.3%
두마면	14.6	15.9 +8.9%	17.0 +16.4%	16.5 +13.0%	1.5	2.3 +53.3%	3.2 +113.3%	2.8 +86.7%
엄사면	15.1	16.4 +8.6%	17.7 +17.2%	17.3 +14.6%	1.8	3.1 +72.2%	4.3 +138.9%	4.1 +127.8%
신도안면	15.2	16.4 +7.9%	17.7 +16.4%	17.4 +14.5%	1.9	3.6 +89.5%	4.7 +147.4%	4.9 +157.9%
금암동	14.9	16.2 +8.7%	17.4 +16.8%	16.9 +13.4%	1.8	3.1 +72.2%	4.3 +138.9%	3.8 +111.1%

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

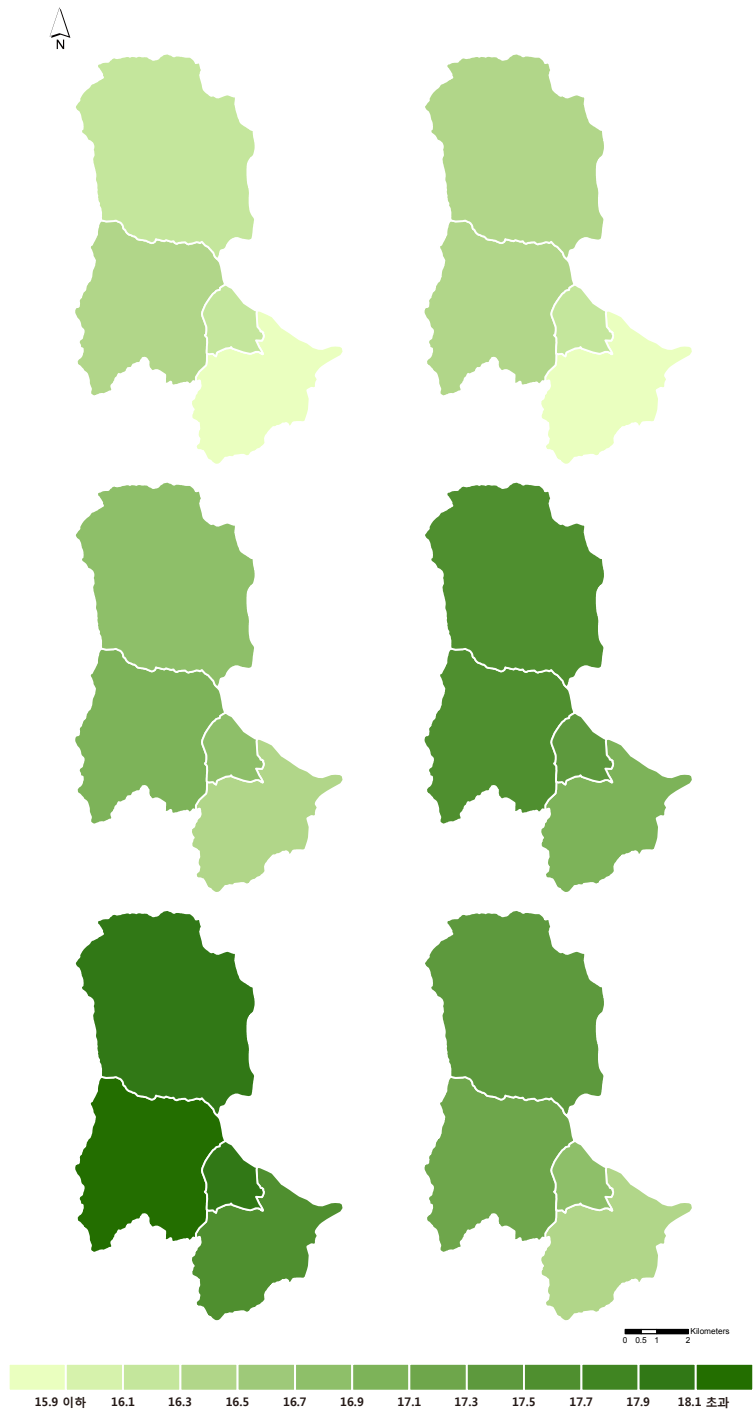
- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우를 비교해 보면, 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 계룡시 내에서 현재 상태 대비 21세기 후반기(2071~2100년) 강수강도의 변화율은 모두 증가하고, 호우일수의 변화율은 대체로 감소할 것으로 전망됨.

	강수강도(mm/일)				호우일수(일)			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	15.1	16.9 +11.9%	17.4 +15.2%	19.0 +25.8%	1.7	2.4 +41.2%	2.6 +52.9%	3.5 +105.9%
계룡시	15.0	16.2 +8.0%	16.8 +12.0%	18.0 +20.0%	1.8	2.5 +38.9%	2.6 +44.4%	3.6 +100.0%
두마면	14.6	15.8 +8.2%	16.4 +12.3%	17.6 +20.5%	1.5	1.7 +13.3%	1.9 +26.7%	2.8 +86.7%
엄사면	15.1	16.4 +8.6%	17.1 +13.2%	18.2 +20.5%	1.8	2.6 +44.4%	2.7 +50.0%	3.6 +100.0%
신도안면	15.2	16.3 +7.2%	16.8 +10.5%	18.0 +18.4%	1.9	2.9 +52.6%	2.9 +52.6%	3.9 +105.3%
금암동	14.9	16.2 +8.7%	16.8 +12.8%	18.0 +20.8%	1.8	2.2 +22.2%	2.2 +22.2%	3.4 +88.9%

표 3-12. 충청남도 계룡시의 강수강도·호우일수 전망과 현재 기후값 대비 변화율(%)(RCP4.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

그림 3-14.
계룡시의 면동별 강수량(mm/일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



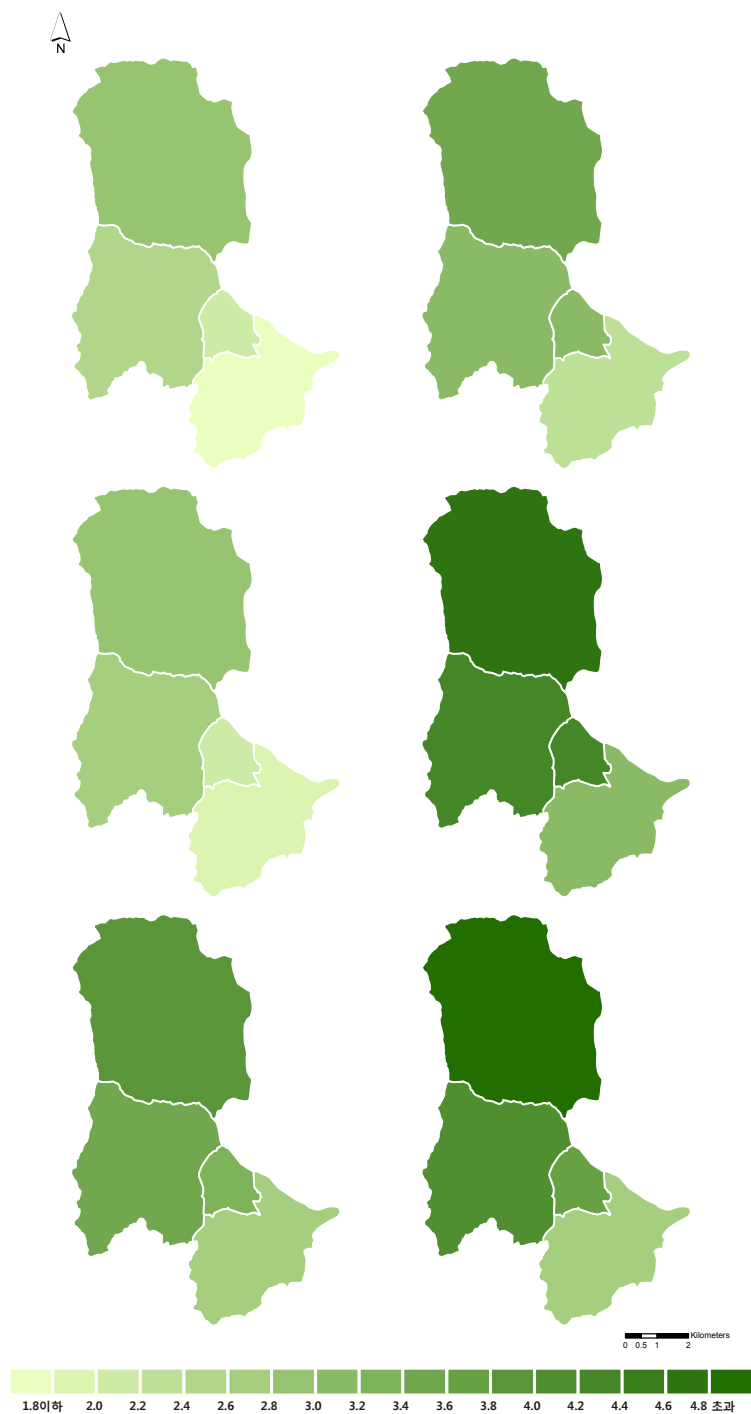


그림 3-15.
 계룡시의 면동별 호우일수(일) 분포도
 (RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



제4장

분야별 응용정보

1. 농업(생육도일, 유효적산온도)

● 2100년까지 30년 단위 생육도일과 유효적산온도 변화

- 계룡시의 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 모두 충청남도 평균보다 높음.
- RCP8.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 10℃ 기준 생육도일의 증가폭은 충청남도에서 43%, 계룡시에서 38%로 전망되며, 유효적산온도의 증가폭은 충청남도에서 43%, 계룡시에서 39%로 전망됨. RCP4.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 10℃ 기준 생육도일의 증가폭은 충청남도에서 19%, 계룡시에서 17%로 비슷하게 전망되며, 유효적산온도의 증가폭도 충청남도에서 19%, 계룡시에서 17%로 비슷하게 전망됨.
- RCP8.5에서 계룡시의 21세기 전반기(2011~2040년)의 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 2,368.6도일, 2,312.9℃로 전망됨. 21세기 중반기(2041~2070년)의 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 2,738.0도일, 2,673.1℃로 증가하여 벼, 포도의 재배에 적합함. 21세기 후반기(2071~2100년)의 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 3,276.7도일, 3,203.4℃로 벼, 포도, 수수의 재배에 적합함.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 때를 비교해 보면, 21세기 후반기(2071~2100년)에 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 10°C 기준 생육도일의 증가폭이 충청남도에서 24%, 계룡시에서 21% 감소되고, 유효적산온도의 증가폭은 충청남도에서 24%, 계룡시에서 22% 감소됨.

작물명	생육도일	유효적산온도($T_b=10^\circ\text{C}$)
벼	-	2,500 ~ 4,000°C 재배 북한계 2,000°C 2기작 한계 4,500°C 3기작 한계 7,000°C
보리	1,270 ~ 1,520도일($T_b=0^\circ\text{C}$)	800 ~ 1,600°C
밀	1,540 ~ 1,670도일($T_b=0^\circ\text{C}$) 1,550 ~ 1,680도일($T_b=10^\circ\text{C}$)	-
감자	-	1,000 ~ 2,200°C
포도	-	2,500 ~ 3,600°C
사과	1,300도일($T_b=10^\circ\text{C}$)	-
수수	-	2,800 ~ 3,400°C
감귤류	-	4,000 ~ 4,500°C

표 4-1. 작물별 생육도일 및 유효적산온도

표 4-2. 충청남도 시군별 생육도일(도일)과 유효적산온도(°C) 전망(RCP8.5)

		생육도일			유효적산온도		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	5°C	3368.1	3842.7	4494.7	3325.4	3795.8	4444.5
	10°C	2157.9	2549.2	3085.2	2118.3	2504.7	3036.4
계룡시	5°C	3580.4	4025.2	4671.3	3517.0	3952.9	4591.9
	10°C	2368.6	2738.0	3276.7	2312.9	2673.1	3203.4
서산시	5°C	3147.7	3699.2	4398.0	3153.8	3709.6	4408.5
	10°C	1907.8	2357.5	2919.9	1906.0	2358.4	2922.1
보령시	5°C	3260.0	3794.5	4490.5	3259.5	3797.0	4493.8
	10°C	2017.3	2452.9	3016.4	2009.9	2446.2	3011.0
아산시	5°C	3423.9	3866.3	4493.1	3351.2	3786.7	4407.9
	10°C	2238.9	2609.0	3130.4	2173.8	2536.5	3050.2
천안시	5°C	3388.5	3822.7	4442.4	3329.2	3755.3	4369.9
	10°C	2213.3	2575.2	3091.8	2162.3	2515.7	3025.4
공주시	5°C	3451.7	3885.3	4511.5	3390.9	3816.3	4437.4
	10°C	2259.3	2618.6	3138.3	2207.7	2558.6	3071.7
논산시	5°C	3590.3	4040.9	4687.1	3521.0	3961.2	4600.0
	10°C	2372.8	2746.5	3284.4	2311.7	2675.1	3204.5
당진시	5°C	3303.7	3784.9	4432.3	3246.1	3726.7	4372.2
	10°C	2102.8	2504.0	3034.8	2046.8	2446.3	2973.3
금산군	5°C	3326.2	3756.2	4376.5	3283.2	3701.9	4315.8
	10°C	2150.0	2503.6	3019.7	2117.1	2459.9	2967.5
연기군	5°C	3427.0	3855.9	4480.3	3376.7	3797.6	4417.5
	10°C	2243.2	2598.8	3118.9	2201.2	2548.4	3062.6
부여군	5°C	3521.2	3975.5	4618.9	3446.9	3893.6	4531.8
	10°C	2303.6	2680.1	3211.6	2236.8	2605.6	3130.3
서천군	5°C	3344.2	3871.8	4564.2	3341.8	3872.7	4567.0
	10°C	2097.3	2527.5	3090.0	2086.6	2517.3	3081.9
청양군	5°C	3391.6	3832.2	4458.0	3325.8	3759.8	4382.0
	10°C	2197.5	2562.3	3078.7	2140.7	2498.6	3009.4
홍성군	5°C	3294.4	3788.2	4450.2	3262.2	3757.1	4419.5
	10°C	2078.3	2485.8	3025.7	2045.1	2451.9	2991.2
예산군	5°C	3365.5	3822.6	4456.5	3304.6	3758.3	4389.6
	10°C	2169.3	2549.4	3071.4	2113.8	2489.5	3007.1
태안군	5°C	3074.0	3662.3	4384.5	3095.9	3686.7	4407.3
	10°C	1806.9	2278.3	2854.9	1819.7	2293.3	2871.5

4장. 분야별 응용정보

		생육도일			유효적산온도		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	5℃	3247.9	3536.6	3707.0	3292.5	3580.2	3752.2
	10℃	2039.1	2296.9	2435.0	2080.4	2337.8	2477.8
계룡시	5℃	3429.8	3703.3	3868.0	3496.3	3769.6	3936.4
	10℃	2222.5	2471.8	2604.6	2280.8	2530.1	2666.1
서산시	5℃	3099.3	3428.0	3607.4	3091.4	3418.5	3597.4
	10℃	1850.7	2135.1	2283.3	1851.5	2135.2	2282.5
보령시	5℃	3195.4	3520.0	3702.4	3195.9	3518.4	3700.1
	10℃	1944.5	2226.7	2377.2	1952.4	2234.1	2383.4
아산시	5℃	3266.6	3531.8	3699.6	3342.4	3607.4	3777.0
	10℃	2088.0	2329.7	2464.8	2155.3	2396.9	2534.9
천안시	5℃	3243.6	3505.3	3670.8	3307.1	3568.3	3735.9
	10℃	2074.7	2314.3	2446.5	2129.2	2368.4	2503.6
공주시	5℃	3302.1	3569.1	3733.8	3367.1	3632.9	3800.0
	10℃	2116.7	2359.5	2491.3	2171.7	2413.7	2548.5
논산시	5℃	3434.9	3712.6	3876.9	3507.5	3785.7	3952.3
	10℃	2222.3	2474.7	2607.4	2286.3	2539.3	2675.3
당진시	5℃	3172.0	3459.3	3631.7	3229.1	3515.1	3689.9
	10℃	1972.2	2229.0	2369.6	2027.3	2283.3	2426.8
금산군	5℃	3196.7	3464.4	3623.6	3243.3	3511.0	3673.5
	10℃	2028.4	2272.5	2397.6	2064.6	2308.8	2438.0
연기군	5℃	3288.3	3551.2	3714.8	3343.2	3604.5	3770.6
	10℃	2110.1	2350.7	2480.8	2155.9	2395.3	2528.7
부여군	5℃	3360.0	3641.0	3808.0	3436.7	3718.0	3887.0
	10℃	2147.7	2400.7	2536.3	2216.4	2469.9	2608.2
서천군	5℃	3275.5	3599.4	3779.9	3276.5	3598.8	3778.6
	10℃	2017.9	2300.7	2449.8	2028.3	2310.7	2458.7
청양군	5℃	3237.7	3510.6	3677.9	3307.1	3578.2	3748.5
	10℃	2051.5	2297.2	2431.7	2111.3	2355.9	2493.8
홍성군	5℃	3188.7	3489.7	3666.7	3221.6	3519.8	3697.7
	10℃	1970.8	2236.9	2381.7	2005.0	2269.5	2415.3
예산군	5℃	3223.4	3501.4	3671.8	3286.2	3562.7	3734.7
	10℃	2031.6	2281.5	2419.3	2088.9	2337.9	2477.8
태안군	5℃	3052.3	3398.7	3579.3	3028.7	3374.6	3554.8
	10℃	1775.2	2069.4	2218.5	1761.6	2055.4	2203.4

표 4-3. 충청남도 시군별 생육도일(도일)과 유효적산온도(℃) 전망(RCP4.5)

그림 4-1.
충청남도 시군별 생육도일(10°C)(도일)
분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

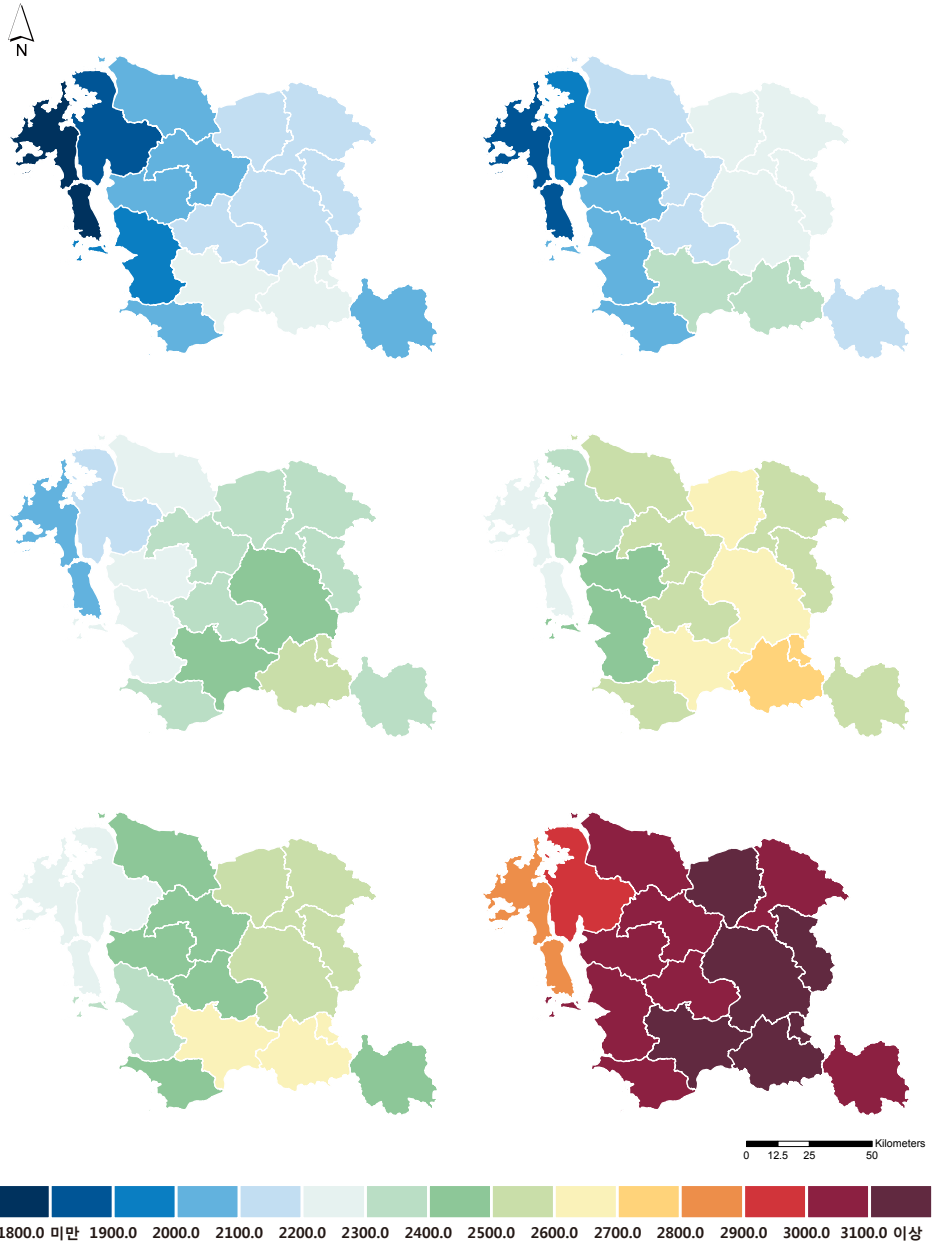
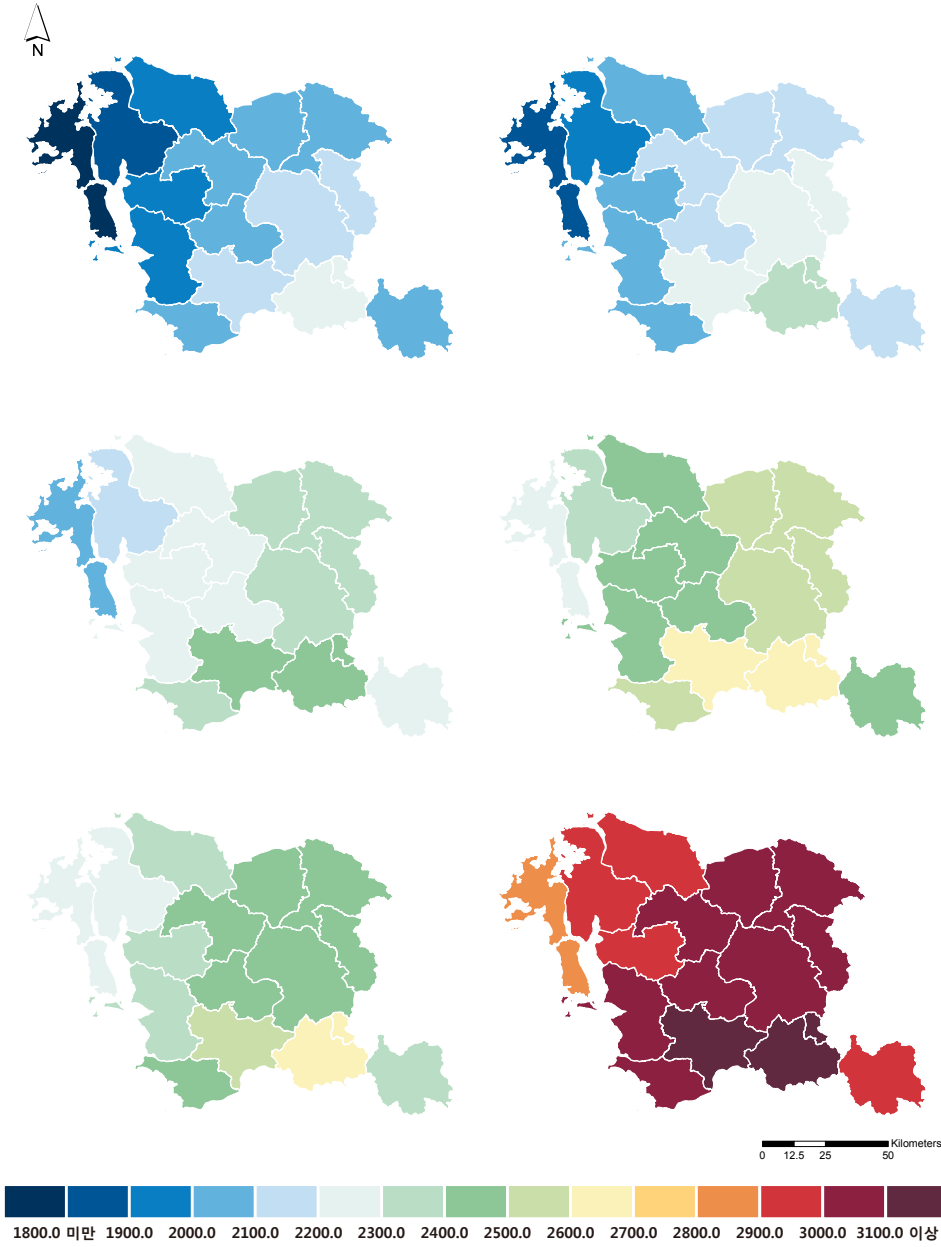


그림 4-2.
충청남도 시군별 유효적산온도(10℃)(℃)
분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



2. 보건(열지수, 불쾌지수)

● 2100년까지 30년 단위 열지수와 불쾌지수 변화

- 계룡시의 열지수와 불쾌지수는 충청남도 평균보다 높음.
- RCP8.5에서 계룡시의 열지수는 21세기 전반기(2011~2040년)와 21세기 중반기(2041~2070년)에 '주의' 범위에 속하고, 21세기 후반기(2071~2100년)에 '위험' 범위에 속하게 됨.
- 계룡시의 불쾌지수는 21세기 전반기(2011~2040년)에 '높음' 범위에 속하고, 21세기 중반기(2041~2070년)부터 '매우 높음' 범위에 속하게 됨.

표 4-4. 열지수 기준범위

열지수:

2015년 6월 1일부터 기상청에서 사용하고 있는 열지수는 낮음(27~32미만), 보통(32~41미만), 높음(41~54미만), 매우높음(54~66미만), 위험(66이상)의 5단계 분류기준을 사용하고 있으나, 본 보고서에서는 이전 보고서와의 일관성 유지를 위해 기존의 4단계 분류기준인 경고(27~32미만), 주의(32~41미만), 위험(41~54미만), 매우 위험(54이상)을 사용함.

27~32	32~41	41~54	54 이상
경고	주의	위험	매우 위험
지속된 노출이나 육체적 활동으로 인한 피로감을 유발할 가능성이 있음.	지속된 노출이나 육체적 활동은 일사병, 열로 인한 발작, 열로 인한 탈수를 초래할 가능성이 있음.	일사병, 열경련이나 열로 인한 탈수가 일어나기 쉬우며 지속된 노출이나 육체적 활동은 열로 인한 발작을 유발할 가능성이 높음.	계속된 노출이 일사병이나 열로 인한 발작을 초래할 가능성이 매우 높음.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우를 비교해 보면, 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에 충청남도과 계룡시 모두에서 열지수의 증가폭을 절반 이상, 불쾌지수의 증가폭은 절반 정도 완화할 수 있음.

68 미만	68~75	75~80	80 이상
낮음	보통	높음	매우 높음

표 4-5.
불쾌지수 기준범위

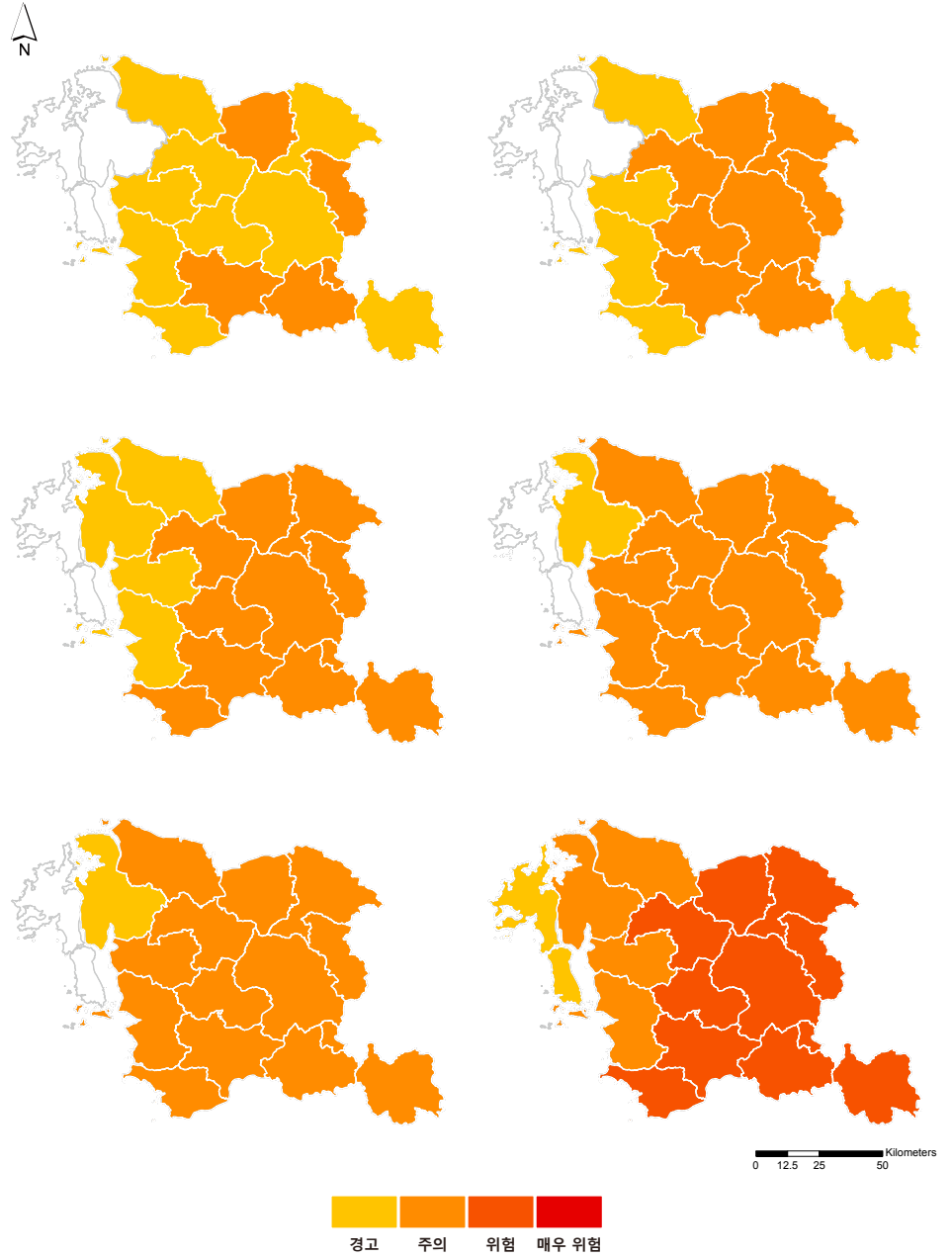
표 4-6. 충청남도 시군별 열지수와 불래지수 전망(RCP8.5)

	열지수			불래지수		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	31.0	35.1	41.4	78.4	81.1	84.5
계룡시	33.2	37.4	44.0	79.9	82.4	85.8
서산시	26.3	30.2	36.2	75.3	78.3	81.9
보령시	29.2	33.2	39.4	77.3	80.0	83.5
아산시	33.3	37.6	44.3	80.0	82.5	85.9
천안시	32.9	37.0	43.5	79.7	82.2	85.5
공주시	32.7	36.7	43.0	79.6	82.0	85.3
논산시	33.7	38.0	44.7	80.2	82.7	86.1
당진시	29.8	34.0	40.6	77.8	80.5	84.1
금산군	31.6	35.5	41.6	78.8	81.3	84.6
연기군	33.3	37.4	43.8	80.0	82.4	85.7
부여군	33.2	37.4	43.9	79.9	82.4	85.7
서천군	31.9	36.3	42.9	79.1	81.8	85.2
청양군	32.0	36.0	42.1	79.1	81.6	84.9
홍성군	29.7	33.7	40.0	77.8	80.4	83.8
예산군	32.4	36.4	42.9	79.4	81.9	85.2
태안군	21.3	24.8	29.8	71.0	74.6	78.3

	열지수			블래지수		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	29.9	32.3	34.1	77.7	79.3	80.5
계룡시	32.1	34.5	36.4	79.2	80.7	81.8
서산시	25.3	27.7	29.3	74.6	76.5	77.8
보령시	28.1	30.5	32.3	76.6	78.3	79.6
아산시	32.1	34.5	36.5	79.3	80.8	82.0
천안시	31.7	34.1	36.0	79.0	80.5	81.6
공주시	31.6	33.8	35.7	78.9	80.3	81.5
논산시	32.5	35.0	36.9	79.5	81.0	82.2
당진시	28.6	31.1	33.0	77.0	78.7	80.0
금산군	30.6	32.8	34.5	78.1	79.6	80.8
연기군	32.1	34.4	36.3	79.2	80.7	81.8
부여군	32.0	34.4	36.3	79.2	80.7	81.9
서천군	30.6	33.2	35.2	78.4	80.1	81.3
청양군	30.9	33.1	34.9	78.4	79.9	81.1
홍성군	28.6	31.0	32.8	77.0	78.7	79.9
예산군	31.1	33.5	35.4	78.6	80.2	81.3
태안군	20.8	22.9	24.1	70.5	72.7	74.1

표 4-7.
충청남도 시군별 열지수와 블래지수
전망(RCP4.5)

그림 4-3.
충청남도 시군별 열지수 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



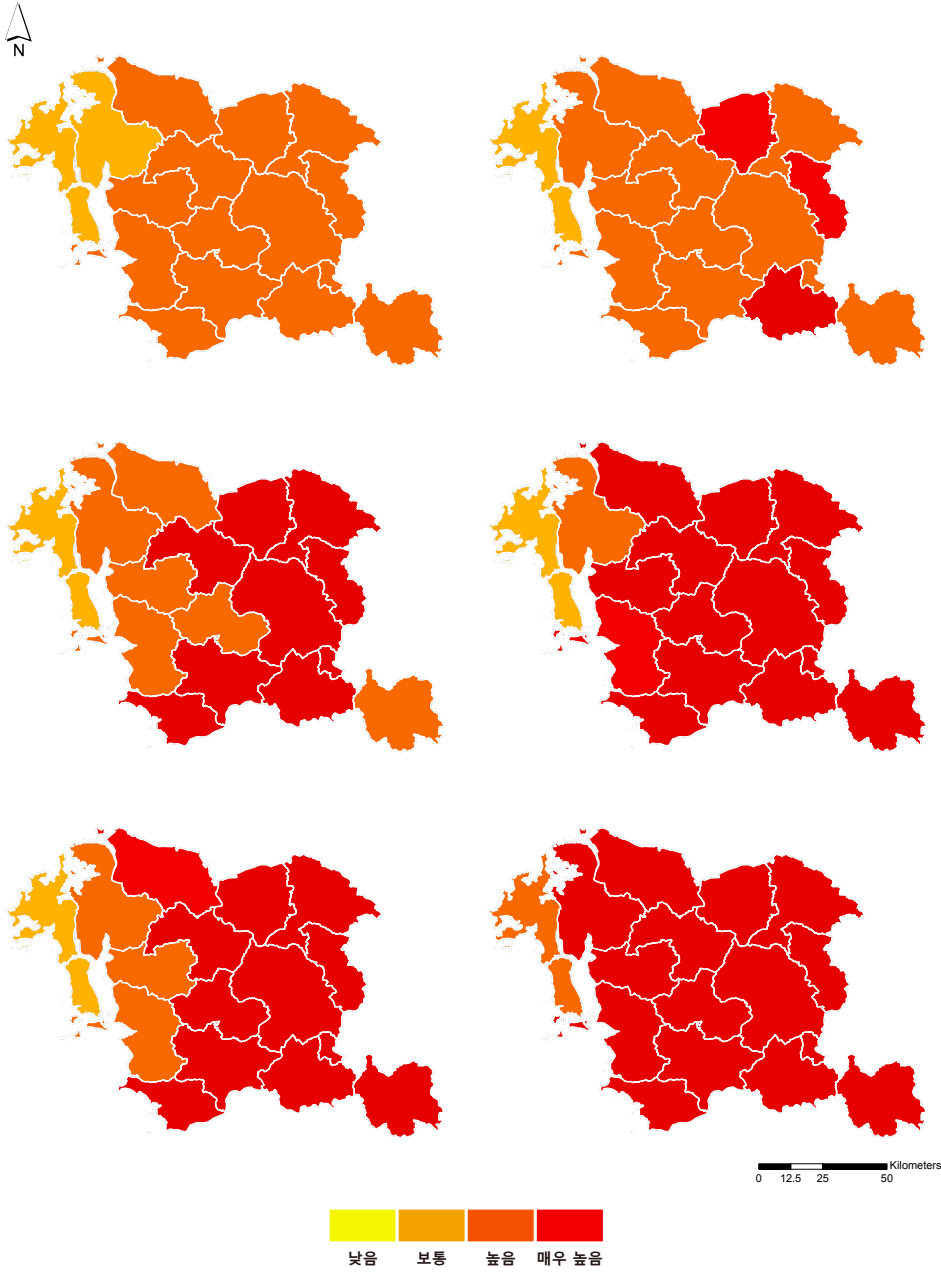


그림 4-4.
충청남도 시군별 불래지수 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



3. 에너지(냉방도일, 난방도일)

● 2100년까지 30년 단위 냉방도일과 난방도일 변화

- RCP8.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 냉방도일은 충청남도에서 293%, 계룡시에서 207% 증가하고, 난방도일은 충청남도에서 32%, 계룡시에서 31% 감소하여 감소폭이 비슷할 것으로 전망됨.
- RCP4.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 냉방도일은 충청남도에서 138%, 계룡시에서 101% 증가하고, 난방도일은 충청남도에서 12%, 계룡시에서 11% 감소하여 감소폭이 비슷할 것으로 전망됨.
- 월별 냉방도일에서 냉방이 많이 필요한 7월과 8월의 냉방도일은 21세기 후반기(2071~2100년)로 갈수록 급격히 증가하고, 냉방이 필요하지 않던 10월에도 냉방이 필요해짐. 특히 RCP8.5의 경우, 21세기 후반기(2071~2100년) 9월 냉방에 필요한 에너지가 현재의 8월 수준보다 큼.
- 냉방도일의 증가율이 난방도일의 감소율보다 크므로 냉방으로 인한 에너지 증가에 대한 대비가 필요할 것으로 보임.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우, 21세기 후반기(2071~2100년)에 냉방도일 증가폭을 충청남도에서 155%, 계룡시에서 106% 완화할 수 있고, 난방도일 감소폭은 충청남도와 계룡시에서 모두 20% 완화할 수 있음.

4장. 분야별 응용정보

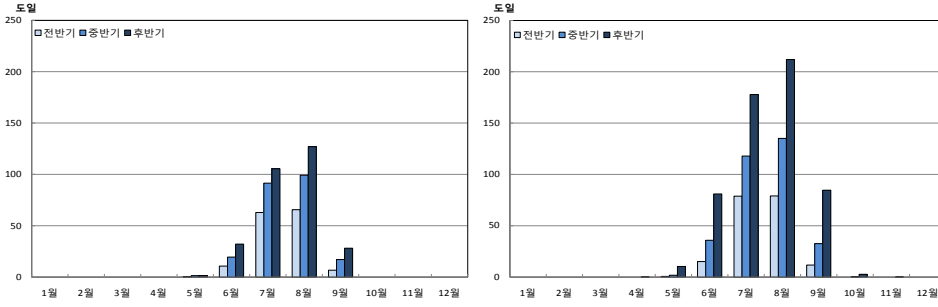


그림 4-5.
계룡시의 월별 냉방도일(도일)전망
(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

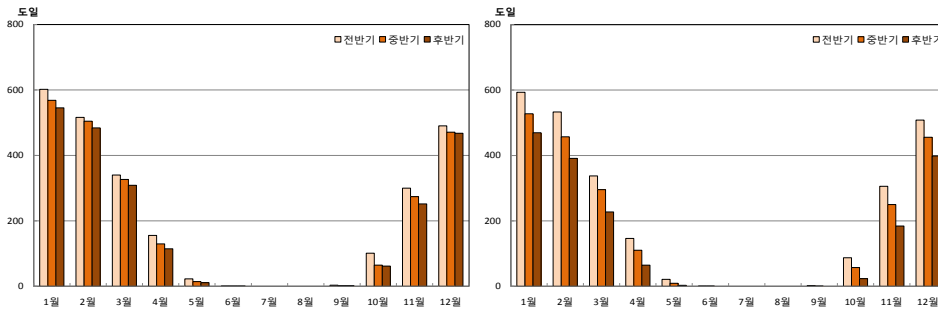


그림 4-6.
계룡시의 월별 난방도일(도일) 전망
(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

표 4-8.
충청남도 시군별 냉방도일과
난방도일(도일) 전망(RCP8.5)

	냉방도일			난방도일		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	113.1	228.0	444.4	2538.2	2143.3	1726.8
계룡시	185.4	323.4	568.4	2534.6	2162.5	1761.0
서산시	24.8	109.7	302.3	2369.9	1940.1	1511.4
보령시	51.9	156.0	366.7	2347.6	1931.6	1511.0
아산시	140.9	265.8	489.8	2676.6	2293.8	1877.4
천안시	139.7	261.9	483.1	2733.1	2349.7	1932.0
공주시	151.5	276.1	500.4	2637.2	2257.3	1846.1
논산시	184.6	323.1	565.2	2505.4	2135.5	1735.7
당진시	87.6	197.6	406.9	2575.7	2170.8	1745.6
금산군	129.2	246.0	455.8	2725.0	2340.6	1923.0
연기군	151.4	275.4	501.2	2678.8	2300.4	1888.3
부여군	155.5	285.5	514.6	2505.7	2124.3	1716.4
서천군	75.2	191.6	413.1	2316.8	1910.5	1498.2
청양군	129.6	247.4	460.2	2631.1	2241.4	1822.8
홍성군	81.5	190.2	400.0	2493.2	2084.8	1662.0
예산군	114.6	231.2	444.7	2609.3	2214.5	1795.5
태안군	6.0	66.9	237.6	2271.8	1834.5	1402.8

	냉방도입			난방도입		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
충청남도	84.5	147.7	201.5	2529.3	2340.9	2227.0
계룡시	146.2	228.6	294.2	2531.1	2353.8	2246.0
서산시	14.7	48.2	84.3	2350.4	2146.7	2026.1
보령시	34.7	84.5	131.3	2332.2	2133.4	2012.4
아산시	105.0	176.8	238.4	2670.0	2491.5	2380.2
천안시	104.7	175.7	234.7	2728.3	2548.4	2438.6
공주시	115.8	189.0	248.7	2633.5	2451.6	2340.8
논산시	145.6	229.5	294.8	2502.2	2323.8	2217.3
당진시	60.5	117.6	169.0	2561.1	2373.9	2257.1
금산군	99.4	168.3	220.8	2729.8	2537.6	2429.3
연기군	115.7	188.2	247.6	2676.3	2495.5	2385.4
부여군	118.3	195.4	257.3	2497.4	2314.2	2203.2
서천군	52.4	113.5	166.3	2301.2	2107.9	1989.1
청양군	96.0	165.0	221.6	2623.6	2436.1	2322.4
홍성군	57.1	113.7	165.0	2480.0	2286.1	2167.2
예산군	83.3	148.5	205.0	2599.2	2413.4	2298.3
태안군	2.8	19.9	44.5	2251.8	2041.0	1918.6

표 4-9.
충청남도 시군별 냉방도입과
난방도입(도입) 전망(RCP4.5)

그림 4-7.
충청남도 시군별 냉방도일(도일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

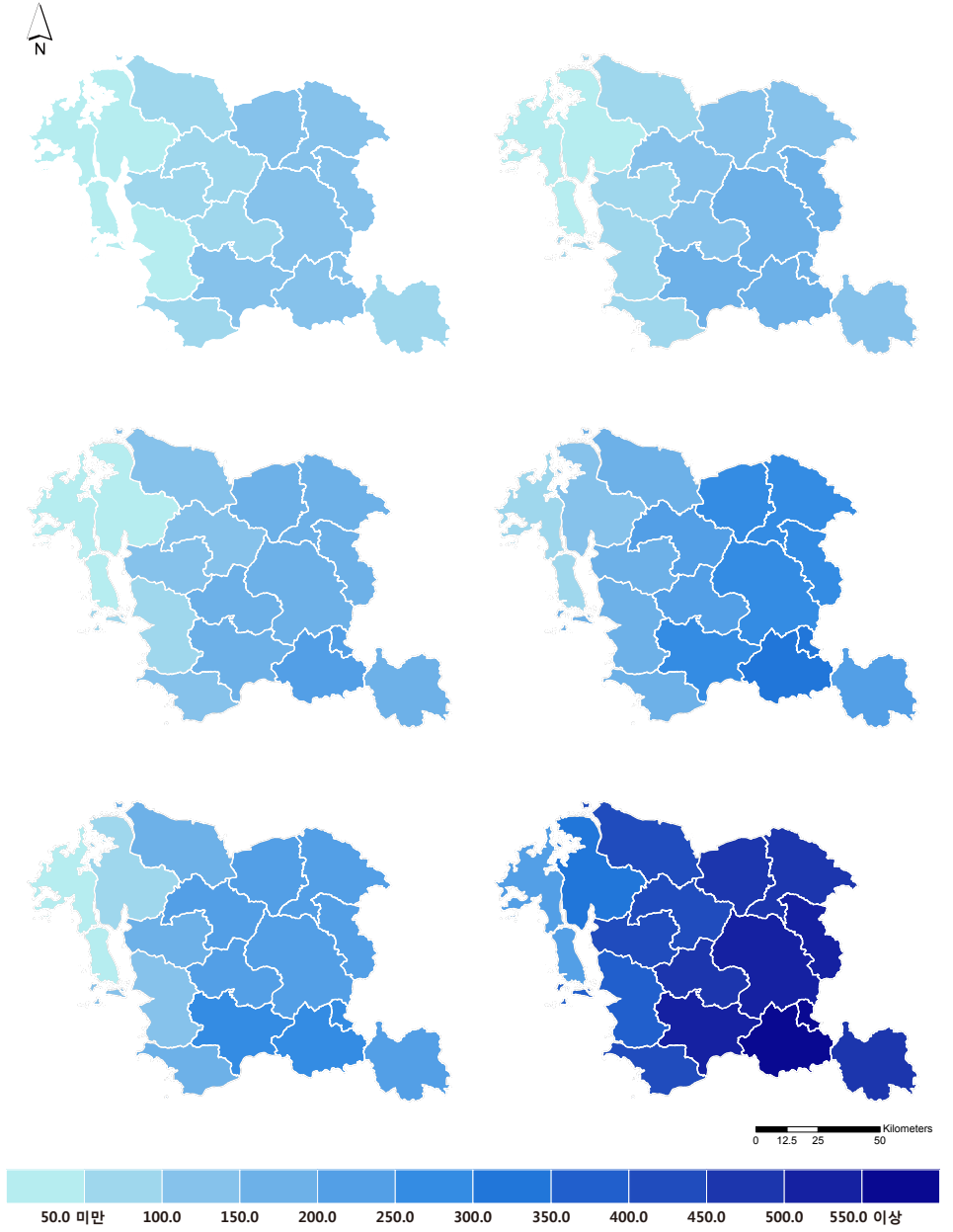
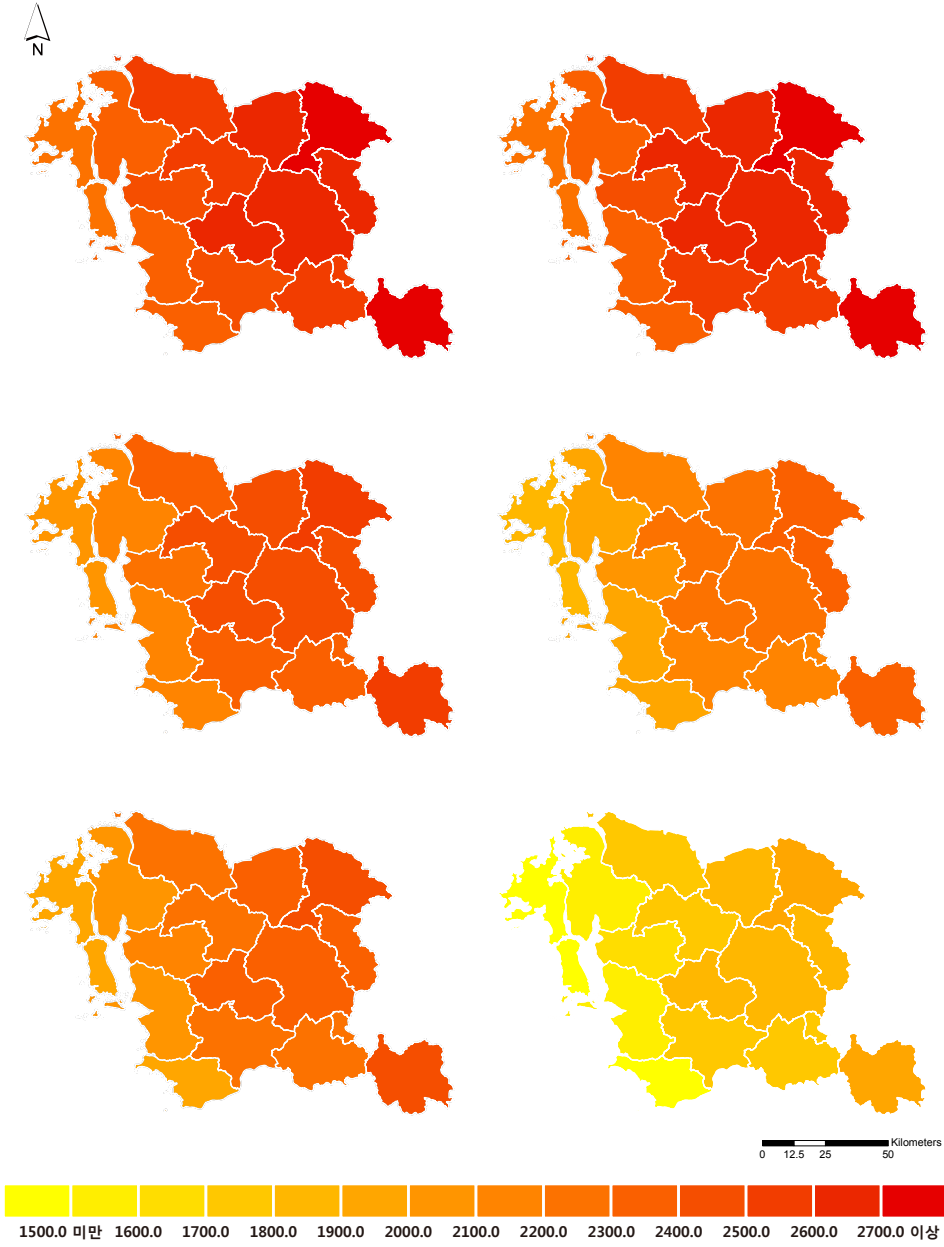


그림 4-8.
충청남도 시군별 난방도일(도일) 분포도
(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))



제5장 결론

- 계룡시는 충청남도보다 일평균/일최저기온은 낮고 일최고기온은 비슷함. 충청남도와 미래 기온의 증가폭이 동일하고, 폭염일수와 열대야일수의 증가폭이 더 작을 것으로 전망됨. 계룡시 내 각 면동별 기온 차이는 최대 0.6℃이고, RCP8.5의 경우 21세기 후반기(2071~2100년)에 충청남도와 동일한 정도(+4.8℃)로 기온이 상승할 것으로 전망됨.
 - 계룡시 내 각 면동별 일최고기온 차이는 최대 1.0℃, 일최저기온 차이는 최대 0.4℃로 나타나고, 현재 금암동은 폭염 발생이 다른 지역에 비해 많으며, 앞으로도 이 지역의 폭염발생이 빈번할 것으로 전망됨.
 - 신도안면은 일최고기온이 다른 지역에 비해 낮기 때문에 폭염일수가 적게 나타나며 미래에도 다른 지역에 비해 적게 증가할 것으로 전망됨.

- 계룡시 강수량 증가율은 충청남도보다 낮으나 우리나라 평균보다 높아, 미래에 강수량으로 인한 영향이 커질 것으로 예상됨.
 - RCP8.5의 경우, 업사면이 계룡시 내에서 가장 큰 강수량 증가율을 나타냄.
 - RCP8.5의 경우, 강수강도와 호우일수는 현재 지역적 차이가 크지 않으나 미래에는 강수강도의 증가는 업사면, 호우일수의 증가는 신도안면에서 가장 뚜렷해질 것으로 전망됨.

- 응용기후정보의 경우에 기온상승으로 인해 21세기 후반기(2071~2100년)로 갈수록 생육도일, 유효적산온도, 열지수, 불쾌지수, 냉방도일이 증가하고, 난방도일은 감소할 것으로 전망됨.
 - RCP8.5의 경우, 21세기 중반기(2041~2070년)에는 벼, 포도의 재배에 적합할 것으로 전망되며, 21세기 후반기(2071~2100년)에는 벼, 포도, 수수의 재배에 적합할 것으로 전망됨.
 - RCP8.5의 경우, 21세기 전반기(2011~2040년)에 계룡시는 열지수와 불쾌지수가 각각 '주의', '높음' 범위에 속하고, 21세기 중반기(2041~2070년)에는 불쾌지수가 '매우 높음' 범위에 속하며, 21세기 후반기(2071~2100년)에는 열지수가 '위험' 범위에 속할 것으로 전망됨.
 - 냉방도일은 특히 7월과 8월에 급격히 증가하고, 냉방이 필요하지 않던 10월에도 냉방이 필요해짐.

● 온실가스 감축정책을 수행할 경우, 계룡시의 21세기 후반기(2071~2100년) 기온상승(+2.2℃)은 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우(+4.8℃)에 비해 기온상승이 절반 이하 수준에 그침. 강수량은 온실가스 감축정책을 수행할 경우 9.2% 증가함.

- 온실가스 감축으로 인한 효과는 폭염과 열대야와 같은 극한기후에서 더욱 두드러져, 폭염일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 55.5일 증가에서 14.4일 증가로 줄어들며, 열대야일수도 51.2일 증가에서 20.7일 증가로 줄어들 것으로 나타남.
- 온실가스 감축은 계룡시 내에서 강수강도의 변화율을 모두 증가시키고 호우일수의 변화율을 대체로 감소시킬 것으로 전망되나 변동성이 큼.
- 온실가스 감축은 생육도일, 유효적산온도의 변화에 영향을 미쳐 21세기 후반기(2071~2100년)에 충청남도와 계룡시에서 10℃ 기준 생육도일의 증가폭을 각각 24%, 21% 감소시킬 수 있고, 유효적산온도의 증가폭은 각각 24%, 22% 감소시킬 수 있음. 충청남도과 계룡시에서 열지수는 모두 20% 감소시킬 수 있고, 불쾌지수의 경우 모두 4%, 냉방도일은 각각 155%, 106% 감소시킬 수 있음. 난방도일의 경우 21세기 후반기(2071~2100년)에 온실가스 감축이 감소폭을 충청남도과 계룡시에서 모두 20% 완화할 수 있음.

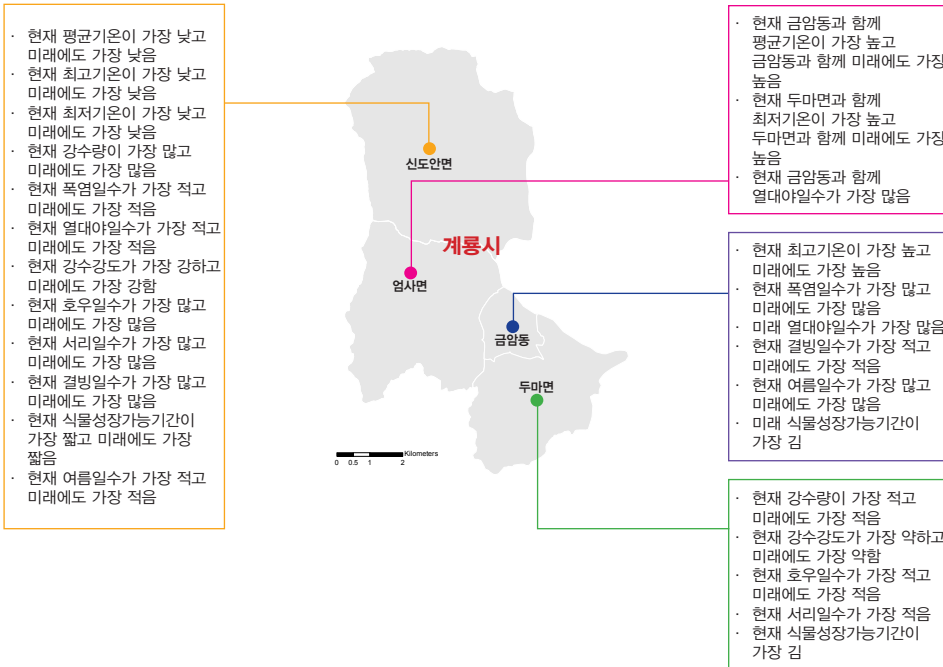


그림 5-1. 충청남도 계룡시의 면동별 기후변화 전망 요약

표 5-1.
충청남도 계룡시의 현재 기후값 대비
21세기 후반기(2071~2100년)의
변화량(RCP8.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	강수량 (%)	폭염일수 (일)	열대야 (일)	강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
충청남도	+4.8	+4.8	+4.7	+33.8	+55.7	+53.7	+3.5	+2.8
계룡시	+4.8	+4.7	+4.8	+25.3	+55.5	+51.2	+2.2	+2.4
두마면	+4.8	+4.7	+4.8	+24.9	+58.2	+53.4	+1.9	+1.3
엄사면	+4.8	+4.8	+4.8	+26.0	+59.1	+54.0	+2.2	+2.3
신도안면	+4.8	+4.8	+4.8	+25.1	+51.4	+48.1	+2.2	+3.0
금암동	+4.8	+4.7	+4.8	+24.9	+60.0	+54.3	+2.0	+2.0

표 5-2.
충청남도 계룡시의 현재 기후값 대비
21세기 후반기(2071~2100년)의
변화량(RCP4.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	강수량 (%)	폭염일수 (일)	열대야 (일)	강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
충청남도	+2.2	+2.2	+2.1	+39.6	+15.8	+23.1	+3.9	+1.8
계룡시	+2.2	+2.0	+2.2	+34.5	+14.4	+20.7	+3.0	+1.8
두마면	+2.2	+2.0	+2.2	+37.4	+16.2	+22.6	+3.0	+1.3
엄사면	+2.1	+2.1	+2.2	+35.6	+16.1	+23.1	+3.1	+1.8
신도안면	+2.2	+2.1	+2.2	+32.3	+12.2	+18.0	+2.8	+2.0
금암동	+2.2	+2.0	+2.2	+36.0	+16.9	+23.5	+3.1	+1.6

충청남도 계룡시 기후변화 상세 분석보고서

◆ 발행일	2015년 11월 30일
◆ 발행처	기상청 · 대전지방기상청
◆ 연구기관	(사)환경과문명 정회성 김태웅 문대성 홍미란 안현경 안세웅 신창호 이승지 장예림 임미정 이윤미 (주)에코파이 전병성 김명한 김진아 정혜원 김유진 박인홍 김민기 박미나 광병민 최동규 권하람 황보종재 유다빈 오혜성 건국대학교 최영은 문자연
◆ 검수기관	기상청 기후정책과
◆ 주소	07062 서울특별시 동작구 여의대방로 16길 61
◆ 누리집	www.kma.go.kr / www.climate.go.kr
◆ 편집·인쇄	문대성

