

발간번호 11-1360000-000900-01

울산광역시 울주군
기후변화
상세 분석보고서

기상청 · 울산기상대

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 세부이행계획의 수립이 의무화되었습니다.

기초지자체에서 일관된 기후변화 적응대책이 수립되기 위해서는 우선 읍면동까지 상세화된 국가표준의 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. 「울산광역시 울주군 기후변화 상세 분석보고서」는 새로운 기후변화 시나리오를 기반으로 하여 읍면 단위로 분석된 2100년까지의 기온, 강수량, 극한기후현상에 대한 미래 전망 내용을 담고 있습니다. 또한 농업, 보건, 에너지 분야의 활용증대를 위해 시군구 단위로 분석된 부문별 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.

2013.11

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	46	2. 보건(열지수, 불쾌지수)
16	3. 기타 요소	50	3. 에너지(냉방도일, 난방도일)
		54	4. 해수면 상승
		55	제 5 장 결론

표목차

- 7 표 1-1. 울주군 인구 현황(2012년)
- 9 표 1-2. RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO₂ 농도
- 10 표 1-3. 기온 및 강수 관련 극한지수의 정의
- 11 표 1-4. 농업, 보건, 에너지 분야 응용정보
- 13 표 2-1. 울산광역시 울주군의 일평균·최고·최저기온 및 극한지수(2001~2010년)
- 15 표 2-2. 울산광역시 울주군의 계절 및 연강수량과 극한지수(2001~2010년)
- 16 표 2-3. 울산광역시 울주군의 기온 관련 극한지수(2001~2010년)
- 19 표 3-1. 울산광역시 울주군의 평균기온 전망 및 2000년대 대비 편차(°C)(RCP8.5)
- 19 표 3-2. 울산광역시 울주군의 평균기온 전망 및 2000년대 대비 편차(°C)(RCP4.5)
- 24 표 3-3. 울산광역시 울주군의 연강수량 전망(mm)과 2000년대 대비 증가율%(RCP8.5)
- 25 표 3-4. 울산광역시 울주군의 연강수량 전망(mm)과 2000년대 대비 증가율%(RCP4.5)
- 27 표 3-5. 울산광역시 울주군의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP8.5)
- 27 표 3-6. 울산광역시 울주군의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP4.5)
- 31 표 3-7. 울산광역시 울주군의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP8.5)
- 31 표 3-8. 울산광역시 울주군의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP4.5)
- 35 표 3-9. 울산광역시 울주군의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP8.5)
- 35 표 3-10. 울산광역시 울주군의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP4.5)
- 39 표 3-11. 울산광역시 울주군의 강수강도·호우일수 전망과 2000년대 대비 변화율%(RCP8.5)
- 39 표 3-12. 울산광역시 울주군의 강수강도·호우일수 전망과 2000년대 대비 변화율%(RCP4.5)
- 42 표 4-1. 작물별 유효적산온도 및 생육도일
- 43 표 4-2. 울산광역시 시군구별 생육도일(도일)과 유효적산온도(°C) 전망(RCP8.5)
- 43 표 4-3. 울산광역시 시군구별 생육도일(도일)과 유효적산온도(°C) 전망(RCP4.5)
- 46 표 4-4. 열지수 기준범위
- 46 표 4-5. 불쾌지수 기준범위
- 47 표 4-6. 울산광역시 시군구별 열지수와 불쾌지수 전망(RCP8.5)
- 47 표 4-7. 울산광역시 시군구별 열지수와 불쾌지수 전망(RCP4.5)
- 51 표 4-8. 울산광역시 시군구별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP8.5)
- 51 표 4-9. 울산광역시 시군구별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP4.5)
- 57 표 5-1. 울산광역시 울주군의 현재 기후값 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화량(RCP8.5)
- 57 표 5-1. 울산광역시 울주군의 현재 기후값 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화량(RCP4.5)

그림목차

- 6 그림 1-1. 울주군의 행정구역 구분과 관측 지점의 위치
- 13 그림 2-1. 울주군의 읍면별 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)
- 15 그림 2-2. 울주군의 읍면별 연강수량 상세분포도(2001~2010년)
- 17 그림 3-1. 울산광역시와 울주군의 평균기온 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 17 그림 3-2. 평균기온 증가율이 가장 큰 지역(상북면)과 작은 지역(웅촌면)의 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 18 그림 3-3. 울주군의 읍면별 평균기온 분포도(RCP4.5(좌)/8.5(우), 2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 21 그림 3-4. 울산광역시와 울주군의 연강수량 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 21 그림 3-5. 연강수량 증가율이 가장 큰 지역(상북면)과 작은 지역(서생면)의 시계열(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 22 그림 3-6. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 연강수량 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 23 그림 3-7. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)강수량 증가율(2001~2010년 대비) 분포도(2011~2040년(상),
2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 28 그림 3-8. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 폭염일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 29 그림 3-9. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 열대야일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 32 그림 3-10. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 서리일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 33 그림 3-11. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 결빙일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 36 그림 3-12. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 식물성장가능기간 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 37 그림 3-13. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 여름일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 40 그림 3-14. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 강수강도 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 41 그림 3-15. 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)호우일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 44 그림 4-1. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 생육도일(10℃) 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 45 그림 4-2. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 유효적산온도(10℃) 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 48 그림 4-3. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 열지수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 49 그림 4-4. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 불쾌지수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 51 그림 4-5. 울주군의 월별 냉방도일 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 51 그림 4-6. 울주군의 월별 난방도일 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))
- 52 그림 4-7. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 냉방도일 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 53 그림 4-8. 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우) 난방도일 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))
- 56 그림 5-1. 울산광역시 울주군의 읍면별 기후변화 전망 요약

- 울주군의 주요 산업은 제조업을 포함한 2차 산업이지만, 2012년 말 현재 농업종사자 비율이 전체 인구의 약 15%를 차지하고 있어서 농업이 중요한 산업임.

연도	세대수(가구)	인구(명)			2011년 대비 증가율 (%)
		계	남	여	
2012년	79,036	207,840	107,001	100,839	1.52

표 1-1. 울주군 인구 현황(2012년)

- 울주군의 북서쪽에는 고현산(1,034m), 가지산(1,241m), 신불산(1,209m) 등 1,000m가 넘는 높은 산들이 위치함(그림 1-1).
- 울주군의 동남부지역 중 온산읍과 서생면은 바다와 접하고 있어 해풍이 불고 삼면이 산으로 둘러싸여 찬바람을 막아 기후는 온화하여, 연평균기온이 13.1℃(최고 18.4℃, 최저 8.5℃)이고, 1월 평균기온은 0.7℃(최고 5.8℃, 최저 -3.9℃), 8월의 평균기온은 24.9℃(최고 29.4℃, 최저 21.5℃)임. 연강수량은 1,492.5mm이며 강수량 많은 달과 적은 달의 차이가 큼(1월 32.4mm, 8월 278.2mm).^{*)}

*) 2001~2010년 울주군 기후값 기준

2. 관측 자료 소개

- 한반도의 고해상도 격자형 관측 자료를 산출하기 위해 75개소의 종관 관측자료(Automated Synoptic Observing System, ASOS)와 462개소의 자동기상 관측자료(Automatic Weather System, AWS)를 합한 총 537개소의 관측 자료를 사용하였음. 울산광역시와 울주군에는 1개의 종관관측지점과 8개의 자동기상관측지점이 위치함(그림 1-1).
- 분석기간은 2001년부터 2010년까지 10년이며, 변수는 일별기온(최고/평균/최저)과 일 강수량이 사용되었음. 관측 자료는 해발고도가 높은 일부산악지역을 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 보고서에서 현재 기후값의 기준은 2001~2010년의 10년 평균을 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 정부간협의체(IPCC)에서 5차 평가보고서용으로 발표한 온실가스 배출 시나리오인 RCP(Representative Concentration Pathways) 시나리오를 기초로 하였음. 온실가스 배출 시나리오는 표1-2와 같이 기본 4종이 있으나 본 보고서에서는 온실가스 배출을 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	지금부터 즉시 온실가스 감축 정책을 시행할 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(BAU 시나리오)	940

- 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.

표 1-2. RCP 시나리오별 설명 및 2100년 기준 CO₂ 농도

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 기후변화 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 6개 기온 관련 극한기후지수(열대야일수, 폭염일수, 서리일수, 결빙일수, 여름일수, 식물성장가능기간)와 2개 강수 관련 기후지수(강수강도, 호우일수)를 분석하였으며, 각 지수의 정의는 표 1-3과 같음. 극한기후지수는 우선 격자별로 생산한 뒤 이를 행정구역별로 평균하였음.
- 강수강도와 호우일수의 경우는 지역기후모델의 한계로 극값이 관측보다 작게 나오므로 다음과 같이 각 격자별로 보정하여 분석하였음.
 - 보정된 극한기후지수 = 보정상수 × 극한기후지수

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

표 1-3. 기온 및 강수 관련 극한지수의 정의

요소	극한지수	정의	단위
기온	서리일수 (Frost days)	일최저기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수	일
	여름일수 (Summer days)	일최고기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	결빙일수 (Ice days)	일최고기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수	일
	열대야일수 (Tropical night days)	일최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	폭염일수 (Heat wave days)	일최고기온이 33℃ 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	호우일수 (Heavy rain days)	일강수량이 80mm 이상인 날의 연중 일수	일
	강수강도 (Simple daily intensity index)	연중 습윤일수(일강수량이 1.0mm 이상인 날)로 나누어진 연 총강수량	mm/일

5. 응용정보 정의

- 본 보고서에서는 농업분야 2개, 보건분야 2개, 에너지분야 2개의 응용정보를 사용하였고, 각 지수의 정의는 표 1-4와 같음.
- 울주군은 해안에 위치하기 때문에 해수면 고도에 대한 정보를 제시하였음.

분야	응용정보	정의	산출방법	단위
농업	유효적산온도	작물의 생육에 필요한 열량을 나타내기 위한 것으로 일평균기온에서 생육한계온도(5, 10℃)를 뺀 값을 적산한 값	$EAT = \sum(Ta - Tb)$ * Ta : 일평균기온, Tb (생육한계온도) = 5℃, 10℃	℃
	생육도일	일최고기온과 일최저기온의 평균에서 작물별 기본온도를 뺀 것을 생육기간동안 합한 값	$GDD = \sum \{ (Tmax + Tmin) / 2 - Tb \}$ * Tb (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.	$HI = -42.379 + 2.04901523 \times Tf + 10.14333127 \times RH - 0.22475541 \times Tf \times RH - 6.83783 \times 10^{-3} \times Tf^2 - 5.481717 \times 10^{-2} \times RH^2 + 1.22874 \times 10^{-3} \times Tf^2 \times RH + 8.5282 \times 10^{-4} \times Tf \times RH^2 - 1.99 \times 10^{-6} \times Tf^2 \times RH^2$ * Tf : 최고기온, RH : 상대습도	
	불쾌지수	체감기후를 나타내는 온습도지수로 낮음(68 미만), 보통(68~75), 높음(75~80), 매우 높음(80이상)으로 분류됨.	$DI = 9/5 \times Ta - 0.55 \times (1 - RH) (9/5 \times Ta - 26) + 32$ * Ta : 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, 에너지 분야 응용정보

제2장 최근 10년 기후특성

1. 기온

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 기후값

- 울주군은 지형의 영향으로 연평균기온 13.1℃로 울산광역시 평균인 13.4℃보다 0.3℃ 낮음.
- 울주군 내 평균기온이 가장 높은 지역은 최남단에 위치하며 해양에 접해 있는 온산읍으로 14.9℃, 가장 낮은 지역은 산간지역에 위치하는 상북면으로 11.7℃이며, 그 차이는 3.2℃로 큼.
- 울주군의 연평균 최고기온 18.4℃이고, 연평균 최저기온 8.5℃으로 나타났고, 평균 일교차는 9.9℃임.

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 극한값

- 도시화의 영향을 상대적으로 적게 받는 울주군의 열대야일수는 3.2일로 울산광역시 평균(4.0일)보다 적으나, 폭염일수는 12.2일로 울산광역시 평균(11.8일)보다 많음.
- 폭염일수는 내륙에 위치하는 언양읍과 삼동면에서 상대적으로 많이 발생하고, 해양의 영향을 받는 서생면에서 2.9일로 매우 적게 나타남.
- 열대야일수는 울산광역시에 인접해 있으며 연평균 최저기온이 높은 온산읍과 청량면에서 많이 발생하고, 지형적인 영향으로 연평균 최저기온이 낮은 두서면과 상북면에서 적게 발생함.

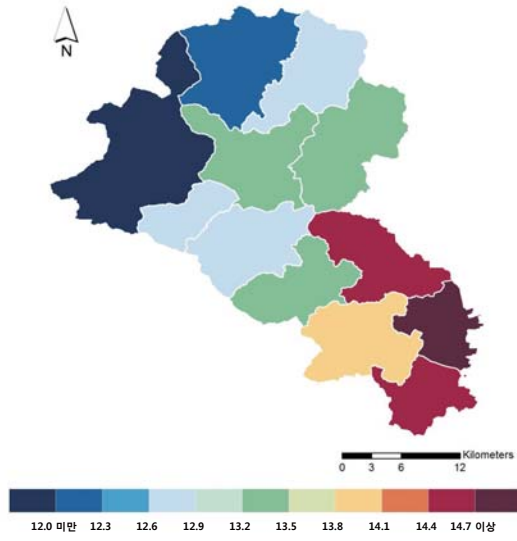


그림 2-1.
울주군의 읍면별 연평균기온
상세분포도(2001~2010년)

	기온(°C)			열대야일수 (일)	폭염일수 (일)
	일평균	일최고	일최저		
울산광역시	13.4	18.5	8.9	4.0	11.8
울주군	13.1	18.4	8.5	3.2	12.2
은산읍	14.9	19.2	10.9	9.2	8.6
연양읍	13.2	19.0	8.2	1.7	16.3
은양읍	14.0	18.9	9.8	6.0	9.6
범서읍	13.4	18.8	8.8	2.5	12.9
서생면	14.4	18.5	10.8	4.9	2.9
청량면	14.5	19.3	10.3	10.3	14.5
웅촌면	13.5	18.9	8.8	3.8	14.5
두동면	12.7	18.3	7.9	1.3	14.0
두서면	12.3	17.9	7.5	0.9	11.6
상북면	11.7	16.8	6.9	0.8	9.4
삼남면	12.8	18.5	7.7	1.1	14.9
삼동면	12.8	18.8	7.6	1.7	16.6

표 2-1.
울산광역시 울주군의
일평균·최고·최저기온 및
극한지수(2001~2010년)

2. 강수량

● 최근 10년(2001~2010년) 강수량 기후값

- 울주군 연강수량은 지형적인 영향으로 1,492.5mm로 울산광역시 평균인 1,447.8mm에 비해 44.7mm 많음.
- 울주군 내에서 북서쪽 산악지역의 영향을 받는 상북면은 연강수량이 1,701.7mm로 가장 많이 나타나며, 반대로 온산읍은 연강수량이 1,319.5mm로 가장 적게 나타남.

● 최근 10년(2001~2010년) 강수 극한값

- 울주군의 강수강도는 18.3mm/일, 호우일수는 2.6일로 울산광역시 평균(17.9mm/일, 2.4일)보다 높음.
- 호우일수는 상북면에서 3.3일로 가장 많이 나타나고, 온산읍에서 2.0일로 가장 적게 나타나지만 차이가 크지 않음.
- 강수강도는 상북면에서 20.4mm/일로 가장 강하고, 범서읍에서 16.8mm/일로 가장 약하나 차이가 크지 않음.

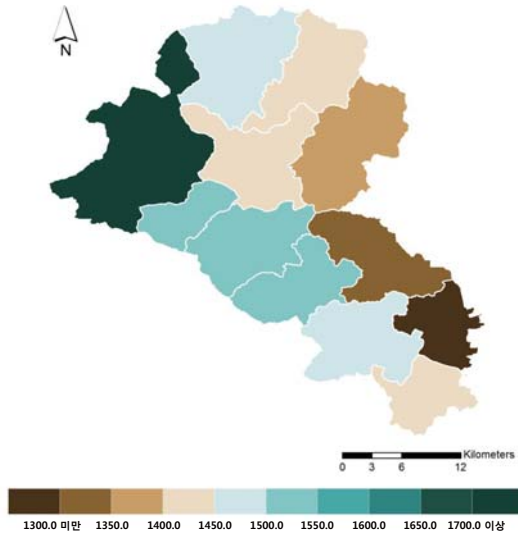


그림 2-2.
울주군의 읍면별 연강수량
상세분포도(2001~2010년)

	강수량(mm)					강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
	봄	여름	가을	겨울	연		
울산광역시	174.7	695.2	402.2	125.6	1447.8	17.9	2.4
울주군	318.7	791.8	273.1	103.3	1492.5	18.3	2.6
온산읍	302.0	650.0	261.1	102.5	1319.5	17.3	2.0
언양읍	298.0	784.5	257.1	96.6	1441.8	17.7	2.3
은양읍	345.8	759.7	282.6	112.9	1505.8	18.4	2.8
범서읍	294.8	730.0	272.4	101.2	1404.1	16.8	2.1
서생면	348.4	692.6	273.0	112.6	1430.9	17.7	2.3
청량면	298.4	687.4	263.4	100.8	1353.9	17.4	2.2
웅촌면	335.7	791.5	284.4	110.2	1527.2	18.6	2.9
두동면	283.7	755.4	273.3	97.4	1415.7	17.3	2.2
두서면	298.1	809.0	263.5	96.2	1473.1	17.9	2.4
상북면	353.6	949.4	285.6	106.2	1701.7	20.4	3.3
삼남면	322.7	844.9	264.6	99.5	1537.3	18.7	2.7
삼동면	330.1	814.8	278.8	106.5	1535.7	18.6	2.7

표 2-2.
울산광역시 울주군의 계절 및 연강수량과
극한지수(2001~2010년)

3. 기타 요소

● 최근 10년(2001~2010년) 기온 관련 현상일수

- 울주군은 울산광역시보다 평균적으로 기온이 낮으므로 서리일수는 87.4일로 울산광역시보다 7.3일 많고, 결빙일수도 5.3일로 울산광역시 전체평균보다 1.0일 많음. 반면 여름일수는 100.5일로 0.2일 적고, 식물성장가능기간도 287.2일로 울산광역시 평균보다 6.6일 짧음.
- 서리일수는 동남쪽에 위치하여 해양과 접하는 온산읍과 서생면에서 적게 나타남. 한편 지형의 영향으로 상북면의 결빙일수가 가장 많고, 여름일수는 가장 적게 나타남.
- 식물성장가능기간은 온산읍에서 가장 길고 상북면에서 가장 짧아 약 60일 정도의 큰 차이를 보임.

	서리일수(일)	결빙일수(일)	여름일수(일)	식물성장가능기간(일)
울산광역시	80.1	4.3	100.7	293.8
울주군	87.4	5.3	100.5	287.2
온산읍	50.8	0.9	100.9	323.9
연양읍	92.4	2.8	110.6	287.7
온양읍	67.1	1.9	102.5	305.9
범서읍	82.7	2.9	104.6	291.9
서생면	51.0	1.0	84.8	320.9
청량면	61.9	1.6	109.7	312.2
웅촌면	84.8	2.3	107.6	291.6
두동면	95.3	5.9	102.6	279.2
두서면	101.4	7.5	98.0	271.9
상북면	106.4	15.0	84.2	261.5
삼남면	101.2	5.5	104.3	278.1
삼동면	104.7	3.0	107.9	277.8

표 2-3. 울산광역시 울주군의 기온 관련 극한지수(2001~2010년)

제3장 기후변화 전망

1. 평균기온

● 2100년까지 기온 변화경향

- 온실가스를 저감하지 않는 RCP8.5 시나리오에서 울주군 연평균기온은 2000년대에 비해 2040년대에는 2.4℃, 2090년대에는 5.5℃ 상승함.
- RCP8.5에서 21세기 후반기(2071~2100년) 울산광역시시의 기온 상승폭은 4.9℃로 증가폭이 가장 큰 지역인 인천*에 비해 작으며, 증가폭이 가장 작은 지역인 광주**보다 큼. 울주군의 증가폭은 4.9℃로 울산광역시와 같으며 전국적으로 비교해 중간 수준임.
- 지역별로 살펴보면 평균기온의 변화량은 북서쪽 지형의 영향을 받는 상북면에서 가장 크고, 웅촌면에서 가장 작음.

★) 인천 기온상승폭 :
(2001~2010) 12.0℃ →
(2071~2100) 17.1℃ (5.1℃ 상승)

★★) 광주 기온상승폭 :
(2001~2010) 13.6℃ →
(2071~2100) 18.2℃ (4.6℃ 상승)

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

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

★★★) 2090년대 울주군 평균 기온상승:
(RCP8.5) 5.5℃ 상승 →
(RCP4.5) 2.4℃ 상승

● 아열대 기후구 전망

- 울주군은 RCP8.5시나리오에서는 2040년대부터, RCP4.5시나리오에서는 2070년대부터 아열대기후로 변화할 것으로 예상됨.

◆ 트레와다 아열대 기후구 정의

월평균기온 10℃ 이상인 달이 8개
월 이상, 가장 추운달 평균기온이
18℃ 이하인 경우

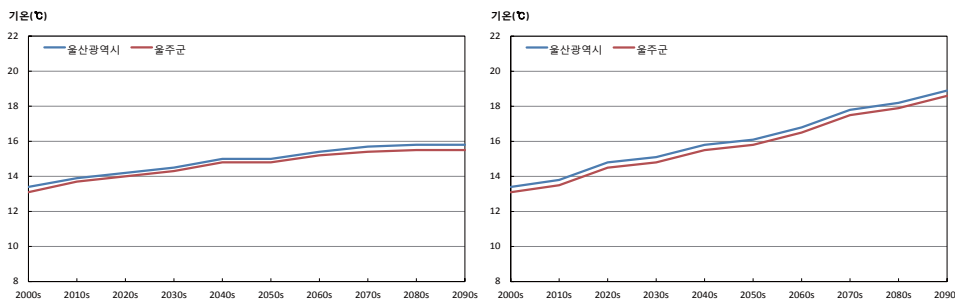


그림 3-1.
울산광역시와 울주군의 평균기온 시계열
(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

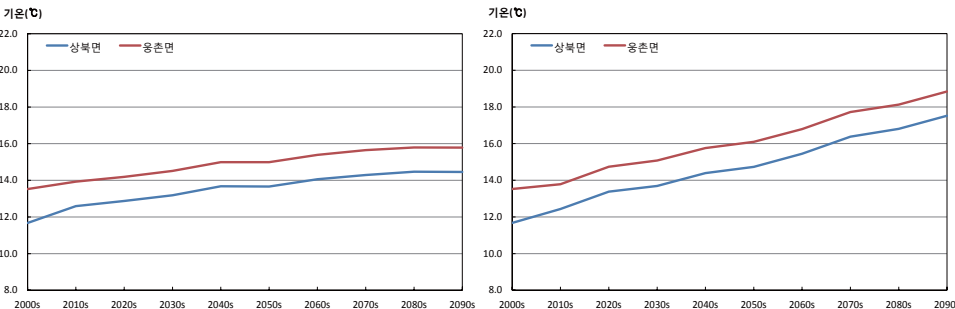
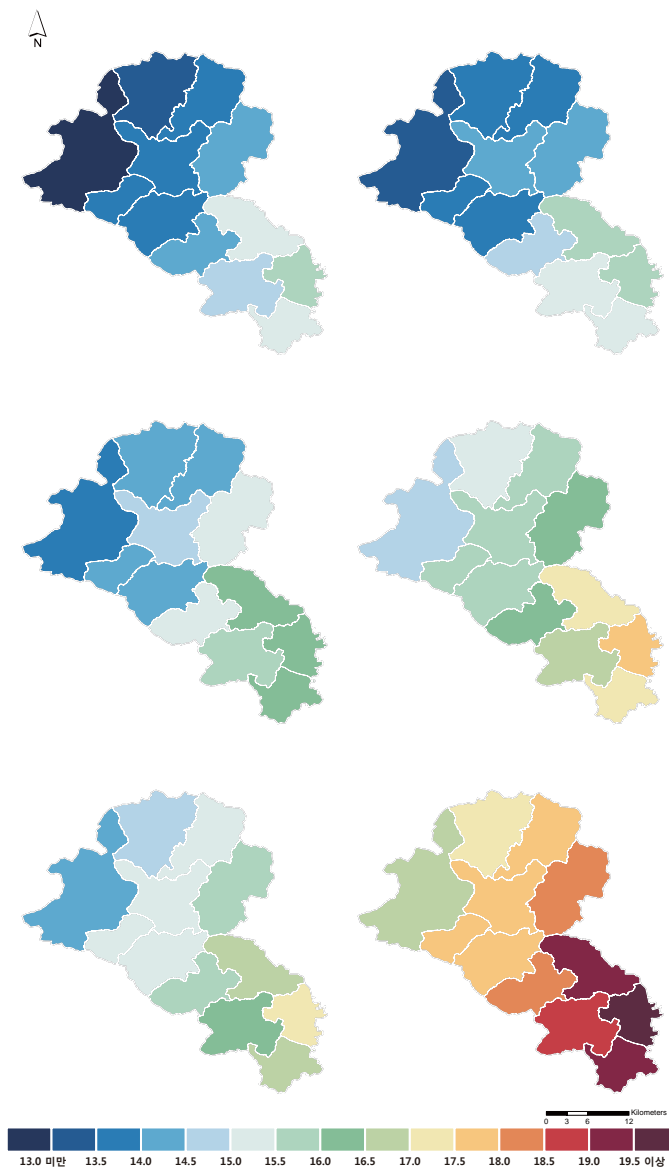


그림 3-2.
평균기온 증가율이 가장 큰 지역(상북면)과
작은 지역(웅촌면)의 시계열
(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

그림 3-3.
 울주군의 읍면별 평균기온 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
울산광역시	13.4	+0.4	+1.4	+1.7	+2.4	+2.7	+3.4	+4.4	+4.8	+5.5
		+1.1			+2.9			+4.9		
울주군	13.1	+0.4	+1.4	+1.7	+2.4	+2.7	+3.4	+4.4	+4.8	+5.5
		+1.2			+2.9			+4.9		
은산읍	14.9	+0.2	+1.2	+1.6	+2.3	+2.6	+3.3	+4.3	+4.7	+5.4
연양읍	13.2	+0.3	+1.2	+1.6	+2.2	+2.6	+3.3	+4.2	+4.7	+5.4
은양읍	14.0	+0.2	+1.2	+1.6	+2.2	+2.6	+3.3	+4.2	+4.6	+5.4
범서읍	13.4	+0.3	+1.3	+1.6	+2.3	+2.6	+3.3	+4.3	+4.7	+5.4
서생면	14.4	+0.2	+1.2	+1.6	+2.3	+2.7	+3.4	+4.3	+4.7	+5.5
청량면	14.5	+0.3	+1.2	+1.6	+2.3	+2.6	+3.3	+4.2	+4.6	+5.4
웅촌면	13.5	+0.3	+1.2	+1.6	+2.2	+2.6	+3.3	+4.2	+4.6	+5.3
두동면	12.7	+0.4	+1.4	+1.7	+2.4	+2.8	+3.5	+4.4	+4.8	+5.6
두서면	12.3	+0.6	+1.6	+1.9	+2.6	+3.0	+3.7	+4.6	+5.0	+5.7
상북면	11.7	+0.8	+1.7	+2.0	+2.7	+3.1	+3.8	+4.7	+5.1	+5.8
삼남면	12.8	+0.3	+1.3	+1.6	+2.3	+2.6	+3.3	+4.3	+4.7	+5.4
삼동면	12.8	+0.3	+1.2	+1.6	+2.2	+2.6	+3.3	+4.2	+4.6	+5.3

표 3-1.
울산광역시 울주군의 평균기온 전망 및
2000년대 대비 편차(°C)(RCP8.5)

	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
울산광역시	13.4	+0.5	+0.8	+1.1	+1.6	+1.6	+2.0	+2.3	+2.4	+2.4
		+0.8			+1.8			+2.4		
울주군	13.1	+0.6	+0.9	+1.2	+1.7	+1.7	+2.1	+2.3	+2.4	+2.4
		+0.9			+1.8			+2.4		
은산읍	14.9	+0.4	+0.6	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.1	+2.3	+2.3
연양읍	13.2	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.2	+2.3	+2.3
은양읍	14.0	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.1	+2.3	+2.3
범서읍	13.4	+0.5	+0.7	+1.1	+1.5	+1.5	+1.9	+2.2	+2.3	+2.3
서생면	14.4	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.6	+2.0	+2.2	+2.4	+2.4
청량면	14.5	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.1	+2.3	+2.3
웅촌면	13.5	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.1	+2.3	+2.3
두동면	12.7	+0.6	+0.9	+1.2	+1.7	+1.7	+2.1	+2.3	+2.5	+2.5
두서면	12.3	+0.8	+1.1	+1.4	+1.9	+1.9	+2.3	+2.5	+2.7	+2.7
상북면	11.7	+0.9	+1.2	+1.5	+2.0	+2.0	+2.4	+2.6	+2.8	+2.8
삼남면	12.8	+0.5	+0.7	+1.1	+1.6	+1.5	+1.9	+2.2	+2.3	+2.3
삼동면	12.8	+0.4	+0.7	+1.0	+1.5	+1.5	+1.9	+2.1	+2.3	+2.3

표 3-2.
울산광역시 울주군의 평균기온 전망 및
2000년대 대비 편차(°C)(RCP4.5)

2. 강수량

● 2100년까지 강수량 변화경향

- RCP8.5에서 21세기 후반기(2071~2100년) 울산광역시의 강수량 증가율은 36.4%로 증가율이 가장 큰 지역인 부산**에 비해 작으며, 증가율이 가장 작은 지역인 대구**보다 큼. 울주군의 증가율은 36.9%로 울산광역시와 비슷하게 증가하며 전국적으로 비교해 약간 높은 수준임.
- 지역별로 살펴보면 온양읍에서 강수량 증가가 가장 두드러지게 나타났고, 두서면의 강수량 증가가 가장 작은 것으로 나타났으며, 지역별 강수량 증가의 차이가 10% 이상 나타남.
 - RCP8.5 21세기 후반기 기준 : 온양읍 42.4% 증가, 두서면 31.2% 증가

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우(RCP4.5)와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우(RCP8.5)를 비교해 보면, 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우에 21세기 중반기(2041~2070년)에 약 5%, 후반기(2071~2100년)에 약 4% 적게 증가하는 것으로 나타남.

★) 부산 강수증가율 :
 (2001~2010) 1,532.1mm →
 (2071~2100) 2,249.8mm
 (46.8% 증가)

★★) 대구 강수증가율 :
 (2001~2010) 1,224.8mm →
 (2071~2100) 1,421.3mm
 (16.0% 증가)

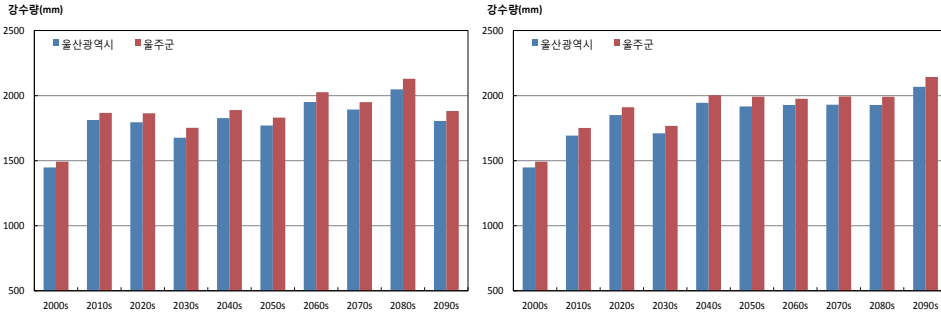


그림 3-4. 울산광역시와 울주군의 연강수량 시계열 (RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

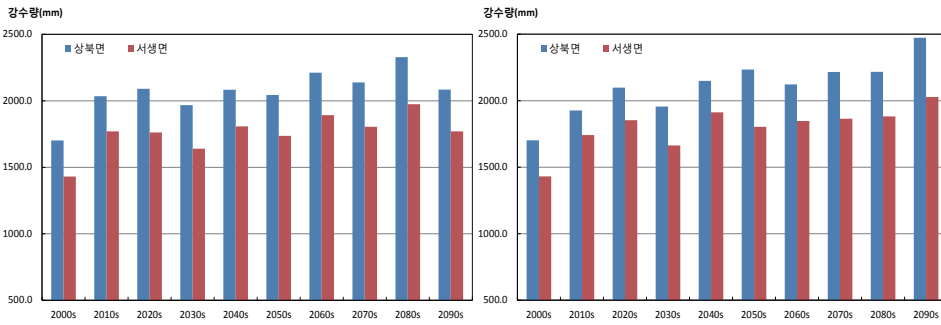
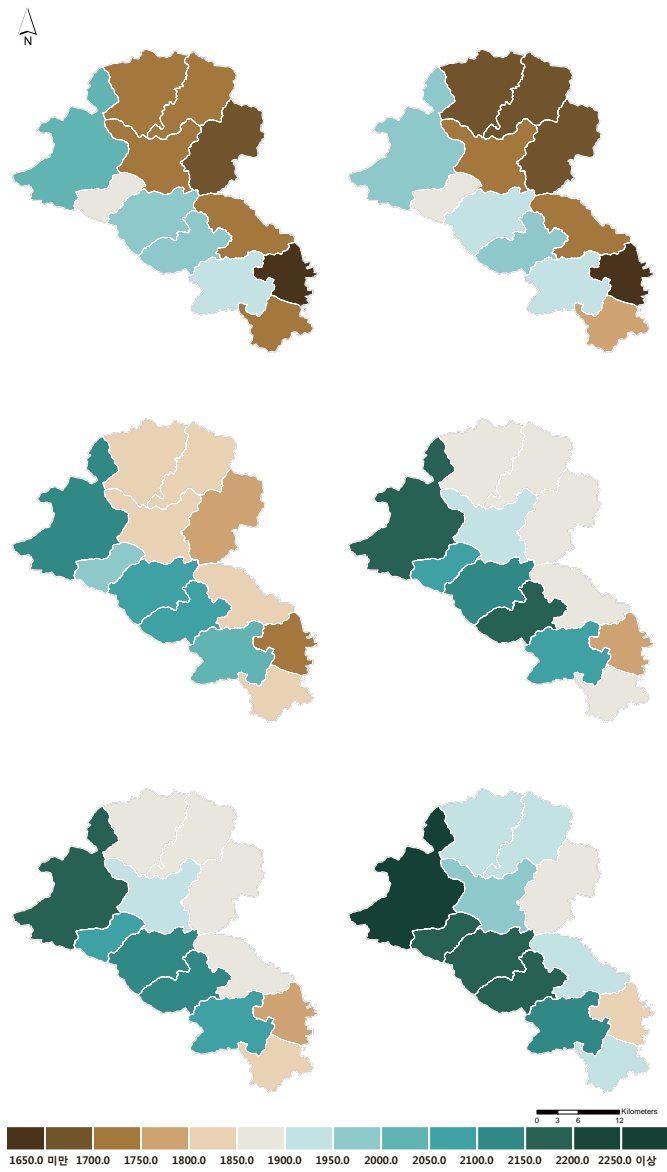


그림 3-5. 연강수량 증가율이 가장 큰 지역(상북면)과 작은 지역(서생면)의 시계열 (RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

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



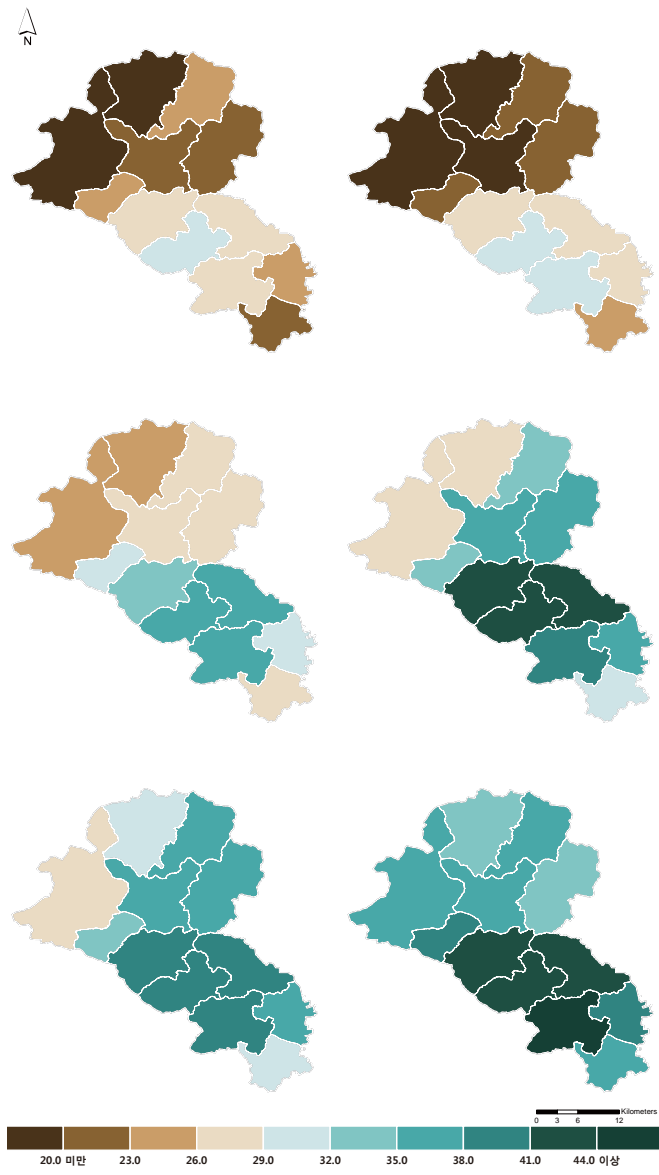


그림 3-7.
울주군의 읍면별 RCP 4.5(좌)/8.5(우)강수량
증가율(2001~2010년 대비) 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

표 3-3. 울산광역시 울주군의 연강수량 전망(mm)과 2000년대 대비 증가율(%) (RCP8.5)

	2001~2010	2011~2020	2021~2030	2031~2040	2041~2050	2051~2060	2061~2070	2071~2080	2081~2090	2091~2100
울산광역시	1447.8	1693.0	1850.9	1710.4	1944.5	1916.5	1928.7	1930.3	1927.8	2068.1
		+16.9%	+27.8%	+18.1%	+34.3%	+32.4%	+33.2%	+33.3%	+33.2%	+42.8%
		+21.0%			+33.3%			+36.4%		
울주군	1492.5	1751.4	1910.5	1767.5	2003.6	1992.0	1975.3	1993.2	1990.9	2143.3
		+17.3%	+28.0%	+18.4%	+34.2%	+33.5%	+32.3%	+33.5%	+33.4%	+43.6%
		+21.3%			+33.4%			+36.9%		
은산읍	1319.5	1611.2	1734.0	1561.1	1799.3	1736.2	1737.8	1779.8	1743.0	1934.7
		+22.1%	+31.4%	+18.3%	+36.4%	+31.6%	+31.7%	+34.9%	+32.1%	+46.6%
		+23.9%			+33.2%			+37.9%		
연양읍	1441.8	1640.4	1809.1	1684.8	1953.1	1927.9	1912.7	1925.6	1897.1	2050.0
		+13.8%	+25.5%	+16.9%	+35.5%	+33.7%	+32.7%	+33.6%	+31.6%	+42.2%
		+18.7%			+33.9%			+35.8%		
온양읍	1505.8	1896.1	2046.7	1853.7	2144.1	2085.4	2045.2	2086.2	2116.6	2228.7
		+25.9%	+35.9%	+23.1%	+42.4%	+38.5%	+35.8%	+38.5%	+40.6%	+48.0%
		+28.3%			+38.9%			+42.4%		
범서읍	1404.1	1603.4	1760.4	1649.2	1893.7	1848.7	1912.0	1838.3	1852.2	1927.1
		+14.2%	+25.4%	+17.5%	+34.9%	+31.7%	+36.2%	+30.9%	+31.9%	+37.2%
		+19.0%			+34.2%			+33.4%		
서생면	1430.9	1741.6	1852.9	1662.9	1911.8	1803.5	1847.1	1864.3	1881.8	2028.0
		+21.7%	+29.5%	+16.2%	+33.6%	+26.0%	+29.1%	+30.3%	+31.5%	+41.7%
		+22.5%			+29.6%			+34.5%		
청량면	1353.9	1667.9	1826.9	1658.5	1922.7	1893.9	1878.0	1872.8	1877.5	1984.7
		+23.2%	+34.9%	+22.5%	+42.0%	+39.9%	+38.7%	+38.3%	+38.7%	+46.6%
		+26.9%			+40.2%			+41.2%		
웅촌면	1527.2	1906.0	2085.7	1896.8	2189.9	2174.6	2122.4	2121.0	2159.1	2203.2
		+24.8%	+36.6%	+24.2%	+43.4%	+42.4%	+39.0%	+38.9%	+41.4%	+44.3%
		+28.5%			+41.6%			+41.5%		
두동면	1415.7	1710.4	1762.7	1684.0	1861.8	1815.1	1908.1	1872.9	1845.7	2009.1
		+20.8%	+24.5%	+19.0%	+31.5%	+28.2%	+34.8%	+32.3%	+30.4%	+41.9%
		+19.2%			+31.5%			+34.9%		
두서면	1473.1	1608.0	1776.7	1685.4	1848.0	1838.7	1869.7	1882.2	1860.3	2053.7
		+9.2%	+20.6%	+14.4%	+25.4%	+24.8%	+26.9%	+27.8%	+26.3%	+39.4%
		+14.7%			+25.7%			+31.2%		
상북면	1701.7	1926.5	2097.8	1956.0	2149.3	2234.4	2122.7	2215.5	2216.5	2472.5
		+13.2%	+23.3%	+14.9%	+26.3%	+31.3%	+24.7%	+30.2%	+30.3%	+45.3%
		+17.1%			+27.4%			+35.2%		
삼남면	1537.3	1807.4	1968.5	1806.9	2048.8	2113.3	2010.4	2102.0	2069.7	2294.5
		+17.6%	+28.0%	+17.5%	+33.3%	+37.5%	+30.8%	+36.7%	+34.6%	+49.3%
		+21.1%			+33.8%			+40.2%		
삼동면	1535.7	1879.0	2044.3	1875.1	2163.3	2158.6	2114.5	2124.0	2122.7	2217.5
		+22.4%	+33.1%	+22.1%	+40.9%	+40.6%	+37.7%	+38.3%	+38.2%	+44.4%
		+25.9%			+39.7%			+40.3%		

표 3-4.
울산광역시 울주군의 연강수량
전망(mm)과 2000년대 대비
증가율(%) (RCP4.5)

	2001~ 2010	2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2080	2081~ 2090	2091~ 2100
울산광역시	1447.8	1813.1	1795.4	1676.1	1827.2	1770.3	1950.7	1892.7	2048.1	1805.7
		+25.2%	+24.0%	+15.8%	+26.2%	+22.3%	+34.7%	+30.7%	+41.5%	+24.7%
		+21.7%			+27.7%			+32.3%		
울주군	1492.5	1867.7	1864.0	1752.7	1889.5	1831.0	2026.5	1949.7	2129.3	1882.1
		+25.1%	+24.9%	+17.4%	+26.6%	+22.7%	+35.8%	+30.6%	+42.7%	+26.1%
		+22.5%			+28.4%			+33.1%		
은산읍	1319.5	1703.8	1647.6	1525.2	1708.3	1638.7	1757.8	1712.0	1884.6	1666.5
		+29.1%	+24.9%	+15.6%	+29.5%	+24.2%	+33.2%	+29.7%	+42.8%	+26.3%
		+23.2%			+29.0%			+33.0%		
연양읍	1441.8	1790.9	1774.0	1670.4	1773.1	1743.8	1958.1	1926.1	2066.3	1800.4
		+24.2%	+23.0%	+15.9%	+23.0%	+20.9%	+35.8%	+33.6%	+43.3%	+24.9%
		+21.0%			+26.6%			+33.9%		
은양읍	1505.8	1958.0	1956.9	1830.9	2037.0	1914.3	2124.0	2005.4	2210.2	1975.6
		+30.0%	+30.0%	+21.6%	+35.3%	+27.1%	+41.1%	+33.2%	+46.8%	+31.2%
		+27.2%			+34.5%			+37.1%		
범서읍	1404.1	1759.6	1716.7	1604.7	1733.7	1693.1	1897.7	1884.3	2007.0	1739.4
		+25.3%	+22.3%	+14.3%	+23.5%	+20.6%	+35.2%	+34.2%	+42.9%	+23.9%
		+20.6%			+26.4%			+33.7%		
서생면	1430.9	1770.6	1761.6	1640.4	1807.6	1736.8	1892.3	1804.9	1974.9	1769.7
		+23.7%	+23.1%	+14.6%	+26.3%	+21.4%	+32.2%	+26.1%	+38.0%	+23.7%
		+20.5%			+26.6%			+29.3%		
청량면	1353.9	1786.9	1744.6	1622.9	1792.1	1717.8	1909.3	1850.6	2009.4	1766.9
		+32.0%	+28.9%	+19.9%	+32.4%	+26.9%	+41.0%	+36.7%	+48.4%	+30.5%
		+26.9%			+33.4%			+38.5%		
응촌면	1527.2	2002.7	2000.1	1884.6	2057.6	1959.3	2208.2	2045.2	2257.7	2025.6
		+31.1%	+31.0%	+23.4%	+34.7%	+28.3%	+44.6%	+33.9%	+47.8%	+32.6%
		+28.5%			+35.9%			+38.1%		
두동면	1415.7	1818.3	1741.0	1664.9	1777.8	1722.0	1912.1	1854.6	2047.3	1783.3
		+28.4%	+23.0%	+17.6%	+25.6%	+21.6%	+35.1%	+31.0%	+44.6%	+26.0%
		+22.0%			+27.4%			+33.9%		
두서면	1473.1	1745.6	1757.6	1672.3	1766.3	1722.4	1918.7	1830.5	2053.6	1781.5
		+18.5%	+19.3%	+13.5%	+19.9%	+16.9%	+30.2%	+24.3%	+39.4%	+20.9%
		+17.1%			+22.4%			+28.2%		
상북면	1701.7	2034.4	2089.9	1967.7	2083.8	2043.3	2211.7	2137.9	2328.7	2084.7
		+19.6%	+22.8%	+15.6%	+22.5%	+20.1%	+30.0%	+25.6%	+36.8%	+22.5%
		+19.3%			+24.2%			+28.3%		
삼남면	1537.3	1919.6	1946.7	1823.5	1947.2	1906.7	2101.5	2017.7	2185.7	1953.5
		+24.9%	+26.6%	+18.6%	+26.7%	+24.0%	+36.7%	+31.2%	+42.2%	+27.1%
		+23.4%			+29.1%			+33.5%		
삼동면	1535.7	1990.3	1989.9	1872.9	2007.3	1954.7	2190.3	2063.2	2248.5	2009.1
		+29.6%	+29.6%	+22.0%	+30.7%	+27.3%	+42.6%	+34.3%	+46.4%	+30.8%
		+27.0%			+33.5%			+37.2%		

3. 극한기후지수

1) 극한기온지수

● 2100년까지 30년 단위 폭염과 열대야 변화

- 울주군이 울산광역시보다 21세기 전반기까지는 폭염일수 발생이 많으나 중반기부터는 적고, 열대야일수는 울주군이 적게 발생하여 울산광역시와의 차이는 후반기(2071~2100년)로 갈수록 커짐.
- RCP8.5의 경우 울주군의 폭염일수가 21세기 후반기에 12.2일에서 54.4일로 약 4.5배 증가하고, 열대야일수는 3.2일에서 55.0일로 약 17배 증가함. 기온상승으로 인한 폭염이나 열대야 발생일수의 증가가 두드러지게 나타남.
- 21세기 후반기에 폭염일수와 열대야일수가 가장 많이 발생하는 지역은 각각 언양읍과 온산읍이고, 울주군 내 읍면동의 기온상승 폭이 서로 비슷하여 현재 발생일수가 많은 지역이 21세기 후반기(2071~2100년)에도 많게 나타남.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우 기온 상승 폭은 절반 수준으로 떨어지고 이에 따라 폭염일수와 열대야일수의 발생도 절반 정도로 낮아짐.
- RCP4.5의 경우 울주군의 폭염일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 25.2일이 나타나 약 2배 증가에 그쳐, RCP8.5의 4.5배 증가보다 절반 정도로 떨어지며, 열대야일수도 약 8배 증가하는데 그침.

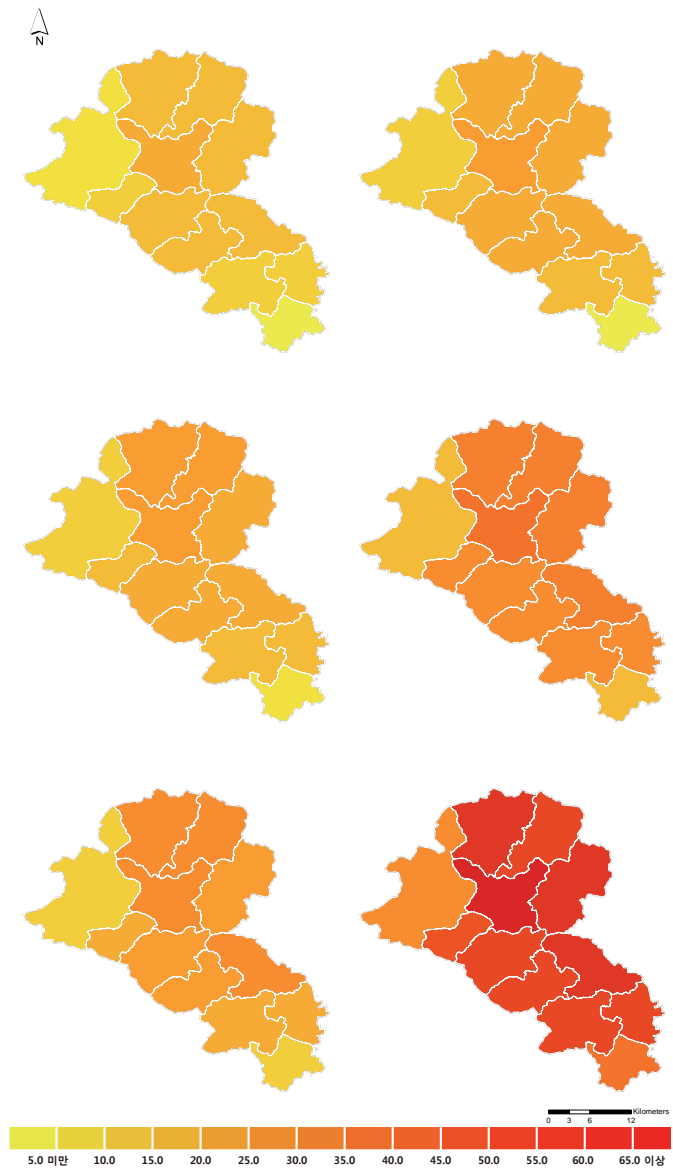
표 3-5. 울산광역시 울주군의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP8.5)

	폭염일수				열대야일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	11.8	18.9	31.9	55.4	4.0	12.4	32.1	58.6
울주군	12.2	19.3	31.8	54.4	3.2	10.9	29.6	55.0
은산읍	8.6	15.8	30.3	56.2	9.2	20.9	45.6	76.8
언양읍	16.3	26.9	41.6	67.0	1.7	9.8	27.0	50.5
은양읍	9.6	17.4	30.9	55.8	6.0	15.8	37.8	66.2
범서읍	12.9	23.1	36.3	60.2	2.5	11.0	30.3	55.8
서생면	2.9	4.5	16.9	41.2	4.9	13.0	36.6	69.7
청량면	14.5	24.2	38.1	62.6	10.3	22.1	44.7	72.4
응촌면	14.5	21.4	34.2	58.4	3.8	11.9	32.2	58.3
두동면	14.0	24.2	37.3	59.9	1.3	8.4	24.8	48.0
두서면	11.6	24.2	37.8	60.2	0.9	8.3	23.2	44.3
상북면	9.4	10.1	18.3	34.1	0.8	5.6	21.5	44.7
삼남면	14.9	18.3	30.5	53.1	1.1	7.0	24.9	49.7
삼동면	16.6	20.0	32.8	56.4	1.7	7.2	25.4	50.9

표 3-6. 울산광역시 울주군의 폭염일수와 열대야일수(일) 전망(RCP4.5)

	폭염일수				열대야일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	11.8	13.8	19.8	25.2	4.0	7.9	19.1	27.8
울주군	12.2	14.5	20.3	25.2	3.2	7.1	17.6	25.6
은산읍	8.6	10.1	16.5	23.4	9.2	12.2	28.6	40.1
언양읍	16.3	21.1	28.5	34.0	1.7	7.1	16.4	23.5
은양읍	9.6	11.8	18.1	24.2	6.0	9.0	23.2	33.0
범서읍	12.9	17.7	23.8	28.7	2.5	7.2	18.4	26.6
서생면	2.9	2.3	6.7	11.5	4.9	6.6	19.5	30.6
청량면	14.5	17.7	24.3	30.2	10.3	15.4	29.7	40.3
응촌면	14.5	16.2	21.9	26.8	3.8	7.3	19.4	28.1
두동면	14.0	18.8	25.2	30.1	1.3	6.2	14.5	21.2
두서면	11.6	19.2	25.7	31.0	0.9	6.5	13.9	19.9
상북면	9.4	7.4	11.0	14.0	0.8	3.7	11.3	17.9
삼남면	14.9	14.0	19.6	23.8	1.1	4.8	13.6	20.7
삼동면	16.6	15.3	21.1	25.5	1.7	4.4	14.0	21.6

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



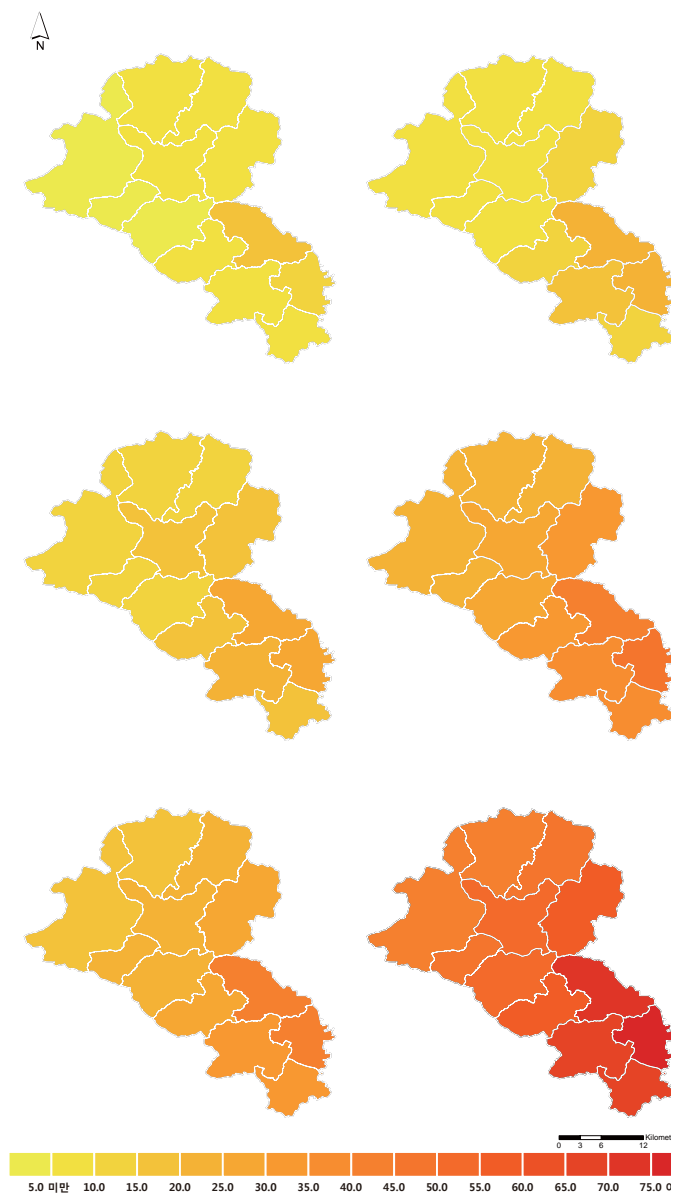


그림 3-9.
 울주군의 음면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
 열대야일수 분포도
 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
 2071~2100년(하))

● 2100년까지 30년 단위 서리일수와 결빙일수의 변화

- 서리일수는 일최저기온을, 결빙일수는 일최고기온을 이용하여 산출되기 때문에 일최고/최저기온이 울산광역시 평균과 큰 차이를 보이지 않는 울주군의 서리일수와 결빙일수 감소 폭은 울산광역시 평균과 비슷함.
- 온실가스 배출추세를 현재 상태로 유지하였을 경우 울주군의 서리일수는 21세기 후반기(2071~2100년) 현재보다 약 49일 정도 적게 나타나며, 결빙일수는 거의 나타나지 않을 것으로 전망됨.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우 울주군의 서리일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 현재보다 약 20일 감소할 것으로 전망되고, 결빙일수는 3.6일 정도로 감소하여 RCP8.5보다 감소 폭이 작아짐.

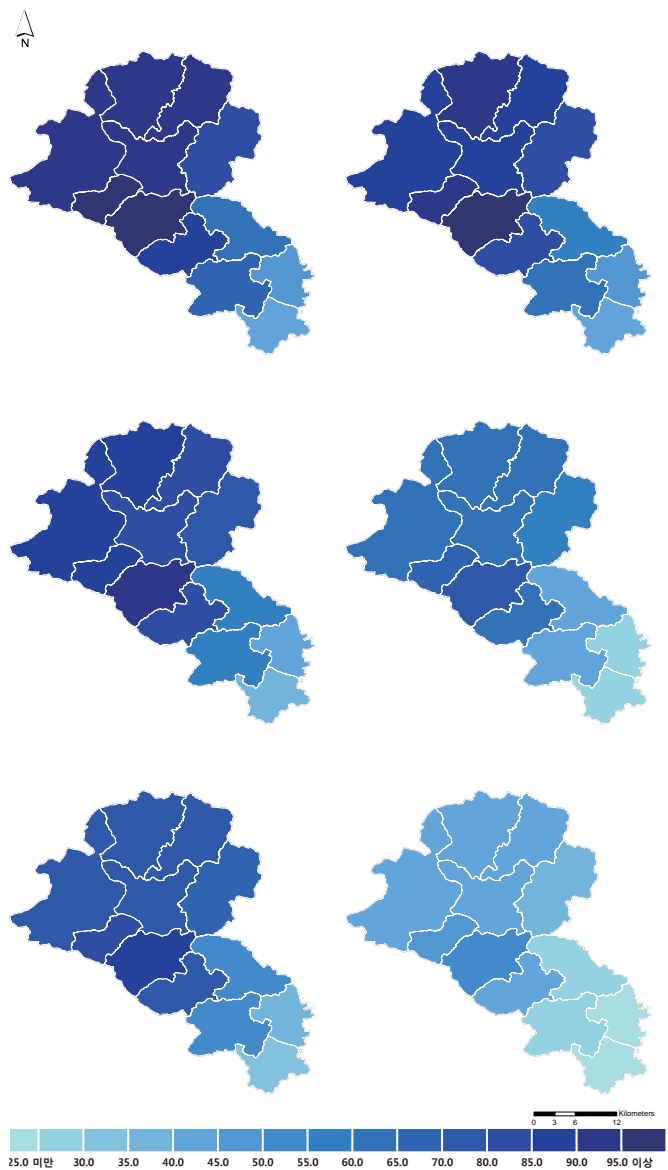
	서리일수				결빙일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	80.1	71.7	51.5	33.3	4.3	3.3	1.1	0.3
울주군	87.4	77.5	57.2	38.1	5.3	4.2	1.5	0.5
은산읍	50.8	48.0	29.5	15.2	0.9	0.4	0.0	0.0
언양읍	92.4	84.9	63.7	43.0	2.8	2.6	0.7	0.1
은양읍	67.1	63.6	44.4	28.0	1.9	1.4	0.3	0.0
범서읍	82.7	77.4	56.7	37.7	2.9	2.2	0.5	0.1
서생면	51.0	44.5	26.2	12.1	1.0	0.5	0.0	0.0
청량면	61.9	59.5	41.4	25.9	1.6	1.1	0.2	0.0
응촌면	84.8	79.5	60.3	42.1	2.3	1.8	0.4	0.0
두동면	95.3	84.0	62.3	41.2	5.9	4.5	1.4	0.3
두서면	101.4	87.9	64.7	42.2	7.5	6.5	2.5	0.8
상북면	106.4	84.8	64.7	44.3	15.0	11.2	5.0	1.7
삼남면	101.2	89.4	69.5	48.7	5.5	4.6	1.8	0.5
삼동면	104.7	93.9	74.0	53.5	3.0	2.4	0.6	0.1

표 3-7. 울산광역시 울주군의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP8.5)

	서리일수				결빙일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	80.1	73.4	67.0	61.3	4.3	3.1	2.0	1.3
울주군	87.4	79.3	72.7	66.8	5.3	3.9	2.6	1.7
은산읍	50.8	49.2	43.7	39.2	0.9	0.5	0.1	0.0
언양읍	92.4	87.1	80.0	73.2	2.8	2.5	1.2	0.7
은양읍	67.1	65.4	59.5	54.6	1.9	1.3	0.6	0.3
범서읍	82.7	79.7	72.9	67.2	2.9	2.1	1.0	0.6
서생면	51.0	43.7	38.8	33.6	1.0	0.5	0.2	0.0
청량면	61.9	62.0	56.3	51.9	1.6	1.0	0.4	0.2
응촌면	84.8	82.0	75.8	70.4	2.3	1.6	0.8	0.4
두동면	95.3	85.7	78.8	72.1	5.9	4.1	2.6	1.5
두서면	101.4	88.9	81.4	73.9	7.5	6.0	4.0	2.6
상북면	106.4	86.9	80.1	74.0	15.0	10.5	8.4	5.9
삼남면	101.2	91.3	84.5	78.4	5.5	4.4	3.0	1.9
삼동면	104.7	95.8	89.0	83.0	3.0	2.3	1.2	0.7

표 3-8. 울산광역시 울주군의 서리일수와 결빙일수(일) 전망(RCP4.5)

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



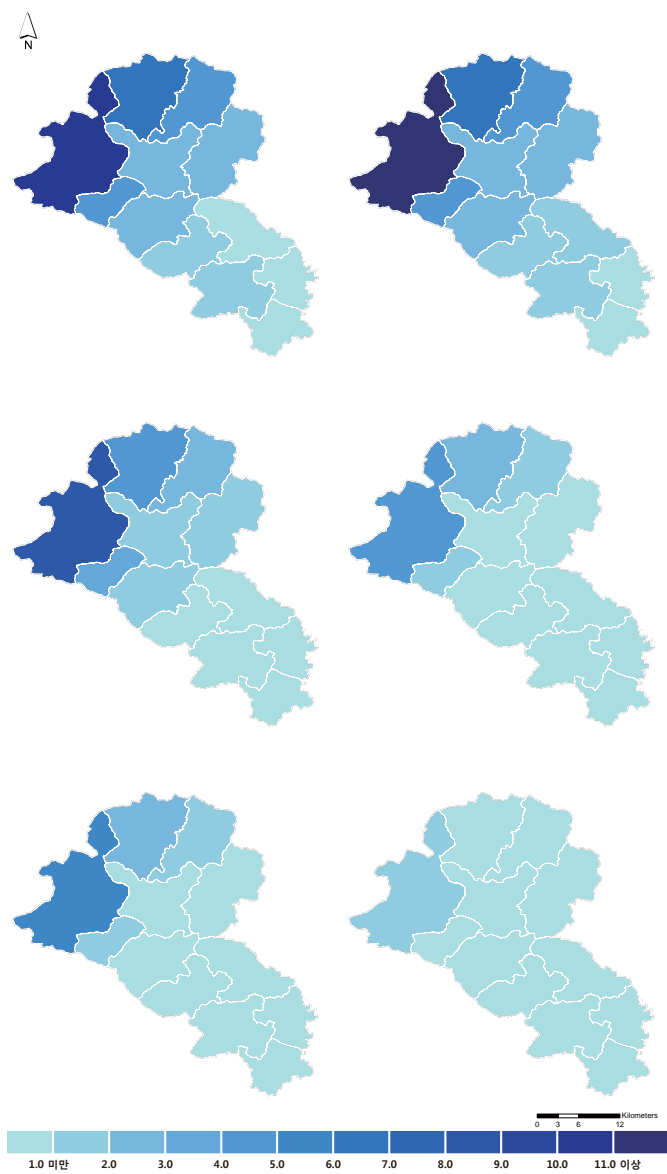


그림 3-11.
울주군의 음면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
결빙일수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

● 2100년까지 30년 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화

- 식물성장가능기간과 여름일수는 일평균기온 및 일최고기온을 이용하여 산출되며, 울산광역시와 울주군은 큰 차이를 보이지 않아 증가폭이 비슷함.
- 온실가스 배출추세를 현재대로 유지하였을 경우(RCP8.5), 울주군의 식물성장가능기간은 21세기 후반기(2071~2100년) 약 18% 정도 증가하여 일 년에 25일 정도를 제외하고는 식물성장이 가능하며, 여름일수도 현재 100.5일에서 163.2일 정도로 늘어날 전망이다.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우 21세기 후반기(2071~2100년) 식물성장가능기간이나 여름일수는 약 30일씩 증가(RCP8.5의 50% 수준)하여 극한 기후현상으로 인한 영향을 완화시킬 수 있음.

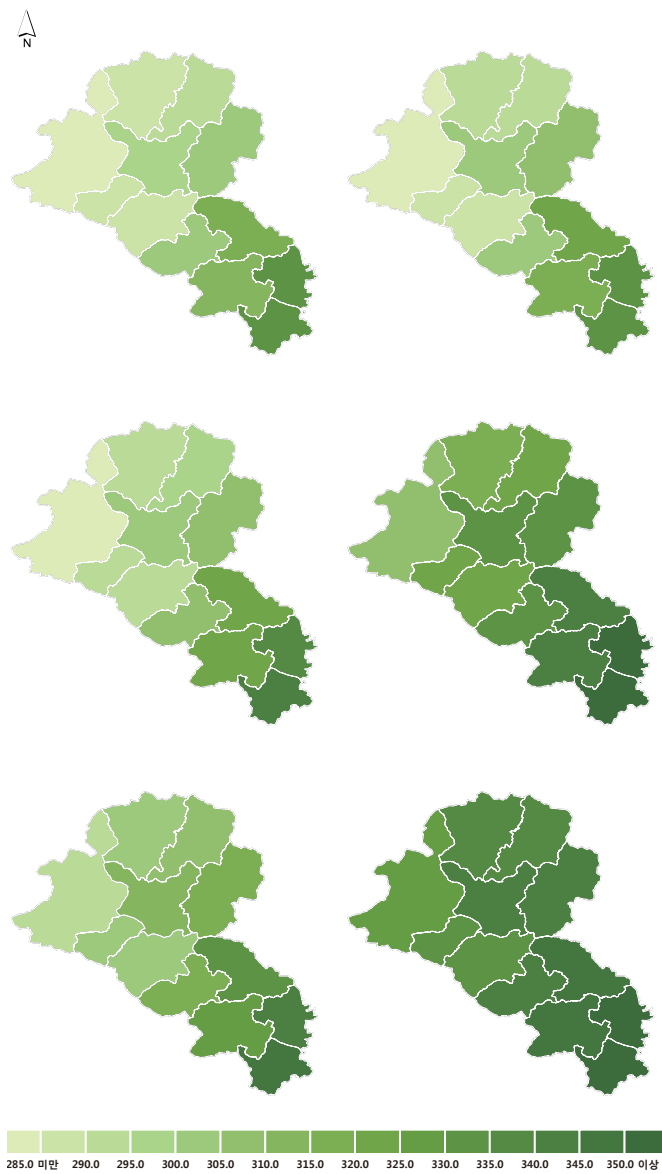
표 3-9. 울산광역시 울주군의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP8.5)

	식물성장가능기간				여름일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	293.8	307.7	333.2	342.2	100.7	119.6	140.7	166.0
울주군	287.2	301.4	328.2	339.1	100.5	117.7	138.1	163.2
은산읍	323.9	334.3	351.4	353.9	100.9	124.9	147.4	173.0
언양읍	287.7	303.5	330.1	340.5	110.6	131.7	149.1	171.5
은양읍	305.9	317.9	340.7	346.6	102.5	122.8	144.5	169.4
범서읍	291.9	306.0	334.1	342.2	104.6	125.4	144.9	169.3
서생면	320.9	334.7	353.0	354.4	84.8	108.9	136.5	164.0
청량면	312.2	322.3	344.4	348.8	109.7	129.8	149.4	174.2
응촌면	291.6	303.4	332.7	340.7	107.6	124.8	145.0	169.5
두동면	279.2	293.9	324.5	337.4	102.6	121.1	140.2	164.1
두서면	271.9	293.1	319.7	335.6	98.0	118.7	137.0	160.1
상북면	261.5	278.0	306.3	325.5	84.2	89.4	111.5	139.9
삼남면	278.1	289.3	320.8	334.5	104.3	118.3	138.1	162.9
삼동면	277.8	288.8	322.4	334.4	107.9	123.5	143.8	168.8

표 3-10. 울산광역시 울주군의 식물성장가능기간과 여름일수(일) 전망(RCP4.5)

	식물성장가능기간				여름일수			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	293.8	304.7	311.0	319.2	100.7	110.4	129.1	136.0
울주군	287.2	298.5	304.3	312.8	100.5	108.4	126.4	133.2
은산읍	323.9	330.5	339.8	342.5	100.9	116.0	136.2	143.6
언양읍	287.7	299.3	303.0	312.4	110.6	122.1	139.7	145.3
은양읍	305.9	313.8	320.1	328.8	102.5	113.8	132.8	140.3
범서읍	291.9	302.4	307.1	317.8	104.6	115.9	134.2	140.2
서생면	320.9	331.9	342.6	345.5	84.8	101.7	124.0	133.0
청량면	312.2	318.4	324.7	332.4	109.7	120.6	139.4	145.6
응촌면	291.6	300.6	305.4	315.8	107.6	115.7	134.1	140.8
두동면	279.2	292.0	297.0	306.1	102.6	111.6	129.3	135.1
두서면	271.9	288.9	294.4	302.8	98.0	109.6	125.8	131.5
상북면	261.5	275.9	282.4	291.9	84.2	79.7	95.8	103.9
삼남면	278.1	288.8	293.1	302.7	104.3	108.2	125.9	133.0
삼동면	277.8	287.8	293.7	301.5	107.9	113.9	132.3	139.6

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



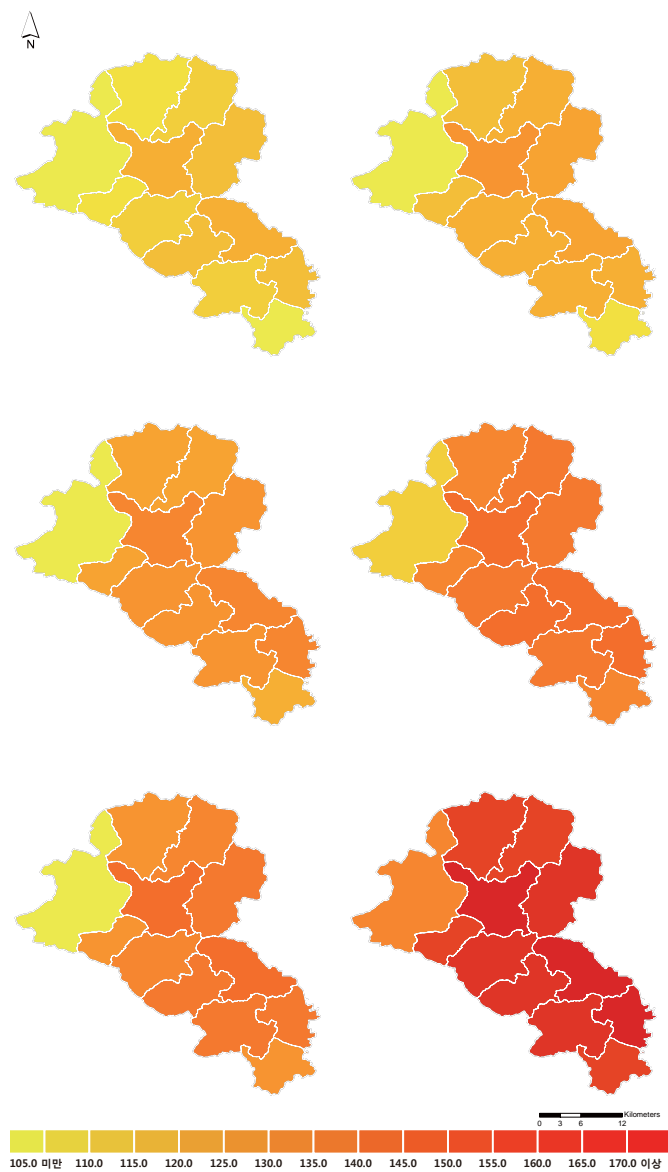


그림 3-13.
울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
여름일수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

2) 극한강수지수

● 2100년까지 30년 단위 강수강도와 호우일수 변화

- 울주군과 울산광역시의 강수량 상승은 큰 차이를 보이지 않으나, 강수강도와 호우일수의 증가율은 RCP4.5/8.5에서 모두 울주군이 크게 나타남.
- RCP8.5의 경우 울주군의 강수강도는 21세기 후반기(2071~2100년)에 18.3mm/일에서 21.6mm/일로 18.0% 증가하고, 호우일수는 2.6일에서 4.1일로 57.7% 증가함. 강수량 변화(36.8%)에 비해 강수강도의 변화는 작고, 호우일수의 변화는 크게 나타남.
- 21세기 후반기(2071~2100년)에 강수강도가 증가하는 비율이 가장 큰 지역은 RCP8.5에서 삼남면, RCP4.5에서 언양읍으로 나타났고, 호우일수의 경우 RCP8.5에서 언양읍과 서생면, RCP4.5에서 두동면이 가장 큰 증가를 보임.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우와 온실가스 배출 수준을 현재추세로 유지하였을 경우를 비교해 보면 울주군 내에서 현재 상태 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화에서 강수강도의 경우 큰 차이가 없으나 호우일수의 경우 RCP8.5는 57.7%, RCP4.5는 11.5%로 뚜렷한 차이가 나타남.

	강수량도(mm/일)				호우일수(일)			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	17.9	19.0 +6.1%	20.9 +16.8%	21.1 +17.9%	2.4	2.5 +4.2%	3.2 +33.3%	3.7 +54.2%
울주군	18.3	19.4 +6.0%	21.3 +16.4%	21.6 +18.0%	2.6	2.7 +3.8%	3.5 +34.6%	4.1 +57.7%
은산읍	17.3	18.7 +8.1%	20.0 +15.6%	20.4 +17.9%	2.0	2.3 +15.0%	2.6 +30.0%	3.2 +60.0%
연양읍	17.7	18.7 +5.6%	21.0 +18.6%	21.0 +18.6%	2.3	2.7 +17.4%	3.4 +47.8%	4.1 +78.3%
은양읍	18.4	19.9 +8.2%	21.5 +16.8%	21.7 +17.9%	2.8	3.3 +17.9%	3.9 +39.3%	4.6 +64.3%
범서읍	16.8	17.9 +6.5%	20.0 +19.0%	19.8 +17.9%	2.1	2.5 +19.0%	3.2 +52.4%	3.6 +71.4%
서생면	17.7	19.0 +7.3%	20.2 +14.1%	20.6 +16.4%	2.3	3.1 +34.8%	3.1 +34.8%	4.1 +78.3%
청량면	17.4	18.8 +8.0%	20.6 +18.4%	20.5 +17.8%	2.2	2.3 +4.5%	2.7 +22.7%	3.1 +40.9%
응촌면	18.6	20.0 +7.5%	22.1 +18.8%	21.7 +16.7%	2.9	3.4 +17.2%	3.9 +34.5%	4.5 +55.2%
두동면	17.3	18.4 +6.4%	20.2 +16.8%	20.4 +17.9%	2.2	2.4 +9.1%	3.0 +36.4%	3.4 +54.5%
두서면	17.9	18.9 +5.6%	20.6 +15.1%	21.2 +18.4%	2.4	2.4 +0.0%	3.3 +37.5%	3.7 +54.2%
상북면	20.4	21.6 +5.9%	23.5 +15.2%	24.6 +20.6%	3.3	2.8 -15.2%	4.4 +33.3%	5.1 +54.5%
삼남면	18.7	19.9 +6.4%	21.9 +17.1%	22.6 +20.9%	2.7	2.7 +0.0%	3.7 +37.0%	4.4 +63.0%
삼동면	18.6	19.8 +6.5%	22.0 +18.3%	21.7 +16.7%	2.7	3.0 +11.1%	3.6 +33.3%	4.2 +55.6%

표 3-11. 울산광역시 울주군의 강수량도 · 호우일수 전망과 2000년대 대비 변화율(%)(RCP8.5)

	강수량도(mm/일)				호우일수(일)			
	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2001~2010	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	17.9	18.9 +5.6%	19.8 +10.6%	20.2 +12.8%	2.4	2.3 -4.2%	2.7 +12.5%	2.6 +8.3%
울주군	18.3	19.3 +5.5%	20.3 +10.9%	20.8 +13.7%	2.6	2.5 -3.8%	2.9 +11.5%	2.9 +11.5%
은산읍	17.3	18.0 +4.0%	18.8 +8.7%	19.1 +10.4%	2.0	1.9 -5.0%	2.0 +0.0%	1.8 -10.0%
연양읍	17.7	18.8 +6.2%	19.6 +10.7%	20.5 +15.8%	2.3	2.3 +0.0%	2.6 +13.0%	2.7 +17.4%
은양읍	18.4	19.4 +5.4%	20.6 +12.0%	20.8 +13.0%	2.8	2.7 -3.6%	3.1 +10.7%	2.9 +3.6%
범서읍	16.8	17.8 +6.0%	18.6 +10.7%	19.4 +15.5%	2.1	2.1 +0.0%	2.6 +23.8%	2.3 +9.5%
서생면	17.7	18.4 +4.0%	19.3 +9.0%	19.6 +10.7%	2.3	2.3 +0.0%	2.4 +4.3%	2.2 -4.3%
청량면	17.4	18.3 +5.2%	19.2 +10.3%	19.7 +13.2%	2.2	1.9 -13.6%	2.3 +4.5%	2.0 -9.1%
응촌면	18.6	19.8 +6.5%	21.1 +13.4%	21.2 +14.0%	2.9	2.9 +0.0%	3.5 +20.7%	3.1 +6.9%
두동면	17.3	18.5 +6.9%	19.1 +10.4%	19.9 +15.0%	2.2	2.6 +18.2%	3.3 +50.0%	3.2 +45.5%
두서면	17.9	19.1 +6.7%	19.8 +10.6%	20.5 +14.5%	2.4	2.5 +4.2%	3.2 +33.3%	3.3 +37.5%
상북면	20.4	21.8 +6.9%	22.8 +11.8%	23.3 +14.2%	3.3	3.0 -9.1%	3.4 +3.0%	4.1 +24.2%
삼남면	18.7	20.0 +7.0%	21.0 +12.3%	21.4 +14.4%	2.7	2.7 +0.0%	2.8 +3.7%	3.2 +18.5%
삼동면	18.6	19.7 +5.9%	20.8 +11.8%	21.2 +14.0%	2.7	2.6 -3.7%	3.1 +14.8%	2.9 +7.4%

표 3-12. 울산광역시 울주군의 강수량도 · 호우일수 전망과 2000년대 대비 변화율(%)(RCP4.5)

그림 3-14.
 울주군의 읍면별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
 강수강도 분포도
 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
 2071~2100년(하))





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

제4장 분야별 응용정보

1. 농업(생육도일, 유효적산온도)

● 2100년까지 30년 단위 생육도일과 유효적산온도 변화

- 울주군의 유효적산온도와 생육도일은 울산광역시 평균보다 낮으나 큰 차이를 보이지 않음.
- RCP8.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 후반기(2071~2100년)의 생육도일과 유효적산온도의 증가폭은 울산광역시와 울주군이 비슷하게 전망됨. 울산광역시의 경우, 10℃ 기준의 생육도일과 유효적산온도가 약 42%, 5℃ 기준으로는 약 33%의 증가폭을 보이며, 울주군 역시 울산광역시보다는 높지만 이와 유사한 것으로 전망됨.
- 울주군의 21세기 전반기(2011~2040년) 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 1991.6도일, 1,947.7℃로 감자 재배에 적합함. 21세기 중반기(2041~2070년)의 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 2,346.1도일, 2,295.4℃로 증가하여 감자 재배에 적합하지 않음. 21세기 후반기(2071~2100년)의 생육한계온도 10℃ 기준 생육도일과 유효적산온도는 각각 2,851.1도일, 2,790.4℃로 벼, 포도 등의 재배가 적합함.

표 4-1. 작물별 유효적산온도 및 생육도일

작물명	생육도일	유효적산온도(Tb=10℃)
벼		2,500 ~ 4,000℃ 재배 북한계 2,000℃ 2기작 한계 4,500℃ 3기작 한계 7,000℃
보리	1,270 ~ 1,520도일(Tb=0℃)	800 ~ 1,600℃
밀	1,540 ~ 1,670도일(Tb=0℃) 1,550 ~ 1,680도일(Tb=10℃)	
감자		1,000 ~ 2,200℃
포도		2,500 ~ 3,600℃
사과	약 1,300도일(Tb=10℃)	
수수		2,800 ~ 3,400℃
감귤류		4,000 ~ 4,500℃

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우에 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우와 비교해 보면 21세기 후반기(2071~2100년)에 생육도일과 유효적산온도의 증가폭이 울산광역시와 울주군 모두에서 약 20% 정도 감소됨.

4장. 분야별 응용정보

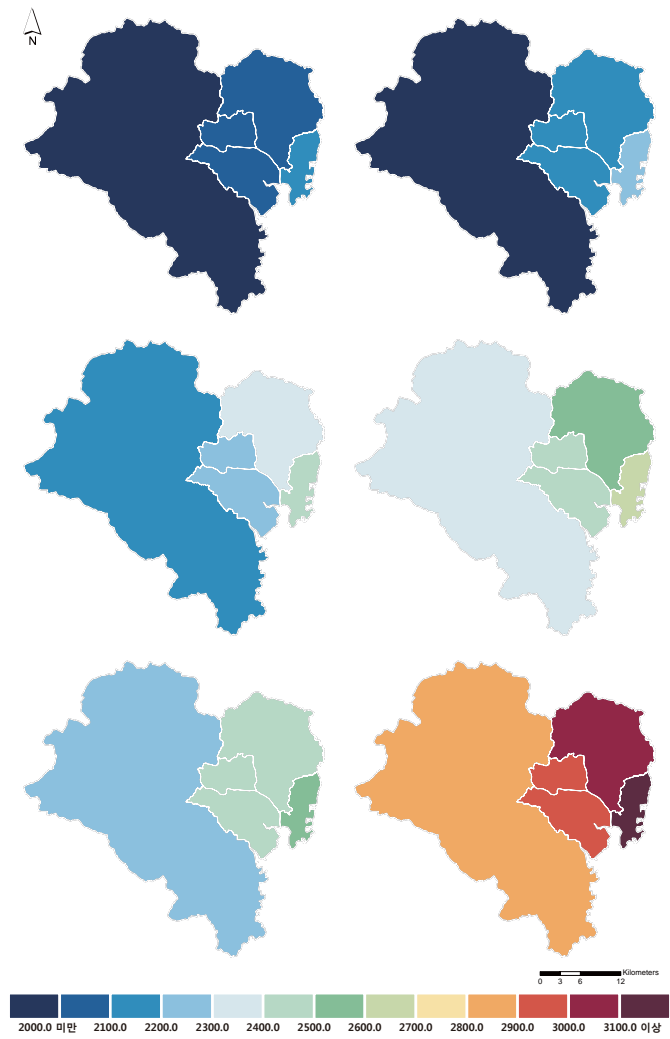
		생육도일			유효적산온도		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	5℃	3357.9	3830.4	4464.1	3302.5	3767.6	4392.4
	10℃	2118.9	2491.7	3013.8	2073.1	2439.2	2953.7
울주군	5℃	3191.7	3641.2	4258.2	3137.7	3579.4	4186.4
	10℃	1991.6	2346.1	2851.1	1947.7	2295.4	2790.4
중구	5℃	3336.9	3799.7	4426.9	3268.1	3721.9	4338.3
	10℃	2109.4	2475.0	2990.1	2053.8	2411.2	2917.2
남구	5℃	3336.9	3799.7	4426.9	3268.1	3721.9	4338.3
	10℃	2109.4	2475.0	2990.1	2053.8	2411.2	2917.2
동구	5℃	3541.2	4052.3	4710.6	3512.4	4019.2	4673.4
	10℃	2246.1	2648.7	3197.5	2218.9	2617.5	3164.3
북구	5℃	3382.6	3859.1	4498.0	3326.3	3795.4	4425.4
	10℃	2137.9	2513.9	3040.4	2091.5	2460.9	2979.6

표 4-2. 울산광역시 시군구별 생육도일(도일)과 유효적산온도(℃) 전망(RCP8.5)

		생육도일			유효적산온도		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	5℃	3275.0	3558.9	3744.7	3220.4	3502.4	3685.1
	10℃	2031.0	2281.4	2434.4	1986.0	2235.3	2383.3
울주군	5℃	3106.0	3380.7	3559.1	3053.0	3326.0	3500.3
	10℃	1903.7	2145.1	2289.5	1860.9	2100.9	2239.8
중구	5℃	3253.2	3531.5	3716.0	3184.9	3460.8	3642.0
	10℃	2020.9	2266.6	2418.7	1966.0	2210.2	2356.6
남구	5℃	3253.2	3531.5	3716.0	3184.9	3460.8	3642.0
	10℃	2020.9	2266.6	2418.7	1966.0	2210.2	2356.6
동구	5℃	3462.1	3764.7	3959.9	3434.4	3736.1	3928.9
	10℃	2158.9	2426.2	2588.9	2132.4	2399.5	2558.9
북구	5℃	3300.4	3586.2	3772.6	3245.0	3528.5	3712.5
	10℃	2050.5	2302.4	2456.4	2004.9	2255.5	2404.8

표 4-3. 울산광역시 시군구별 생육도일(도일)과 유효적산온도(℃) 전망(RCP4.5)

그림 4-1.
울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
생육도일(10℃) 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))



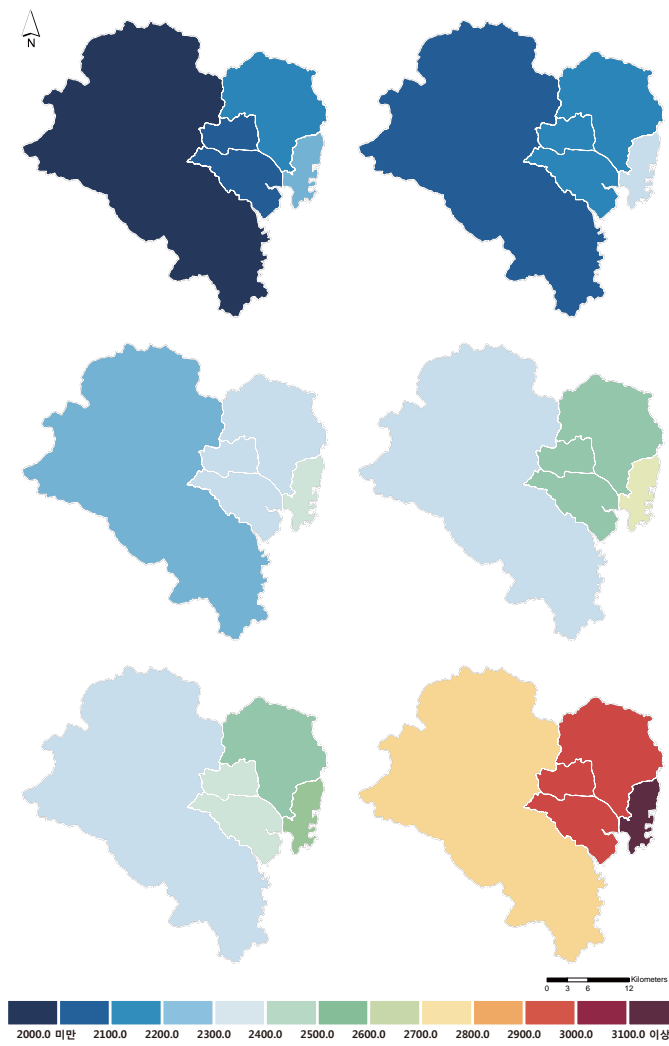


그림 4-2.
울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
유효적산온도(10℃) 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

2. 보건(열지수, 불쾌지수)

● 2100년까지 30년 단위 열지수와 불쾌지수 변화

- 울주군의 열지수와 불쾌지수는 울산광역시 평균보다 조금 낮으나 큰 차이를 보이지 않음.
- 울주군의 열지수는 21세기 전반기(2011~2040년)에 '경고' 범위에 있으며, 21세기 후반기(2071~2100년)에 '주의' 범위에 속하게 됨.
- 울주군의 불쾌지수는 21세기 전반기(2011~2040년)에 '높음' 범위에 속하여, 21세기 후반기(2071~2100년)에 '매우 높음' 범위에 속하게 됨.

표 4-4.
열지수 기준범위

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

표 4-5.
불쾌지수 기준범위

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

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우 온실가스 배출수준을 현재추세로 유지하였을 경우를 비교해 보면 21세기 후반기(2071~2100년)에 열지수의 증가폭을 약 21%, 불래지수의 증가폭을 약 5% 완화시킬 수 있으며, 21세기 후반기에도 열지수와 불래지수가 각각 '경고', '높음' 범위를 유지하게 됨.

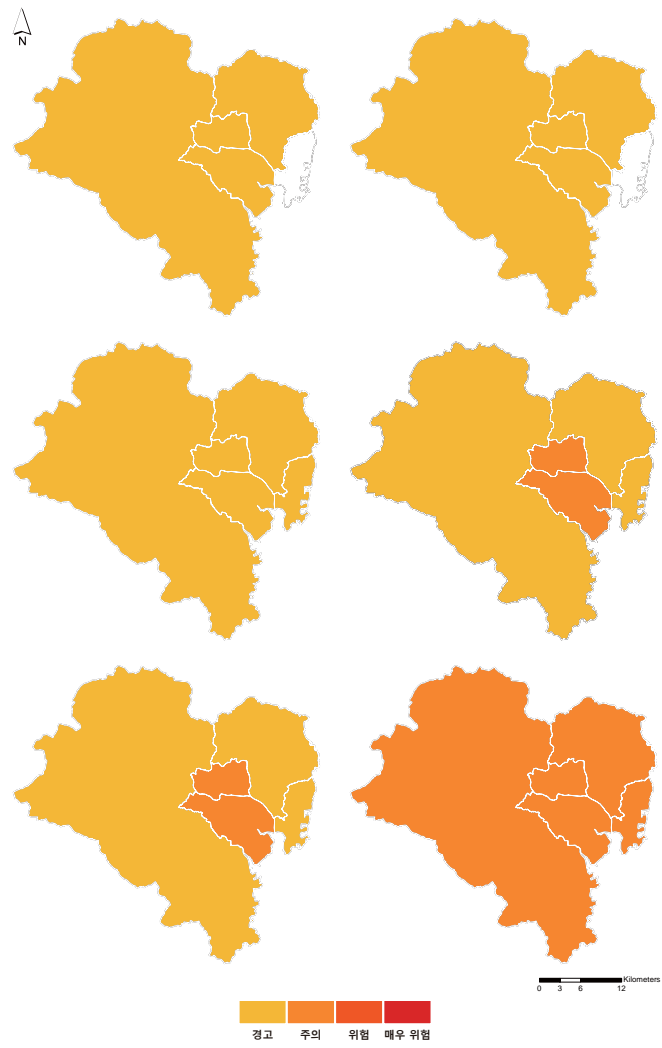
	열지수			불래지수		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	28.3	32.2	38.0	76.6	79.4	82.7
울주군	28.1	32.0	37.7	76.5	79.3	82.6
중구	29.8	34.0	40.1	77.7	80.5	83.8
남구	29.6	33.8	39.9	77.6	80.4	83.7
동구	25.8	29.3	34.6	74.7	77.6	80.9
북구	28.1	32.0	37.8	76.5	79.3	82.6

표 4-6. 울산광역시 시군구별 열지수와 불래지수 전망(RCP8.5)

	열지수			불래지수		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	27.3	75.9	29.6	77.6	31.4	78.9
울주군	27.2	75.9	29.3	77.5	31.0	78.7
중구	28.8	77.1	31.1	78.7	33.0	79.9
남구	28.6	76.9	30.9	78.6	32.9	79.8
동구	24.7	73.9	27.1	75.8	28.7	77.2
북구	27.1	75.8	29.4	77.5	31.2	78.8

표 4-7. 울산광역시 시군구별 열지수와 불래지수 전망(RCP4.5)

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



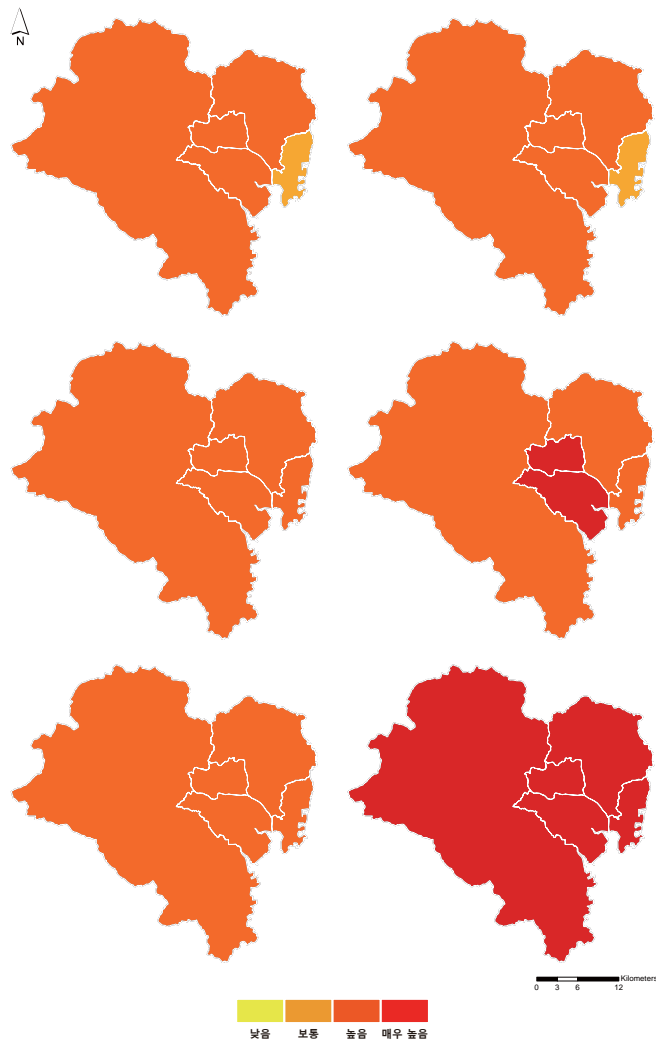


그림 4-4.
울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
불재지수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

3. 에너지(냉방도일, 난방도일)

● 2100년까지 30년 단위 냉방도일과 난방도일 변화

- RCP8.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 후반기(2071~2100년)의 냉방도일은 울산광역시는 약 290%, 울주군은 약 340% 증가하고, 난방도일은 울산광역시와 울주군이 유사하여 약 30% 감소하는 것으로 전망됨.
- RCP4.5에서 21세기 전반기(2011~2040년) 대비 후반기(2071~2100년)의 냉방도일은 울산광역시는 약 150%, 울주군은 약 170% 증가하고, 난방도일은 모두에서 약 12% 감소하는 것으로 전망됨.
- 월별 냉방도일에서 냉방이 많이 필요한 7월과 8월의 냉방도일은 21세기 후반기(2071~2100년)로 갈수록 급격히 증가하고, 냉방이 필요하지 않던 5월과 10월에도 냉방이 필요해짐. 특히 RCP8.5의 경우 21세기 후반기(2071~2100년) 9월 냉방에 필요한 에너지가 현재의 7월과 8월 수준과 비슷함.
- 냉방도일의 증가율이 난방도일의 감소율보다 크므로 냉방으로 인한 에너지 증가에 대한 대비가 필요할 것으로 보임.

● 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우 21세기 후반기(2071~2100년)에 냉방도일은 울산광역시는 약 110%, 울주군은 약 120%, 난방도일은 모두에서 감소폭을 약 80% 완화될 수 있음.

표 4-8. 울산광역시 시군구별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP8.5)

	냉방도일			난방도일		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	96.6	200.1	375.8	2430.0	2055.4	1659.9
울주군	72.7	162.4	317.3	2600.2	2220.0	1804.1
중구	96.9	197.2	368.0	2480.3	2108.2	1711.9
남구	96.9	197.2	368.0	2480.3	2108.2	1711.9
동구	115.3	237.0	439.6	2183.2	1810.0	1436.2
북구	101.2	206.7	386.1	2406.1	2030.6	1635.5

표 4-9. 울산광역시 시군구별 냉방도일과 난방도일(도일) 전망(RCP4.5)

	냉방도일			난방도일		
	2011~2040	2041~2070	2071~2100	2011~2040	2041~2070	2071~2100
울산광역시	70.2	124.7	178.5	2437.8	2253.0	2138.5
울주군	52.4	96.6	141.6	2615.4	2418.1	2302.1
중구	71.7	123.2	175.9	2491.2	2305.5	2192.0
남구	71.7	123.2	175.9	2491.2	2305.5	2192.0
동구	80.7	150.6	214.1	2178.9	2007.4	1893.0
북구	74.4	129.8	184.8	2412.4	2228.7	2113.3

그림 4-6. 울주군의 월별 냉방도일 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

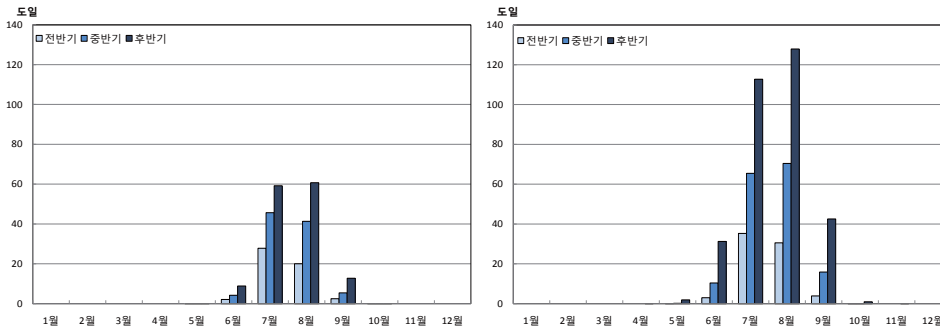


그림 4-7. 울주군의 월별 난방도일 전망(RCP4.5(좌), RCP8.5(우))

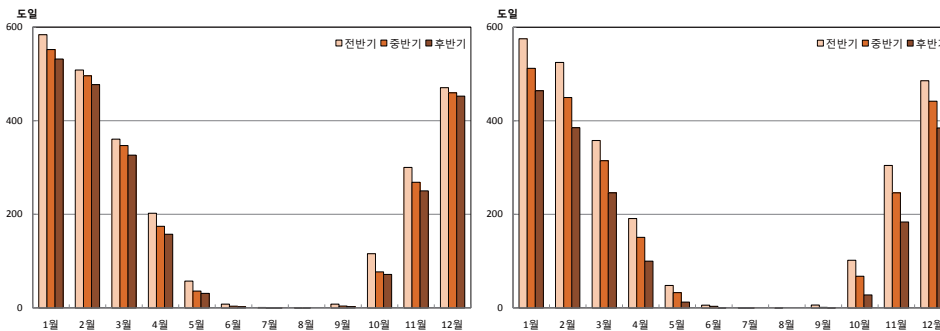
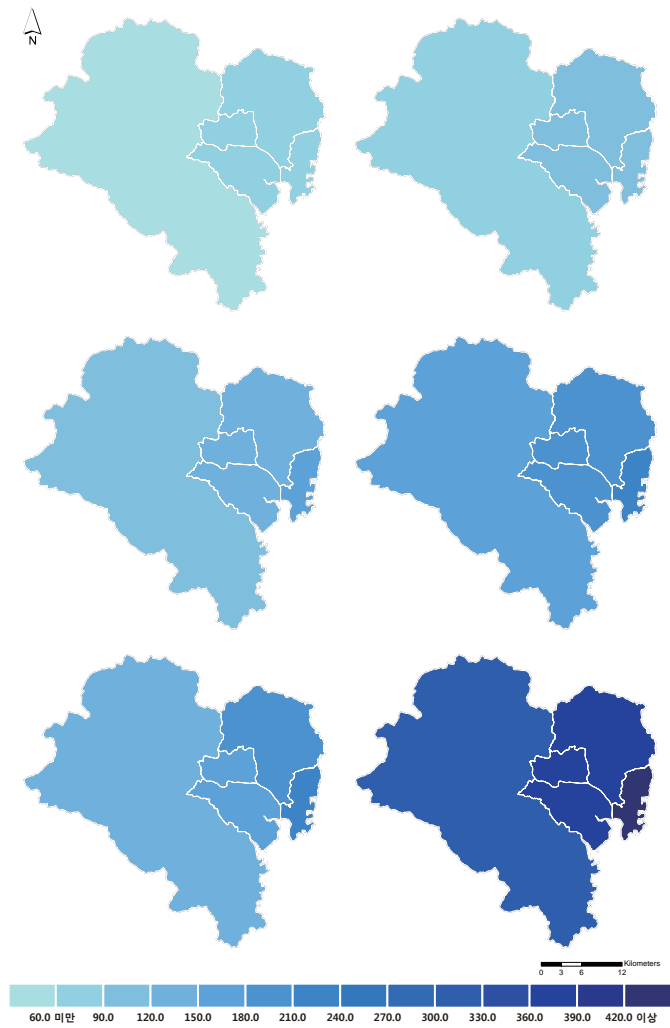


그림 4-7.
 울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
 냉방도일 분포도
 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
 2071~2100년(하))



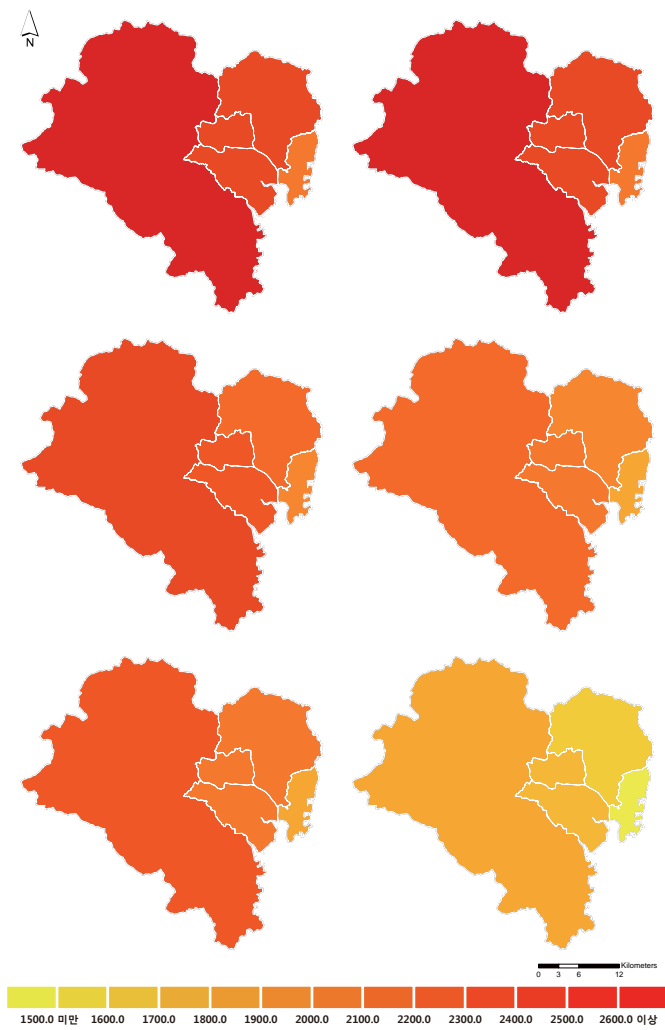


그림 4-8.
울산광역시 시군구별 RCP4.5(좌)/8.5(우)
난방도일 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중),
2071~2100년(하))

4. 해수면 상승

● 울주군 인근 바다의 해수면 상승 전망

- 울주군에 인접한 동해안의 해수면 상승은 RCP8.5(4.5) 시나리오에 따르면, 21세기 후반기(2071~2100년)에 99cm(74cm) 상승하여 서해안과 남해안보다 상승폭이 클 것으로 전망됨.
- 해수면 고도는 시간에 따라 더욱 가파르게 상승하여, RCP8.5(4.5) 시나리오에 따르면 2100년에는 동해안의 해수면이 130cm(90cm) 정도 상승할 것으로 전망됨.

● 기후변화에 따른 해수면 상승과 조석, 태풍해일 등을 고려한 우리나라 침수지역에 대한 연구^{*)}에 따르면 울산은 2100년 전체면적의 2.6% 정도가 침수 가능성이 있으며 침수 지역은 60%가까이가 공업지역이 될 것으로 나타남

※ 21세기 지역별 침수예상면적 : 인천 45.5%, 전남 11.7%, 충남 9.8%, 전북 7.6%, 부산 5.2%, 제주 4.8%, 경기 3.0%

★) 국가 해수면 상승: 사회·경제적 영향평가 I (환경정책평가연구원, 2011)

제5장 결론

- 울주군은 울산광역시와 기온 차이가 크지 않은 지역으로 앞으로도 기온의 증가가 유사하고, 폭염일수와 열대야일수도 비슷하게 발생할 것으로 보임. 울주군 내 읍면동별 기온 차이는 최대 3.2°C로 지역적인 차이를 보이지만, 21세기 후반기(2071~2100년)에는 비슷한 정도(+4.7°C~+5.2°C)로 기온이 상승할 것으로 보임.
 - 일최고기온과 일최저기온은 기초지자체별로 뚜렷한 차이를 보여, 현재 일최고기온이 높은 온산읍과 청량면은 폭염 발생이 빈번하며 앞으로도 이 지역을 중심으로 더 크게 증가할 것으로 전망됨.
 - 상북면의 경우는 산지가 많아, 일최고기온과 일최저기온이 다른 지역에 비해 낮기 때문에, 폭염일수와 열대야일수가 적게 나타나며 미래에도 다른 지역에 비해 적게 증가할 것으로 전망됨.

- 울주군 강수량 증가율은 울산광역시와 비슷하고 전국적으로 비교해 약간 높은 수준이며, 미래에 강수량으로 인한 영향이 커질 것으로 예상됨.
 - RCP8.5에서 온양읍이 울주군 내에서 가장 큰 강수량 증가율을 나타내고 있음.
 - 강수강도와 호우일수는 현재 지역적 차이가 크지 않으나 미래에는 상북면과 삼남면에서 강수강도 증가가, 언양읍과 서생면 등에서 호우일수 증가가 뚜렷함.

- 응용기후정보의 경우에 기온의 상승으로 21세기 후반기(2071~2100년)로 갈수록 생육도일, 유효적산온도, 불쾌지수, 열지수, 냉방도일이 증가하고, 난방도일은 감소할 것으로 전망됨.
 - 21세기 전반기(2011~2040년)에 울주군은 감자 재배적지이나, 21세기 후반기(2071~2100년)에는 더 이상 감자재배가 적합하지 않고, 벼, 포도, 수수 등의 재배가 적합할 것으로 전망됨.
 - 21세기 전반기(2011~2040년)에 울주군은 열지수와 불쾌지수가 각각 '경고', '높음' 범위에 속하고, 21세기 후반기(2071~2100년)에는 '주의', '매우 높음' 범위에 속할 것으로 전망됨.
 - 냉방도일은 특히 7월과 8월에 급격히 증가하고, 냉방이 필요하지 않던 5월과 10월에도 냉방이 필요해짐.

● 온실가스 감축정책을 수행할 경우 울주군의 21세기 후반기(2071~2100년) 기온상승(+2.4℃)은 온실가스 배출추세를 현재 수준으로 유지하였을 경우(+4.9℃)에 비해 온도 상승이 절반 정도에 그침. 그러나 강수량 증가정도는 온실가스 감축정책 수행여부와 크게 상관없이 증가하고 있음.

- 온실가스 감축으로 인한 효과는 폭염과 열대야와 같은 극한기후에서 더욱 두드러져, 폭염일수는 21세기 후반기(2071~2100년)에 42.2일 증가에서 13.0일 증가로 약 70% 덜 증가하며, 열대야도 온실가스 배출을 감소시킬 경우 51.8일에서 22.4일로 60% 가까이 증가 속도가 줄어드는 것임.
- 온실가스 감축은 강수강도 변화에는 영향을 거의 영향을 미치지 않으나 호우일수 증가속도를 감소시키는데 영향을 미침. 최악의 상황에서는 2000년대 호우일수 2.6일에서 21세기 후반기(2071~2100년) 호우일수 4.1일(+1.5일)로 1.5배 이상 증가하지만, 온실가스 감축을 시행할 경우 호우일수는 2.9일(+0.3일)에 그쳐 증가속도를 1/5로 줄일 수 있음.
- 온실가스 감축은 21세기 후반기(2071~2100년) 울산광역시와 울주군의 생육도일, 유효적산온도 증가폭을 약 20% 정도 감소시킬 수 있으며, 열지수와 불쾌지수는 약 28%, 냉방도일은 약 110% 감소시킬 수 있음. 난방도일에 경우 21세기 후반기(2071~2100년)에 온실가스 감축으로 인해 감소율이 약 80% 줄어드는 효과가 나타남.

그림 5-1. 울산광역시 울주군의 읍면별 기후변화 전망 요약

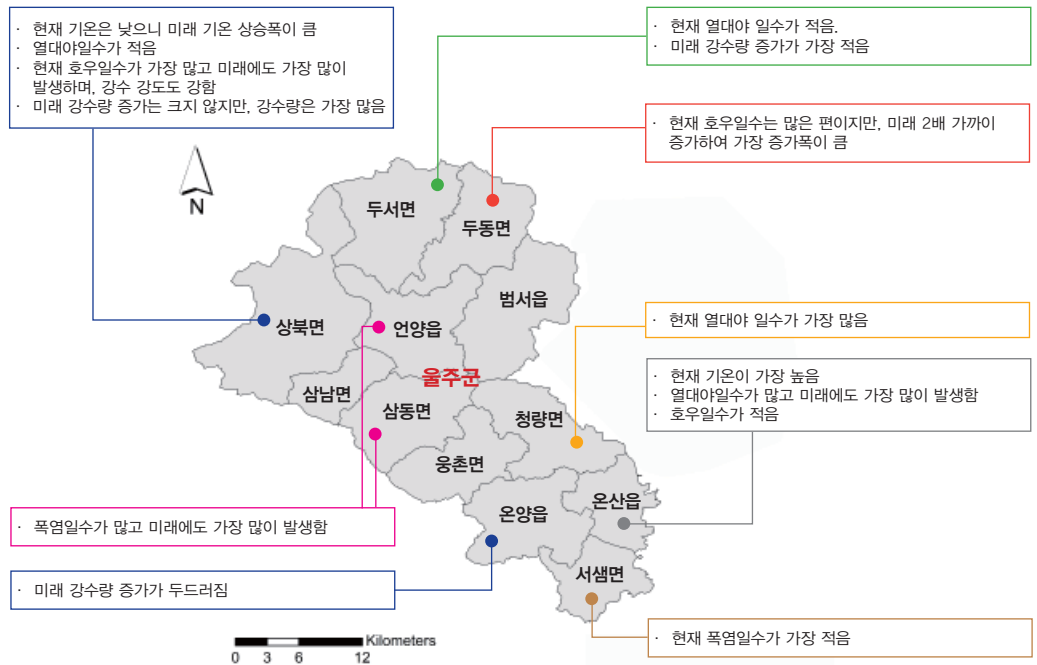


표 5-1. 울산광역시 울주군의 현재 기후값 대비 21세기 후반기(2071~2100년)의 변화량 (RCP8.5)

- 현재 기후값은 2001~2010년 평균임

	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	강수량 (%)	폭염일수 (일)	열대야 (일)	강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
울산광역시	+4.9	+2.2	+4.8	+36.4	+43.6	+54.6	+2.0	+1.5
울주군	+4.9	+4.6	+4.8	+36.9	+42.2	+51.8	+3.2	+1.7
은산읍	+4.8	+4.7	+4.7	+37.9	+47.6	+67.6	+2.2	+0.2
연양읍	+4.7	+4.7	+4.4	+35.8	+50.7	+48.7	+2.3	+1.2
은양읍	+4.7	+4.6	+4.6	+42.4	+46.2	+60.2	+2.5	+0.7
범서읍	+4.8	+4.7	+4.5	+33.4	+47.3	+53.3	+1.7	+0.8
서생면	+4.9	+4.8	+4.8	+34.5	+38.3	+64.9	+1.9	+0.4
청량면	+4.7	+4.7	+4.6	+41.2	+48.1	+62.1	+2.0	+0.2
응촌면	+4.7	+4.5	+4.6	+41.5	+43.9	+54.4	+2.1	+0.7
두동면	+4.9	+4.7	+4.7	+34.9	+45.9	+46.7	+1.7	+2.1
두서면	+5.1	+4.8	+4.7	+31.2	+48.6	+43.5	+2.1	+1.7
상북면	+5.2	+4.2	+5.7	+35.2	+24.7	+43.8	+3.2	+1.7
삼남면	+4.8	+4.4	+4.8	+40.2	+38.2	+48.5	+3.0	+1.7
삼동면	+4.7	+4.5	+4.7	+40.3	+39.8	+49.3	+2.3	+1.0

표 5-2. 울산광역시 울주군의 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)
울산광역시	+2.4	+2.2	+2.2	+32.3	+13.4	+23.8	+2.3	+0.2
울주군	+2.4	+2.1	+2.2	+33.1	+13.0	+22.4	+2.5	+0.3
은산읍	+2.3	+2.3	+2.0	+33.0	+14.8	+30.9	+1.8	-0.2
연양읍	+2.3	+2.2	+1.8	+33.9	+17.7	+21.8	+2.8	+0.4
은양읍	+2.2	+2.2	+2.0	+37.1	+14.7	+27.0	+2.4	+0.1
범서읍	+2.3	+2.3	+2.0	+33.7	+15.8	+24.1	+2.5	+0.1
서생면	+2.3	+2.4	+2.2	+29.3	+8.6	+25.8	+1.9	-0.1
청량면	+2.2	+2.2	+2.0	+38.5	+15.7	+30.0	+2.2	-0.2
응촌면	+2.2	+2.1	+2.1	+38.1	+12.4	+24.2	+2.6	+0.2
두동면	+2.4	+2.2	+2.2	+33.9	+16.2	+19.9	+2.5	+1.0
두서면	+2.6	+2.3	+2.2	+28.2	+19.4	+19.1	+2.7	+0.9
상북면	+2.7	+1.7	+3.2	+28.3	+4.6	+17.0	+2.9	+0.8
삼남면	+2.3	+1.9	+2.3	+33.5	+8.8	+19.6	+2.7	+0.5
삼동면	+2.2	+2.0	+2.2	+37.2	+8.9	+20.0	+2.5	+0.2

울산광역시 울주군 기후변화 상세 분석보고서

◆ 발행일	2013년 11월 30일
◆ 발행처	기상청, 울산기상대
◆ 연구기관 (사)환경과문명	정회성 김태용 전병성 문대성 신창호 이윤미 Sophie Bowman
건국대학교	최영은 박창용 권재일 박인홍 이한수
◆ 검수기관	기상청 기후과학국 기후협력서비스팀
◆ 주소	156-720 서울특별시 동작구 여의대방로길 16길 61
◆ 홈페이지	www.kma.go.kr / www.climate.go.kr
◆ 편집·인쇄	문대성

