

강원도 화천군 기후변화 상세 분석보고서



기 상 청
한반도기상기후팀
철 원 기 상 대

목 차

1. 서론	1
1) 관측 자료 소개	1
2) 고해상도 시나리오 자료 소개	1
3) 극한기후지수 정의	2
2. 기후변화 현황	3
1) 기온	3
2) 강수량	4
3) 기타 요소	5
3. 기후변화 전망	6
1) 평균기온	6
2) 강수량	8
3) 폭염과 열대야	11
4) 강수강도와 호우일수	13
5) 기타요소	15
4. 결론	20

표 목차

표 1-2. 강수 관련 극한지수 및 현상일수.....	2
표 2-1. 강원도 화천군의 동 단위 평균·최고·최저 기온 및 극한지수(2001~2010년)...	4
표 2-2. 강원도 화천군의 동 단위 계절 및 연강수량과 극한지수(2001~2010년)...	4
표 2-3. 강원도 화천군의 동 단위 기온 관련 극한지수 및 현상일수(2001~2010년)...	5
표 3-1. 강원도 화천군의 동 단위 평균기온의 2000년대 대비 편차(RCP 8.5).....	7
표 3-2. 강원도 화천군의 동 단위 평균기온의 2000년대 대비 편차(RCP 4.5).....	7
표 3-3. 강원도 화천군의 동 단위 강수량변화와 2000년대 대비 증가율(%) (RCP 8.5)...	10
표 3-4. 강원도 화천군의 동 단위 강수량변화와 2000년대 대비 증가율(%) (RCP 4.5)...	10
표 3-5. 강원도 화천군의 동 단위 폭염일수와 열대야 변화 (RCP 8.5).....	11
표 3-6. 강원도 화천군의 동 단위 폭염일수와 열대야 변화 (RCP 4.5).....	11
표 3-7. 강원도 화천군의 동 단위 강수강도·호우일수 변화와 2000년대 대비 변화율(%) (RCP 8.5).....	13
표 3-8. 강원도 화천군의 동 단위 강수강도·호우일수 변화와 2000년대 대비 변화율(%) (RCP 4.5).....	14
표 3-9. 강원도 화천군의 동 단위 서리일수와 결빙일수 변화(RCP 8.5).....	16
표 3-10. 강원도 화천군의 동 단위 서리일수와 결빙일수 변화(RCP 4.5).....	16
표 3-11. 강원도 화천군의 동 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화(RCP 8.5)...	18
표 3-12. 강원도 화천군의 동 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화(RCP 4.5)...	18
표 4-1. 강원도 화천군의 기후값(2001~2010) 대비 후반기(2071~2100)의 변화량 (RCP 8.5).....	22
표 4-2. 강원도 화천군의 기후값(2001~2010) 대비 후반기(2071~2100)의 변화량 (RCP 4.5).....	22

그림 목차

그림 2-1. 강원도의 행정구역별 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)	3
그림 2-2. 강원도의 행정구역별 연강수량 상세분포도(2001~2010년)	5
그림 3-1. 강원도와 화천군의 평균기온 시계열 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)	6
그림 3-2. 평균기온 변화폭이 가장 큰 지역과 작은 지역 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우) ..	7
그림 3-3. 2040s의 읍면동별 평균기온 RCP 4.5(청), RCP 8.5(적)	7
그림 3-4. 강원도와 화천군의 연강수량 시계열 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)	8
그림 3-5. 연강수량 변화폭이 가장 큰 지역과 작은 지역 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우) ..	8
그림 3-6. 2040s의 읍면동별 연강수량 RCP 4.5(청), RCP 8.5(적)	9
그림 3-7. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 강수량 증가비(2001~2010년 대비 증가%) 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	9
그림 3-8. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 폭염일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	12
그림 3-9. RCP 4.5(청)/8.5(적) 열대야일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	12
그림 3-10. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 강수강도 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	14
그림 3-11. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 호우일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	15
그림 3-12. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 서리일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	17
그림 3-13. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 결빙일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	17
그림 3-14. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 식물성장가능기간 분포도(2011~2040년(상), 2041~ 2070년(중), 2071~2100년(하))	19
그림 3-15. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 여름일수 분포도(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))	19
그림 4-1. 강원도 화천군 동별 기후변화 전망 요약	21

1. 서론

‘강원도 화천군 기후변화 상세 분석보고서’는 저탄소 녹색성장 기본법 시행령(개정)에 따라 기초지자체에서 ‘기후변화 적응대책 세부이행계획’ 수립을 지원하기 위해 기상청에서 작성한 보고서이다. 환경부와 16개 기초지자체는 2012년 세부이행계획 수립을 위한 시범사업을 수행하고 있으며, 과학에 근거한 정책이 수립되도록 기상청에서 기초지자체의 과거 기후변화 경향을 분석하고 읍·면·동 단위(2008년 기준)의 미래 기후변화 전망을 분석·정리하여 기초지자체에 제공하였다. 본 보고서는 기후변화에 대한 영향·취약성 평가 후 적절한 적응대책이 수립되는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

1) 관측 자료 소개

한반도의 고해상도 격자형 관측 자료를 산출하기 위해 75개소의 지상관측자료(Automated Synoptic Observing System, ASOS)와 462개소의 자동기상관측자료(Automatic Weather System, AWS)를 합한 총 537개 지점의 관측 자료를 사용하였다. 분석기간은 2000년부터 2010년까지 11년 자료를 사용하였으며 변수는 일별 기온(최고/평균/최저)과 일 누적 강수량이다. 관측 자료는 해발고도가 높은 일부 산악지역을 제외하면 대부분의 지역에서 골고루 분포하고 있다. 2000년 이후의 관측 자료를 사용한 이유는 그 이전 자료의 지점수가 충분히 많지 않으며 자료의 품질이 이 연구에서 원하는 수준의 자료를 생산하기에는 적당하지 않아서 여러 가지 검토 결과를 토대로 2000년 이후의 자료를 사용하는 것으로 결정하였다.

2) 고해상도 시나리오 자료 소개

전지구 기후변화 시나리오는 온실가스 배출 시나리오인 RCP¹⁾ 시나리오에 기초해 약 135km 해상도의 전지구 기후변화 시나리오를 산출한다. 본 보고서에서 사용된 온실가스 시나리오는 RCP 8.5와 RCP 4.5로 전자는 기후변화를 완화하기 위한 노력 없이 현재 추세대로 온실가스를 계속 배출하여 2100년에 이산화탄소 농도가 940ppm에 도달하는 것으로 전망한 자료이며, 후자는 어느 정도 저감 노력이 실현되어 2100년에 이산화탄소 농도가 540ppm에 도달하는 것으로 전망한 자료이다. 그리고 전지구 기후변화 시나리오 자료에 기초해 지역기후모델로 우리나라 지역에 대한 12.5km 해상도의 지역 기후변화 시나리오를 산출한다.

고해상도 기후변화 시나리오는 지역기후모델을 통해 생산된 한반도(12.5km) 기후변화 시나리오를 바탕으로 통계적 상세화 과정을 통해 생산된다. 관측자료

1) RCP : Representative Concentration Pathway, 대표농도경로

(2000~2010)를 MK-PRISM²⁾ 모델에 적용하여 1km 해상도의 관측격자 자료를 생산하여 기후값으로 사용하고, 12.5km 한반도 시나리오 자료를 1km로 객관분석한 후 각 격자점별로 계절 변동(Seasonal cycle)을 제거한 편차(Anomaly) 자료를 추출한다. 관측에서 얻은 기후값에 지역기후모델의 편차를 더하면, 모델 계통오차가 제거된 새로운 1km 격자형 시나리오 자료가 생산된다.

3) 극한기후지수 정의

본 보고서에 사용된 극한기후지수는 기온관련 6종(열대야 일수, 폭염일수, 서리일수, 결빙일수, 여름일수, 식물성장가능기간)과 강수관련 2종(강수강도, 호우일수)으로 각 지수의 정의는 다음과 같다.

표 1-1. 기온 관련 극한지수 및 현상일수

지수	정의	단위
열대야 (Tropical nights)	일최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
폭염일수(heat wave)	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 적어도 6일 이상 지속된 첫 날부터 일평균기온이 5℃ 미만인 날이 적어도 6일 이상 지속된 첫 날까지 사이의 연중 일수	일

표 1-2. 강수 관련 극한지수 및 현상일수

지수	정의	단위
강수강도 (Simple daily intensity index)	연중 습윤일수(일강수량이 1.0mm 이상인 날)로 나누어진 연 총강수량	mm/일
호우일수*	일강수량이 80mm 이상인 날의 연중일수	일

2) MK-PRISM (Modifide Korea Parameter-elevation Regression on Independent Slopes Model) : 기후를 결정하는데 중요한 역할을 하는 DEM(Digital Elevation Model) 고도, 거리, 지향면(topographic facet), 해양도(coastal proximity)의 영향을 고려하여 고해상도 격자 자료를 산출하는 PRISM을 남한 1km 격자 에 적합하게 수정한 한국형 PRISM이다.

2. 기후변화 현황

1) 기온

□ 최근 10년(2001~2010년) 기온 기후값

- 화천군은 연평균기온 8.6℃로 강원도 평균인 8.9℃보다 0.3℃ 더 낮음
- 화천군내 평균기온이 높은 지역은 9.3℃, 낮은 지역은 8.1℃로 작은 차이를 보이나, 최고기온은 높은 지역은 15.8℃, 낮은 지역은 14.1℃로 비교적 큰 차이를 보임
- 연평균 최고기온 14.9℃, 연평균 최저기온 3.4℃으로 평균 일교차는 11.5℃으로 강원도 평균보다 큰 편임

□ 최근 10년(2001~2010년) 기온 극한값

- 화천군의 열대야 일수는 0.1일, 폭염일수는 3.9일로 강원도 평균과 비슷하고 전국평균에 비해서는 매우 적게 발생함
- 화천군내 지역별로 최고기온 차이는 크기 때문에 최고기온의 영향을 받는 폭염일수 차이도 지역별로 커 일최고기온이 높은 하남면에서 6일 넘게 발생함
- 화천읍, 간동면, 상서면에서는 열대야가 발생하지 않고 폭염이 가장 적게 발생하는 지역은 일최저기온이 낮은 상서면임

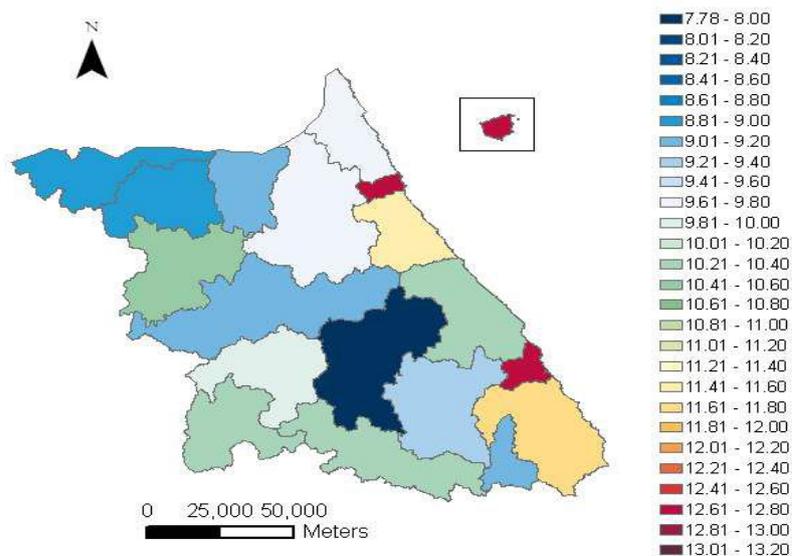


그림 2-1. 강원도의 행정구역별 연평균기온 상세분포도(2001~2010년)

표 2-1. 화천군의 읍면동 단위 평균·최고·최저 기온 및 극한지수(2001~2010년)

	기온(℃)			열대야일수 (일)	폭염일수 (일)
	평균	최고	최저		
강원도평균	8.9	14.8	3.8	0.2	3.5
화천군평균	8.6	14.9	3.4	0.1	3.9
화천읍	8.7	14.9	3.6	0.0	3.6
간동면	9.0	15.6	3.6	0.0	5.0
하남면	9.3	15.8	3.8	0.1	6.3
상서면	8.4	14.5	3.0	0.0	3.0
사내면	8.1	14.1	3.0	0.4	3.8

2) 강수량

□ 최근 10년(2001~2010년) 강수량 기후값

- 화천군은 연 강수량은 1410.8mm로 강원도 평균인 1491.5mm에 비해 80.7mm 작음
- 화천군 내에서 사내면은 연강수량이 1605.3mm로 가장 많이 나타나며, 반대로 화천읍은 연강수량이 1297.5mm로 가장 적게 나타나 지역적 차이가 큼
- 사내면이 화천군내 다른 지역보다 강수량이 많은 이유는 고도 1000m에 달하는 광덕산, 백운산, 번암산의 영향 때문인 것으로 판단됨

□ 최근 10년(2001~2010년) 강수 극한값

- 화천군의 강수강도는 16.6mm/일, 호우일수는 2.7일로 강원도 평균과 같음
- 화천군내에서 연강수량이 가장 많은 사내면은 호우일수와 강수강도 모두 크게 나타났고, 연강수량이 가장 적은 화천읍은 호우일수와 강수강도 모두 작게 나타남
- 화천군의 경우에는 호우일수와 강수강도 모두 강수량과 비례하는 관계를 보임

표 2-2. 강원도 화천군의 읍면동 단위 계절 및 연강수량과 극한지수(2001~2010년)

	강수량(mm)					강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
	봄	여름	가을	겨울	연		
강원도평균	236.1	870.4	310.4	111.4	1491.5	16.6	2.7
화천군평균	202.7	925.3	230.7	51.5	1410.8	16.6	2.7
화천읍	189.4	846.9	214.8	46.3	1297.5	15.9	2.3
간동면	206.2	923.8	236.1	60.6	1426.6	16.7	2.6
하남면	207.7	962.9	237.3	57.4	1465.3	16.9	2.7
상서면	203.9	942.2	232.5	48.8	1427.3	16.6	2.8
사내면	226.2	1060.3	256.9	61.9	1605.3	18.2	3.4

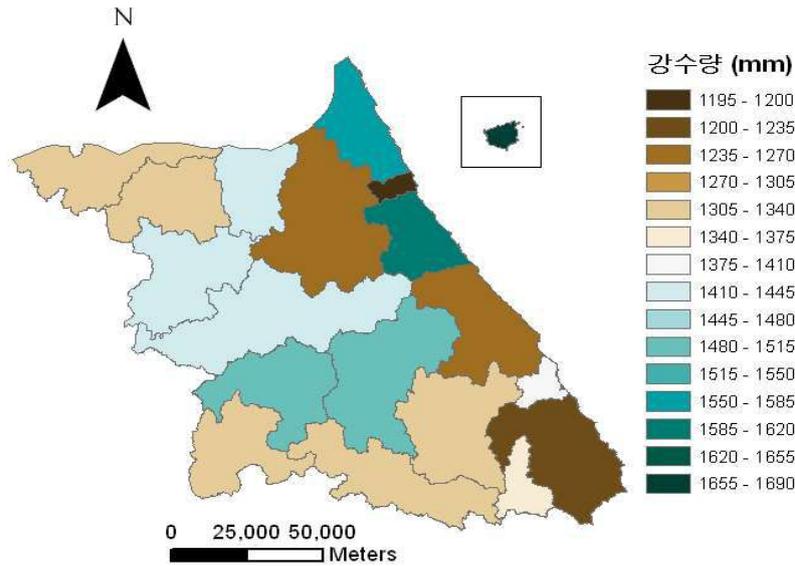


그림 2-2. 강원도의 행정구역별 연강수량 상세분포도(2001~2010년)

3) 기타 요소

□ 최근 10년(2001~2010년) 기온관련 현상일수

- 화천군은 강원도보다 평균적으로 기온이 낮으므로 서리일수는 150.5일로 강원도보다 6.4일, 결빙일수는 40.6일로 4.2일 많으며, 식물성장가능기간도 226.9일로 강원도 평균보다 3.2일 적음. 반면 최고기온이 약간 높으므로 여름일수는 81.1일로 6.5일 강원도 평균보다 약간 김
- 서리일수는 일최저기온과 결빙일수와 여름일수는 일최고기온과 관련 있으므로 모든 기온이 가장 높은 하남면에서 서리일수와 결빙일수가 가장 작고 여름일수가 가장 김. 사내면은 하남면과 정반대임
- 식물성장가능기간도 평균기온이 가장 높은 하남면에서 가장 길고, 평균기온이 가장 낮은 사내면에서 가장 짧아 약 10일 정도 차이를 보임

표 2-3. 강원도 화천군의 동 단위 기온 관련 극한지수 및 현상일수(2001~2010년)

	서리일수	결빙일수	여름일수	식물성장가능기간
강원도평균	144.1	36.4	74.6	230.1
화천군평균	150.5	40.6	81.1	226.9
화천읍	147.8	39.6	79.9	228.0
간동면	148.5	33.2	91.3	230.4
하남면	146.7	32.9	95.0	232.0
상서면	154.7	44.4	77.8	224.2
사내면	154.1	48.2	71.1	222.1

3. 기후변화 전망

1) 평균기온

2100년까지 10년 단위 기온 변화경향

- RCP 8.5 시나리오에서 화천군 평균기온은 2000년대에 비해 2040년대는 2.3℃, 2090년대에는 5.6℃ 상승함
- 현재 화천군 평균기온은 강원도 평균에 비해 0.3℃ 낮으나 미래 기온상승 정도 및 우리나라 전체 상승속도**와 비슷함
 - * 2090년대 화천군 및 강원도 기온상승 +5.6℃
 - ** RCP 8.5 기준 우리나라 : (1981~2010) 12.5℃ → (2071~2100) 17.8℃ (5.3℃ 상승)
 - 화천군 : (2001~2010) 8.6℃ → (2071~2100) 13.6℃ (5.0℃ 상승)
- 지역별로 살펴보면 두 시나리오 모두에서 평균기온의 변화량은 사내면에서 가장 크게 나타나고, 나머지 지역들은 모두 비슷한 변화량을 보임

온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한다면 온실가스 배출 수준을 유지 하였을 때와 비교하여 기온상승은 2/5 수준*에 그침
 - * 2090년대 화천군 평균 기온상승: (RCP 8.5) 5.6℃상승 → (RCP 4.5) 2.3℃ 상승

아열대 기후구 전망

- 화천군은 두 시나리오 모두에서 21세기에는 아열대 기후로 변화하지 않을 것으로 예상됨

◆ 트레와다 아열대 기후구 정의
 월평균기온 10℃ 이상인 달이 8개월 이상, 가장 추운달 평균기온이 18℃ 이하인 경우

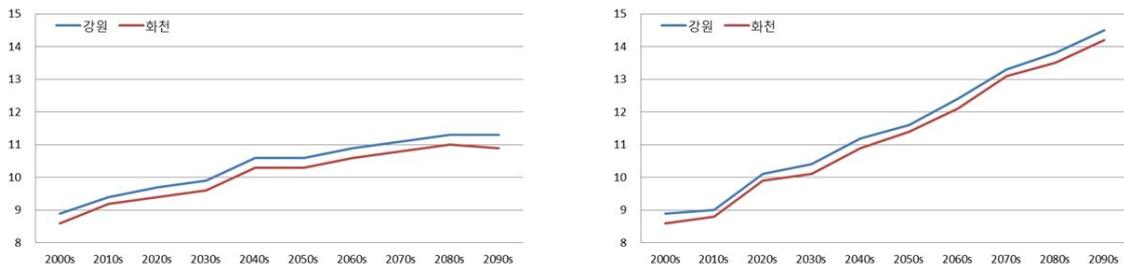


그림 3-1. 강원도와 화천군의 평균기온 시계열 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)

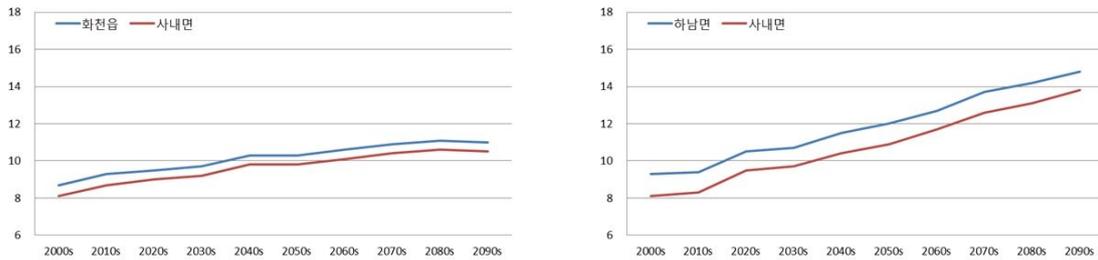


그림 3-2. 평균기온 변화폭이 가장 큰 지역과 작은 지역 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)

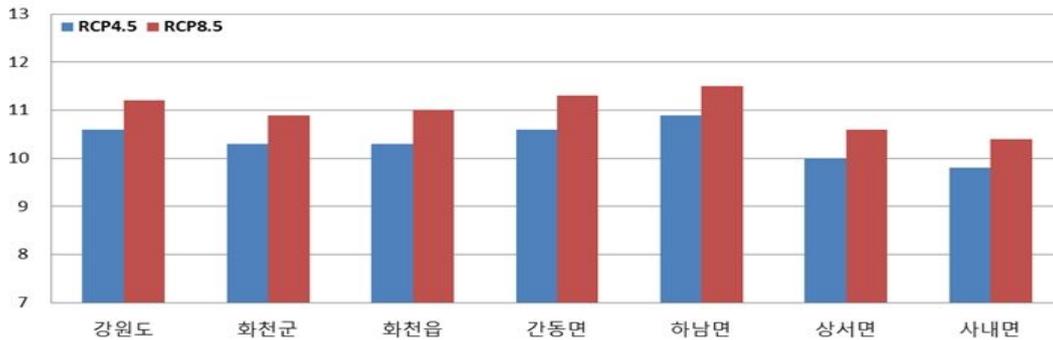


그림 3-3. 2040s의 읍면동별 평균기온 RCP 4.5(청), RCP 8.5(적)

표 3-1. 강원도 화천군의 동 단위 평균기온의 기후 값 대비 편차(RCP 8.5)

	2000s	2010s	2020s	2030s	2040s	2050s	2060s	2070s	2080s	2090s
강원도평균	8.9	+0.1	+1.2	+1.5	+2.3	+2.7	+3.5	+4.4	+4.9	+5.6
		+0.9			+2.8			+5.0		
화천군평균	8.6	+0.2	+1.3	+1.5	+2.3	+2.8	+3.5	+4.5	+4.9	+5.6
		+1.0			+2.9			+5.0		
화천읍	8.7	+0.2	+1.3	+1.5	+2.3	+2.8	+3.5	+4.4	+4.9	+5.6
간동면	9.0	+0.1	+1.2	+1.5	+2.3	+2.8	+3.5	+4.4	+4.9	+5.6
하남면	9.3	+0.1	+1.2	+1.4	+2.2	+2.7	+3.4	+4.4	+4.9	+5.5
상서면	8.4	+0.1	+1.2	+1.4	+2.2	+2.7	+3.5	+4.4	+4.9	+5.6
사내면	8.1	+0.2	+1.4	+1.6	+2.3	+2.8	+3.6	+4.5	+5.0	+5.7

표 3-2. 강원도 화천군의 동 단위 평균기온의 기후 값 대비 편차(RCP 4.5)

	2000s	2010s	2020s	2030s	2040s	2050s	2060s	2070s	2080s	2090s
강원도평균	8.9	+0.5	+0.8	+1.0	+1.7	+1.7	+2.0	+2.2	+2.4	+2.4
		+0.8			+1.8			+2.3		
화천군평균	8.6	+0.6	+0.8	+1.0	+1.7	+1.7	+2.0	+2.2	+2.4	+2.3
		+0.8			+1.8			+2.3		
화천읍	8.7	+0.6	+0.8	+1.0	+1.6	+1.6	+1.9	+2.2	+2.4	+2.3
간동면	9.0	+0.6	+0.7	+1.0	+1.6	+1.6	+1.9	+2.2	+2.3	+2.3
하남면	9.3	+0.6	+0.8	+1.0	+1.6	+1.6	+1.9	+2.2	+2.3	+2.3
상서면	8.4	+0.5	+0.8	+1.0	+1.6	+1.6	+1.9	+2.1	+2.4	+2.3
사내면	8.1	+0.6	+0.9	+1.1	+1.7	+1.7	+2.0	+2.3	+2.5	+2.4

2) 강수량

□ 2100년까지 10년 단위 강수량 변화경향

- RCP 8.5의 경우 강원도의 21세기 후반부(2071-2100년) 강수량 증가율은 전국 평균에 비해 낮은 20.3%임. 화천군의 증가율은 강원도 내에서는 높은 24.2%를 나타내고 있으나 역시 전국평균에 비해 낮음
- 지역별로 살펴보면 현재 강수량이 가장 많은 사내면에서의 강수량 증가가 가장 두드러지게 나타났으며, 현재 강수량이 적은 편에 속하는 간동면의 강수량 증가가 가장 적은 것으로 나타남
 - RCP 8.5 21세기 후반부 기준 : 사내면 36.8% 증가, 간동면 12.1% 증가

□ 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우와 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 때를 비교해 보면 기온과 달리 강수량 변화는 큰 차이를 볼 수 없음

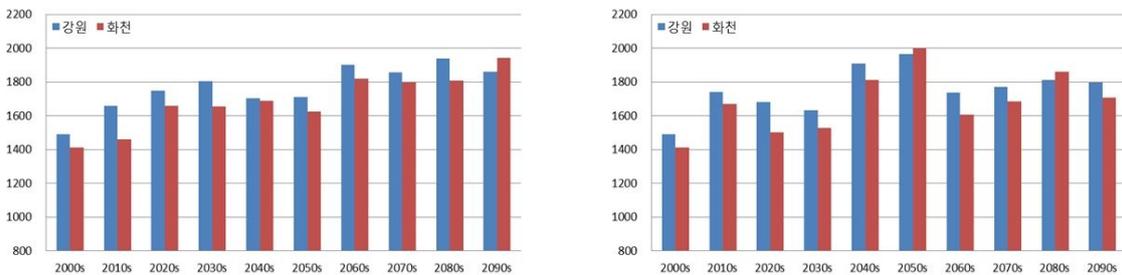


그림 3-4. 강원도와 화천군의 연강수량 시계열 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)

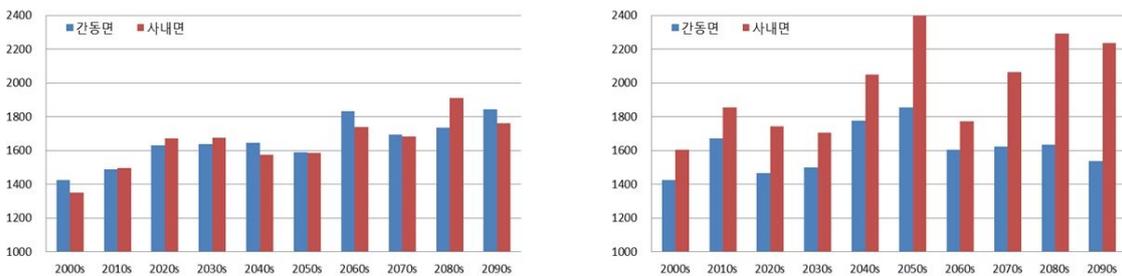


그림 3-5. 연강수량 변화폭이 가장 큰 지역과 작은 지역 RCP 4.5(좌), RCP 8.5(우)

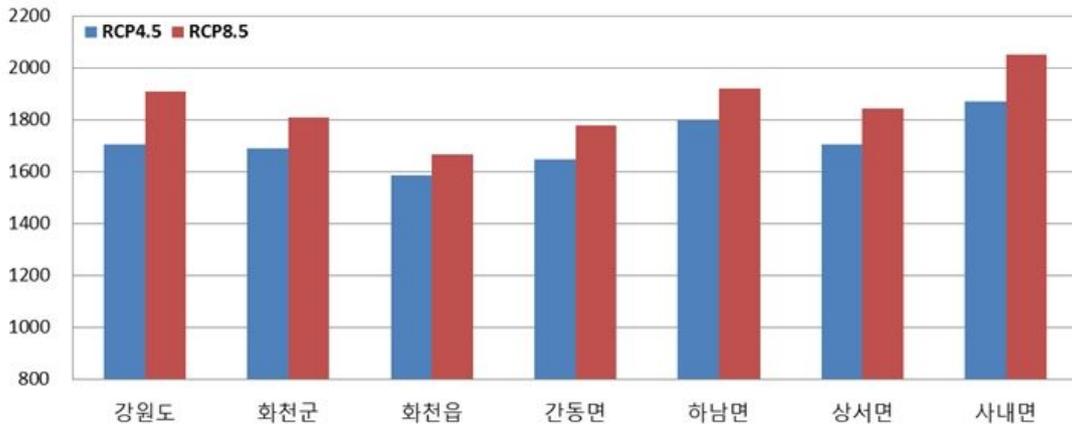


그림 3-6. 2040s의 읍면동별 연강수량 RCP 4.5(청), RCP 8.5(적)

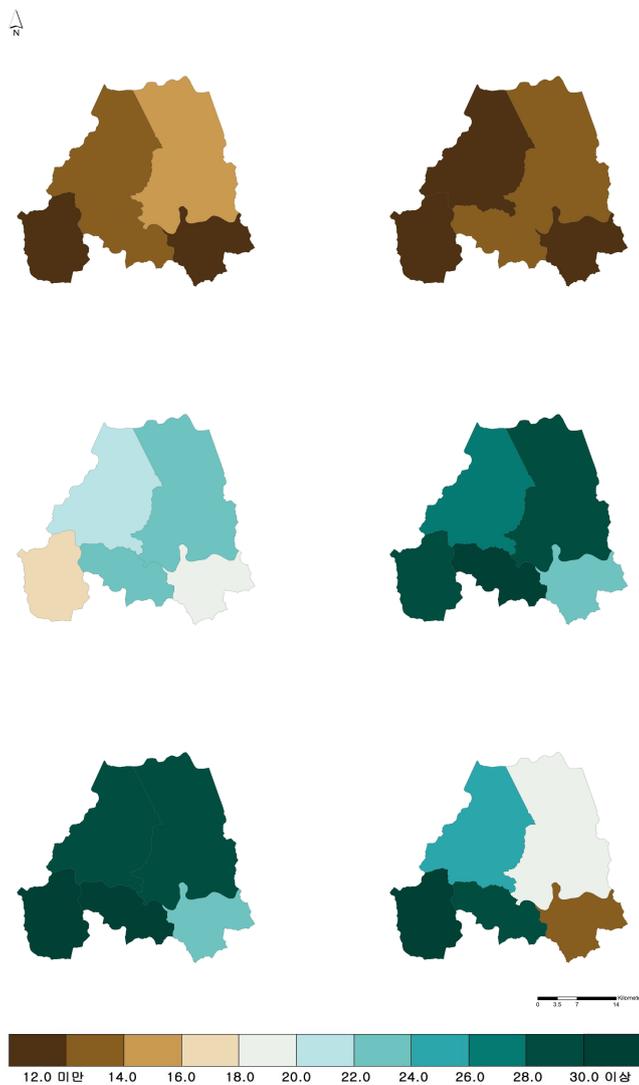


그림 3-7. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 강수량 증가비(2001~2010년 대비 증가%)
 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

표 3-3. 강원도 화천군의 동 단위 강수량변화와 2000년대 대비 증가율(%) (RCP 8.5)

	2000s	2010s	2020s	2030s	2040s	2050s	2060s	2070s	2080s	2090s
강원도 평균	1491.5	1742.1 (16.8%)	1680.9 (12.7%)	1631.7 (9.4%)	1909.1 (28.0%)	1964.3 (31.7%)	1736.1 (16.4%)	1771.9 (18.8%)	1813.7 (21.6%)	1795.8 (20.4%)
		+13.0%			+25.4%			+20.3%		
화천군 평균	1410.8	1670.3 (18.4%)	1503.2 (6.5%)	1526.5 (8.2%)	1810.2 (28.3%)	1999.7 (41.7%)	1606.5 (13.9%)	1685.5 (19.5%)	1861.6 (32.0%)	1706.7 (21.0%)
		+11.0%			+28.0%			+24.2%		
화천읍	1297.5	1560.8 (20.3%)	1389.1 (7.1%)	1429.9 (10.2%)	1666.1 (28.4%)	1810.4 (39.5%)	1509.2 (16.3%)	1509.1 (16.3%)	1680.2 (29.5%)	1480.1 (14.1%)
		+12.5%			+28.1%			+20.0%		
간동면	1426.6	1672.1 (17.2%)	1465.2 (2.7%)	1499.1 (5.1%)	1777.0 (24.6%)	1855.7 (30.1%)	1603.1 (12.4%)	1622.4 (13.7%)	1635.1 (14.6%)	1537.8 (7.8%)
		+8.3%			+22.4%			+12.0%		
하남면	1465.3	1749.9 (19.4%)	1582.5 (8.0%)	1611.9 (10.0%)	1920.8 (31.1%)	2204.6 (50.5%)	1674.3 (14.3%)	1813.9 (23.8%)	1986.5 (35.6%)	1846.6 (26.0%)
		+12.5%			+32.0%			+28.5%		
상서면	1427.3	1682.6 (17.9%)	1511.5 (5.9%)	1536.5 (7.7%)	1842.3 (29.1%)	2018.3 (41.4%)	1619.7 (13.5%)	1693.4 (18.6%)	1923.3 (34.8%)	1743.8 (22.2%)
		+10.5%			+28.0%			+25.2%		
사내면	1605.3	1856.1 (15.6%)	1741.7 (8.5%)	1704.2 (6.2%)	2050.0 (27.7%)	2398.3 (49.4%)	1773.5 (10.5%)	2062.8 (28.5%)	2291.6 (42.8%)	2234.8 (39.2%)
		+10.1%			+29.2%			+36.8%		

표 3-4. 강원도 화천군의 동 단위 강수량변화와 2000년대 대비 증가율(%) (RCP 4.5)

	2000s	2010s	2020s	2030s	2040s	2050s	2060s	2070s	2080s	2090s
강원도 평균	1491.5	1657.1 (11.1%)	1749.5 (17.3%)	1804.7 (21.0%)	1703.3 (14.2%)	1712.2 (14.8%)	1901.7 (27.5%)	1858.4 (24.6%)	1937.5 (29.9%)	1859.9 (24.7%)
		+16.5%			+18.8%			+26.4%		
화천군 평균	1410.8	1461.6 (3.6%)	1660.3 (17.7%)	1653.9 (17.2%)	1688.8 (19.7%)	1623.8 (15.1%)	1817.6 (28.8%)	1796.4 (27.3%)	1809.0 (28.2%)	1944.2 (37.8%)
		+12.8%			+21.2%			+31.1%		
화천읍	1297.5	1369.0 (5.5%)	1556.6 (20.0%)	1547.2 (19.2%)	1585.0 (22.2%)	1510.0 (16.4%)	1714.7 (32.2%)	1634.0 (25.9%)	1651.6 (27.3%)	1771.3 (36.5%)
		+14.9%			+23.6%			+29.9%		
간동면	1426.6	1488.9 (4.4%)	1629.9 (14.3%)	1640.1 (15.0%)	1645.4 (15.3%)	1588.7 (11.4%)	1831.1 (28.4%)	1694.1 (18.8%)	1734.6 (21.6%)	1845.6 (29.4%)
		+11.2%			+18.4%			+23.3%		
하남면	1465.3	1527.4 (4.2%)	1733.9 (18.3%)	1706.7 (16.5%)	1795.8 (22.6%)	1725.7 (17.8%)	1928.8 (31.6%)	1950.7 (33.1%)	1971.8 (34.6%)	2110.8 (44.1%)
		+13.0%			+24.0%			+37.3%		
상서면	1427.3	1457.3 (2.1%)	1684.8 (18.0%)	1667.6 (16.8%)	1704.4 (19.4%)	1631.3 (14.3%)	1823.1 (27.7%)	1810.5 (26.8%)	1800.8 (26.2%)	1943.8 (36.2%)
		+12.3%			+20.5%			+29.7%		
사내면	1605.3	1625.1 (1.2%)	1840.1 (14.6%)	1863.9 (16.1%)	1871.0 (16.6%)	1843.0 (14.8%)	1964.3 (22.4%)	2140.4 (33.3%)	2152.1 (34.1%)	2328.3 (45.0%)
		+10.6%			+17.9%			+37.5%		

3) 폭염과 열대야

□ 2100년까지 30년 단위 폭염과 열대야 변화

- 화천군의 현재기온 및 기온상승이 강원도 평균보다 낮거나 비슷하므로 폭염과 열대야 증가비율도 강원도 평균보다 더 낮게 나타남
- RCP 8.5의 경우 폭염일수는 21세기 후반기 3.9일에서 28.5일로 약 7배 증가하고, 열대야 일수는 0.1일에서 19.9일로 증가함. 기온상승에 비해 폭염이나 열대야 발생일수의 증가가 두드러지게 나타남
- 21세기 후반부에 폭염과 열대야가 많이 발생하는 지역은 현재에 최고기온과 최저기온이 가장 높게 나타나는 하남면임. 증가량 역시 폭염과 열대야 모두 하남면에서 크게 나타남

□ 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우 기온상승률이 절반으로 떨어지는데 반해 폭염과 열대야 증가속도는 더욱 현저히 떨어짐
- RCP 4.5의 경우 폭염일수는 21세기 후반기 8.2일이 나타나 약 2배 증가에 그쳐 RCP 8.5의 7배 증가보다 증가속도가 현저히 떨어지며, 열대야 일수도 RCP 8.5에 비해 1/4 수준으로 현저하게 작게 증가하는데 그침

표 3-5. 강원도 화천군의 동 단위 폭염일수와 열대야 변화(RCP 8.5)

	폭염				열대야			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도평균	3.5	6.7	13.9	30.3	0.2	1.7	8.3	21.4
화천군평균	3.9	5.2	11.4	28.5	0.1	0.7	6.3	19.9
화천읍	3.6	5.2	11.1	27.4	0.0	0.9	7.0	21.3
간동면	5.0	7.5	16.0	37.2	0.0	0.8	6.7	20.8
하남면	6.3	8.3	16.8	38.9	0.1	1.4	9.1	25.1
상서면	3.0	3.9	9.3	24.9	0.0	0.5	5.2	17.8
사내면	3.8	3.2	8.0	22.3	0.4	0.3	4.2	15.4

표 3-6. 강원도 화천군의 동 단위 폭염일수와 열대야 변화(RCP 4.5)

	폭염				열대야			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도평균	3.5	4.9	8.4	10.4	0.2	1.1	3.8	6.2
화천군평균	3.9	3.5	6.9	8.2	0.1	0.5	2.6	4.6
화천읍	3.6	3.5	6.7	8.1	0.0	0.6	3.0	5.3
간동면	5.0	5.2	9.9	11.3	0.0	0.6	2.7	4.4
하남면	6.3	6.0	10.6	12.5	0.1	0.9	4.1	6.7
상서면	3.0	2.5	5.4	6.6	0.0	0.3	2.0	4.0
사내면	3.8	2.2	4.8	5.9	0.4	0.2	1.4	3.0

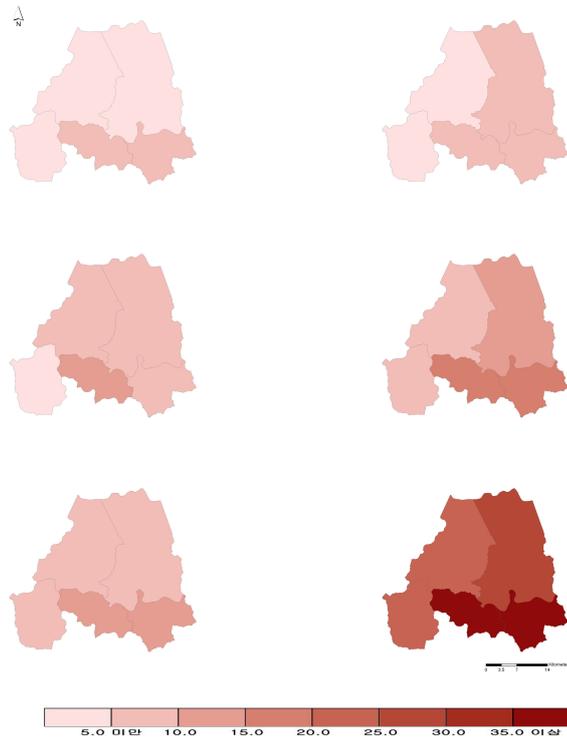


그림 3-8. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 폭염일수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

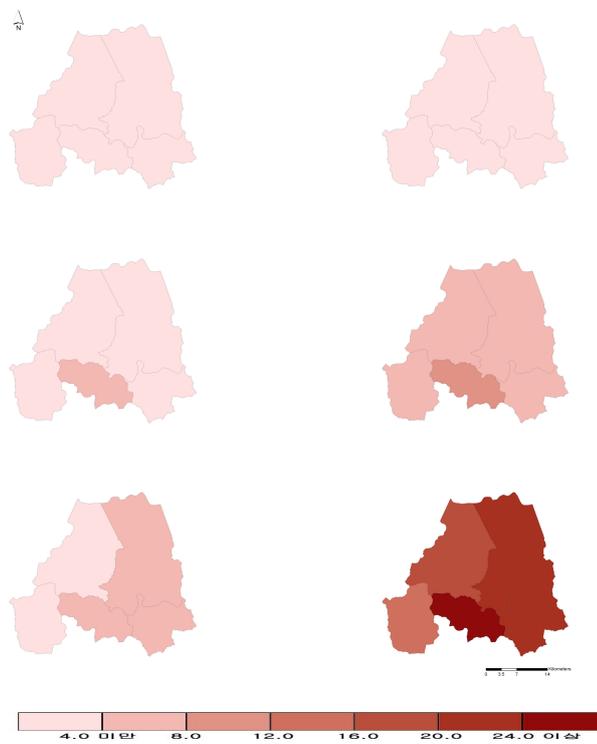


그림 3-9. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 열대야일수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

4) 강수강도와 호우일수

□ 2100년까지 30년 단위 강수강도와 호우일수 변화

- 화천군의 강수량 상승이 강원도 평균보다 높으므로 강수강도와 호우일수 증가비율은 강원도 평균보다 더 크게 나타나남. 특히 RCP 4.5의 경우에는 그 차이가 크게 나타남
- RCP 8.5의 경우 강수강도는 21세기 후반기 16.6mm/일에서 19.2mm/day일로 15.5% 증가하고, 호우일수는 2.7일에서 6.1일로 125.0% 증가함. 강수량변화(24.2%)에 비해 강수강도 변화는 작게, 호우일수의 변화는 크게 나타남
- 21세기 후반부에 강수강도가 증가하는 비율이 가장 큰 지역은 두 시나리오에서 공통적으로 상서면으로 나타났으며 호우일수의 경우 간동면으로 나타남

□ 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진한 경우와 온실가스 배출 수준을 현재추세로 유지하였을 때를 비교해 보면 화천군 내에서 현재대비 21세기 후반기의 변화에서 강수강도는 RCP 8.5에서 15.5%, RCP 4.5에서 26.7%로 큰 차이를 보이며, 호우일수의 경우 RCP 8.5에서 125.0%, RCP 4.5에서 214.3%로 역시 뚜렷한 차이가 나타남

표 3-7. 강원도 화천군의 동 단위 강수강도·호우일수 변화와 2000년대 대비 변화율(%) (RCP 8.5)

	강수강도(mm/일)				호우일수(일)			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도 평균	16.6	17.4 +5.0%	19.3 +16.0%	18.6 +12.0%	2.7	4.2 +55.6%	5.7 +111.1%	5.1 +88.9%
화천군 평균	16.6	17.2 +3.9%	19.7 +18.4%	19.2 +15.5%	2.7	5.1 +87.5%	7.4 +175.0%	6.1 +125.0%
화천읍	15.9	16.7 +4.8%	18.5 +16.3%	17.1 +7.7%	2.3	5.4 +133.3%	7.3 +216.7%	4.6 +100.0%
간동면	16.7	18.0 +7.8%	20.8 +24.3%	20.6 +23.3%	2.6	6.6 +157.1%	9.1 +257.1%	8.0 +214.3%
하남면	16.9	17.4 +2.9%	20.3 +19.6%	19.9 +17.6%	2.7	4.6 +66.7%	7.0 +155.6%	5.5 +100.0%
상서면	16.6	17.7 +6.5%	20.5 +23.1%	21.9 +31.5%	2.8	5.3 +90.0%	8.1 +190.0%	8.7 +210.0%
사내면	18.2	18.7 +2.9%	20.8 +14.4%	19.4 +6.7%	3.4	6.8 +100.0%	8.2 +142.9%	5.3 +57.1%

표 3-8. 강원도 화천군의 동 단위 강수강도·호우일수 변화와 2000년대 대비 변화율(%) (RCP 4.5)

	강수강도(mm/일)				호우일수(일)			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도 평균	16.6	18.3 +10.0%	18.6 +12.0%	19.6 +18.0%	2.7	3.7 +36.4%	4.4 +63.6%	5.2 +90.9%
화천군 평균	16.6	18.4 +10.9%	19.4 +16.8%	21.0 +26.7%	2.7	5.4 +100.0%	6.2 +128.6%	8.5 +214.3%
화천읍	15.9	17.6 +10.7%	18.4 +15.5%	19.3 +21.4%	2.3	6.5 +180.0%	7.0 +200.0%	8.8 +280.0%
간동면	16.7	18.7 +11.7%	20.0 +19.4%	22.4 +34.0%	2.6	7.3 +183.3%	8.1 +216.7%	11.5 +350.0%
하남면	16.9	18.6 +9.9%	19.6 +15.8%	21.1 +24.8%	2.7	4.5 +62.5%	5.5 +100.0%	7.6 +175.0%
상서면	16.6	18.4 +10.4%	19.5 +17.0%	22.9 +37.7%	2.8	6.3 +125.0%	7.3 +162.5%	11.2 +300.0%
사내면	18.2	20.1 +10.9%	20.9 +14.9%	21.6 +18.8%	3.4	7.3 +116.7%	8.5 +150.0%	9.6 +183.3%

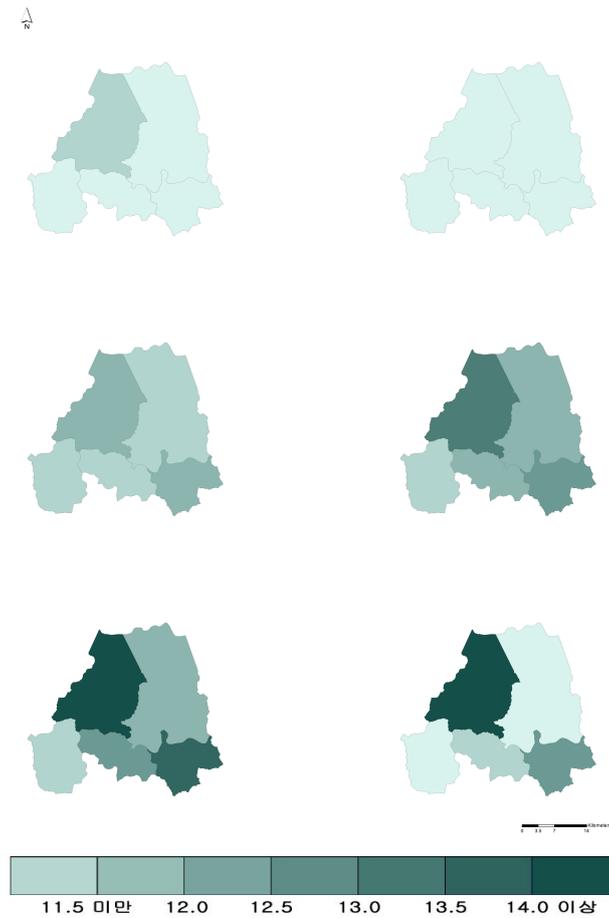


그림 3-10. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 강수강도 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

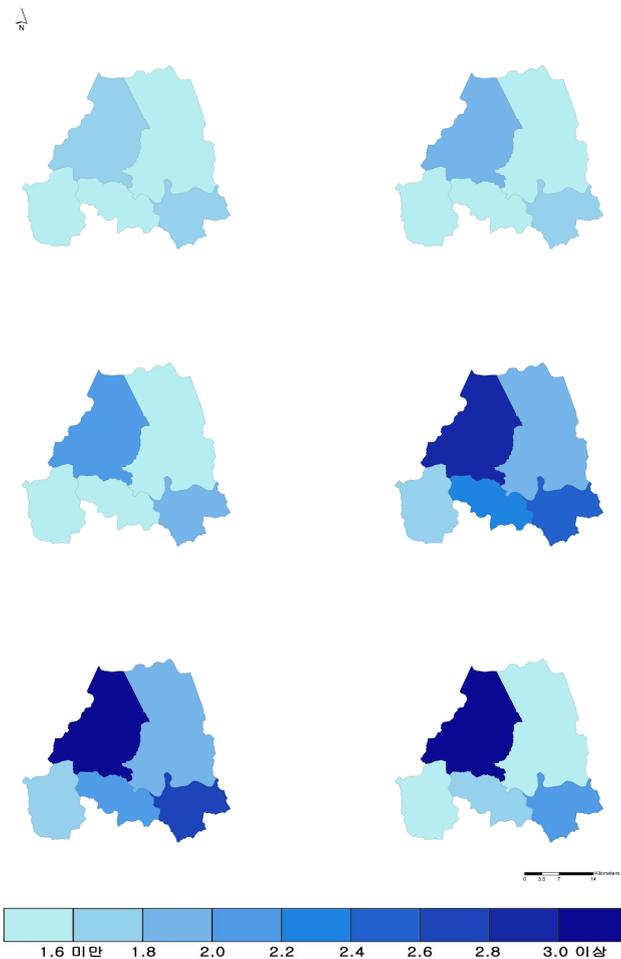


그림 3-11. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 호우일수 분포도
(2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

5) 기타요소

□ 2100년까지 30년 단위 서리일수와 결빙일수 변화

- 서리일수는 일최저기온과 결빙일수는 일최고기온과 연관되어 있음. 서천군은 강원도 평균보다 일최저기온은 낮고 일최고기온은 비슷하여 현재 서리일수와 결빙일수는 강원도 평균보다 많으나 감소속도는 강원도 전체 평균과 비슷함
- 온실가스 배출추세를 현재대로 유지하였을 경우 서리일수는 21세기 후반부 현재의 2/3수준이 되며 결빙은 현재의 1/5 수준이 될 것으로 예측됨

□ 2100년까지 30년 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화

- 식물성장가능기간과 여름일수는 평균기온 및 일최고기온과 관련되어 있으므로, 강원도 평균보다 평균기온이 낮고, 최고기온은 약간 높은 화천군에서는 식물성장가능기간의 증가는 작고 여름일수의 증가는 더 크게 나타남

- 온실가스 배출추세를 현재대로 유지하였을 경우 식물성장가능기간은 21세기 후반부 약 21%정도 증가하여 일 년에 세 달 정도를 제외하고는 식물성장이 가능하며 여름일수도 현재 3개월에서 약 5개월 정도로 늘어날 전망이다
- 폭염이나 열대야 일수와는 달리 지역적 차이는 크지 않으나 여름일수의 경우 하남면(152.8일)과 사내면(131.6일) 약 20일 정도 차이를 보임

□ 온실가스 감축정책 수행여부 비교

- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우 21세기 후반부 서리일수 감소는 크지 않을 것으로 예상되나, 결빙일수는 약 1/2 수준으로 떨어져 결빙일수가 온실가스 농도 증가에 더 민감하게 반응함을 알 수 있음
- 온실가스 감축정책을 적극적으로 추진할 경우 21세기 후반부 식물성장가능기간이나 여름일수는 소폭 증가하여 극한 기후현상으로 인한 영향을 어느 정도 막을 수 있음

표 3-9. 강원도 화천군의 동 단위 서리일수와 결빙일수 변화 (RCP 8.5)

	서리일수				결빙일수			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도 평균	144.1	132.9	113.5	89.2	36.4	28.7	14.7	6.3
화천군 평균	150.5	139.8	122.2	98.4	40.6	33.0	17.6	7.6
화천읍	147.8	137.9	120.5	96.8	39.6	31.8	16.5	6.8
간동면	148.5	138.9	120.1	96.0	33.2	26.0	11.7	4.0
하남면	146.7	137.5	119.8	95.7	32.9	26.7	13.1	4.9
상서면	154.7	143.2	126.1	102.3	44.4	36.1	20.0	8.9
사내면	154.1	140.9	123.0	99.0	48.2	40.7	24.5	12.3

표 3-10. 강원도 화천군의 동 단위 서리일수와 결빙일수 변화 (RCP 4.5)

	서리일수				결빙일수			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도 평균	144.1	131.9	124.1	117.5	36.4	26.1	21.7	17.4
화천군 평균	150.5	138.7	132.3	126.1	40.6	30.6	26.2	21.8
화천읍	147.8	136.8	130.6	124.5	39.6	29.5	24.9	20.6
간동면	148.5	137.7	130.6	124.1	33.2	22.6	18.9	14.4
하남면	146.7	136.2	129.6	123.4	32.9	23.8	20.1	16.1
상서면	154.7	142.2	135.8	129.7	44.4	34.0	29.4	24.8
사내면	154.1	139.7	133.3	126.9	48.2	39.0	34.3	29.7

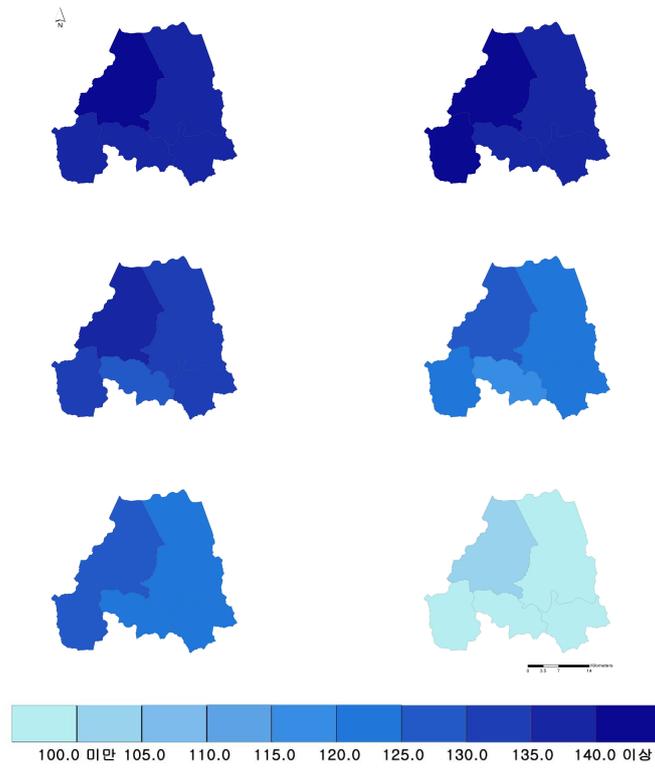


그림 3-12. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 서리일수 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

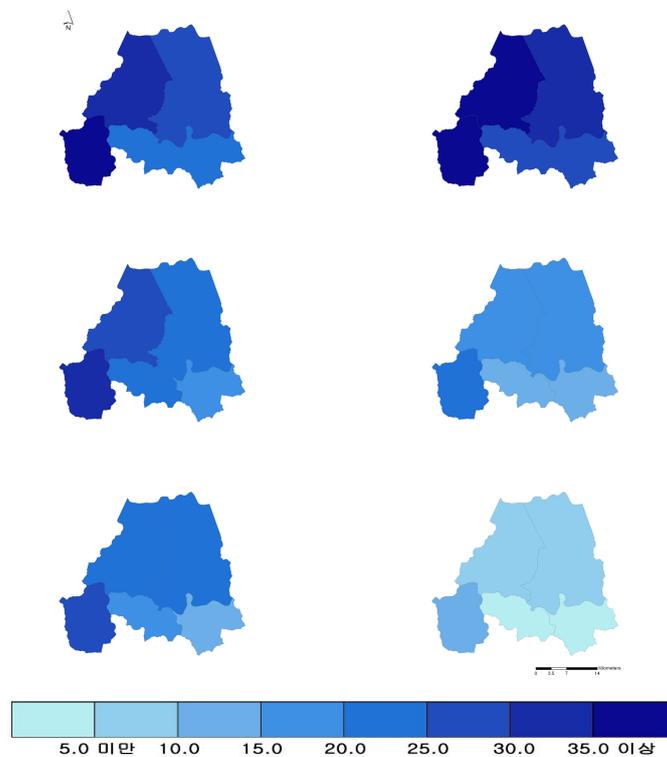


그림 3-13. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 결빙일수 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

표 3-11. 강원도 화천군의 동 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화(RCP 8.5)

	식물성장가능기간				여름일수			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도평균	230.1	235.3	257.9	284.0	74.6	83.7	105.8	133.6
화천군평균	226.9	229.0	248.2	275.1	81.1	88.1	111.7	141.3
화천읍	228.0	230.1	249.8	276.7	79.9	87.1	110.5	140.6
간동면	230.4	232.6	253.7	279.5	91.3	100.0	123.2	150.5
하남면	232.0	234.4	254.9	282.0	95.0	104.7	126.7	152.8
상서면	224.2	226.1	244.0	271.5	77.8	83.2	107.7	138.4
사내면	222.1	224.8	242.8	269.1	71.1	76.8	100.7	131.6

표 3-12. 강원도 화천군의 동 단위 식물성장가능기간과 여름일수 변화(RCP 4.5)

	식물성장가능기간				여름일수			
	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2000s	2011-2040	2041-2070	2071-2100
강원도평균	230.1	237.6	242.3	251.5	74.6	75.7	91.8	99.1
화천군평균	226.9	231.4	234.7	242.1	81.1	78.6	96.3	105.4
화천읍	228.0	232.2	235.5	242.9	79.9	77.5	95.1	103.9
간동면	230.4	234.4	238.2	245.6	91.3	91.0	109.5	117.5
하남면	232.0	236.0	239.5	246.6	95.0	95.9	114.0	121.4
상서면	224.2	228.8	232.1	239.3	77.8	73.1	91.1	101.1
사내면	222.1	228.3	231.3	238.8	71.1	67.3	84.2	94.2

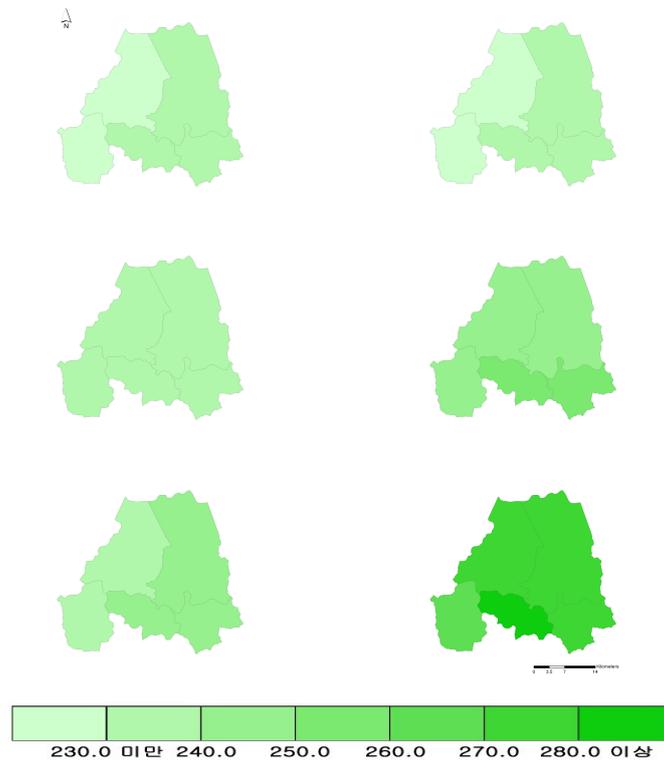


그림 3-14. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 식물성장가능기간 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

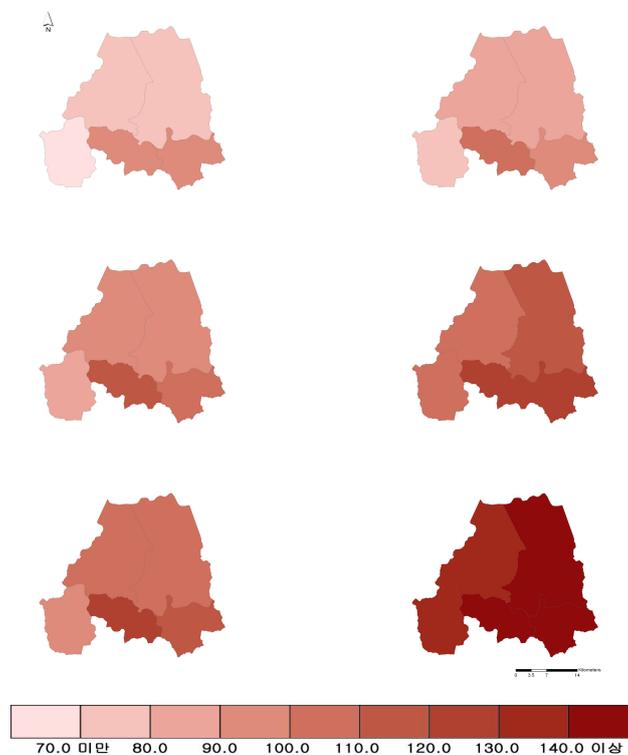


그림 3-15. RCP 4.5(좌)/8.5(우) 여름일수 분포도 (2011~2040년(상), 2041~2070년(중), 2071~2100년(하))

4. 결론

- 화천군은 강원도 내에서 기온이 낮은 지역으로 폭염, 열대야가 강원도 전체 평균보다 더 적게 발생할 것으로 보임. 화천군내 동별로도 기온의 큰 차이가 없고, 21세기 후반기에도 비슷한 정도(+4.9℃~+5.1℃)로 기온이 상승할 것으로 보임
 - 일최고기온은 동별로 뚜렷한 차이를 보여, 현재 일최고기온이 높은 하남면, 간동면에서 폭염 발생이 빈번하며 앞으로도 이 지역을 중심으로 더 크게 증가할 것으로 전망됨
 - 사내면의 경우 높은 산들이 자리하고 있어서 기온이 낮고, 그에 따라 미래에도 폭염과 열대야는 적게 나타남

- 화천군 강수량 증가율은 전국평균보다 낮은 편이나 강원도 평균보다는 약간 높고 강수강도와 호우일수 증가도 강원도 평균보다는 높아 기온보다는 강수로 인한 영향이 조금 더 클 것으로 예상됨
 - 강수강도의 증가는 두 시나리오 모두에서 상서면에서 크게 나타났고, 호우일수의 증가는 간동면에서 높게 나타날 것으로 예상됨

- 온실가스 감축정책을 수행할 경우 화천군의 21세기 후반기 기온상승(+2.3℃)은 온실가스 배출추세를 현재수준으로 유지하였을 경우(+5.0℃)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 24.6일에서 4.3일로 1/6 수준으로 증가 속도가 감소하며, 열대야도 온실가스 배출을 감소시킬 경우 19.8일 증가에서 4.5일 증가로 1/4 수준으로 증가할 것임. 따라서 온실가스 감축으로 열대야 보다는 폭염에 의한 영향이 더욱 줄어들 것으로 예상됨
 - 강수강도와 호우일수는 증가의 경우 온실가스 배출을 감소시킬 경우 오히려 증가하는 경향을 보여 강수예측에서 불확실성이 큼을 알 수 있음

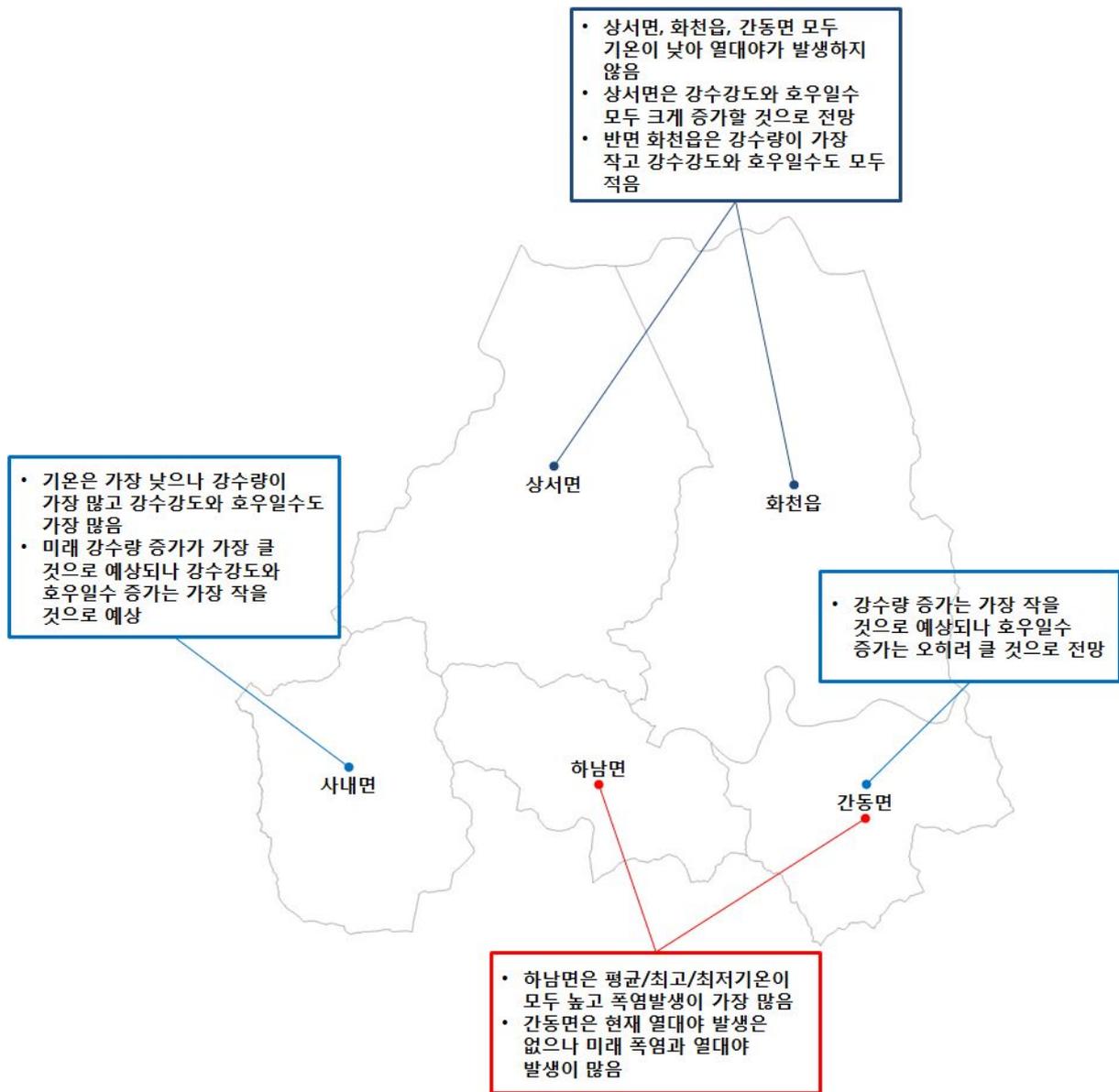


그림 4-1. 강원도 화천군 동별 기후변화 전망 요약

표 4-1. 강원도 화천군의 기후값(2001~2010) 대비 후반기(2071~2100)의 변화량(RCP 8.5)

	평균기온 (℃)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	강수량 (%)	폭염일수 (일)	열대야 (일)	강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
강원도평균	+5.0	+4.8	+5.2	+20.3	+26.8	+21.2	+2.0	+2.4
화천군평균	+5.0	+4.6	+5.3	+24.1	+24.6	+19.8	+2.6	+3.4
화천읍	+5.0	+4.6	+5.3	+20.0	+23.8	+21.3	+1.2	+2.3
간동면	+5.0	+4.7	+5.2	+12.0	+32.2	+20.8	+3.9	+5.5
하남면	+4.9	+4.7	+5.3	+28.5	+32.6	+25.0	+3.0	+2.7
상서면	+5.0	+4.7	+5.4	+25.2	+21.9	+17.8	+5.2	+5.9
사내면	+5.1	+4.6	+5.5	+36.8	+18.5	+15.0	+1.2	+1.9

표 4-2. 강원도 화천군의 기후값(2001~2010) 대비 후반기(2071~2100)의 변화량(RCP 4.5)

	평균기온 (℃)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	강수량 (%)	폭염일수 (일)	열대야 (일)	강수강도 (mm/일)	호우일수 (일)
강원도평균	+2.3	+2.2	+2.6	+26.4	+6.9	+6.0	+3.0	+2.5
화천군평균	+2.3	+1.9	+2.7	+31.1	+4.3	+4.5	+4.4	+5.8
화천읍	+2.3	+2.0	+2.6	+29.9	+4.5	+5.3	+3.4	+6.5
간동면	+2.3	+2.1	+2.5	+23.2	+6.3	+4.4	+5.7	+9.0
하남면	+2.3	+2.0	+2.6	+37.2	+6.2	+6.6	+4.2	+4.8
상서면	+2.3	+2.0	+2.8	+29.7	+3.6	+4.0	+6.3	+8.4
사내면	+2.4	+1.9	+2.9	+37.5	+2.1	+2.6	+3.4	+6.2

『강원도 화천군 기후변화 상세 분석보고서』

2012년 12월 발행

주관·편집·발간	기상청 기후과학국 한반도기상기후팀
협 조	철원기상대
주 소	156-720 서울시 동작구 여의대방로 16길 61 기상청 기후과학국 한반도기상기후팀
전 화	(02) 2181 - 0456
인 쇄 인	대원디지털출력센터
전 화	(02) 2266-6729

※ 「강원도 화천군 기후변화 상세 분석보고서」는 저작권법에 의해 보호받고 있으므로 무단 복제 및 전제를 할 수 없으며, 이 책의 전부 또는 일부 내용을 재사용하려면 저작권자인 기상청의 사전 동의를 받아야 합니다.