

물과 공기

기상과 기후

우리나라는 몬순의 영향으로 여름은 덥고 습하지만, 겨울은 매우 건조하고 춥다. 우리나라의 기후 분포는 위도, 해발 고도, 지리적 위치, 수륙 분포, 해류, 아시아 몬순, 기단 등 주요 기후 인자의 영향을 받는다.

남북으로 길게 뻗어 있는 한반도의 특성상 위도에 따라 달라지는 태양 복사 에너지 양과 낮 길이의 차이로 인해 남북 간 기온 차이가 크다. 한반도의 남단에 위치한 서귀포(북위 33°14')의 연평균 기온은 16.6℃인 반면 철원(북위 38°08')의 경우 연평균 기온이 10.2℃로 위도에 따라 큰 차이가 나타난다.

해발 고도에 따라서도 기후 특성이 다르다. 기상 관측 지점 중 해발 고도가 가장 높은 대관령(해발 고도 773m)의 연평균 기온은 6.6℃로 비슷한 위도에 있는 홍천(해발 고도 141m)의 10.3℃와 비교하면 3.7℃ 가량 낮다. 남부 지역에서도 일설(해발 고도 248m)의 연평균 기온은 11.2℃, 정읍(해발 고도 45m)은 13.1℃로 차이가 나타난다.

지리적 위치에 따라서도 기후 차이가 발생한다. 태백산맥이 장벽 역할을 하여 바람받이 사면과 바람그늘 사면의 기후 차이가 두드러진다. 겨울에 한랭한 북서 계절풍이 탁월할 때 바람받이 사면(영서 지역)인 춘천의 기온은 낮고, 바람그늘 사면(영동 지역)의 속초는 기온

이 높다. 춘천의 8월 월평균 최고 기온은 24.6℃로 속초(23.7℃)보다 높지만, 1월 월평균 최저 기온은 -4.6℃로 속초(-0.3℃)보다 크게 낮다. 반면 북동 기류가 들어오면 속초가 춥고 춘천이 따뜻해진다. 또한, 북동 기류가 난류가 흐르는 동해를 지나 태백산맥에 의해 강제 상승하면 영동 지역에 많은 눈이 내리기도 한다.

우리나라는 대륙성 기후의 특성이 탁월하지만, 해양의 영향을 받는 해안 지역은 내륙 지역과 기후가 서로 다르게 나타난다. 내륙에 위치한 대전의 연교차는 해안에 인접한 보령보다 0.3℃ 더 크다. 대전의 여름철(6, 7, 8월) 평년값은 보령보다 약 1.3℃ 높다.

우리나라의 기후에 영향을 미치는 주요 해류에는 동해의 동한 난류와 북한 한류, 황해의 황해 난류가 있다. 대한 해협 동쪽 끝에서 대마 난류로부터 나뉘진 동한 난류는 동해안을 따라 북위 37°-38° 부근까지 따뜻한 바닷물을 공급한다. 동한 난류의 일부는 겨울에 강원도 고성군 해안까지 북상하여 인근 지역의 기후에 영향을 준다. 오키나와 해에서 남하하는 연해주 한류의 한 갈래인 북한 한류는 함경도 해안을 따라 내려오면서 겨울에 강원도 남부까지 영향을 미친다. 쿠로시오 및 대마 난류의 지류인 황해 난류는 제주도 서부 해역에서 황해 남부로 북상하여 서해안의 기후에 영향을 미치기도 한다. 여름에는 황

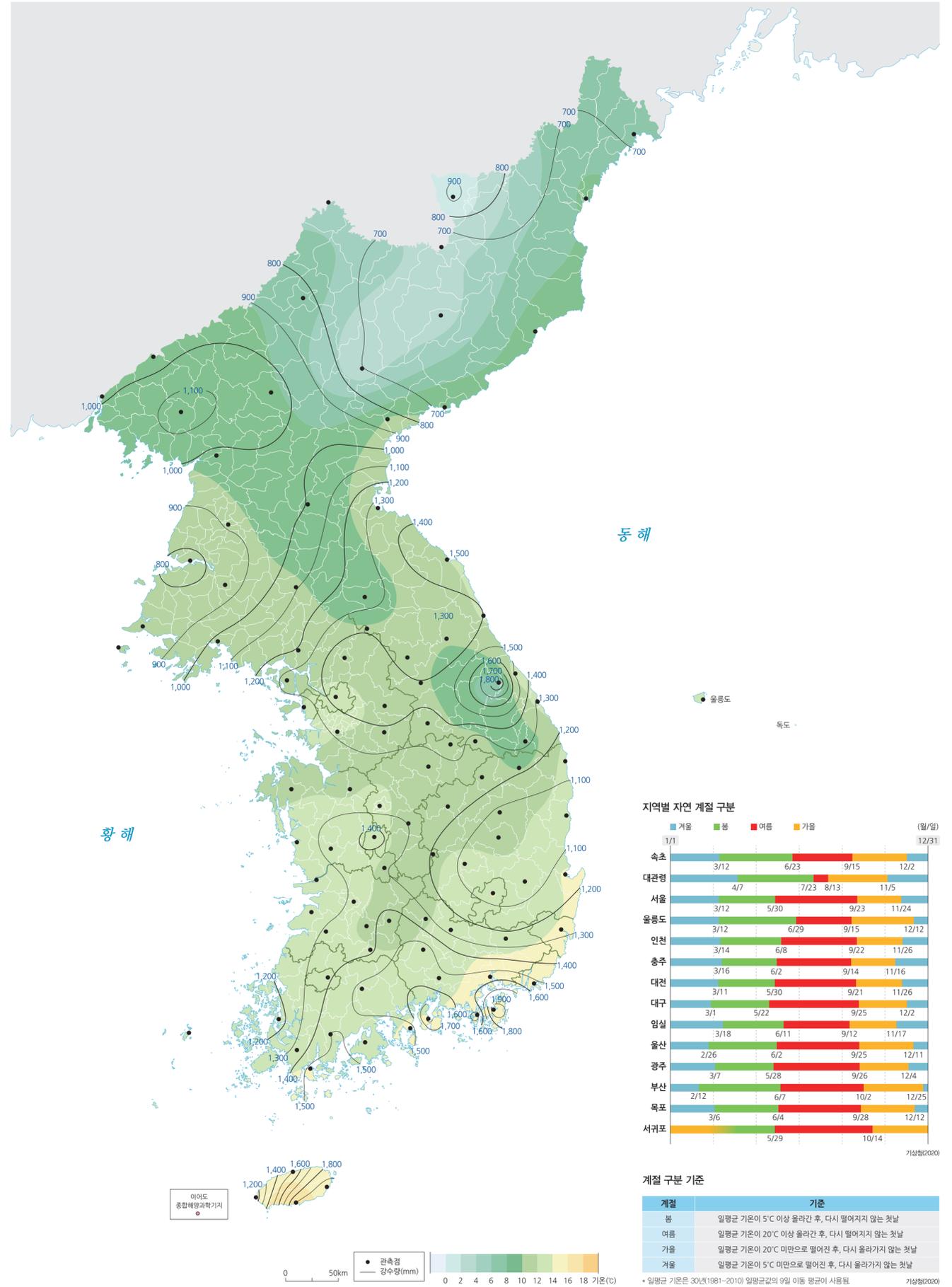
해 난류의 북상이 강해지는 반면, 겨울에는 황해 난류의 유입이 약해진다.

몬순은 한반도를 포함한 중국, 일본 등 동아시아에서 수륙 분포, 대륙과 해양의 비열 차이로 발생한다. 동아시아는 겨울철 대륙의 영향으로 한랭 건조한 바람이 불어오고, 여름철 북태평양의 영향으로 고온 다습한 바람이 불어온다. 우리나라에 영향을 미치는 기단은 시베리아 기단, 북태평양 기단, 오키나와 해 기단, 적도 기단 등이 존재한다.

일 평균 기온을 이용한 기상청 계절 구분 기준(기상청, 2020)에 따라 자연 계절을 구분하면, 지역에 따라 계절별 시작일과 일수에 차이가 발생한다. 서귀포를 제외하면 봄이 가장 빨리 오는 곳은 부산(2월 12일)이고 가장 늦는 곳은 대관령(4월 7일)이다. 대관령(7월 23일), 울릉도(6월 29일), 속초(6월 23일)를 제외한 지점의 여름 시작일은 대부분 5월 말과 6월 초로 약 90-120일 지속된다. 대관령(8월 13일)을 제외한 지점의 가을 시작일은 9월 중순이고, 가을 지속 기간은 약 60-90일로 봄과 여름에 비해 짧은 편이다. 겨울은 11월 말에 시작하며, 지속 기간은 약 50-150일로 지역 간 차이가 크게 나타난다.

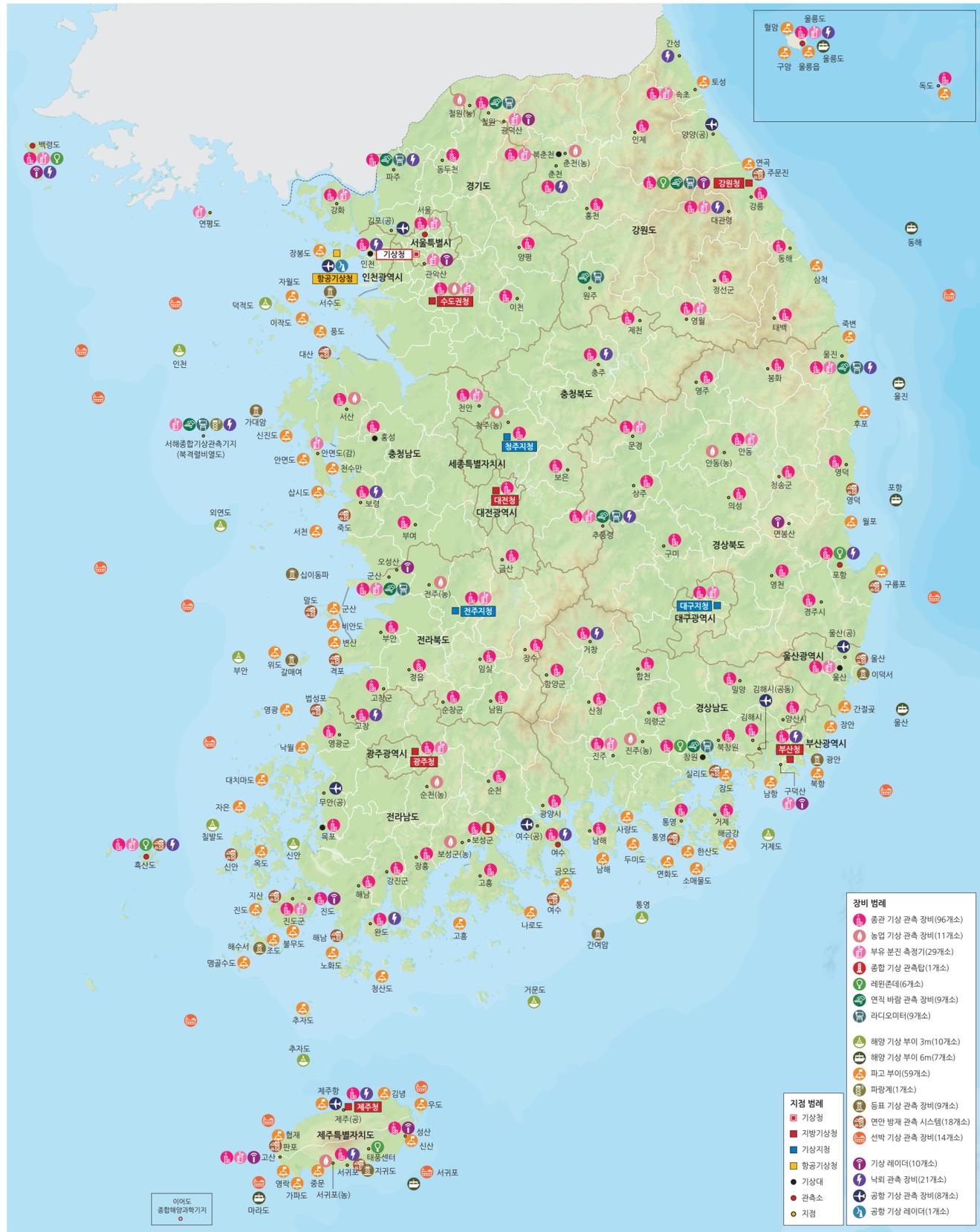
기후 개관

연평균 기온과 강수량



기상 관측

기상 관측망



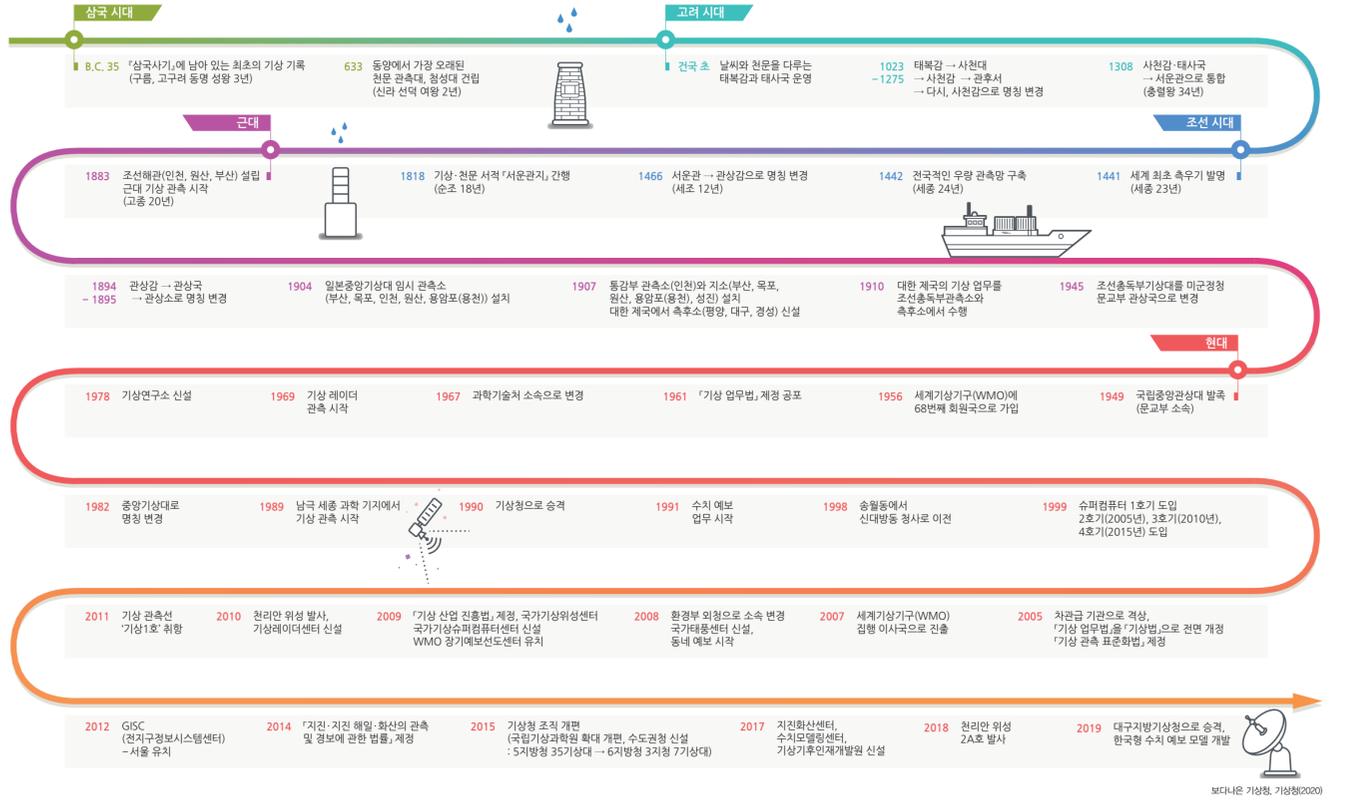
기상청은 지상 기상 관측을 비롯하여 고층·해양·레이더·항공·지진 등 분류별 기상 관측을 수행하고 있다. 지상 기상은 590개소(종합 기상 관측 장비 ASOS 96개소, 방재 기상 관측 장비 AWS 494개소)의 지상 기상 관측망을 운영하고 있으며, 고층 기상 관측 장비는 레

인콘데 6개소, 연직 바람 관측 장비와 라디오미터 9개소를 운영하고 있다. 해양은 해양 기상 부이 17개소, 파고 부이 59개소, 등표 기상 관측 장비 9개소, 선박 기상 관측 장비 14개소, 연안 방재 관측 장비 18개

소, 파랑계 1개소와 1척의 해양 기상 관측선(기상 1호)을 운영하고 있다. 또한, 기상 레이더 10개소, 나뭇 관측 장비 21개소, 항공 기상 관측 장비 8개소, 지진 관측 장비 156개소 등의 관측 업무를 수행하고 있다.

기상의 역사

연혁



『삼국유사』에 의하면 우리나라 기상 역사는 하늘에서 무리 3,000명과 함께 태백산 꼭대기 신단수 밑에 내려온 환웅으로부터 시작된다. 그는 풍백·우사·운사를 거느리고 세상을 다스리기 시작하였는데, 이는 기상의 기본 요소인 바람, 비, 구름을 부리는 존재를 나타내고 있음을 알 수 있다. 삼국 시대부터 수많은 기상 관측 기록이 남아 있으며, 고려 시대에는 날씨와 천문을 다루는 정부 관서인 서운관 등을 운영하였다.

조선 시대에는 발전된 기상 관측 기록이 남아 있다. 세계에서 가장 먼저 강우량을 측정하는 측우기를 발명하였으며(1441년), 전국적인 강우량 관측망을 구축하였다. 또한 풍향 관측을 위한 풍기를 제작·설치하기도 하였다.

고종이 조선 해관 총세무사로 임명한 독일인 뮐렌도르프(P. G. Von Moellendorfer)는 1884년 인천항과 원산항에 기상 관측 기기를 설치하여 근대적인 기상 관측을 개시하였으며, 1887년에는 부산항에도 기상 관측 기기를 설치하였다. 1904년부터 부산, 목포, 인천, 용암포, 원산 등 5개소에 임시 기상 관측소를 설치하였고, 그 후 성진과 진남포에도 임시 관측소를 설치하여 모두 7개소의 관측소로 기상 관

측망을 구성함으로써 근대 기상 업무의 기반을 다지게 되었다. 1907년 인천 관측소 산하에 경성, 평양, 용암포, 대구, 부산, 목포, 원산, 성진 등 8개 측후소가 설립되었으며, 일기 예보와 폭풍 경보 규정을 공포함과 동시에 예보 업무를 시작하였다. 1911년 강릉측후소, 1914년 용기·중강진측후소가 설치됨으로써 전국적인 기상 관측망을 구성하였다.

1948년 대한민국 정부 수립 이후 기상 업무는 문교부 소관 업무로 계승되다가, 1949년에는 국립중앙관상대가 문교부 소속 기관으로 신설되었다. 1960년대까지 직제의 정비와 각종 법령을 마련하고 기상 통신문을 개선함으로써, 기상 관측 및 일부 분석 자료의 즉시 교환 체계를 구축하였으며, 해외 기상 협력의 기틀을 마련하게 되었다. 1970년대는 근대 기상 업무 시작 이래 가장 많은 발전을 이룬 시기로, 기상 업무의 전산화, 위성·레이더 관련 관측 등 현대적 기상 행정 및 기술 체계가 구축되었다. 1980년대는 우리나라 기상 업무의 현대화 기반을 구축한 발전기로 조직 보강, 기상 관측망 확충과 장비 현대화, 국지 예보 시행과 예보 자료 개편화, 기상 업무 전산화, 기후 자료 및 산업 기상 정보의 제공 등이 이루어졌다.

기상 산업의 규모

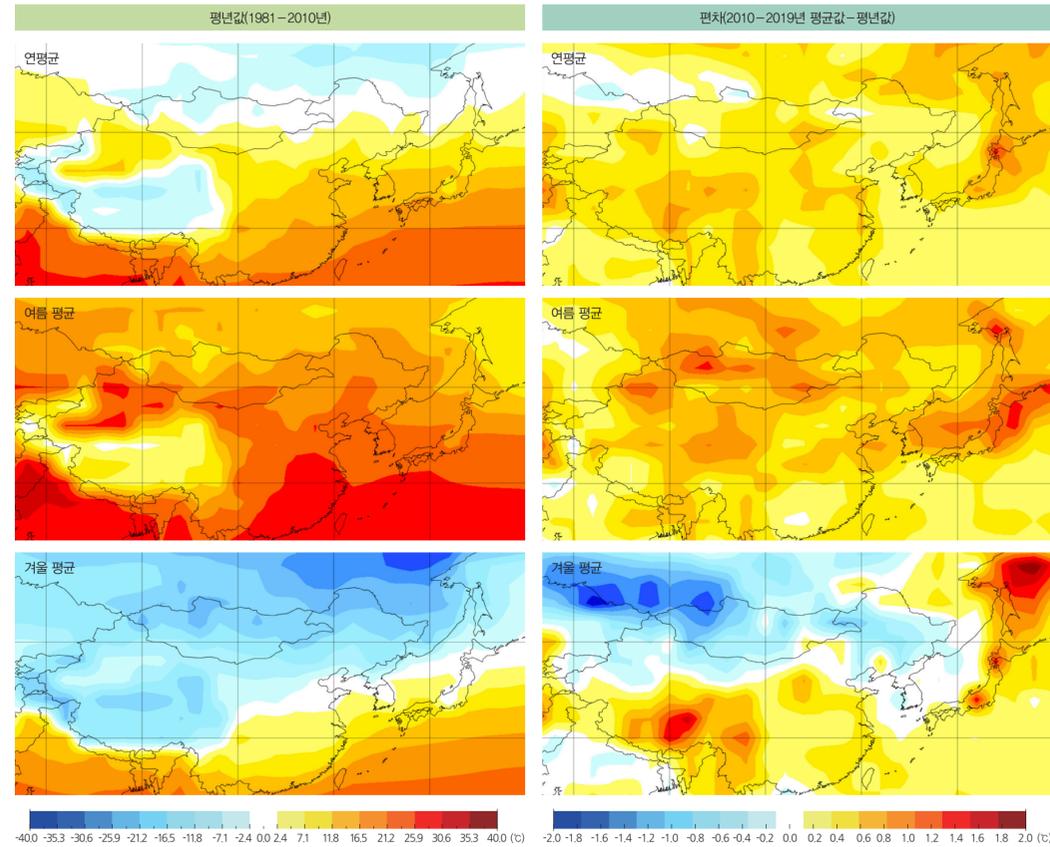


우리나라의 기상 산업 시장 규모는 2018년 기준 4,800억 원 규모로 꾸준한 성장하고 있다. 선진 국가들은 기상 산업을 국가 신성장 동력으로 삼고 있다. 기상 재해 피해 확대에 따라 전 세계적으로 기상 산업 수요가 확대되었으며, 기상청에서는 기상 기업 해외 진출 및 수출 활동 지원을 통해 정체된 국내 기상 산업 신성장 동력을 확보하고, 기상 산업 시장 확대를 추진하고 있다. 이에 기상청은 기상 기업 역량 강화를 위해 전 주기적 기업 지원 체계를 확립하고, 국내외 판로 확대 지원, 시장 지향형 기상 서비스 연구 개발 실용화 확대 등 기상 산업 활성화를 위한 다양한 정책을 추진하고 있다.

『기상 산업 진흥법』은 기상 산업의 발전 조성과 경쟁력 강화를 위하여 기상 산업의 지원·육성에 관한 사항을 정함으로써 국가 경제 발전에 이바지하는 것이 그 목적이다. 이를 체계적이고 효율적으로 달성하기 위하여 5년마다 기상 산업 진흥 기본 계획을 수립하여 추진하고 있다. 제1차 기상 산업 진흥 기본 계획(2011-2015) 수립 이후, 기상 산업 지원 및 활성화 기반 구축을 통해 우리나라는 기상 산업 성장기에 진입하였다. 제2차 기상 산업 진흥 기본 계획(2016-2020)은 글로벌 기상 산업 강국으로 도약하기 위해 기상 기업의 역량 강화를 통한 기상 산업의 가치 확산에 주안점을 두고 있다.

동아시아 기후 변화

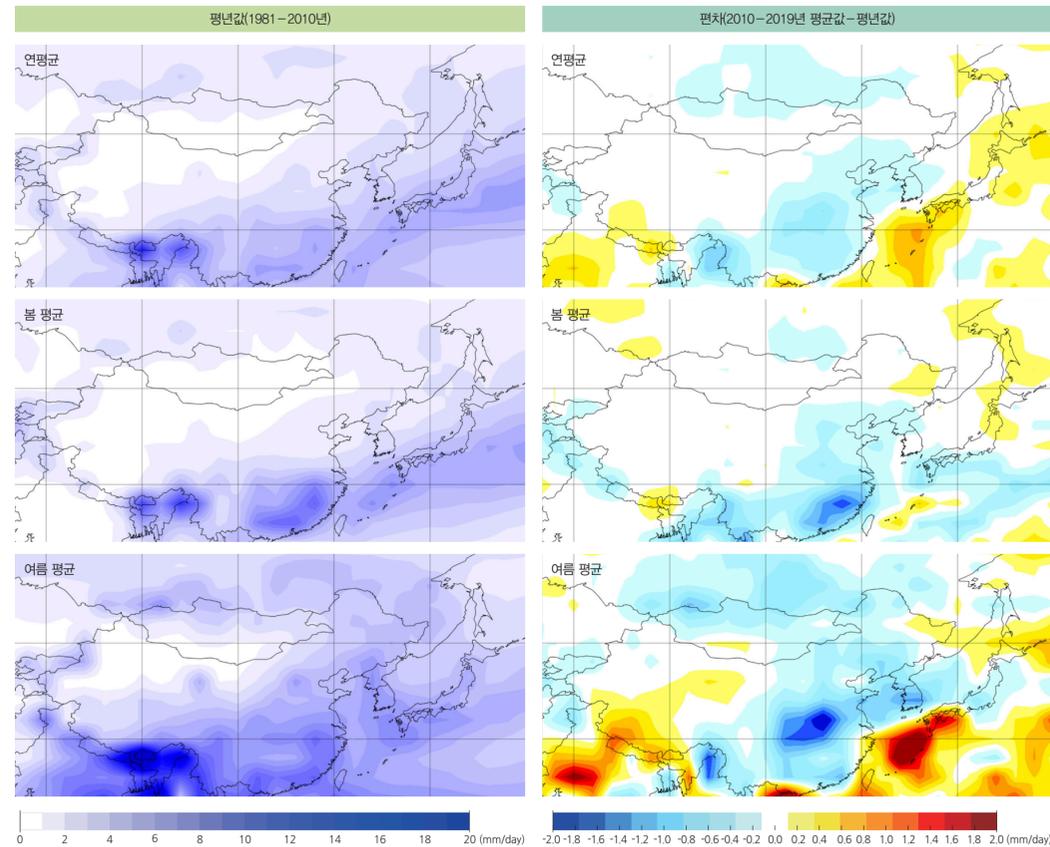
연평균 및 계절 평균 기온의 평년값과 최근 10년 편차



동아시아 지역 최근 10년(2010-2019년)의 기후 특성 변화를 보면 기온이 상승하는 경향이 나타난다. 최근 10년간 평균 기온을 평년값(1981-2010년 평균값)과 비교하면, 겨울철을 제외한 모든 계절에서 동아시아 지역의 기온이 높아졌다. 연평균 기온은 약 0.2-0.8℃ 상승하였고, 계절별로는 봄철과 여름철의 기온 상승의 정도가 크다. 겨울철 동아시아 북부 내륙 지역에서는 평년과 비교하여 최근 10년 평균 기온이 더 낮게 나타난다. 한반도 지역에서 최근 10년 기온 변화는 평년에 비하여 여름철에는 약 0.6-1.1℃ 상승하였으며, 겨울철 기온 변화는 여름과 비교할 때 그 정도가 크지 않았다.

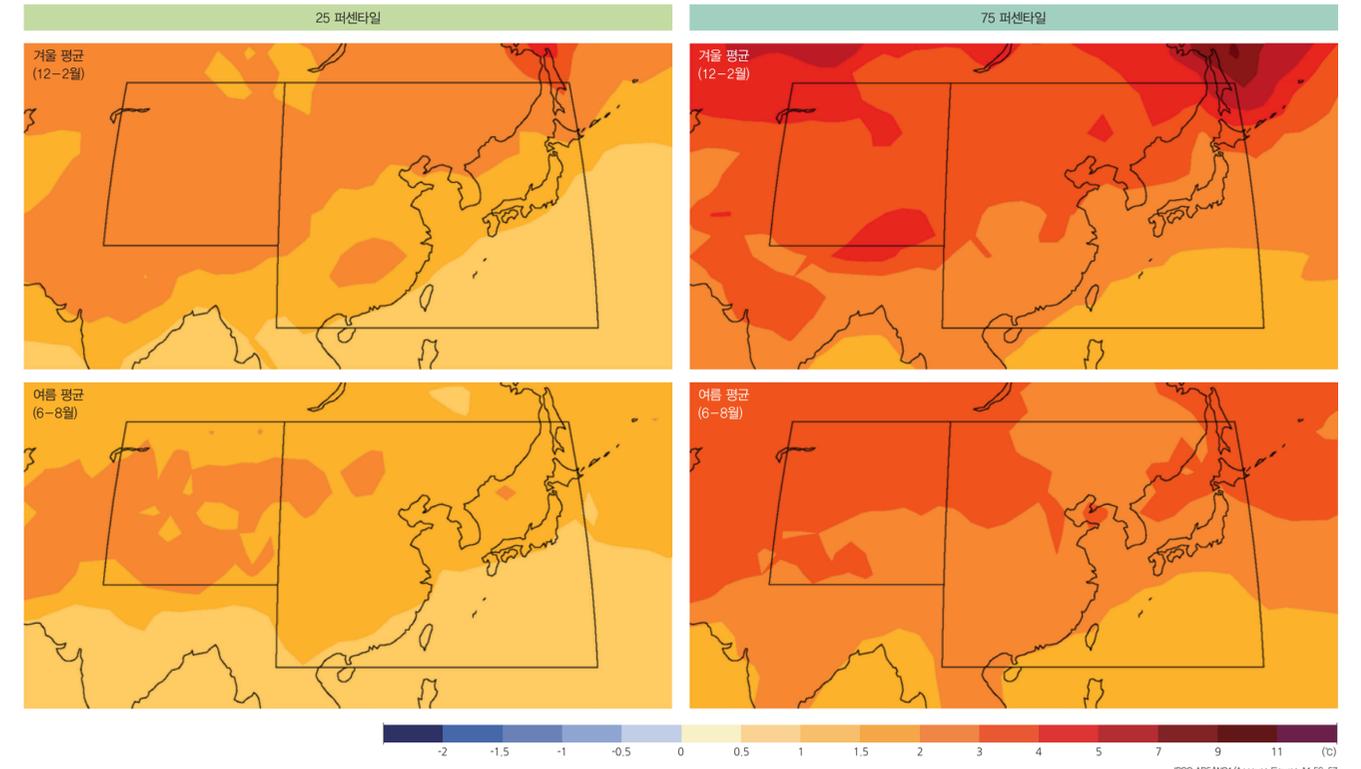
* ERA5 재분석 자료(ERA5, 2019; DOI: 10.24381/cds.1170507)를 이용하여, Panoply Data Viewer(Panoply 4.11.5, NASA Goddard Institute for Space Studies)에서 분석되어 산출된 지도임.

연평균 및 계절 평균 강수량의 평년값과 최근 10년 편차

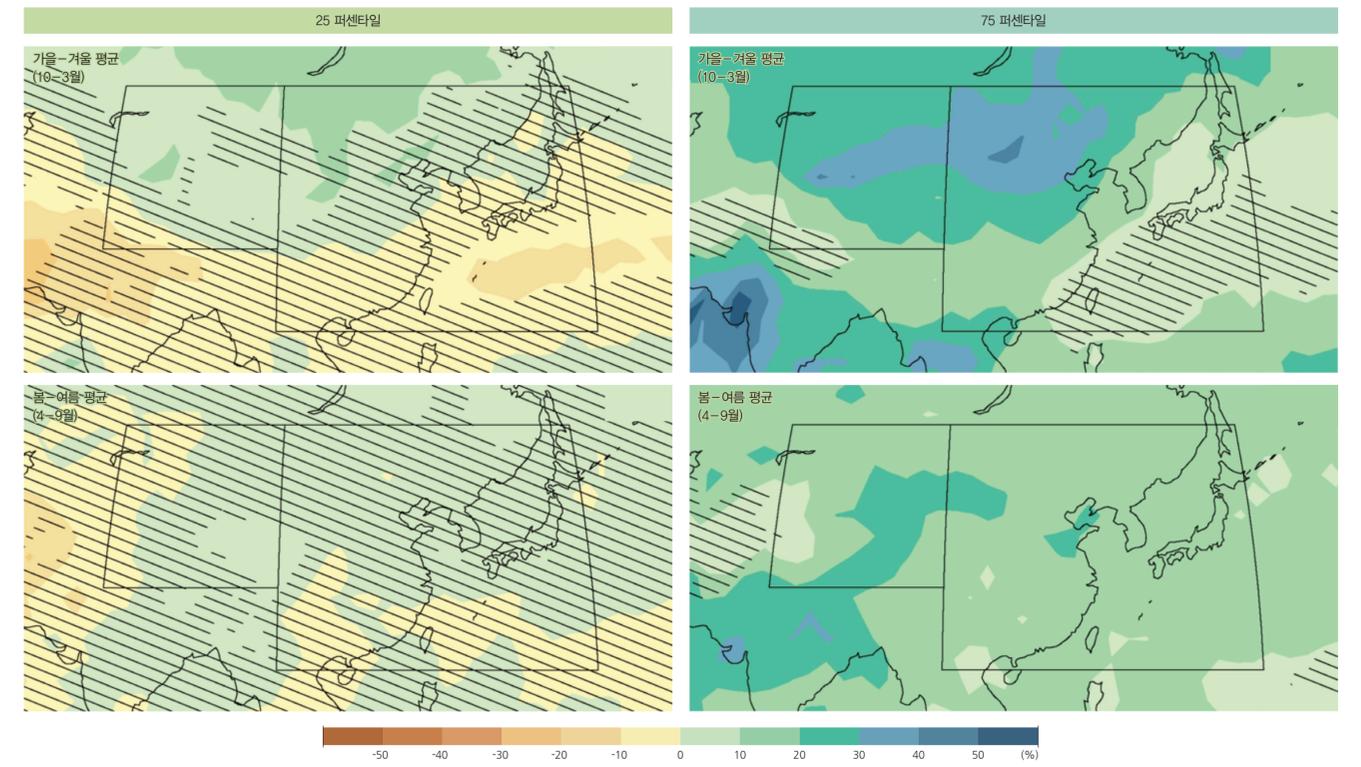


연 강수량의 경우 최근 10년 평균값의 평년 차는 동아시아 지역의 육지와 해양에서 상이한 변화 경향을 나타낸다. 육지는 강수량이 감소한 반면, 해양 지역의 강수량은 증가하였다. 이러한 육지와 해양 간의 강수량 변화 경향의 차이는 여름철에 뚜렷하게 보여진다. 육지 강수량의 감소는 겨울을 지나 봄과 여름으로 지속되며, 이는 봄철 동아시아의 물 부족 현상에 영향을 줄 수 있다. 한반도의 최근 10년 동안 연평균 강수량은 평년에 비하여 감소하였는데, 이는 여름철 강수량 감소에 기인한 것이다.

동아시아 계절 평균 기온 전망



동아시아 계절 평균 강수량 전망



* RCP 4.5 시나리오가 예측한 1986-2005년 평균에 대한 2081-2100년 평균의 변화.
 ** 25 퍼센타일과 75 퍼센타일은 The WCRP Coupled Model Intercomparison Project - Phase 5 (CMIP5)가 예측한 2081-2100년 기간의 계절별 평균 강수량의 하위 25%와 상위 25%에 해당하는 값이다. 빙점선 지역은 2081-2100년의 강수량이 1986-2005년의 강수량에 비해 적은 곳이다.

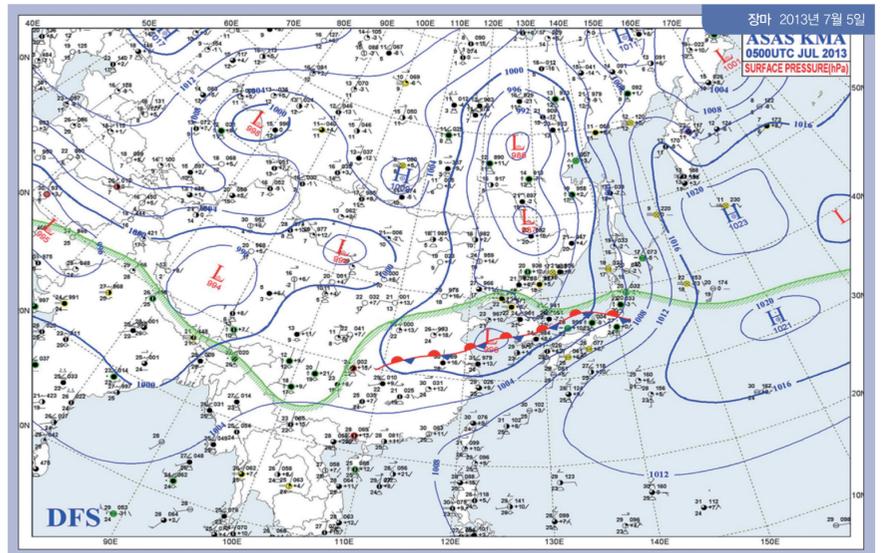
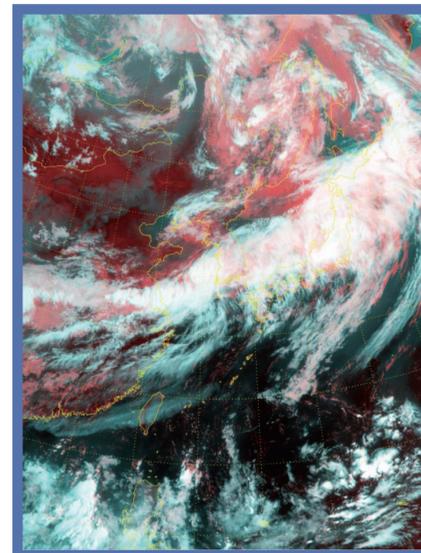
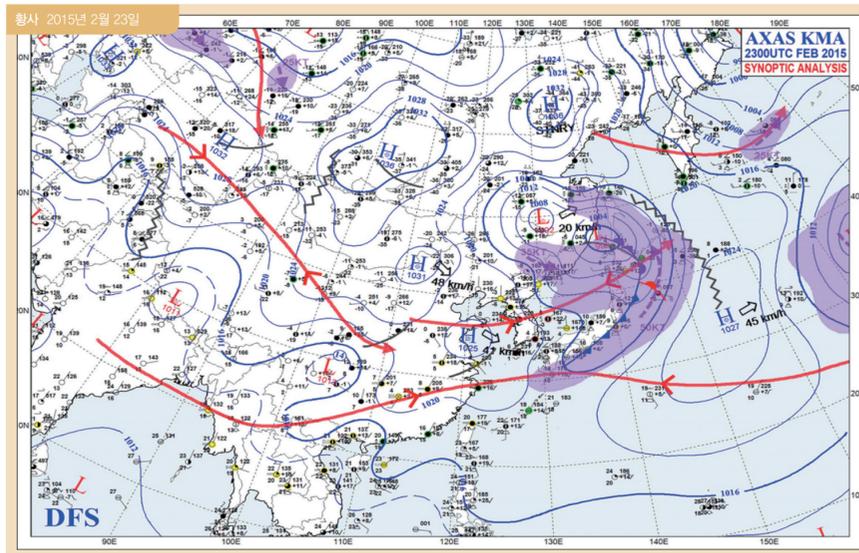
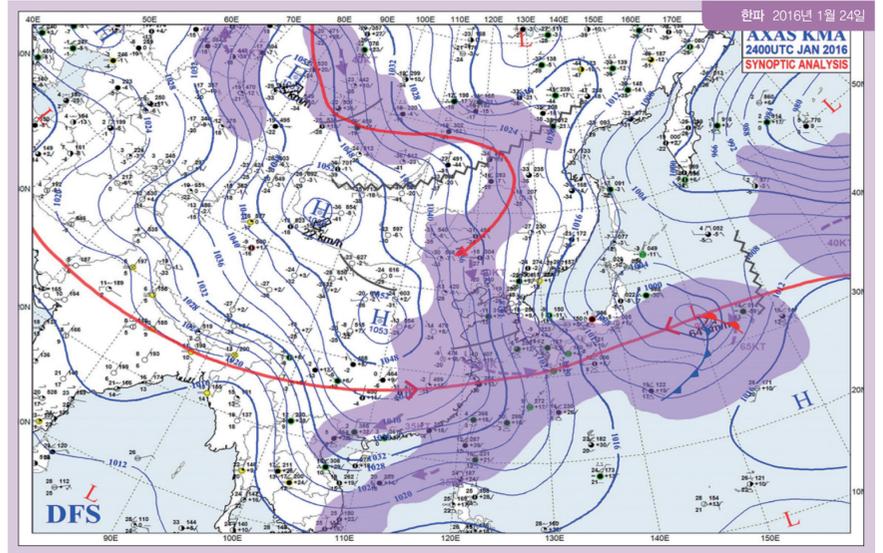
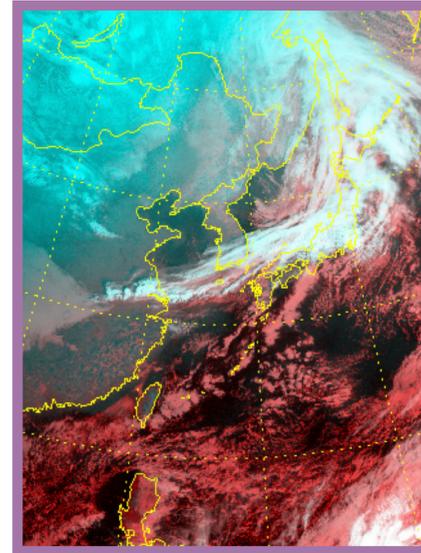
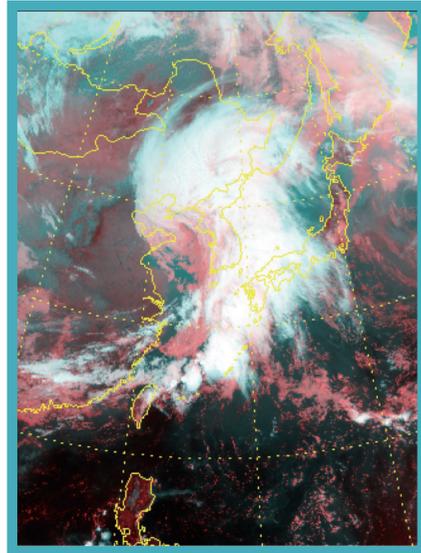
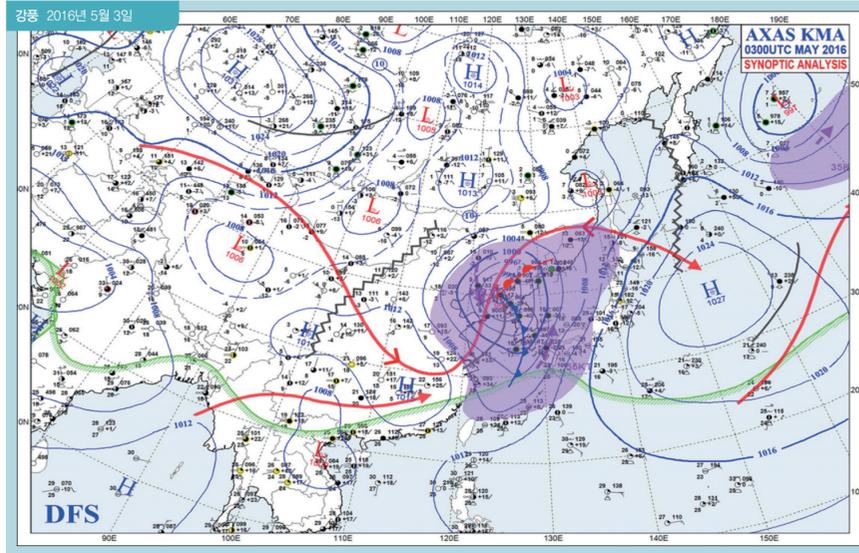
21세기 말(2081-2100년) 동아시아 대륙의 지표 온도 변화는 RCP 4.5 시나리오에서 1986-2005년과 비교하여 겨울과 여름 모두 1.5℃를 넘을 가능성이 높다. 미래 전망을 위해 사용된 모델 분포의 상위 25%(75 퍼센타일)에 해당되는 겨울과 여름 평균 기온은 3℃ 이

상 상승할 수 있다. 강수량의 변화는 지역에 따라 차이가 있을 것으로 전망된다. 모델 분포의 하위 25%(25 퍼센타일)에 해당되는 강수량의 변화는 동아시아 남부 아열대 지역에서는 감소하는 반면, 북부 내륙 지역에서는 증

가 전망된다. 75 퍼센타일에 해당되는 강수량은 1986-2005년과 비교할 때 동아시아 전역에서 증가할 가능성이 높다.

일기도

지상 일기도 및 천리안 위성 영상



기상청(2016)

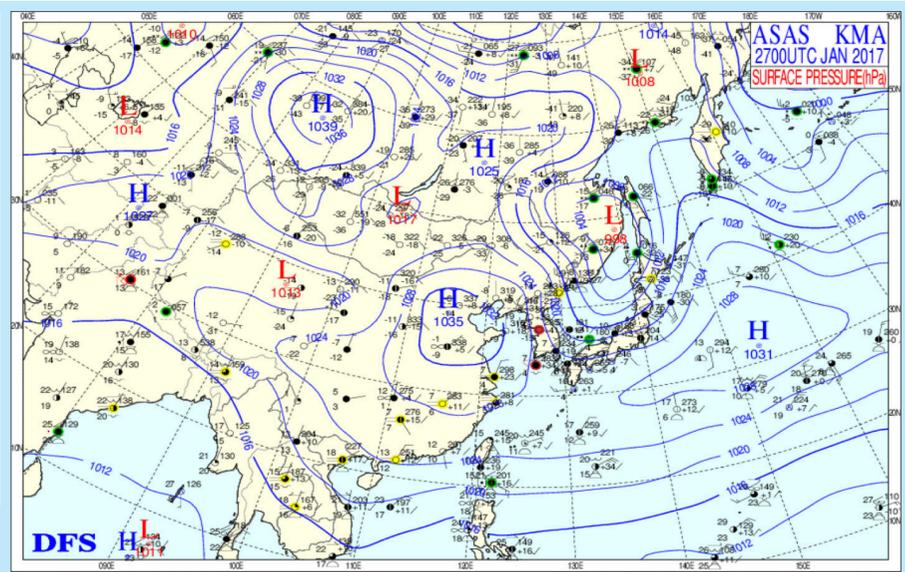
기상청(2016)

한파와 열파 일기도

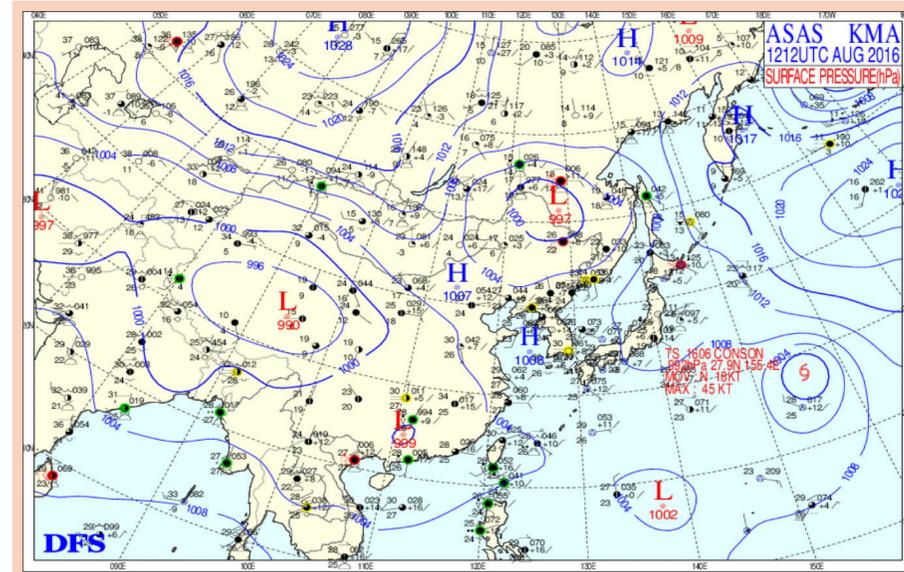
“ 한파 일기도
2017년 1월 27일 09:00 KST

기상청에서 생산된 지상 일기도는 2017년 1월 27일 우리나라에서 발생한 한파의 동인이 되는 서고동지형의 기압 패턴을 뚜렷하게 보여 주고 있다. 한반도의 북서쪽에 위치한 시베리아 고기압으로부터 불어 내려오는 대륙의 한랭 건조한 바람은 우리나라에서 발생하는 한파의 주요 원인이 된다.

”



기상청(2020)



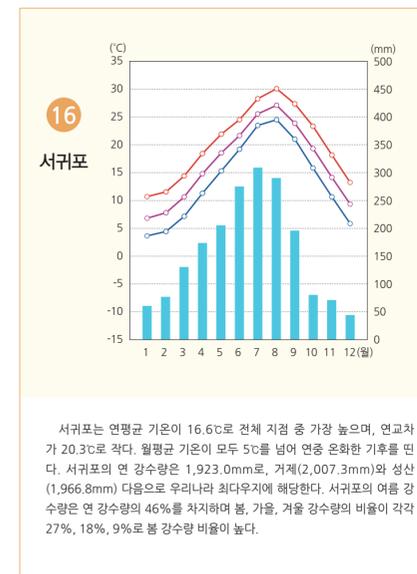
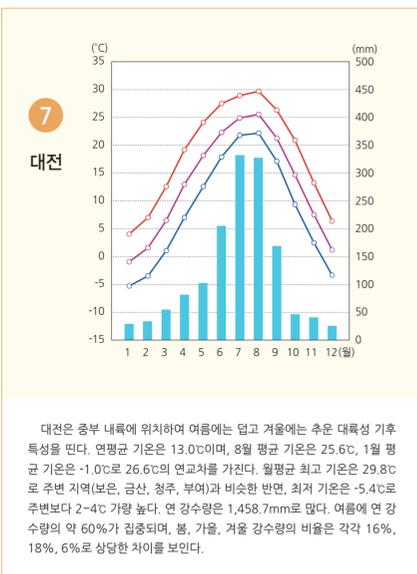
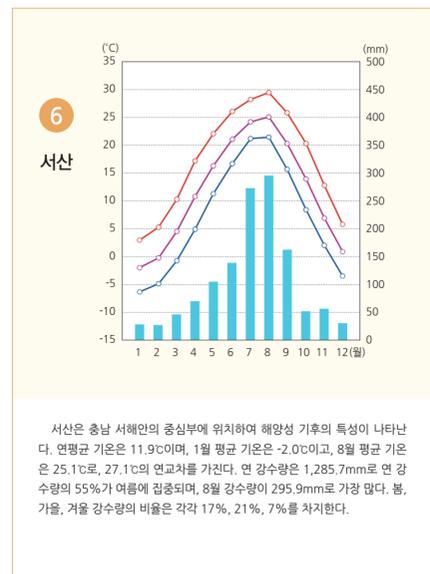
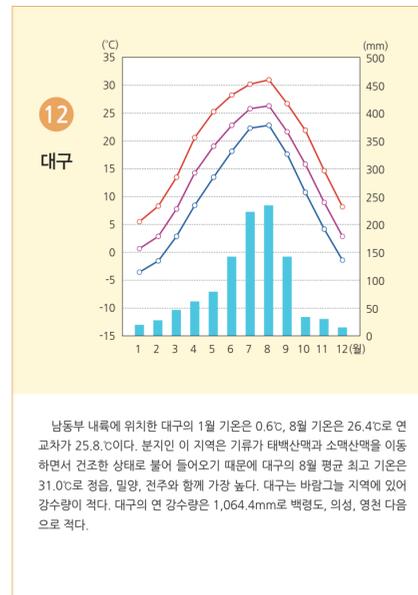
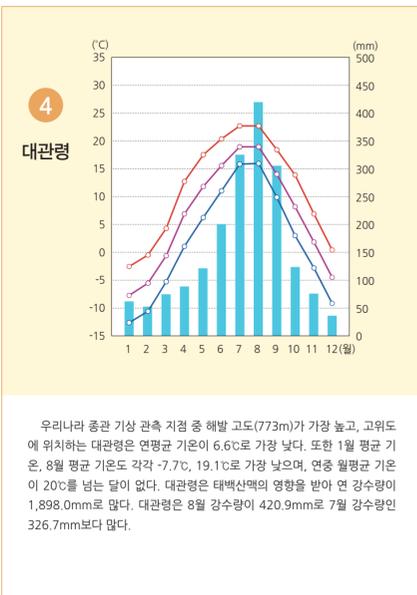
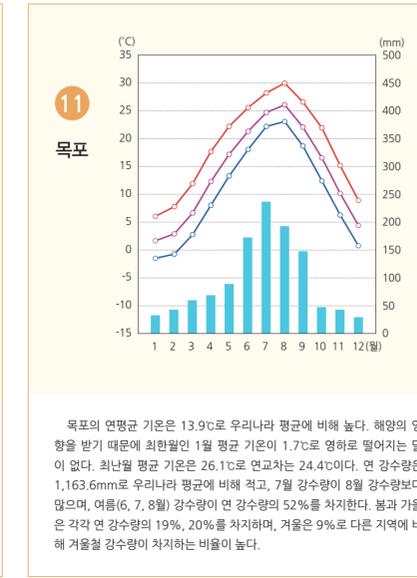
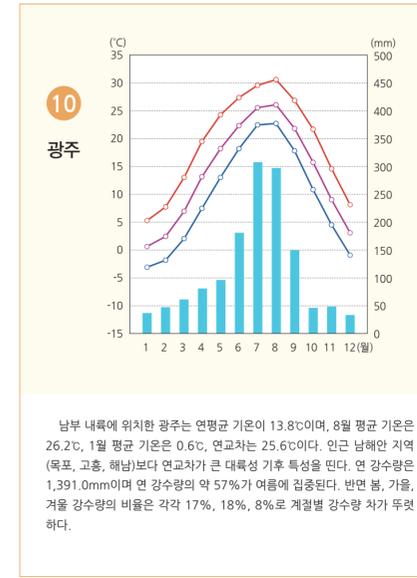
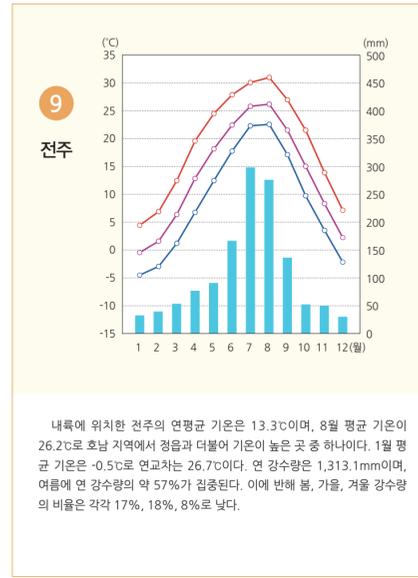
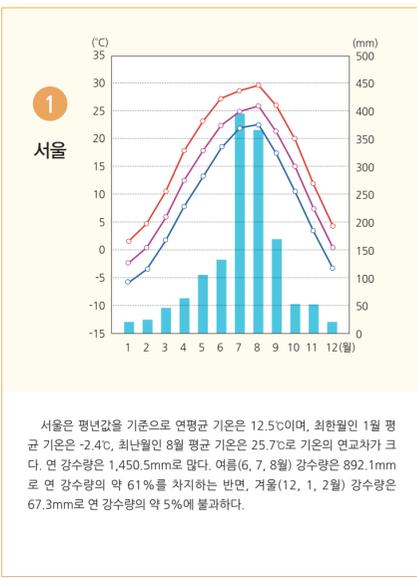
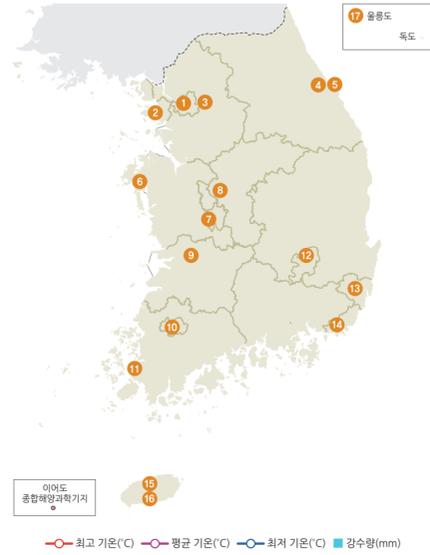
“ 열파 일기도
2016년 8월 12일 21:00 KST

2016년 8월 12일 지상 일기도는 한반도의 서쪽과 북동쪽에 저기압이 위치해 있으며 우리나라는 그 사이에 놓여진 정체성 고기압의 영향을 받고 있음을 보여 준다. 정체성 고기압은 일사량을 증가시킴으로서 열파의 원인이 될 수 있다.

”

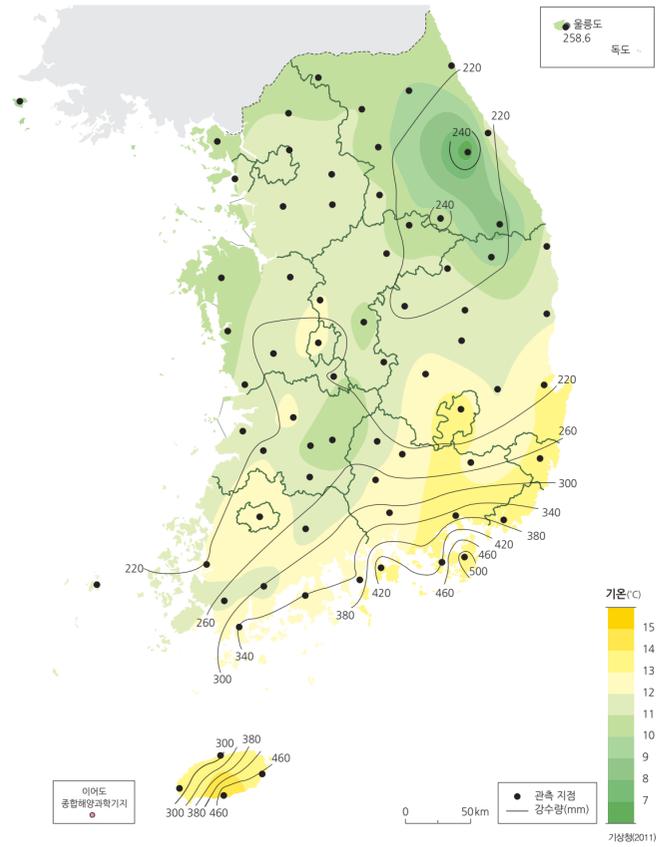
기상청(2020)

주요 지역의 기후

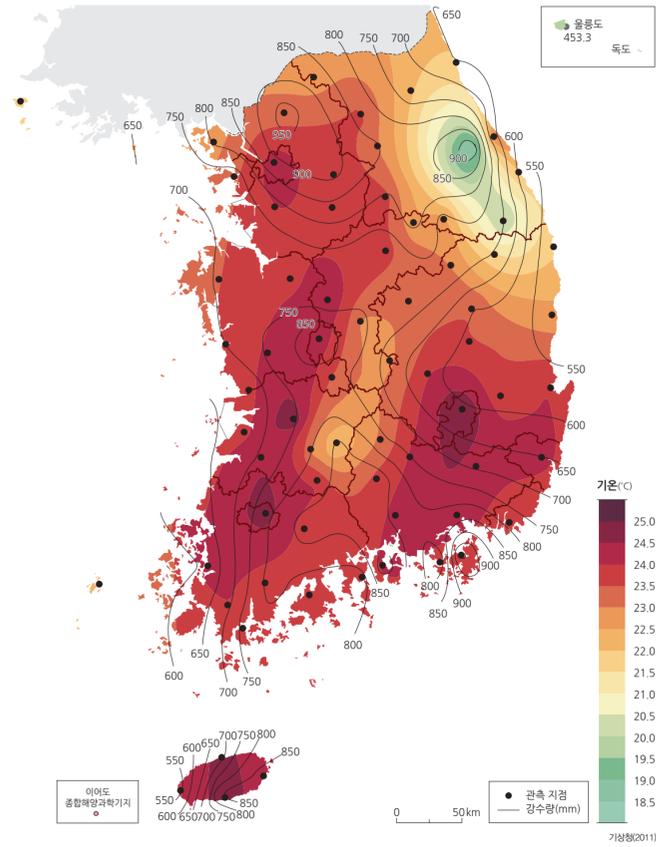


기후 요소 및 현상 일수

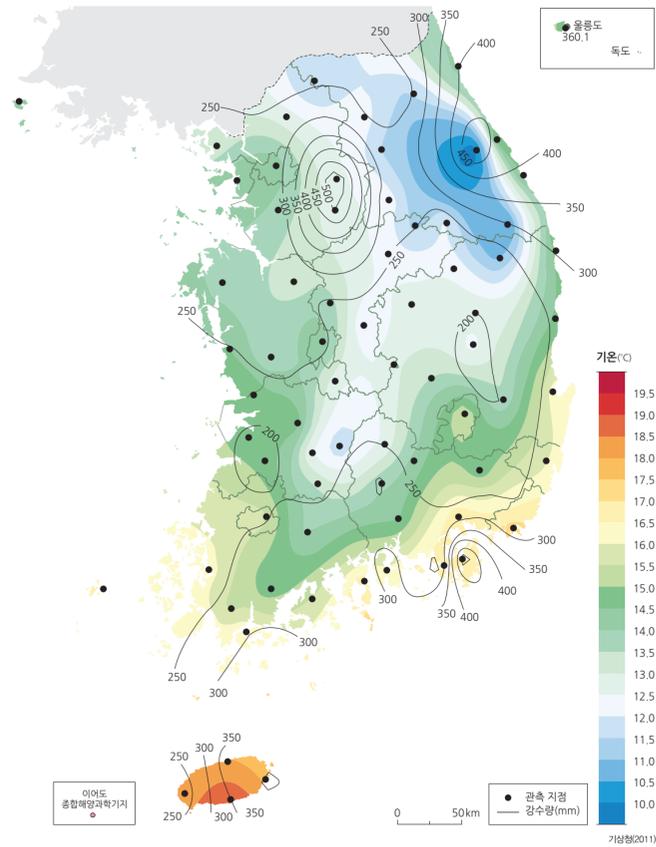
봄 평균 기온과 봄 강수량(1981-2010년)



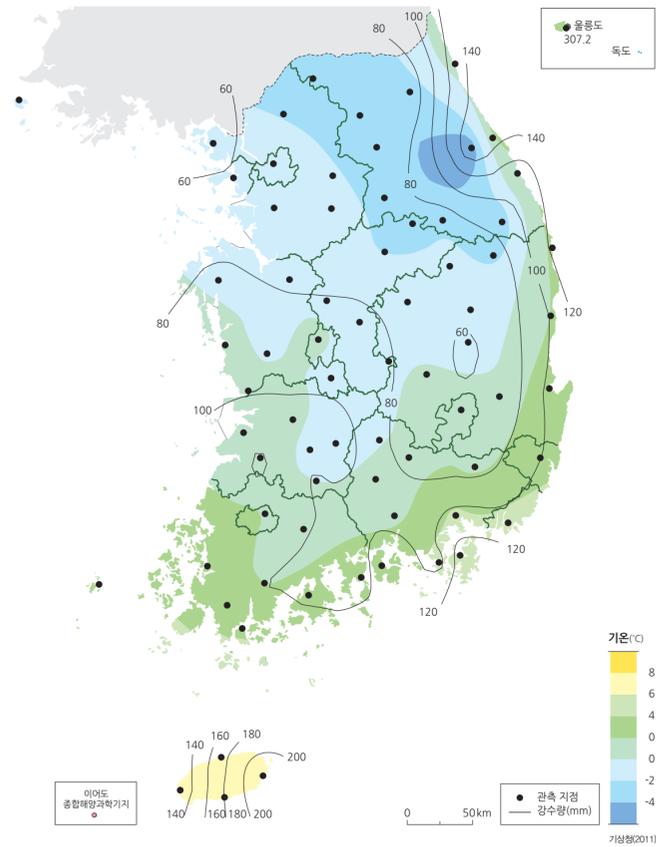
여름 평균 기온과 여름 강수량(1981-2010년)



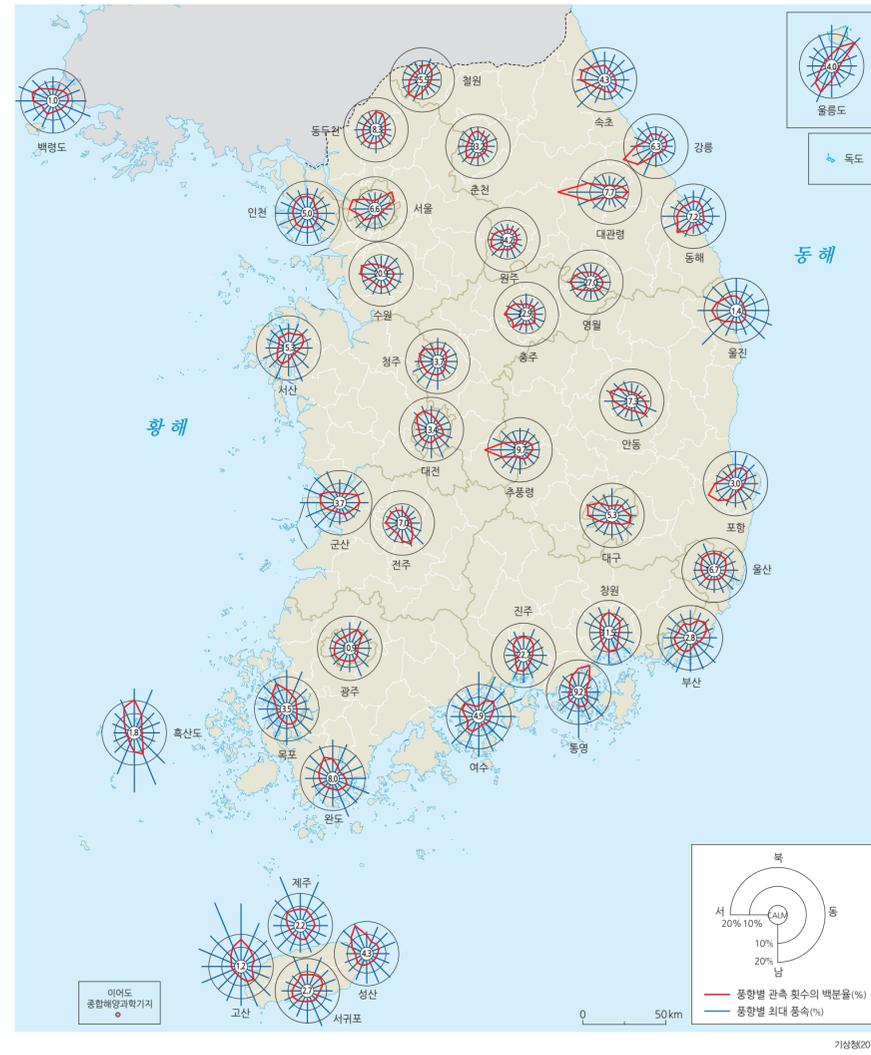
가을 평균 기온과 가을 강수량(1981-2010년)



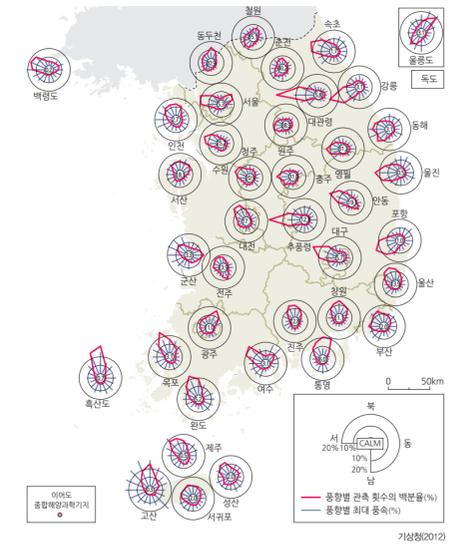
겨울 평균 기온과 겨울 강수량(1981-2010년)



관측 지점별 연평균 바람장미(1981-2010년)



1월 바람장미(1981-2010년)

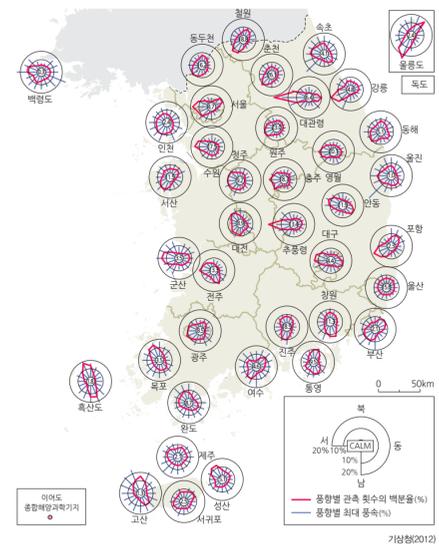


중위도에 위치하는 우리나라는 편서풍과 아시아 몬순의 영향을 주로 받는다. 이로 인해 겨울(1월)에는 북풍과 서풍이 탁월하게 나타나고, 여름(8월)에는 남서풍, 남풍, 남동풍 등 남풍계의 바람이 많다. 하지만 여름의 풍향은 겨울만큼 뚜렷하지 않다. 봄(4월)과 가을(10월)에는 탁월풍이 나타나지 않지만, 동해안을 포함한 지역은 북동기류의 유입으로 북동풍이 자주 분다. 바람은 지리적 위치와 더불어 지형 및 관측소 위치의 영향을 크게 받기 때문에 극적으로 다양한 풍향이 나타나기도 한다. 풍속은 일반적으로 내륙보다 해안에서 강하게

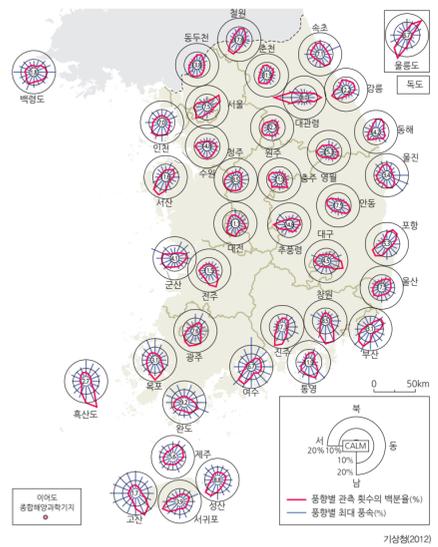
월)에는 탁월풍이 나타나지 않지만, 동해안을 포함한 지역은 북동기류의 유입으로 북동풍이 자주 분다. 바람은 지리적 위치와 더불어 지형 및 관측소 위치의 영향을 크게 받기 때문에 극적으로 다양한 풍향이 나타나기도 한다. 풍속은 일반적으로 내륙보다 해안에서 강하게

나타난다. 우리나라에서 기록된 일 최대 풍속의 최대값은 2003년 9월 12일 고산에서 발생한 51.1m/s이고, 일 최대 순간 풍속의 최대값은 2006년 10월 23일 속초에서 발생한 63.7m/s이다.

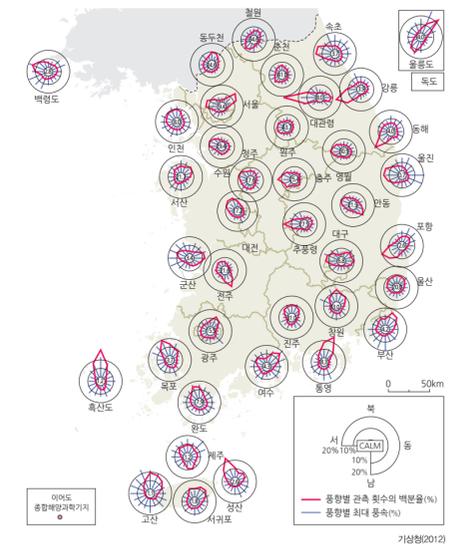
4월 바람장미(1981-2010년)



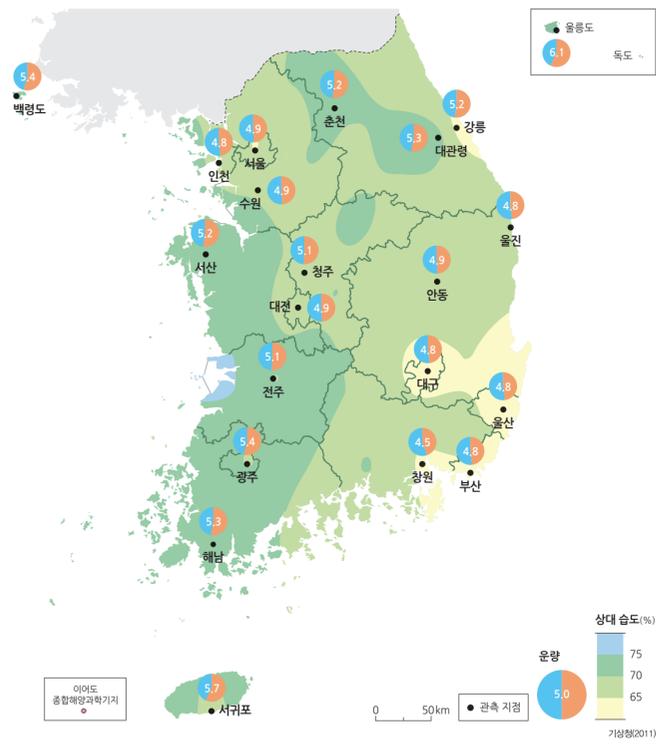
7월 바람장미(1981-2010년)



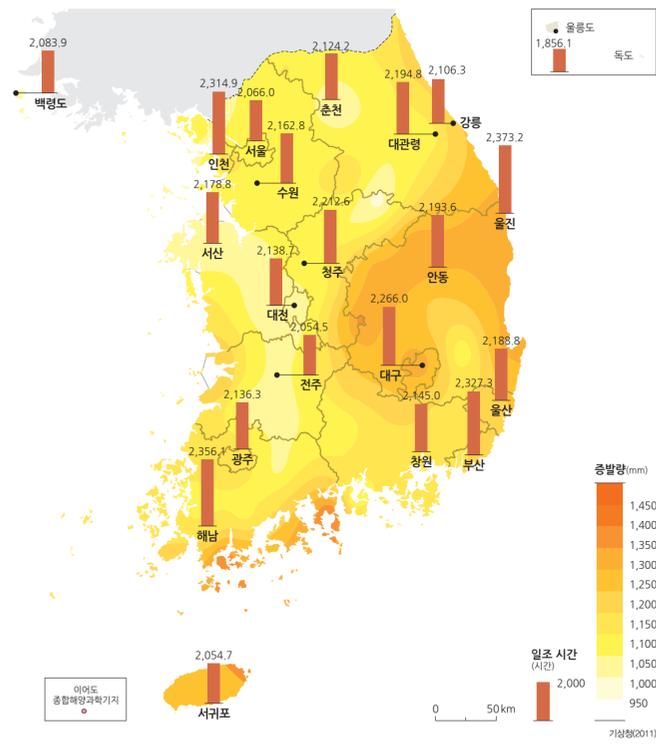
10월 바람장미(1981-2010년)



연평균 운량과 연평균 상대 습도(1981-2010년)



연평균 일조 시간과 연평균 증발량(1981-2010년)

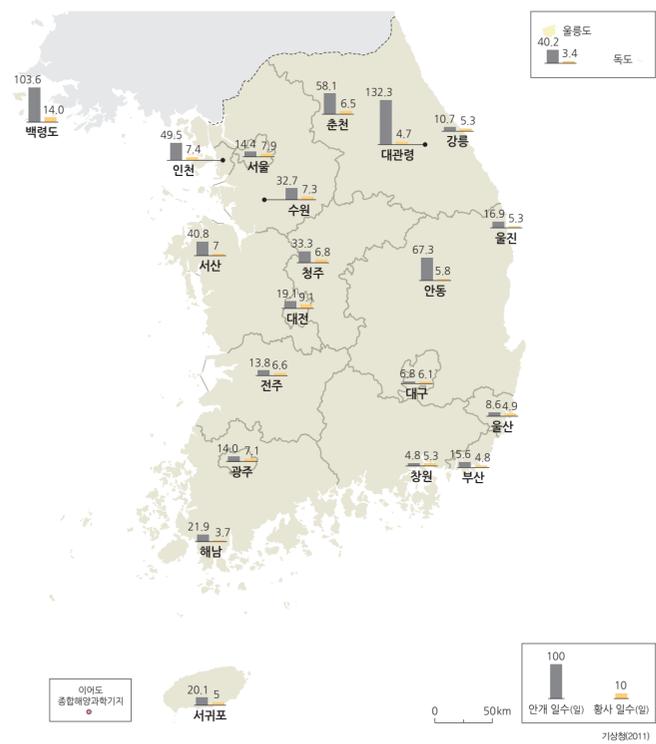


연평균 일조 시간은 서귀포(2,054.7시간), 울릉도(1,856.1시간), 백령도(2,083.9시간)가 짧은 편이다. 반면 연평균 일조 시간이 가장 긴 곳은 영남 내륙 분지와 남동 해안 지역, 태백산맥의 남단 산간 지역을 포함하는 지역이다. 그 가운데 울진(2,373.2시간)이 최대이며, 해남(2,356.1시간), 부산(2,372.3시간), 대구(2,266.0시간), 안동(2,193.6시간)도 다른 지역에 비해 길다. 증발량의 경우 가장 많은 곳은 여수로 1,377.6mm이며, 가장 적은 곳은 강화로 956.8mm이다. 우리나라의 연평균 운량은 4.5-6.1%의 분포를 보인다. 가장 많은 곳은 고산, 제주 5.7%, 울릉도로 6.1%이다. 성산, 임실, 순천 등의 지역도 연평균 운량이 많은 편에 속한다. 연평균 운량이 가장 적은 곳은

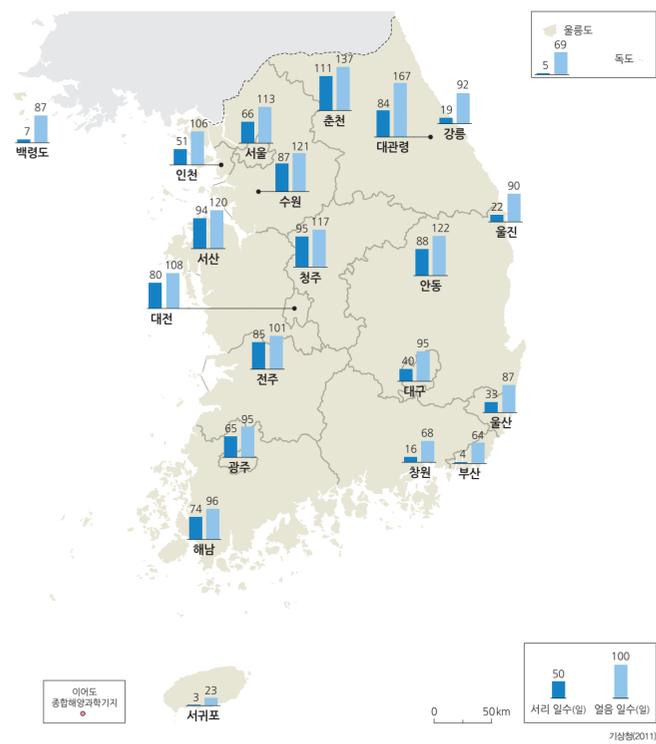
창원과 강화로 4.5%이며, 통영, 문경, 여수, 포항이 그 뒤를 잇는다. 우리나라의 연평균 상대 습도는 61.4-77.4%로 분포되어 있다. 연평균 상대 습도가 가장 높은 곳은 흑산도로 77.4%이며, 부산, 군산, 고산, 울릉도 등에서도 높게 나타났다. 가장 낮은 곳은 강릉으로 61.4%이며, 대구, 포항, 거제, 창원 등의 지역 또한 상대 습도가 낮다. 안개 일수는 높은 고도로 인해 기온이 낮은 대관령(132.3일)에서 가장 많으며, 다음으로 백령도(103.6일)가 많다. 안개 일수는 평균적으로 동해안보다 서해안이 더 많고, 안개 일수가 적은 곳은 창원(4.8일), 대구(6.8일) 등이다. 우리나라의 연 황사 일수는 3-14일이며, 중국에서 불어오는 황사는 편서풍을 타고 서해안에 도달한 후 태백

산맥을 넘어 동해안으로 가면서 점차 열어지기 때문에 동해안보다 서해안의 황사 일수가 더 많다. 황사 일수가 가장 많은 곳은 백령도(14.0일)이며, 가장 적은 곳은 울릉도(3.4일)이다. 연 서리 일수가 가장 많은 지역은 춘천(111일)이며, 청주(95일), 서산(94일)이 그 뒤를 잇는다. 연 서리 일수는 동해안보다 서해안이 더 많은데, 특히 강릉(19일)보다 인천(51일)이 32일 더 많고, 울진(22일)보다 서산(94일)이 약 72일 더 많다. 연 서리 일수가 가장 적은 지역은 서귀포(3일)이고, 그다음으로 부산(4일), 울릉도(5일), 백령도(7일)이다. 연 얼음 일수가 가장 많은 지역은 대관령(167일)이며, 춘천(137일), 안동(122일), 수원(121일)이 그 뒤를 잇는다. 중부 지역의

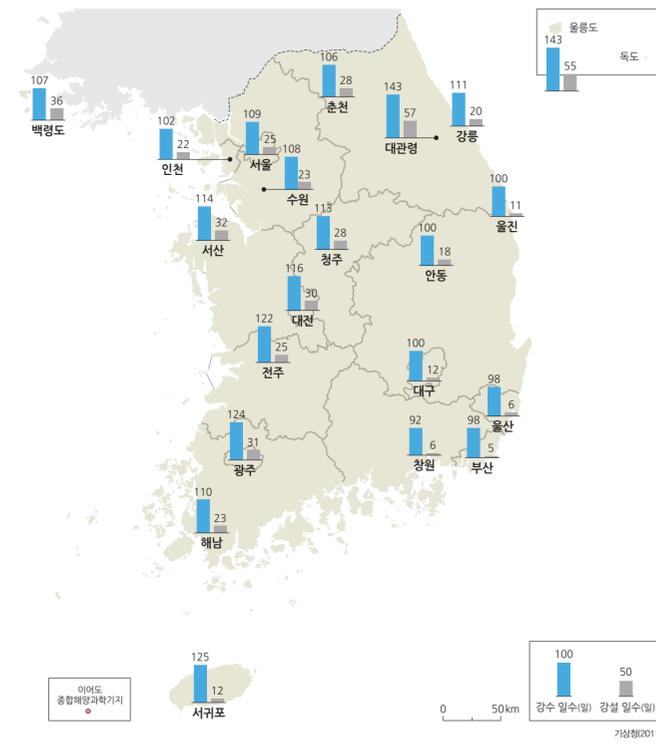
연 안개 일수와 연 황사 일수(1981-2010년)



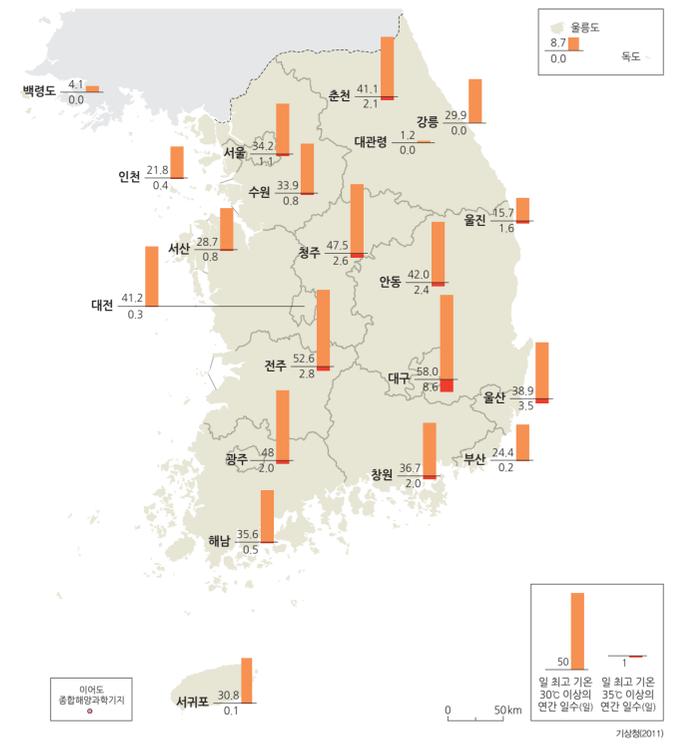
연 서리 일수와 연 얼음 일수(1981-2010년)



연 강수 일수와 연 강설 일수(1981-2010년)



일 최고 기온 30°C 이상의 연간 일수와 일 최고 기온 35°C 이상의 연간 일수(1981-2010년)

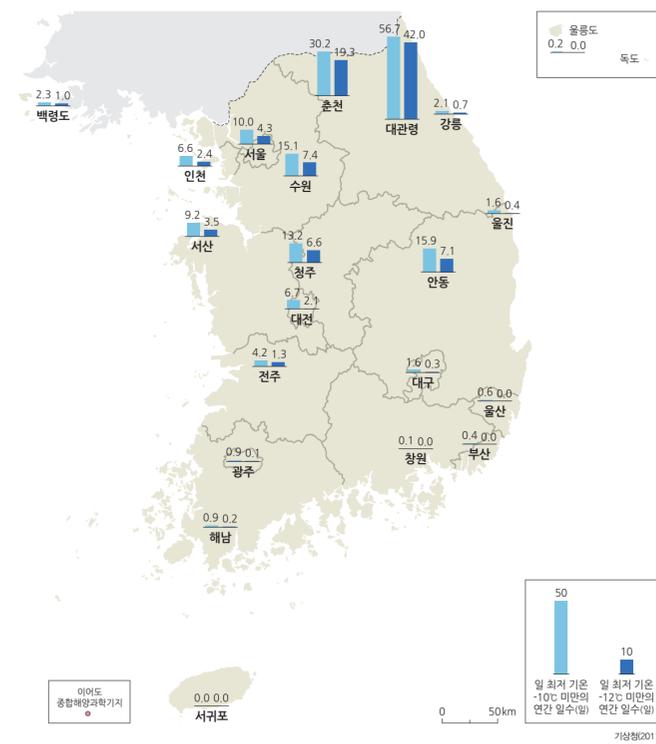


연 얼음 일수는 23-167일이며 남부 지역으로 갈수록 얼음 일수는 적어진다. 서해안과 동해안의 얼음 일수는 서리 일수에 비해 지역별 차가 적다. 연 얼음 일수가 가장 적은 지역은 서귀포(23일)이며 다음은 부산(64일), 창원(68일)이다. 중부 지역의 연 강수 일수(일 강수량 0.1mm 이상)는 약 110일이다. 대관령과 울릉도는 중부 지역의 평균보다 약 30일 많은 143일로 강수 일수가 많다. 남부 지역의 평균 강수 일수도 약 110일로 중부 지역과 큰 차이를 보이지 않는다. 창원은 연 강수 일수가 가장 적은 지역으로 92일이다. 중부 지역의 연 강설 일수는 약 30일, 남부 지역은 약 14일로 차이가 크다. 높은 고도로 인해 대관령의 강설 일수(57

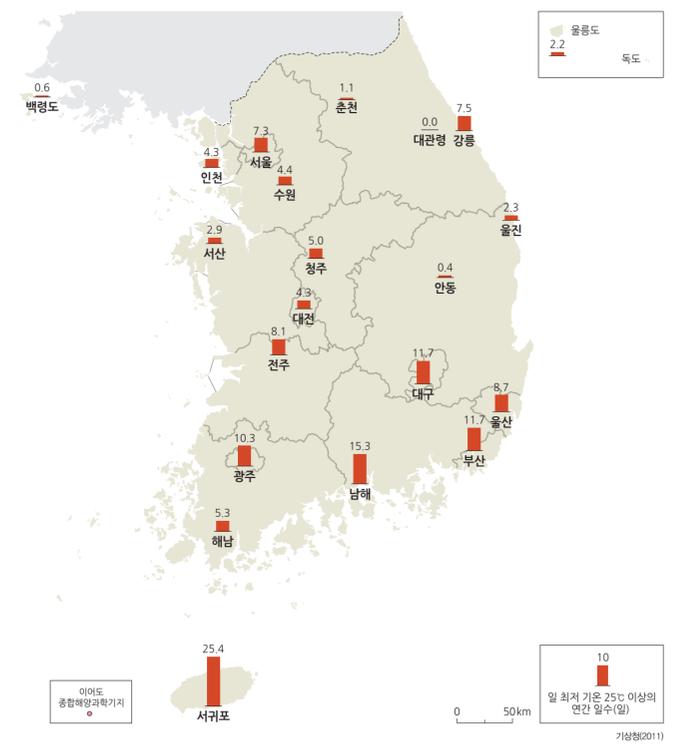
일)가 가장 많으며, 인접한 강릉(20일)에 비해 37일 많다. 또한, 겨울철 북동 기류의 영향으로 울릉도(55일)의 강설 일수도 많다. 연 강설 일수가 적은 지역은 부산, 울산, 창원으로 5-6일이다. 일 최고 기온 30°C 이상의 연간 일수와 일 최고 기온 35°C 이상의 연간 일수는 무더운 정도를 보여 주는 관측값이다. 일 최고 기온 30°C 이상 연간 일수는 해안에서 적고 내륙으로 갈수록 많다. 대구와 전주 각각 58.0일과 52.6일로 가장 많으며, 대관령이 1.2일로 가장 적다. 일 최고 기온 35°C 이상 연간 일수 또한 대구가 8.6일로 가장 많으며, 대관령, 강릉, 백령도, 울릉도가 0.0일로 가장 적다. 일 최저 기온 -10°C 미만의 연간 일수와 일 최저 기온 -12°C 미만의

연간 일수는 한랭한 정도를 보여 주는 관측값으로, 남부에서 그 발생 일수가 적고, 해안보다는 내륙 그리고 고도가 높을수록 많다. 우리나라의 일 최저 기온 -10°C 미만의 연간 일수는 대관령이 56.7일로 가장 많으며 울릉도, 해남, 광주, 창원, 부산, 울산, 서귀포 등이 1.0일 미만으로 가장 적다. 일 최저 기온 -12°C 미만의 연간 일수 또한 대관령이 42.0일로 가장 많으며, 울릉도와 부산, 창원, 울산, 서귀포 등이 0.0일로 가장 적다. 일 최저 기온 25°C 이상 일수는 주로 7-9월에 발생한다. 우리나라의 경우 저위도에 위치한 서귀포의 일 최저 기온 25°C 이상 일수가 25.4일로 가장 많으며, 대관령이 0.0일로 가장 적고 안동(0.4일), 백령도(0.6일)가 그 뒤를 잇는다.

일 최저 기온 -10°C 미만의 연간 일수와 일 최저 기온 -12°C 미만의 연간 일수(1981-2010년)

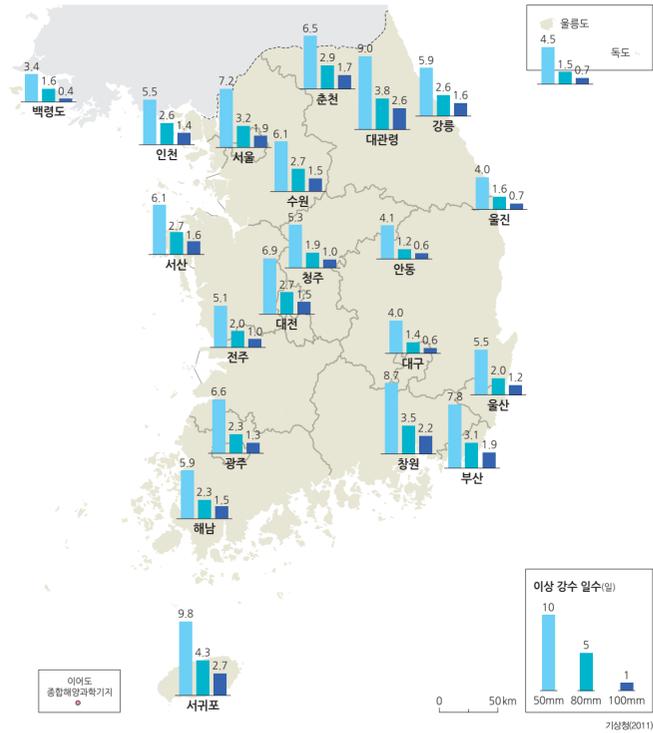


일 최저 기온 25°C 이상의 연간 일수(1981-2010년)

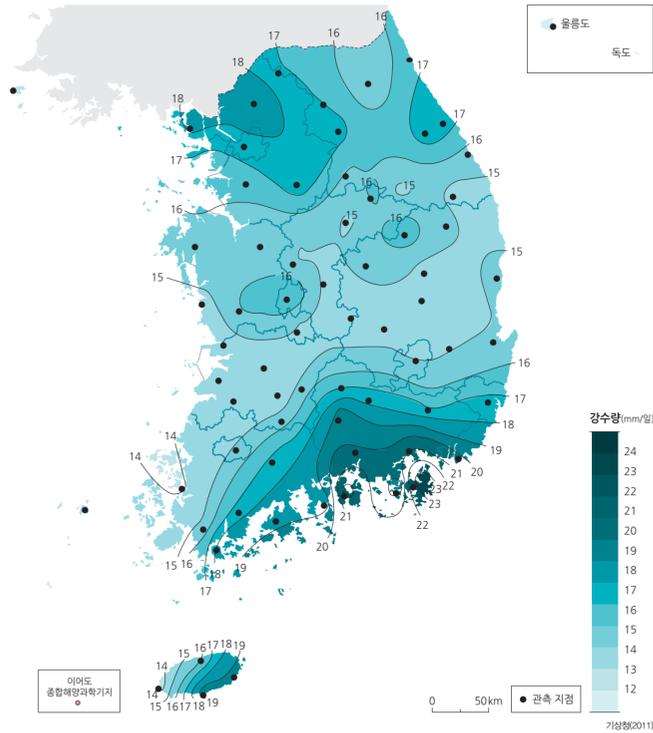


극한 기후

일 강수량 50mm, 80mm, 100mm 이상 일수(1981-2010년)



연 강수 강도(1981-2010년)



1시간 강수량 최대값은 1998년 7월 31일 순천(주암)에서 기록된 145.0mm이다. 이는 7월 31일 밤부터 8월 1일 새벽 사이 북태평양 고기압과 서쪽에 위치한 저기압으로 합류된 남풍이 지리산을 만나 강한 상승 기류를 만들어 집중 호우가 발생한 것이 원인이다. 다음으로 1998년 8월 6일 강화에서 1시간 동안 123.5mm의 강수량을 기록한 것이 뒤를 잇는다.

관측 이래 일 강수량 최대값은 2002년 8월 31일 태풍 루사로 인해 강릉에서 기록한 870.5mm이며, 같은 날 대관령의 712.5mm가 그 뒤를 잇는다. 다음으로 1981년 9월 2일 태풍 아그네스로 인해 장흥에서 547.4mm, 1998년 9월 30일 태풍 예니로 인해 포항에서 516.4mm가 내린 기록이 있다.

일 강수량 50mm 이상 강수 일수는 서귀포(9.8일)가 가장 많으며, 대관령(9.0일)과 창원(8.7일)이 그 뒤를 잇는다. 반면 백령도는 3.4일로 가장 적은 지역이며, 대구와 울진(각각 4.0일)은 백령도에 이어 50mm 이상 강수 일수가 적은 지역이다. 일 강수량 80mm 이상 강수 일수는 서귀포(4.3일)가 가장 많으며 대관령(3.8일), 창원(3.5일)이 그 뒤를 잇는다. 80mm 이상 일수가 가장 적은 곳은 안동(1.2일)이며, 다음으로 대구(1.4일), 울릉도(1.5일) 순으로 적다. 일 강수량 100mm 이상 강수 일수가 가장 많은 곳 또한 서귀포이며(2.7일), 대관령(2.6일)과 창원(2.2일) 순으로 많다. 백령도가 0.4일로 그 값이 가장 적으며, 안동과 대구가 0.6일로 적은 곳에 속한다.

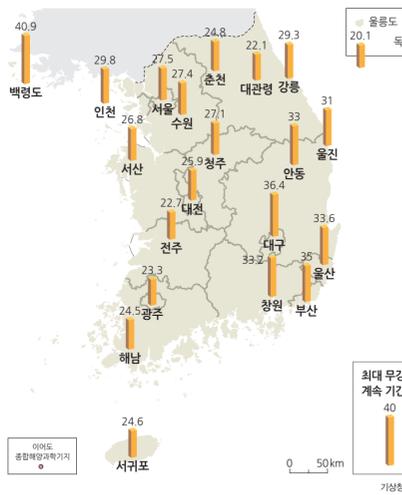
강수 강도는 연 강수량을 연 강수 일수로 나누어 산출하는 기후 지수이다. 남해안과 제주도, 경기도 북부 지역에서 강수 강도가 상대적으로 강하며, 특히 강수량이 많은 남해안에서 20mm/일이 넘는 강수 강도가 나타난다. 반면, 경북 내륙 지역과 전라도 서해안, 울릉도에서 상대적으로 약하게 나타난다.

최대 무강수 계속 기간은 일 강수량이 1.0mm 미만인 날의 최대 지속 기간으로, 얼마나 건조한지를 보여주는 기후 지수이다. 제주도 와 대관령, 전라도에서 무강수 계속 기간이 짧으며, 백령도와 대구를 포함한 경북 내륙 지역, 경북 동해안에서 길다. 최대 무강수 계속 기간은 백령도(40.9일), 대구(36.4일) 순으로 길다. 반면 울릉도는 20.1일로 가장 짧으며, 대관령(22.1일)과 전주(22.7일) 순으로 기간이 짧다.

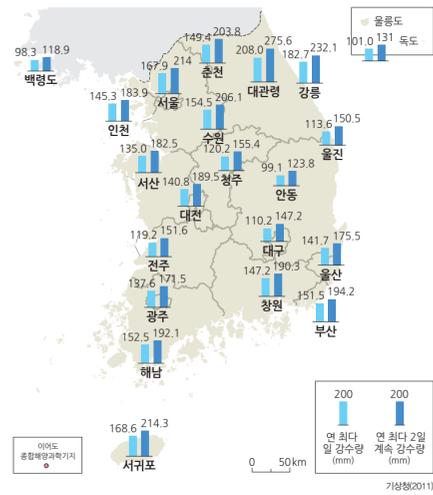
신적설 5cm 이상의 연간 일수는 0.2-13.6일이다. 연간 일수가 가장 많은 곳은 북서 계절풍과 북동 기류의 영향을 받는 울릉도(13.6일)와 높은 고도에 위치한 대관령(13.2일)이다. 다음으로는 강릉(3.7일)과 광주(3.7일)로, 울릉도와 대관령을 제외하고는 신적설 5cm 이상의 연간 일수가 4일을 넘지 않는다. 가장 적은 곳은 부산(0.2일)과 창원(0.2일)이고, 서귀포(0.3), 울산(0.4일)과 대구(0.5일)가 뒤를 잇는다.

항목	순위	발생 장소	발생일	값
일 강수량 (mm)	1	강릉	2002년 8월 31일	870.5
	2	대관령	2002년 8월 31일	712.5
	3	장흥	1981년 9월 2일	547.4
	4	부여	1987년 7월 22일	517.6
	5	포항	1998년 9월 30일	516.4
1시간 최대 강수량 (mm)	1	주암	1998년 7월 31일	145.0
	2	강화	1998년 8월 6일	123.5
	3	서울	1942년 8월 5일	118.6
	4	부여	1999년 9월 10일	116.0
1회 적설량 (cm)	1	울릉도	1955년 1월 20일	150.9
	2	울릉도	1967년 2월 12일	118.4
	3	울릉도	1954년 1월 25일	94.1
	4	대관령	1992년 1월 31일	92.0
	5	대관령	1987년 2월 3일	90.3
일 누적 적설량(cm)	1	울릉도	1962년 1월 31일	293.6
	2	울릉도	1962년 1월 30일	291.6
	3	울릉도	1962년 1월 28일	290.1
	4	울릉도	1962년 1월 27일	288.9
	5	울릉도	1962년 2월 1일	287.9

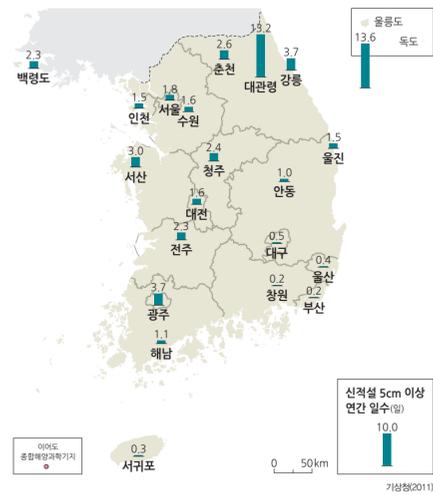
최대 무강수 계속 기간(1981-2010년)



연 최대 일 강수량과 연 최대 2일 연속 강수량(1981-2010년)

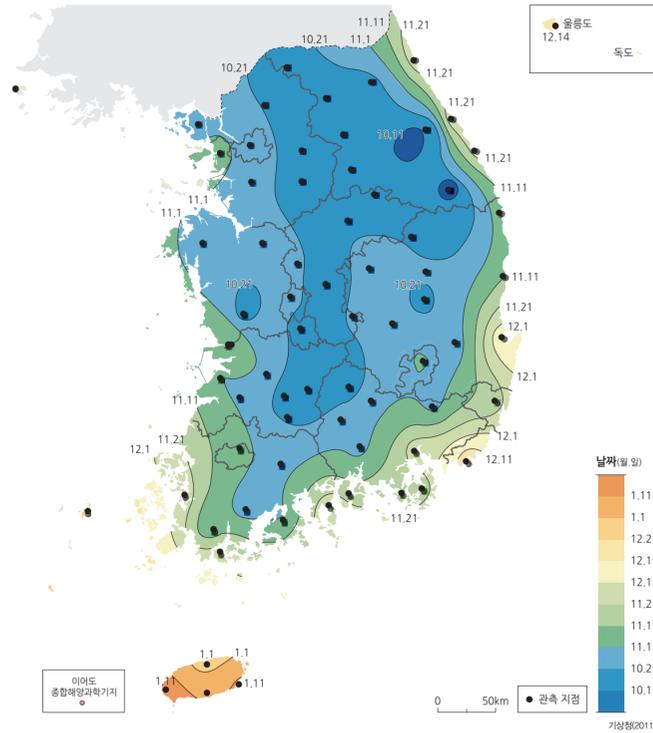


신적설 5cm 이상 연간 일수(1981-2010년)

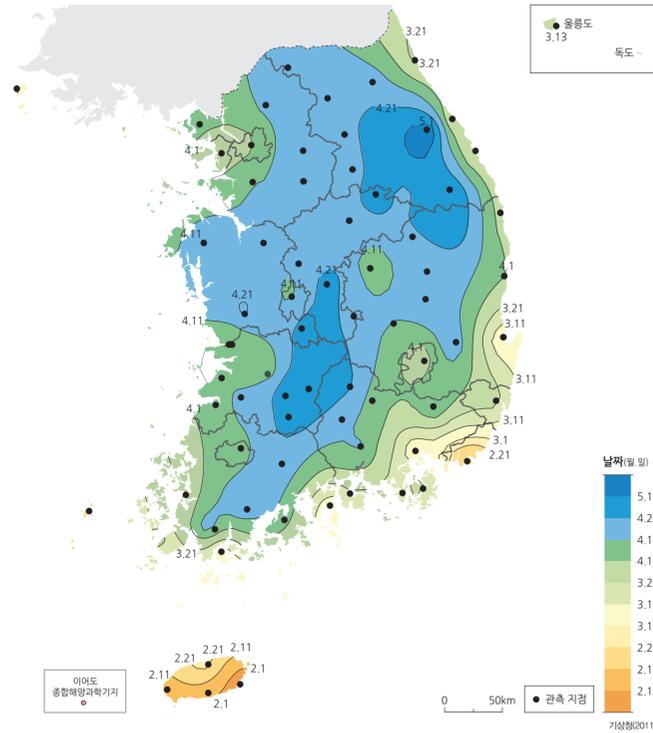


계절값의 첫날, 마지막 날

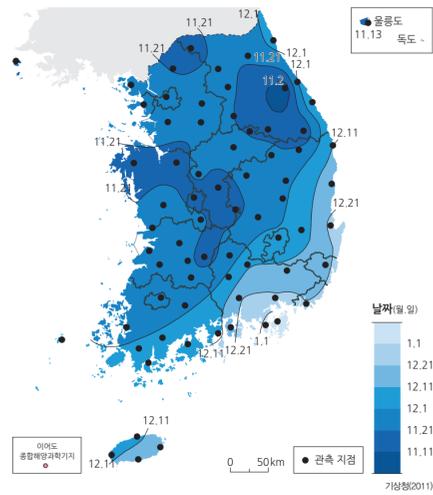
서리 첫날(1981-2010년)



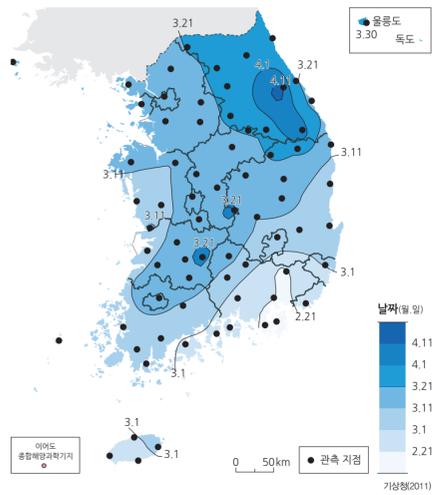
서리 마지막 날(1981-2010년)



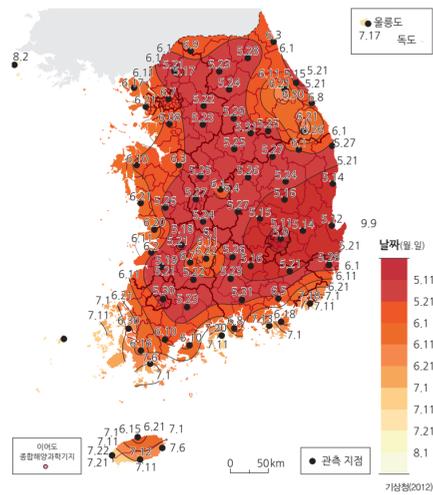
눈 첫날(1981-2010년)



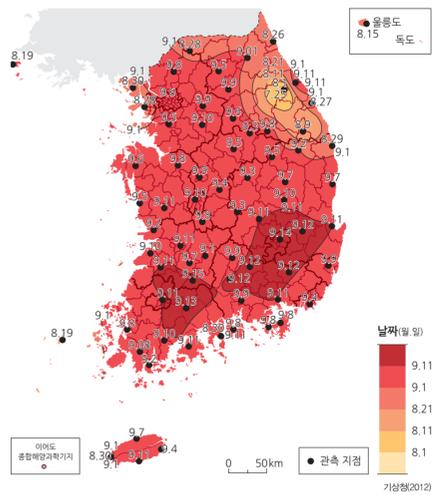
눈 마지막 날(1981-2010년)



일 최고 기온 30°C 이상의 첫날(1981-2010년)



일 최고 기온 30°C 이상의 마지막 날(1981-2010년)



우리나라의 많은 지역에서 10월에 첫서리가 내린다. 일부 해안 지역과 남부 지역에서는 11월 또는 12월에 서리가 시작되며, 제주도는 1월에 서리가 시작된다. 서리가 마지막으로 내리는 시기는 4월이 가장 많다. 서리가 늦게 시작된 지역들은 대부분 일찍 마지막 서리가 내리며, 성산은 우리나라에서 가장 이른 1월 27일에 마지막 서리가 내린다. 서귀포(2월 2일)와 고산(2월 5일), 부산(2월 8일)에서도 마지막 서리가 빨리 내린다. 서리가 가장 늦게까지 관측되는 곳은 대관령으로 5월 9일에 마지막 서리가 내린다. 다음으로 봉화, 장수, 태백(이상 4월 30일)에서도 늦게까지 서리가 내린다.

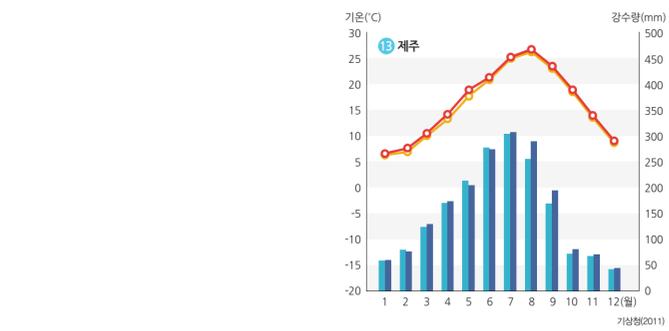
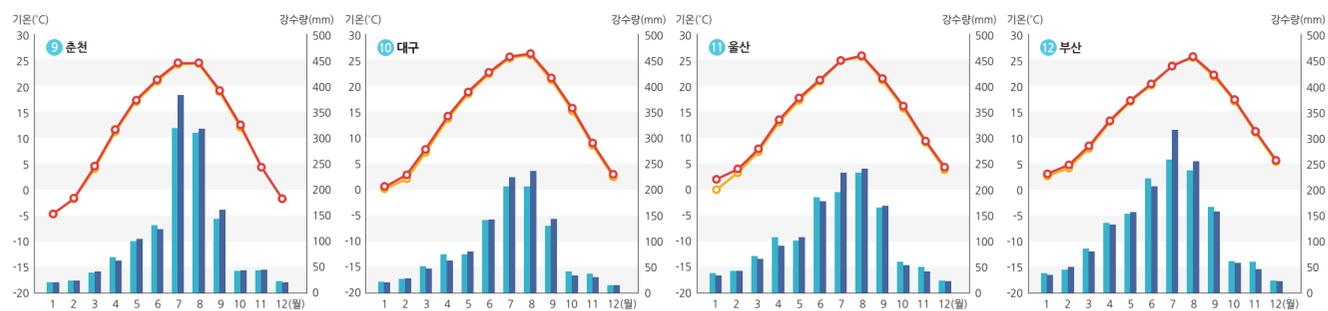
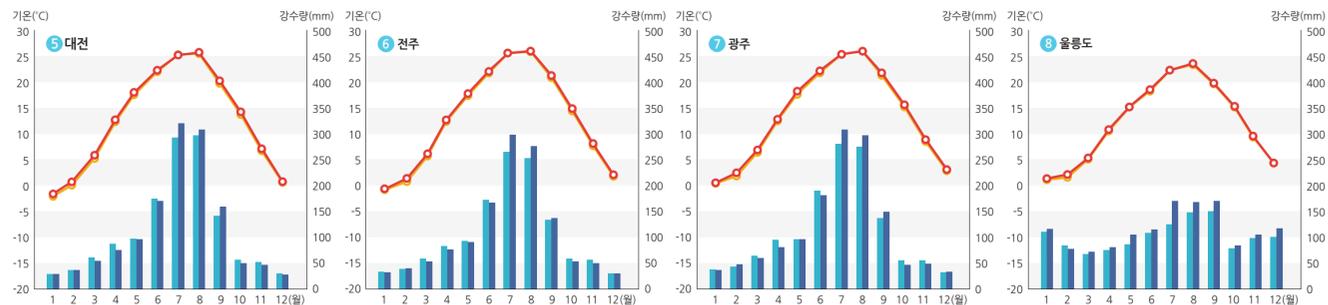
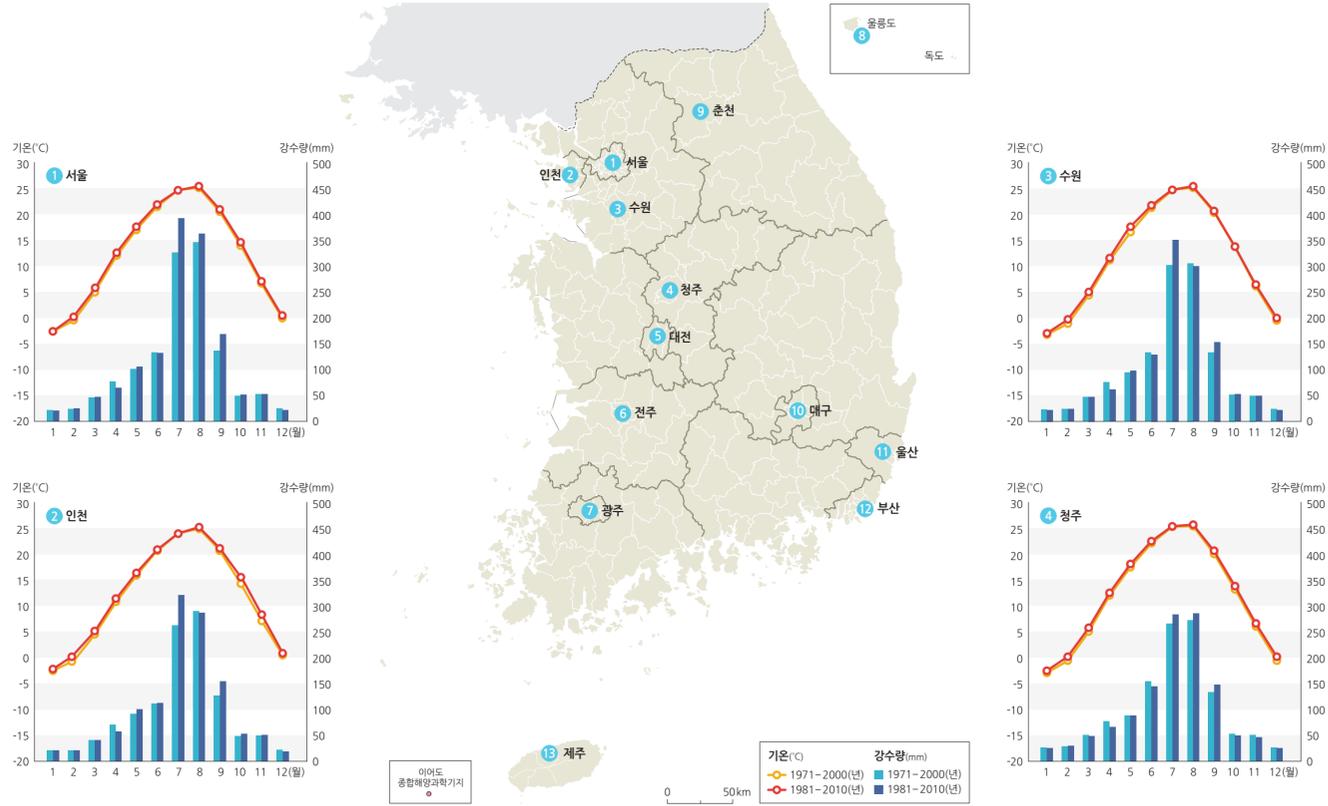
우리나라는 11월에 첫눈이 내리는 지역이 많다. 눈이 가장 먼저 내리는 곳은 대관령인데, 평균 11월 2일에 첫눈이 관측된다. 그 뒤를 이어 태백(11월 11일), 울릉도(11월 13일), 백령도(11월 16일)가 첫눈이 빨리 내리는 지역이다. 첫눈이 가장 늦게 내리는 곳은 거제도, 1월 9일이다. 통영(1월 3일), 포항(12월 23일), 창원(12월 22일) 등의 지역에서도 첫눈이 늦게 내리는데, 남부 지역에 위치한다는 공통점이 있다. 대부분 지역에서 마지막 눈을 관측할 수 있는 시기는 3월이다. 전국에서 마지막 눈이 가장 빠른 지역은 거제도, 2월 16일이다. 이어 밀양(2월 19일), 통영(2월 21일), 창원(2월 22일) 등도 비교적 이른 시기에 마지막 눈이 내린다. 반면 대관령은 평균 4월 17일에 마지막 눈이 내렸다.

일 최고 기온 30°C 이상인 첫날은 25°C 이상보다 지역별 편차가 크며, 대부분의 지역에서는 5-6월에 발생한다. 대구가 5월 9일로 가장 빠르고 포항(5월 12일), 영진, 영덕(5월 14일) 등 남부 내륙과 동해안 지역에서 빠르다. 가장 느린 지역은 백령도로 8월 2일에 발생하며, 흑산도(8월 1일), 성산(7월 22일), 여수(7월 20일) 등 남부 해안 지역에서 늦게 발생한다. 동해안을 제외하고는 해양과 가까울수록 첫날이 늦고 내륙일수록 빠르다.

일 최고 기온 30°C 이상인 마지막 날은 전국 대부분 지역에서 9월에 발생한다. 마지막 날이 가장 빨리 발생하는 지역은 대관령으로 7월 25일이며, 다음으로 태백(8월 9일), 울릉도(8월 15일)가 뒤를 잇는다. 가장 늦게까지 30°C 이상을 기록하는 지역은 남원으로 9월 15일이며, 대구(9월 14일), 순천(9월 11일) 등 남부 내륙에서 늦다.

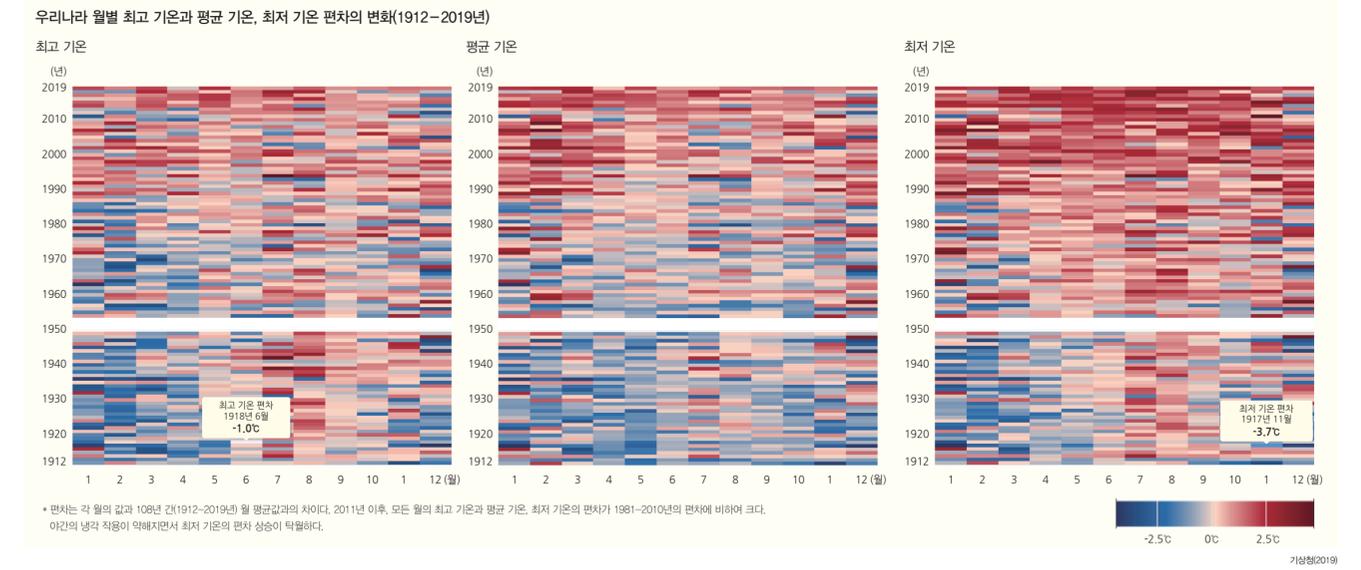
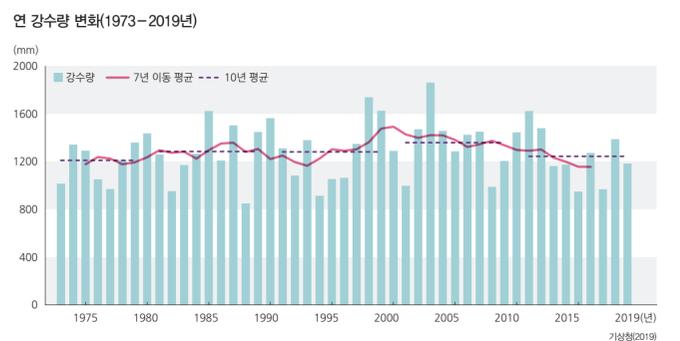
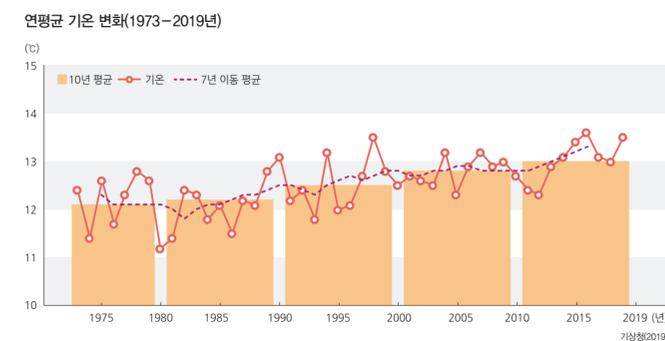
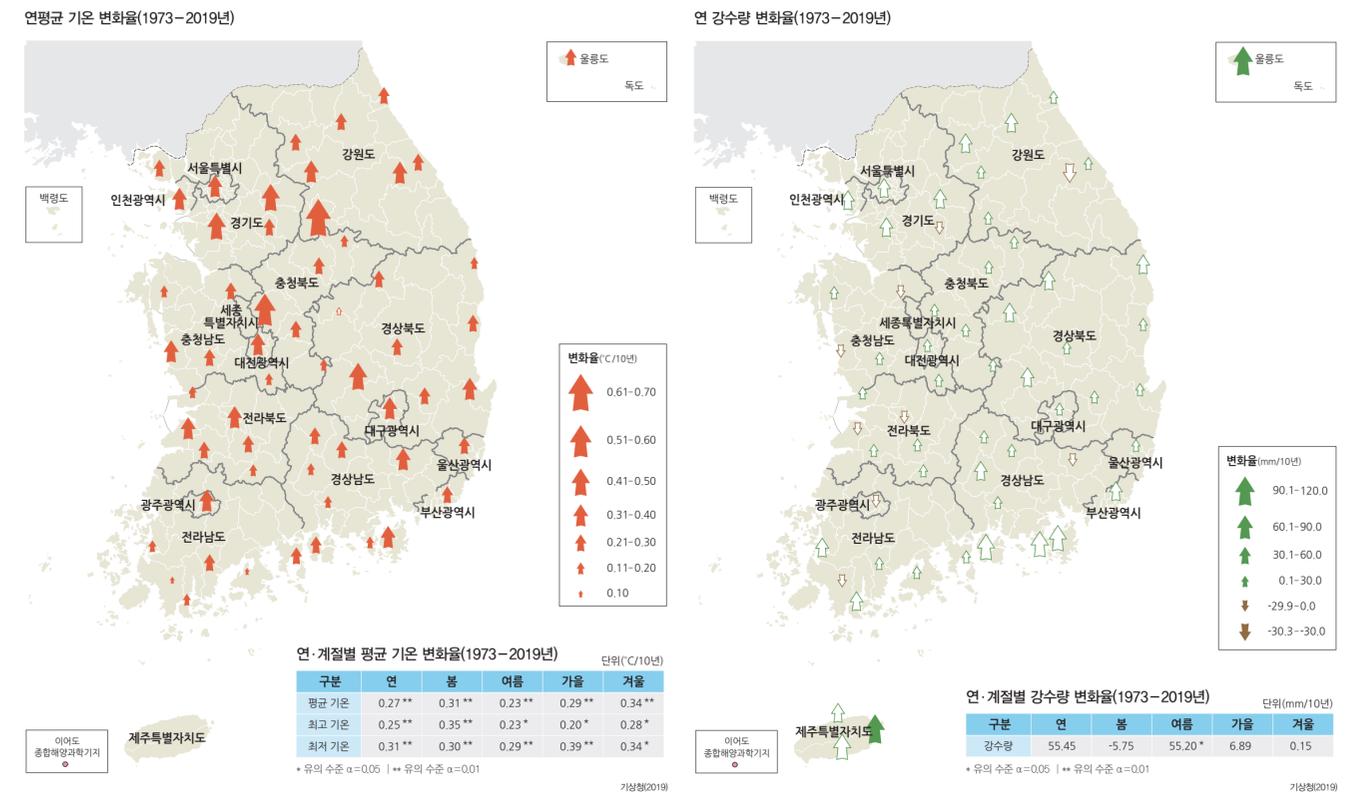
기후 변화

주요 지점 기후 변화

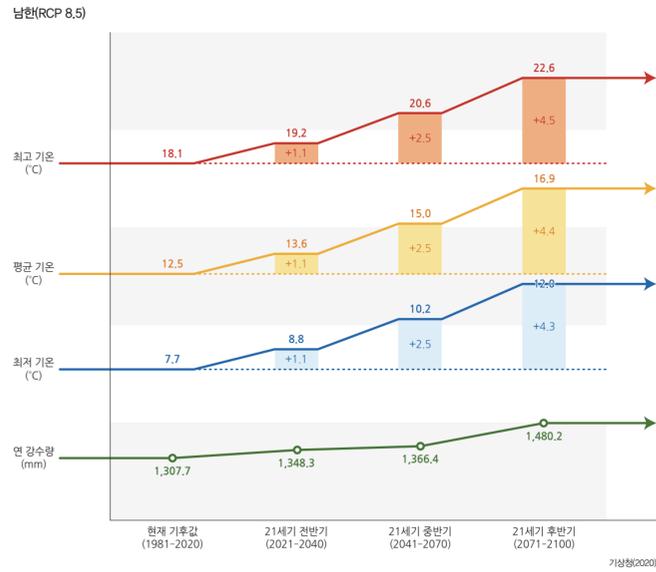
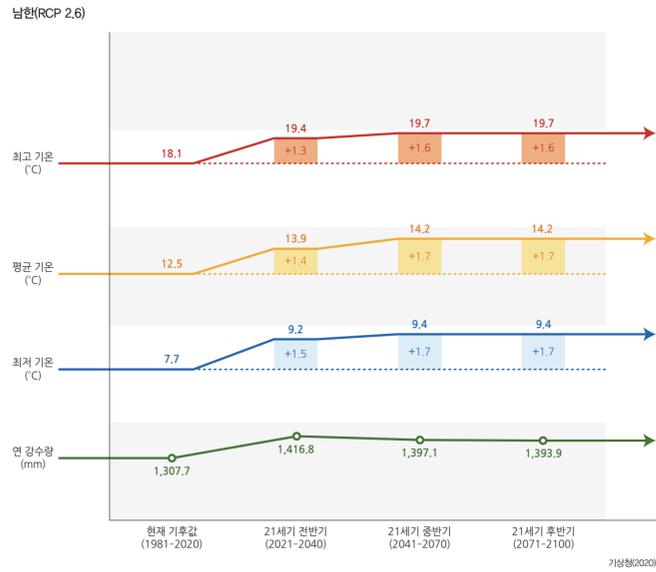
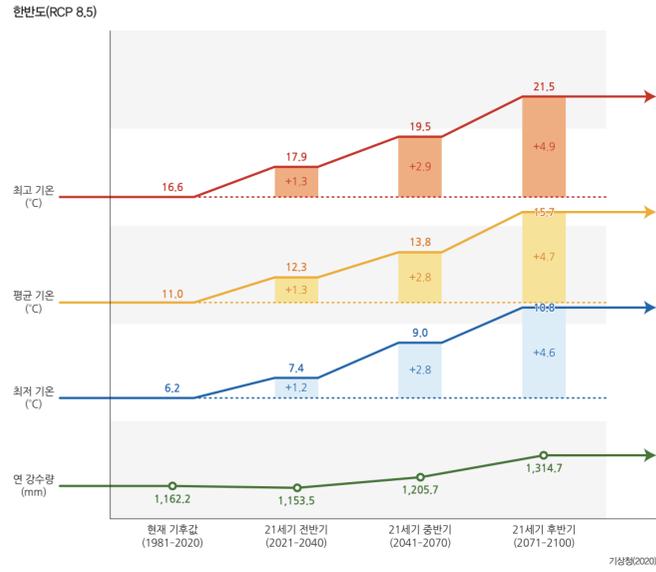
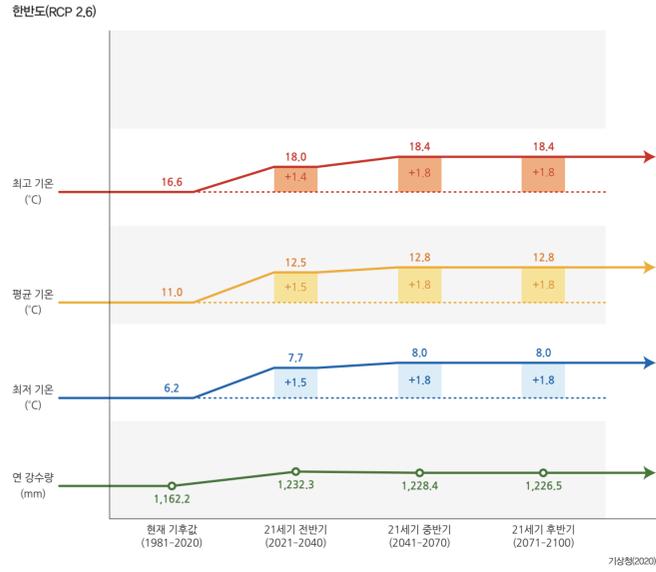


최근 30년의 기후 특성 변화를 보면 기온이 상승하는 경향이 나타난다. 1971-2000년과 1981-2010년의 클라이모그래프를 보면 대부분의 지역에서 7월을 제외한 월평균 기온 최근 30년(1981-2010년) 평균값이 과거 30년(1971-2000년)보다 높아졌다. 연 강수량은 과거 평년값에 비해 평균적으로 약 50mm 많아졌다. 13개 지점의 강수량은 평균 3.9% 증가하였으며, 울릉도는 과거 평년값보다 11% 가량 증가하였다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 여름철의 강수량이 증가하고, 봄철과 가을철의 강수량은 감소하였다.

우리나라의 연평균 기온 변화율은 10년에 0.27℃가 올라 상승하는 경향이 뚜렷하다. 문경(+0.01℃/10년)을 제외한 모든 지역에서 유의하게 기온이 상승했다(0.1℃/10년-0.61℃/10년). 상승률이 가장 큰 지역은 원주로, 10년에 연평균 기온이 0.61℃ 올랐다. 또 한 모든 광역시에서 전국 평균 변화율보다 큰 폭으로 기온이 상승했으며, 대전의 상승률이 10년당 0.39℃로 광역시 중 가장 크다. 계절별로는 겨울의 평균 기온 상승률이 가장 크고(0.34℃/10년), 여름의 상승률이 가장 작다(0.23℃/10년).



RCP 시나리오에 따른 21세기 기온 및 강수량 변화 전망



한반도의 연평균 기온은 21세기 내내 상승할 것으로 전망된다. 강력한 온실가스 저감 정책을 포함하는 RCP 2.6 시나리오에서는 현재 11°C 수준에서 21세기 전반기까지 RCP 8.5 시나리오와 기온 상승 경향이 비슷하지만, 후반기로 가면서 점점 둔화된다. 21세기 후반기 평균 기온은 12.8°C로 예측되며, 이 기온은 현재 한반도 해안과 산간을 제외한 남부 지역의 기온에 해당한다.

강력한 온실가스 저감 정책을 포함하지 않아서 온실가스의 배출이 증가하는 RCP 8.5 시나리오에서는 21세기 전반기 이후 후반기로 갈수록 기온 상승 폭이 점점 커질 것으로 예상된다. 21세기 후반기 평균 기온은 15.7°C로 예측되는데, 이는 현재 제주의 연평균 기온(15.8°C)과 비슷하다. 연평균 최고 기온과 최저 기온도 연평균 기온과 더불어 상승할 것으로 전망된다. RCP 2.6 시나리오에서는 최고 기온과 최저 기온 모두 21세기 후반기로 갈수록 기온 상승 경향이 정감되고, 중반기와 후반기의 기온이 같을 것으로 예측된다. 또한, 최고 기온의 상승 폭과 최저 기온 상승 폭이 현재 기후값과 비슷하게 상승하여 일교차는 비슷할 것으로 예측된다. RCP 8.5 시나리오에서는 최고 기온과 최저 기온 모두 21세기 후반기로 가면서 기온 상승세가 가속화되며, 최고 기온의 상승 폭이 최저 기온의 상승 폭보다 크므로 일교차가 점점 커진다.

한반도의 연 강수량은 21세기 후반기까지 계속 증가할 것으로 전망된다. RCP 2.6과 RCP 8.5 시나리오에 의한 21세기 후반기 강수량은 각각 1,226.5mm, 1,314.7mm로 현재 총복 내륙과 서해안 지

역의 연 강수량에 해당한다.

남한의 연평균 기온 역시 한반도의 연평균 기온 상승 경향과 비슷하게 상승할 것으로 전망된다. RCP 2.6 시나리오에 의한 21세기 전반기까지는 RCP 8.5 시나리오와 유사한 기온 상승 경향을 보인다. 21세기 후반기로 가면서 RCP 2.6의 경우 기온 상승이 점점 둔화되어 중반기와 후반기의 기온이 같을 것으로 예측된다. RCP 2.6에서 21세기 후반기 평균 기온은 14.2°C로 예측되며, 이 기온은 현재 포항과 거제의 연평균 기온에 해당한다. RCP 8.5 시나리오에서는 21세기 전반기 이후 21세기 후반기로 갈수록 기온 상승 경향이 가속화된다. RCP 8.5에서 21세기 후반기 평균 기온은 16.9°C로 전망되며, 이 기온은 우리나라에서 가장 높은 서귀포의 평균 기온(16.6°C)을 뛰어 넘는다. 연평균 최고 기온과 최저 기온도 역시 21세기 후반기까지 꾸준히 상승할 것으로 전망된다. RCP 2.6 시나리오와 RCP 8.5 시나리오에서는 현재 기후값에 비해 21세기 후반기 최고 기온의 상승 경향이 같은 시기 최저 기온 상승 경향 보다 조금 크다.

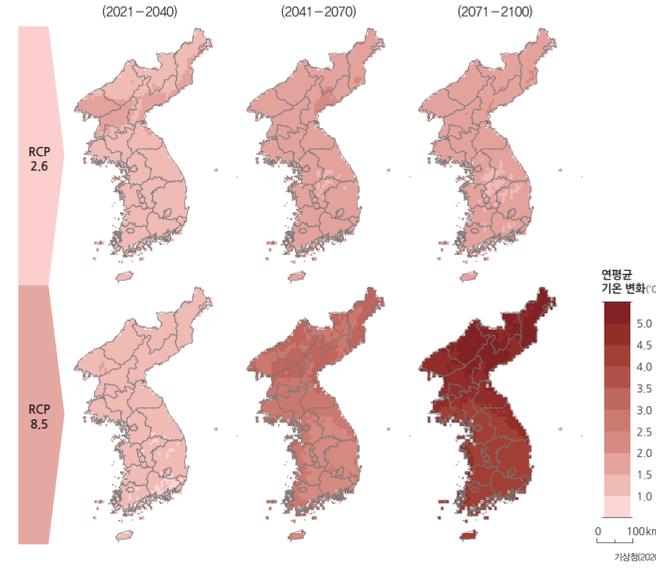
남한의 연 강수량의 경우 RCP 2.6과 RCP 8.5 시나리오에 의한 21세기 후반기 강수량이 각각 1,393.9mm, 1,480.2mm로 현재 호남 내륙과 경남 내륙의 강수량과 비슷하다. RCP 2.6 시나리오에서는 21세기 전반기에 RCP 8.5 시나리오보다 강수 증가 폭이 크지만, 중반기부터 조금 감소한다. 그러므로 중반기보다 후반기의 강수량이 조금 적다. RCP 8.5 시나리오에서는 21세기 전반기와 중반기에 강수 증가 폭이 작다. 하지만 중반기에서 후반기로 가면서 증가 폭이 크게 증가한다.

트레와다 기후 분류에 의하면, 현재 한반도의 제주도과 남해안은 아열대 습윤 기후구로, 이를 제외한 나머지 남한 대부분 지역은 온대 기후구로 분류된다. 향후 온난화가 가속화됨에 따라 아열대 기후구의 경계가 점진적으로 북상할 것으로 전망된다. RCP 2.6 시나리오의 경우, 21세기 후반기에는 전라남도, 전라북도과 충청남도 서해안, 경기도와 황해 서부 해안 지역, 경상남도 해안 지역으로 아열대 기후구가 북상할 것으로 전망되며, RCP 8.5 시나리오의 경우, 강원도 산간을 제외한 남한 대부분의 지역이 21세기 후반기에 아열대 기후구로 정의될 것으로 전망된다.

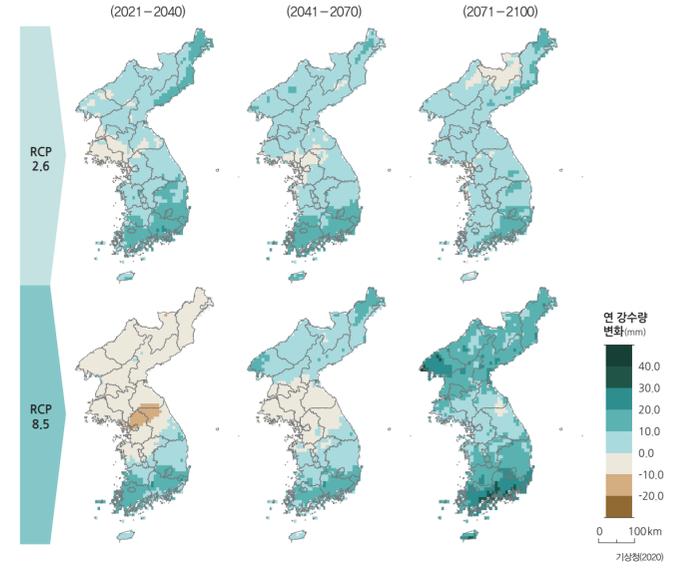
지구 온난화에 따른 한반도의 전반적인 기온 상승으로 인해 열대야 일수가 증가할 것으로 전망된다. RCP 2.6에 비해 RCP 8.5에서 21세기 후반기 한반도의 열대야 일수가 상당히 증가할 것으로 전망된다. 우선 RCP 2.6의 경우 21세기 중반기에 남한의 열대야 일수가 상승하지만 후반기는 중반기에 비해 약간 감소한다. RCP 8.5의 경우, 21세기 후반기에는 고도가 높은 주요 산악 지역을 제외한 한반도의 대부분 지역에서 지금보다 훨씬 긴 열대야 일수가 나타난다. 이후 기후 변화가 심화됨에 따라 열대야 발생 지역의 고도가 높은 산악 지역으로 점차 확장될 것으로 전망된다.

폭염 일수는 RCP 2.6과 RCP 8.5, 두 시나리오에서 모두 최고 기온이 상대적으로 높은 저지대를 중심으로 증가한다. 폭염 일수의 증가 경향은 RCP 2.6에 비해 RCP 8.5에서 더욱 가속화되는 특성을 보인다. 호우 일수의 변화는 시기별, 지역별, 시나리오별 편차가 클 것으로 전망되며, 대부분 지역에서 증가할 것으로 전망된다.

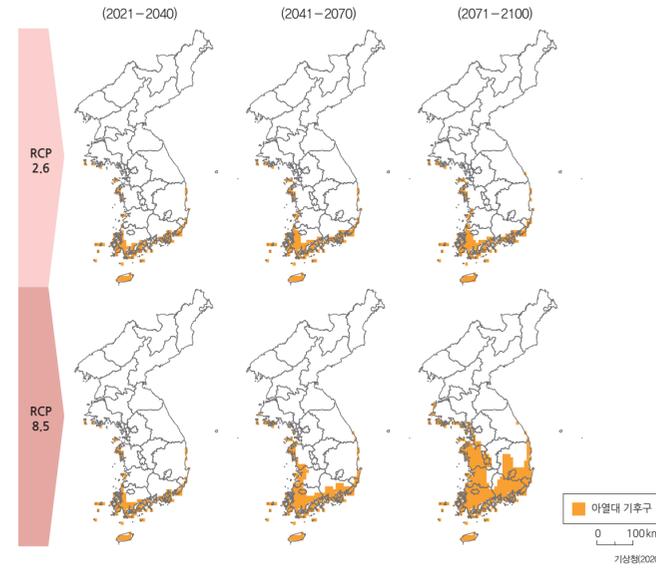
RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 연평균 기온 변화



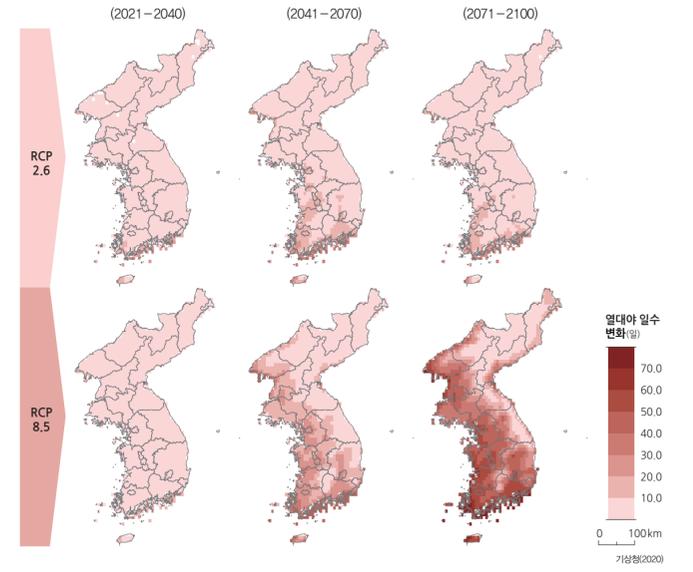
RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 연 강수량 변화



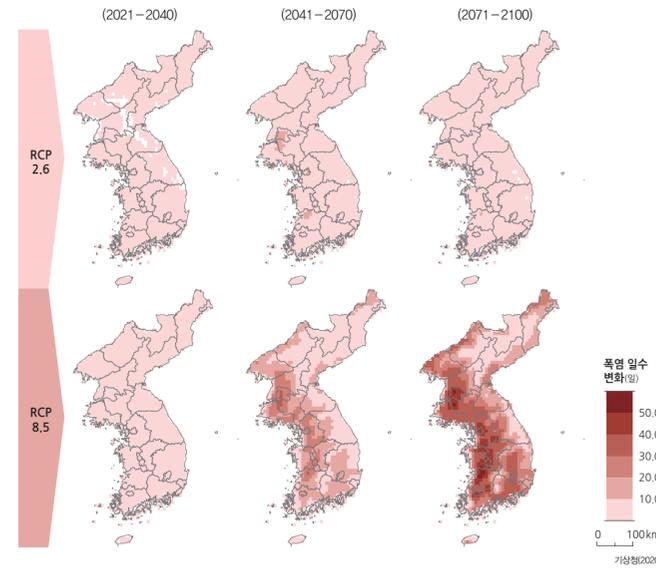
RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 아열대 기후구 변화



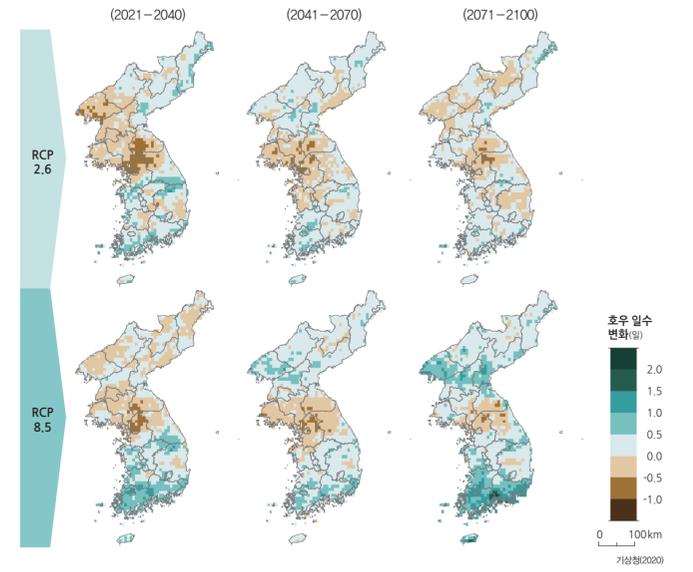
RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 열대야 일수 변화



RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 폭염 일수 변화



RCP 2.6/8.5 시나리오에 따른 호우 일수 변화



국제 협력

기후 관련 국제 협력



기상행(2019)

우리나라 기상청은 세계기상기구(WMO: World Meteorological Organization)를 비롯한 다양한 국제기구와 공조하여 다자 협력 업무를 수행하고 있다. 세계기상기구는 지구 대기의 흐름, 대기와 해양의 상호 작용, 기후와 수문 관련 사안에 대해 권유 있는 목소리를 내는 유엔의 기상 분야 특화 기구이다. 1950년에 설립되어 현재 191개 국가가 회원국으로 가입한 정부 간 기구로, 우리나라는 1956년에 68번째 회원국으로 가입하였다.

우리나라 기상청은 2007년부터 세계기상기구의 집행 이사 지위를 유지하고 있는데, 집행 이사회는 세계기상기구 과학 기술 프로그램의 조정과 예산 배정 등 주요 정책을 심의하고 총괄하는 핵심 집행 기구로 37개 회원국의 기상청장으로 구성된다. 2015년 스위스 제네바에서 열린 제17차 세계 기상 총회에서 우리나라 기상청장이 집행 이사로 당선되면서 우리나라는 3선 집행 이사국이라는 쾌거를 이루었다. 이는 세계기상기구를 중심으로 한 국제 기상 무대에서 신뢰 의료를 바탕으로 다양한 형태의 국제 활동을 활발히 수행하며 우리 기상청의 위상을 높여온 긍정적 결과로 평가된다. 2016년 현재 대한민국의 세계기상기구 국가 분담금 기여율은 2.01%로 회원국 중 13위에 해당한다. 앞으로도 기상청은 국제 기상 커뮤니티 선도 그룹의 일원으로 기여를 강화해 나갈 예정이다.

또한, 제17차 세계 기상 총회에서 기상청이 그동안 교육·훈련 부문에서 두각을 보인 국제적 기여와 전문성을 인정받아 세계기상기구 지역훈련센터(RTC: Regional Training Center)로 공식 지정되었다. 이로써 대한민국 기상청은 그동안 축적해 온 전문 지식과 기술, 경험 등을 세계기상기구 회원국과 공유할 수 있는 보다 체계적인 시

스템을 구축할 수 있게 되었으며, 이를 기반으로 세계기상기구 교육 정책을 부합하는 특화된 교육 과정을 마련하여 RTC 운영 기반을 다질 계획이다.

글로벌 기후 변화 협상에서 독보적 권위를 지닌 '기후변화예란정 부간협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)'에 최초로 한국인 의장을 배출한 일도 주목할 만한 성과이다. IPCC는 기후 변화 문제에 대처하고자 1988년 세계기상기구와 유엔환경계획(UNEP)이 공동 설립한 기구이다. 2015년 IPCC 의장 당선은 그간 기후 변화 대응을 위한 대한민국의 노력이 국제적으로 높이 평가받고 있음을 보여 준다. 앞으로 기상청은 IPCC 국내 전문가 육성 및 국제 활동에 적극적으로 참여하여 기후 변화 국제 협력 분야에서 우리나라의 입지를 강화하고 그 영향력을 확대해 나갈 계획이다.

1994년 중국 기상청과 기상 협력 약정을 체결하면서 공식적 양국 협력 활동을 시작하였다. 이후 1996년 오스트레일리아 기상청, 1999년 러시아 기상청, 2000년 미국 기상청 등과 순차적으로 협력 관계를 확대·구축하면서 본격적인 양자 협력 활동을 추진하였다. 2013년 카타르와의 양자 협력 양해 각서 체결에 이어, 2015년 중동 지역 기상 서비스의 중심 역할을 담당하는 사우디아라비아 기상 환경청과 양해 각서 체결이 추가되어 중동 지역 국가와의 기상 협력이 강화되고, 기상 산업 진출 기회를 확대할 수 있는 계기를 마련하였다. 그 결과, 2016년 현재 17개국 및 5개 국제기구와 양자 간 협약을 체결하였다.

협력 대상과는 2-3년 주기의 양자 협력 회의 개최, 실무 그룹 운영, 전문가 파견 등의 방법으로 지속적인 호혜 관계를 유지하고 있다. 또한, 미국, 영국 등의 기상 선진국과는 차세대 기상 위성 기술,

UM 모델 도입 및 운영 기술 등 최신 기상 기술 습득을 위한 협력을 추진하고 있으며, 베트남, 몽골 등의 개발도상국과는 국제 개발 협력 사업(ODA) 추진, 역량 개발 프로그램 운영 중심으로 상호 협조 체계를 구축하고 있다.

ODA의 역량 강화는 KOICA 및 자체 교육 프로그램을 통해 1998년부터 시작되었으며, 현재까지 기상 예보관 연수 과정 등을 통해 69개국 7백여 명에 대해 기상 분야 연수생 훈련을 실시하였다. 이는 개발도상국 기상청 직원들의 레이더 활용 능력 배양, 선진 예보 기술 습득, 수치 예보의 이해 및 활용도를 높임으로써 개발도상국 제해 기상 예측 능력 향상에 크게 기여하고 있다.

ODA의 프로젝트 및 개발 컨설팅은 KOICA, WMO 등과 협력하여 2003년부터 시작되었다. 현재까지 몽골 항공 기상 현대화, 필리핀 제해 감관을 위한 조기 경보 시스템 구축, 베트남 기상 재해 감시 시스템 현대화, 미얀마 기상 선진화 마스터 플랜 수립 등 20여 건의 사업을 시행하였다. 개발도상국에 대규모 시스템 설치를 통한 기상 선진화를 지원함으로써 국내 기상 기술력을 홍보하고 대한민국 기상 브랜드 및 국내 민간 기상 기업 수출 증대에 기여하고 있다.

'월드 프렌즈 퇴직 전문가 해의 파견 사업'은 미래창조과학부가 주관하고 정보통신산업진흥원이 수행하는 프로그램으로 퇴직 전문가를 개발도상국에 파견하여 기상 기술 지원 및 자문 등을 제공하고 있다. 기상 분야는 2010년부터 2016년까지 베트남, 몽골, 케냐, 우즈베키스탄 등에 19회에 걸쳐 기상 자문관을 파견하여 자문 활동을 수행하였다. 특히 이들은 해당국 기상 기술 수요 파악과 국제 무대에서 한국 기상청의 위상 제고에 기여하고 있다.

글로벌 리더십 확보

- 한·중 행사 공동 관측망 구축(2003-2008년)
- 세계기상기구(WMO) 집행 이사국
- 세계기상기구(WMO) 장기예보센터 지정
- 전지구정보시스템(GISC) 서울 유치
- 기후변화예란정부간협의체(IPCC) 주관 부처
- 세계기상기구 지구대기감시프로그램(WMO GAW)의 육불화합 세계표준센터로 지정
- 세계기상기구(WMO) 대기과학위원회의 부의장국
- 국제 사회와 공동 연구 사업 진행

개발도상국 인프라 지원 사업

- 한·중 행사 공동 관측망 구축(2003-2008년)
- 스리랑카 기상청 PC Cluster 수치 예보 시스템 구축(2005년)
- 필리핀 제해 방지 조기 경보 시스템 구축
- 몽골 기상청 기후 자료 복원 및 자료 관리 현대화(2008-2009년)
- 동아프리카 지역 기후 센터 구축(동아프리카 기후예측융합센터, 2009-2012년)
- 베트남 태풍 분석 및 예보 시스템 구축(2010-2012년)
- 스리랑카 위성 자료 수신 시스템 구축(2010-2012년)
- 베트남 기상 재해 감시 시스템 현대화(2014-2016년)
- 미얀마 기상 선진화 마스터플랜 수립(2015-2016년)

수치 예보 자료 지원

- 해면 기압, 500hPa 고도권, 200hPa 등용속선 등 예성 일기도
- 30개국 358개 주요 도시별 기온, 바람, 강수 기상 자료

국외 파견

- 스위스 WMO 아시아 남·서태평양 지역 사무국
- 남극 세종 과학 기지
- 카타르 기상청
- 기상 자문관 파견: 케냐, 몽골, 베트남, 말레이시아, 세네갈, 우즈베키스탄, 르완다

MOU 체결

- 2016년 8월 현재 17개국 5개의 국제기구의 MOU 체결
- 수치 예보, 전문 인력 교류, 교육 강화, 지원, 행사, 위성 등

개발도상국 교육 훈련 사업

- 외국인 예보관 과정(1998년-)
- 한·ASEAN 훈련 워크숍(2002-2011년)
- 정보 통신 기술(CT)을 이용한 기상 업무 향상 과정(2006년-)
- 기후 예측 전문가 역량 배양 과정(2006-2008년)
- 수치 예보 연수(2007년-)
- COMS 위성 자료 분석 훈련 과정(2007년-)
- 아프리카 제해 대응 능력 배양 과정(2009-2012년)
- 한·중 행사 공동 관측망 운영자 교육(2010년-)
- 기상 레이더 운영 및 자료 활용 과정(2012년-)

개발도상국 프로젝트 지원 및 초청 연수 지원

- 외국인 예보관 교육 과정(1998-2005, 2014-)
- 기상 레이더 운영 및 자료 활용 과정(2012-)
- 한·중 행사 공동 관측망 구축(2003-2006, 2006-2008, 2014-2018)
- 방글라데시 천리안 위성 2호기 수신·분석 시스템 활용 지원(2019-2021)
- 캄보디아 자동 기상 관측 시스템 구축(2019-2022)
- 라오스 태풍 감시·예측 통합 플랫폼 구축(2020-2023)
- 캄보디아 천리안 위성 2호기 수신·분석 시스템 활용 지원(2020-2023)

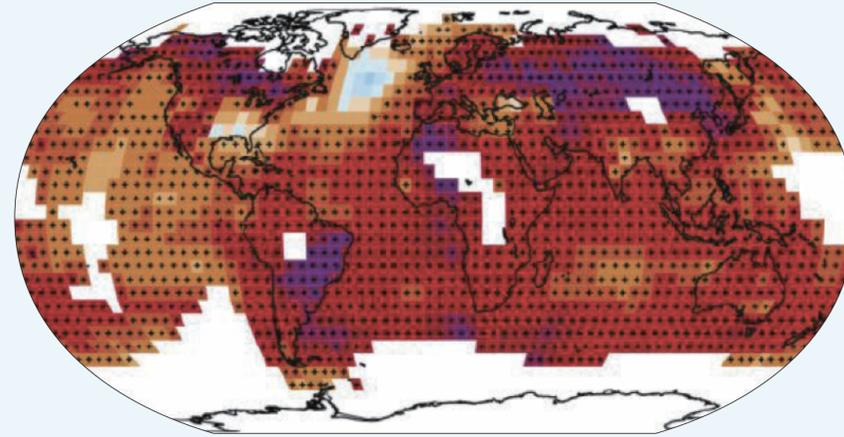
개발도상국 교육 훈련 사업

- 외국인 예보관 과정(1998년-)
- 한·ASEAN 훈련 워크숍(2002-2011년)
- 정보 통신 기술(CT)을 이용한 기상 업무 향상 과정(2006년-)
- 기후 예측 전문가 역량 배양 과정(2006-2008년)
- 수치 예보 연수(2007년-)
- COMS 위성 자료 분석 훈련 과정(2007년-)
- 아프리카 제해 대응 능력 배양 과정(2009-2012년)
- 한·중 행사 공동 관측망 운영자 교육(2010년-)
- 기상 레이더 운영 및 자료 활용 과정(2012년-)

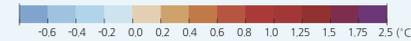
전 지구 기후 변화 현황

전 지구 과거 기온 및 강수 변화 추세

관측된 표면 온도 변화(1901-2012년)



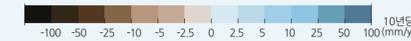
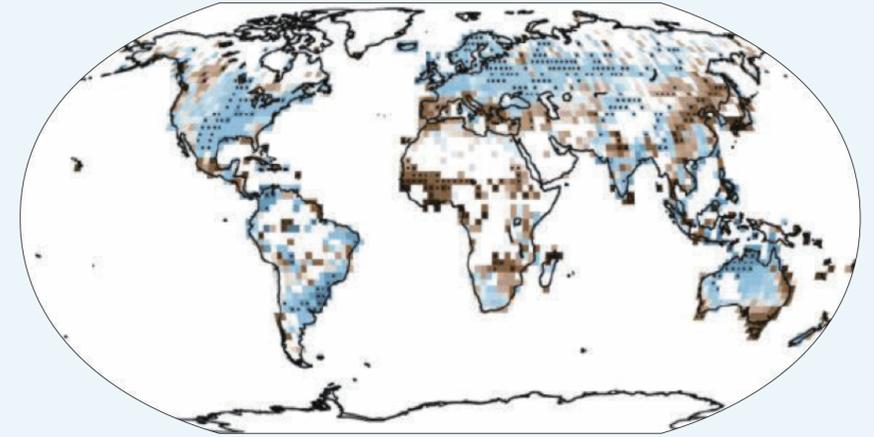
기후 시스템의 온난화는 명백하며, 1950년 이후 관측된 많은 변화들은 지난 수십 년에서 수천 년간 전례가 없었다. 대기와 해양은 따뜻해지고 눈과 빙하의 양은 줄어들었으며, 해수면은 상승하였고 온실가스의 농도는 증가하였다. 전 지구 평균 기온은 지난 약 130여 년 간(1880-2012년) $0.062 \pm 0.012^\circ\text{C}/10\text{년}$ 의 변화율로 뚜렷하게 상승하였다. 이 기온 상승 추세 속에는 다양한 규모의 자연 변동성(연-십년 이상 변동)이 포함되어 있다. 시기에 따라 기온 변화율이 변하지만 2006-2015년의 10년 동안 관측된 전 지구 평균 기온은 1850-1900년의 평균보다 0.87°C ($0.75-0.99^\circ\text{C}$) 높아(IPCC SR15, 2018). 최근 기간 일수록 기온 변화율은 증가하였다. 우리나라 평균 기온은 관측이 시작된 1912년부터 2017년까지(106년) 관측 자료가 존재하는 6개 지점(서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포) 평균을 기준으로 $0.18^\circ\text{C}/10\text{년}$ 의 기온 변화율로 뚜렷하게 상승하였다(국립기상과학원, 2018). 같은 기간 GHCN-M 자료에 기반한 전 지구 평균 기온(육지)의 변화율은 $0.14^\circ\text{C}/10\text{년}$ 을 기록하고 있어, 전 지



구 평균에 비해 우리나라가 더 높은 기온 증가율을 보이는 것은 명확해 보인다. 기온 상승 경향은 한반도 전역에서 공통적으로 나타나지만, 수도권 및 내륙 지역에서 더 뚜렷하다(한국 기후 변화 평가 보고서 2020, 기상청).

강수량은 변동성이 커서 변화 경향을 파악하는 것이 어렵다. 1901년부터 2008년까지 전 지구 육지 지역의 강수량이 증가하는 경향이 있으나, 1951년부터 2008년까지의 증가 경향은 강수 데이터 별로 상이하게 나타나는 등 증가 경향이 상대적으로 뚜렷하지 않다. 반면, 우리나라가 위치한 북반구 중위도($30-60^\circ\text{N}$)의 경우 1901-2008년과 1951-2008년의 강수량 경향성 증가가 모든 강수 자료에서 관측된다(1951년 이전까지는 중간 신뢰도, 그 이후로는 높은 신뢰도). 1913-2012년 기간에 비해 1973-2012년 기간의 강수량 증가 경향이 상대적으로 크게 관측되었다. 기타 위도의 경우, 강수량 증가 혹은 감소의 장기간 변화 경향은 낮은 신뢰도를 보인다.

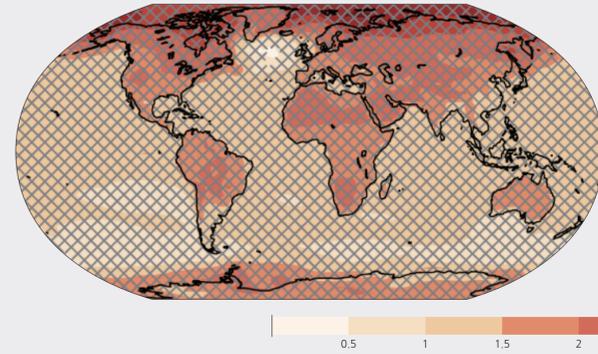
관측된 육지 연 강수량 변화(1951-2010년)



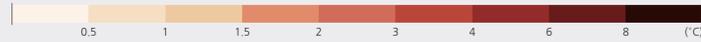
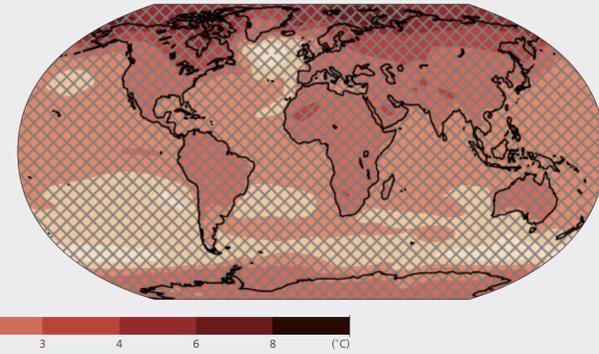
IPCC AR5(2013)

전 지구 기온 및 강수 미래 전망

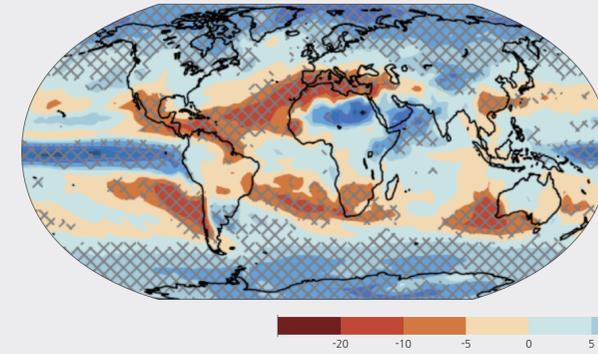
전 지구 평균 지면 온도 기준 1.5°C 온난화 시 평균 기온의 변화



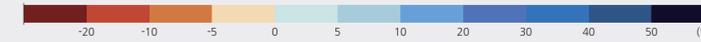
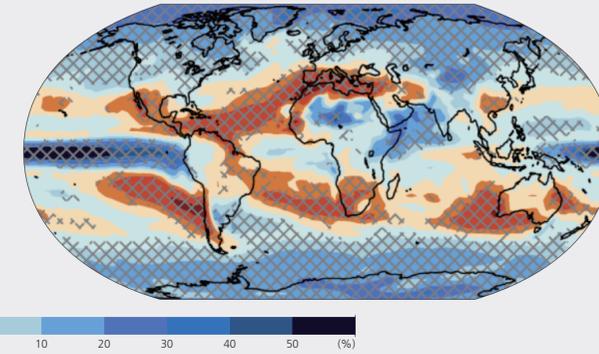
전 지구 평균 지면 온도 기준 2.0°C 온난화 시 평균 기온의 변화



전 지구 평균 지면 온도 기준 1.5°C 온난화 시 평균 강수량의 변화



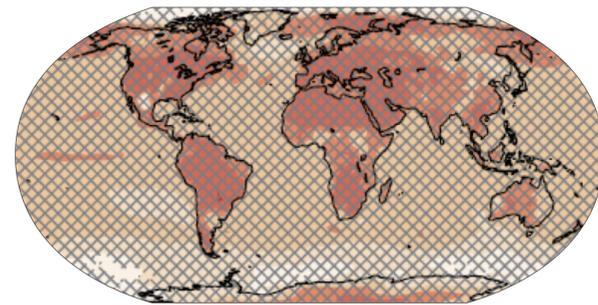
전 지구 평균 지면 온도 기준 2.0°C 온난화 시 평균 강수량의 변화



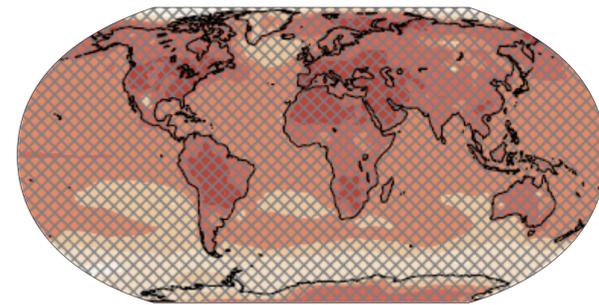
IPCC SR15(2018)

전 지구 극한 기온 지수 전망

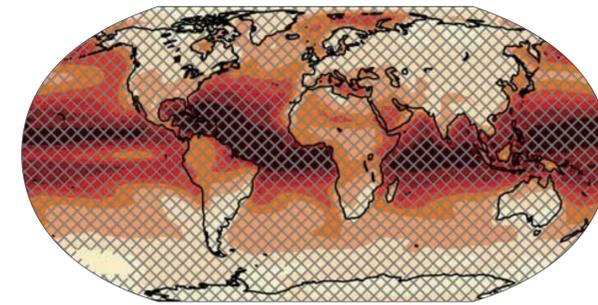
전 지구 평균 지면 온도 기준 1.5°C 온난화 시 가장 더운날(Txx)의 기온 변화



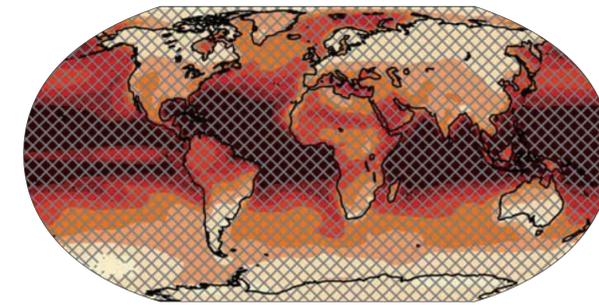
전 지구 평균 지면 온도 기준 2.0°C 온난화 시 가장 더운날(Txx)의 기온 변화



전 지구 평균 지면 온도 기준 1.5°C 온난화 시 가장 더운날(NHD)의 일수 변화

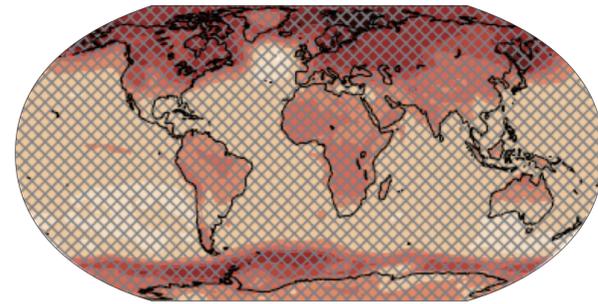


전 지구 평균 지면 온도 기준 2.0°C 온난화 시 가장 더운날(NHD)의 일수 변화

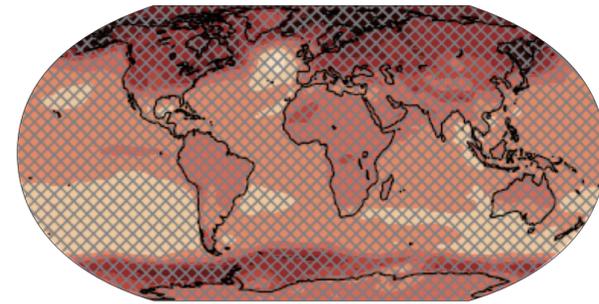


IPCC SR15(2018)

전 지구 평균 지면 온도 기준 1.5°C 온난화 시 가장 추운날(Tnn)의 기온 변화



전 지구 평균 지면 온도 기준 2.0°C 온난화 시 가장 추운날(Tnn)의 기온 변화



산업화 이전 수준 대비 1.5°C, 2°C의 지구 온난화 시 대부분의 지역에서 평균 기온이 상승(높은 신뢰도)하였다. 일부 지역에서는 호우 빈도·강도가 증가하였고, 강수량도 증가(높은 신뢰도)하였다. 일부 지역에서는 가뭄 강도 또는 빈도 증가(중간 신뢰도)가 나타날 것으로 예상된다. 동아시아를 포함한 대부분의 육지에서 평균 기온은 1.5°C 대비 2°C 지구 온난화에서 더 높고, 일부 지역에서는 전 지구 지표 온도 대비 2-3배 더 상승할 것으로 전망된다(높은 신뢰도). 전 지구 강수는 1.5°C보다 2°C 지구 온난화에서 더 증가할 것으로 전망된다(중간 신뢰도). 일부 지역에서는 가뭄과 강수 부족으로 인한 리스크가 1.5°C보다 2°C 지구 온난화에서 더 높을 것으로 전망된다(중간 신뢰도). 산업화 이전(1861-1880년) 대비 전 지구 평균 기온이 1.5°C 상승한 미래에 한반도의 기온 변화는 현재 기후(2006-2015년)보다 월평균 기온은 0.8°C (± 0.11), 월 최고 기온은 0.89°C (± 0.16), 월 최저 기온은 0.91°C (± 0.12) 상승할 것으로 전망되어 전 지구 규모와 비슷한 수준인 것으로 나타난다(한국 기후 변화 평가 보고서 2020, 기상청). 강수량은 전

지구에 비해 조금 더 강하게 나타나 $62.26\text{ mm}(\pm 7.09)$ 상승할 것으로 전망된다. 산업화 이전(1861-1880년) 대비 전 지구 평균 기온이 1.5°C 상승할 경우, 대부분의 지역에서 기온 상승과 함께 극한 고온의 발생이 증가하고, 일부 지역에서 호우 및 가뭄의 발생이 증가할 것으로 예측하였다. 이러한 이상 기상 및 이상 기후 현상의 증가 추세는 전 지구 평균 기온의 상승 폭이 커짐에 따라 더욱 심화될 것으로 전망된다(IPCC SR15, 2018). 육지의 극한 기온은 전 지구 평균보다 더 많이 증가할 것으로 전망된다(높은 신뢰도). 극한 고온의 경우, 온난한 계절에 한반도 및 동아시아가 포함된 중위도에서 1.5°C 지구 온난화의 경우에 3°C까지, 2°C 지구 온난화의 경우 약 4°C까지 더 더워진다. 추운 계절에는 고위도의 극한 한랭야 온도가 1.5°C 지구 온난화일 때 약 4.5°C, 2°C 지구 온난화에서 약 6°C까지 높아질 것으로 전망된다. 고온일 빈도는 대부분 육지에서 증가하며, 특히 열대 지방에서 가장 크게 증가할 것으로 전망된다(높은 신뢰도).