

발 간 등 록 번 호

11-1360000-001548-01

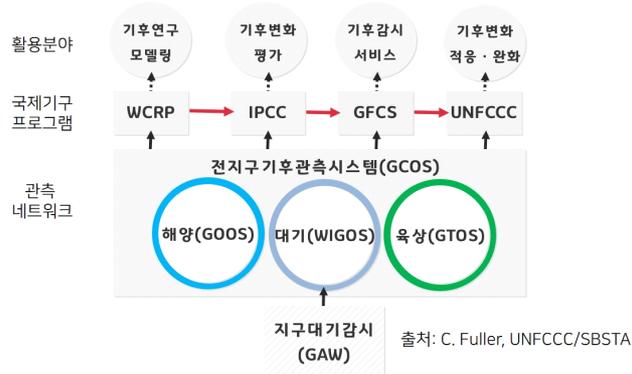
# 종합 기후변화감시정보 활용 가이드스



## 배경

최근 여러 차례에 걸쳐 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 평가보고서에서 온실가스 농도가 위험 수준에 이르는 것으로 보고되었음. 인간 활동에 따른 기후변화는 모두가 인정하는 과학적 사실이 되었고, 시급히 해결해야 할 인류의 당면과제가 되었음. 이에 따라 기후변화 원인물질을 줄이고자 하는 국제적인 활동도 한층 강화되고 있음. WMO(세계 기상기구) 프로그램 중 하나인 전지구기후관측시스템(GCOS, Global Climate Observing System)에서는 핵심기후변수(ECVs, Essential Climate Variables)\*를 선정하고, 대기, 해양, 육상에 대한 종합적인 관측 정보를 제공하고 있음.

\* Essential Climate Variables: GCOS 프로그램에서 지구 기후를 특징짓는 주요 변수를 한정(2010)



## 필요성

- 신기후체제가 출발하는 시점에서 기후변화 원인물질의 체계적 감축 관리를 위한 고품질 기후변화감시 정보가 요구됨.
- 기후변화에 대한 국가적 이해를 위해 한반도와 전지구 규모에 대한 종합적인 기후변화감시 업무 필요성이 제기됨.

## 목적

- 분산되어 있는 기후변화감시 자료를 통합하여, 대기, 해양, 육상 등 ECVs에 대한 종합적인 정보 제공
- 기후변화감시 종합 분석 보고서를 통한 정부 부처, 국제협력, 기관 등의 정책 수립 및 의사결정을 위한 정보 제공

## 기대효과

1. 기후변화 원인·결과·영향에 대한 정보를 효율적으로 파악할 수 있는 수요자 중심 온라인 콘텐츠 정보 서비스
2. 기후변화의 원인·결과·영향에 대한 종합적 감시업무 수행으로 고품질·고부가가치 정보 제공
3. 정부부처, 기관과 공동 활용으로 국가 기후변화 정책 지원

- 종합 기후변화감시정보 자료 활용 방법 소개 ..... 1

## 대기(대기조성)

### ○ 온실가스

- ① 이산화탄소 ..... 2
  - 1) 국내외 연·월평균농도 ..... 3
  - 2) 국내 지점별 평균농도 ..... 4
  - 3) 최근 5년간 월변화 ..... 4
  - 4) 관측자료 비교 ..... 4
  - 5) 전지구 이산화탄소 평균농도 ..... 5
- ② 메탄 ..... 6
  - 1) 국내외 월평균농도 ..... 6
  - 2) 최근 5년간 월변화 ..... 6
  - 3) 관측자료 비교 ..... 7
  - 4) 전지구 메탄 평균 농도 ..... 7
- ③ 육불화황 ..... 8
- ④ 아산화질소 ..... 9
- ⑤ 염화불화탄소류 ..... 9
- ⑥ 온실가스 연관정보 ..... 11
  - 1) 온실가스 농도 비교 ..... 11
  - 2) 온실가스별 복사강제력 ..... 11
  - 3) 온실가스 배출량 ..... 12

### ○ 반응가스

- ① 일산화탄소 ..... 13
- ② 전지구 일산화탄소 평균 농도 ..... 14
- ③ 질소산화물 ..... 16
- ④ 이산화황 ..... 17
- ⑤ 국내외 도시 반응가스 ..... 18
- ⑥ 지표오존 ..... 19
- ⑦ 국내 지표오존, 이산화질소 비교 ..... 21

### ○ 지표복사수지

- ① 순복사, 직달일사 ..... 22
- ② 연관정보 ..... 23

### ○ 에어로졸

- ① 에어로졸 광학깊이 ..... 24
- ② 옹스트롬지수 ..... 24
- ③ PM10 ..... 25
- ④ 응결핵 수농도 ..... 25
- ⑤ 전지구 에어로졸 평균 농도 ..... 26

### ○ 성층권 오존

- ① 국내외 연·월평균 ..... 27
- ② 국내 오존 연직분포 ..... 28

## 자외선

- ① 실시간 총자외선지수 ..... 29
- ② 총자외선지수 ..... 30
- ③ 총자외선지수 일최고 단계별 일수 ..... 30
- ④ 자외선 A, B 일자료 ..... 31
- ⑤ 자외선 A ..... 31
- ⑥ 자외선 B ..... 32
- ⑦ 연관정보 ..... 33





## 대기(기상요소)

### ○ 기온

- ① 국내외 평균기온 편차 ..... 34
- ② 국내 평균기온 변화율 ..... 35
- ③ 현상일수 ..... 35
- ④ 기온과 온실가스 비교 ..... 36

### ○ 강수

- ① 국내외 연강수량 편차 ..... 37
- ② 국내 연강수량 변화율 ..... 38
- ③ 호우일수 ..... 38

### ○ 풍향·풍속

- ① 평균풍속 연·월평균 ..... 39
- ② 풍속 계급별 연간 일수 ..... 40
- ③ 풍향·풍속 분포도 ..... 40
- ④ 지점별 바람장미 ..... 41
- ⑤ 연관정보 ..... 41

### ○ 수증기

- ① 상대습도 연·월평균 ..... 42
- ② 실효습도 계급별 발생일수 ..... 43
- ③ 상대습도 변화율 및 지점별 상대습도 ..... 44
- ④ 연관정보 ..... 44

### ○ 운량

- ① 전운량 연·월평균 ..... 45
- ② 전운량 계급별 변화경향 ..... 46
- ③ 연관정보 ..... 47



## 육상

### ○ 적설

- ① 적설 연·월평균 ..... 48
- ② 전지구 평균 적설 ..... 49
- ③ 적설 계급별 연간일수 비교 ..... 49
- ④ 지점별 연대별 적설강도 변화 ..... 50
- ⑤ 지점별 일최심신적설과 눈 현상일수 ..... 51
- ⑥ 연관정보 ..... 51

### ○ 지표온도

- ① 지표온도 연·월평균 ..... 52
- ② 지점별 지표온도 및 변화율 ..... 53

### ○ 지표알베도

- ① 국내외 연·월평균 ..... 54
- ② 연관정보 ..... 55



## 해양

### ○ 해수면높이

- ① 국내외 해수면높이 ..... 56
- ② 국내 해수면높이와 상승률 ..... 56

### ○ 해수면온도

- ① 국내외 해수면온도 ..... 57
- ② 국내 지점별 해수면온도와 기온 ..... 58
- ③ 국내 해수면온도 변화율 분포도 ..... 58
- ④ 해수면 온도 실황 및 예측 ..... 59
- ⑤ 국내·외 수온(수면 밑) ..... 59
- ⑥ 연관정보 ..... 60



○ 해빙

① 해빙 분포도 ..... 61  
 ② 해빙 연변화 ..... 62  
 ③ 연관정보 ..... 62

○ 해상공

① 유의파고 평균 및 최고 ..... 63  
 ② 유의파고 분포 ..... 64  
 ③ 해양기상부이 해상공 특성 ..... 64  
 ④ 과거 풍랑특보일 수 ..... 65

○ 염분

① 국내·외 표층염분 ..... 66  
 ② 연관정보 ..... 67

○ 해양 열용량

① 국내·외 표층염분 ..... 68  
 ② 연관정보 ..... 69

○ 해양 산성화

① 국내 해양산성화 ..... 70  
 ② 국외 해양산성화 비교 ..... 71

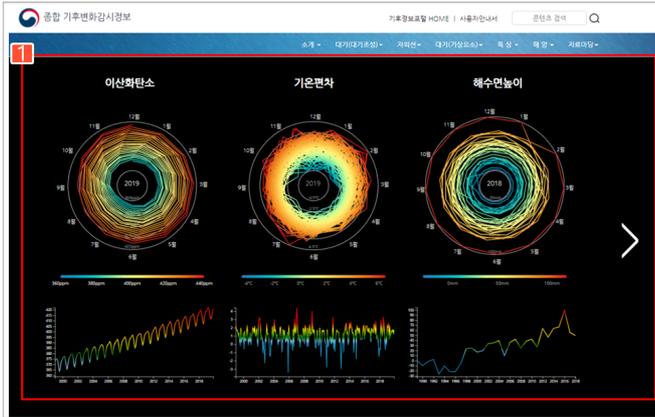
❖ 자료통계방법

■ 온실가스 ..... 72  
 ■ 반응가스 ..... 76  
 ■ 에어로졸 ..... 77  
 ■ 자외선 ..... 78  
 ■ 대기복사 ..... 79  
 ■ 성층권 오존 ..... 79  
 ■ 기상 ..... 80

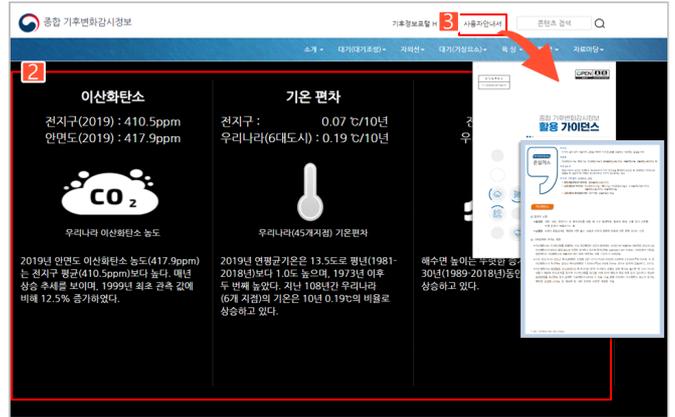


# 종합 기후변화감시정보 자료 활용 방법 소개

## 메뉴 소개



1 대표 기후요소 스파이럴 차트



2 대표 기후요소 최근 자료 설명

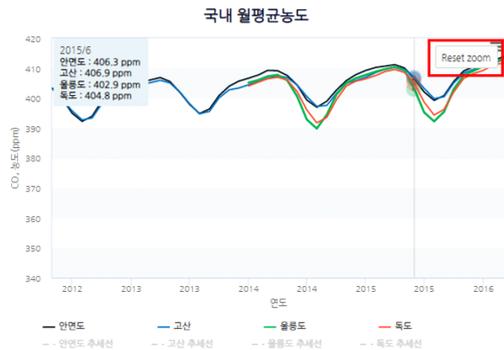
3 사용자 가이드 다운로드

## 주요 기능

① 그래프에 마우스를 올리면 해당 관측값 확인 가능



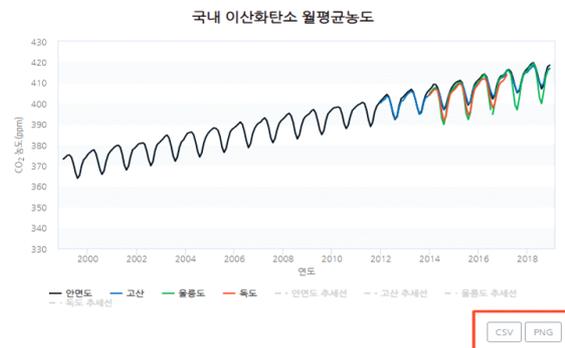
② 그래프 위 마우스로 영역 설정 시 확대 가능



③ 범례를 클릭하면 그래프 추가 및 삭제 가능



④ 해당 그래프 이미지 및 자료를 각각 png 파일과 csv 파일로 다운로드 가능



대기(대기조성)

## 온실가스

### ■ 의미

지구의 물리·화학·생물학적 균형을 깨뜨려 지구온난화를 유발하는 대표적인 물질을 의미

### ■ 종류

이산화탄소( $CO_2$ ), 메탄( $CH_4$ ), 아산화질소( $N_2O$ ), 염화불화탄소류(CFCs), 육불화황( $SF_6$ ), 과불화탄소류(PFCs) 등

### ■ 온실효과

태양으로부터 유입된 단파장의 복사에너지가 지구 대기권을 통과하여 유입된 후, 장파장의 지구복사로 방출될 때 온실가스에 의해서 흡수됨으로써 지구가 온난화되는 현상

### ■ 국제 기후협약 규제대상 물질

- 몬트리올의정서(1989년): 염화불화탄소류(CFCs)
- 교토의정서(1997년): 이산화탄소( $CO_2$ ), 메탄( $CH_4$ ), 아산화질소( $N_2O$ ), 수소불화탄소류(HFCs), 과불화탄소류(PFCs), 육불화황( $SF_6$ )
- 교토의정서 후속회의(더반, 2011년): 삼불화질소( $NF_3$ )

## 이산화탄소

### ○ 발생과 소멸

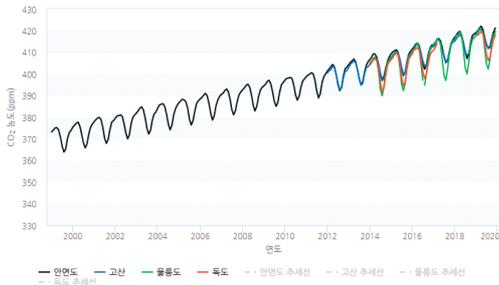
- 발생원: 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료를 태울 때 주로 발생하며, 벌목과 화재, 산불 등의 잔존물 부패 등에서 배출되기도 함.
- 소멸원: 식생의 광합성과정, 해양에 의한 흡수, 성층권 오존과 광화학 반응에 의한 분해 등으로 소멸

### ○ 기후변화에 미치는 영향

- 이산화탄소는 지구온난화를 유발하는 주요 원인물질로 인간의 화석연료 소비증가로 배출되는 대표적인 온실가스임. 이산화탄소의 전지구 평균 농도는 꾸준히 증가하고 있으며 관측단위는 ppm(part per million, 100만분의 1일)임. 일반적으로 이산화탄소는 배출되어 대기 중에 머무르는 잔류 기간이 5~200년임.
- 모든 온실가스의 전지구 복사강제력은 산업화 이전 시기(1750년 이전)와 비교하여  $2.83W/m^2$ 에 이르며, 이 중 이산화탄소가 차지하는 전지구 복사강제력은  $1.83W/m^2$ (64.3%)에 이르는 것으로 알려져 있음(IPCC, 2013).
- 이산화탄소는 태양빛을 지구표면으로 투과시키는 반면 지구에서 내뿜는 장파 복사는 흡수한 뒤 다시 지구로 내뿜기 때문에 온실효과를 일으켜 지구온난화를 야기함. 이에 따라 해빙과 적설 면적 등이 감소하고 극심한 날씨변화를 야기하는 등의 급격한 기후변화가 나타날 수 있음. 기후 변화 이외에도 이산화탄소 농도의 증가는 해양을 산성화 시키는 등 생태계 및 사회 전반에 다양한 영향을 끼침.

① 국내외 연월평균농도(위치: 대기(대기조성) > 이산화탄소 > 국내외 연월평균농도)

국내 이산화탄소 월평균농도



**제목** 국내 이산화탄소 월평균농도

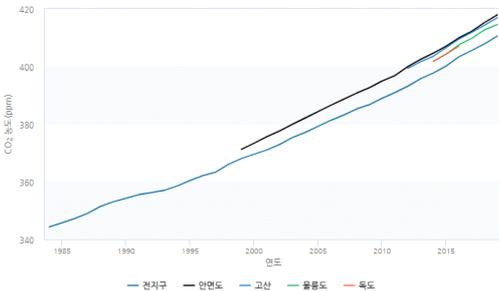
**그림설명** 안면도, 고산, 울릉도, 독도의 월평균 이산화탄소 농도 변화를 보여주는 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2012년~), 울릉도(2014년~), 독도(2014년~)

**의미** 안면도, 고산에서 2013년 처음으로 연평균 농도가 400ppm을 돌파하였으며, 지속적으로 증가하고 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

국내외 이산화탄소 연평균농도



**제목** 국내외 이산화탄소 연평균농도

**그림설명** 전지구, 안면도, 고산, 울릉도, 독도의 연평균 이산화탄소 농도 변화를 보여주는 그래프

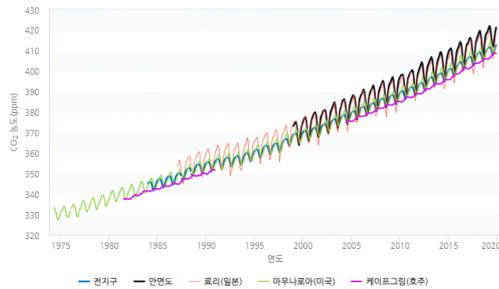
- 지점(기간): 전지구(1984년~), 안면도(1999년~), 고산(2012년~), 울릉도(2014년~), 독도(2014년~)

**의미** 2019년 이산화탄소 연평균농도는 전지구 410.5ppm으로 산업화 이전(278.0ppm) 대비 약 48% 증가했으며, 안면도는 1999년 371.2ppm 보다 46.7ppm 증가함.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 온실가스세계자료센터(WDCGG)

국내외 이산화탄소 월평균농도



**제목** 국내외 이산화탄소 월평균농도

**그림설명** 전지구, 안면도, 료리(일본), 마우나로아(미국), 케이프그림(호주)에서 월평균 이산화탄소 농도 변화를 보여주는 그래프

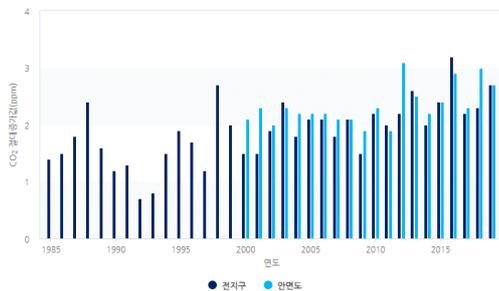
- 지점(기간): 전지구(1984년~), 안면도(1999년~), 료리(1987년~), 마우나로아(1974년~), 케이프그림(1981년~)

**의미** 각 지점에서 이산화탄소 농도가 지속적으로 증가하고 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 온실가스세계자료센터(WDCGG)

국내외 이산화탄소 절대증가값



**제목** 국내외 이산화탄소 절대증가값

**그림설명** 전지구 및 안면도 이산화탄소의 이산화탄소 연평균 농도의 전년대비 증가값을 보여주는 그래프

- 지점(기간): 전지구(1985년~), 안면도(2000년~)

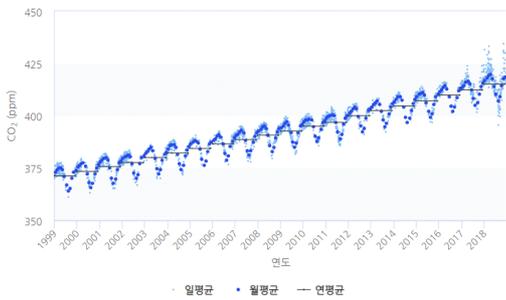
**의미** 매년 전년대비 증가폭이 다르게 나타나나 최근 들어 증가폭이 큼.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 온실가스세계자료센터(WDCGG)

② 국내 지점별 평균농도(위치: 대기(대기조성) > 이산화탄소 > 국내 지점별 평균농도)

국내 지점별 이산화탄소 평균농도(안면도)



**제목** 국내 지점별 이산화탄소 평균농도

**그림설명** 국내 지점별 일/월/년 평균 이산화탄소 농도 변화를 보여주는 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2012년~),  
울릉도(2014년~), 독도(2014년~)

**의미** 지점별 이산화탄소 농도의 일변화 경향, 계절변화, 연변화 경향을 알 수 있음. 안면도 이산화탄소 농도는 장기적으로 증가하고 있으면서, 뚜렷한 계절변화를 보이고 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

③ 최근 5년간 월변화(위치: 대기(대기조성) > 이산화탄소 > 최근 5년간 월변화)

국내 지점별 최근 5년간 이산화탄소 월변화(안면도)



**제목** 국내 지점별 최근 5년간 이산화탄소 월변화

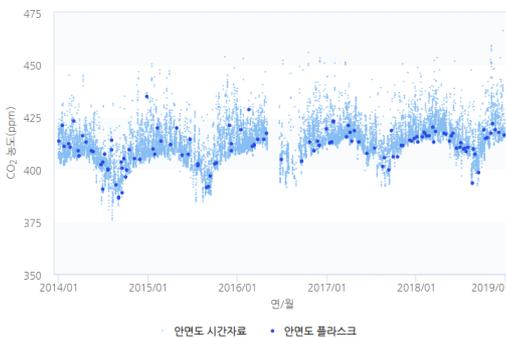
**그림설명** 최근 5년간 안면도, 고산, 울릉도, 독도의 이산화탄소 월별 평균농도 변화를 보여주는 그래프

**의미** 이러한 계절변동은 이산화탄소의 발생원과 흡수원, 주풍 이동에 따른 영향을 알 수 있는 지표가 됨.

**업데이트 주기** 1회/년

④ 관측자료 비교(위치: 대기(대기조성) > 이산화탄소 > 관측자료 비교)

이산화탄소 농도의 비교 관측  
(안면도 실시간 - 안면도 플라스크 샘플링)



**제목** 이산화탄소 농도의 비교관측(안면도 실시간 - 안면도 플라스크 샘플링)

**그림설명** 안면도 이산화탄소 농도의 실시간 관측 자료와 주 1회 플라스크 샘플링 자료(NOAA 중앙교정실험실 분석)를 함께 보여주는 그림

- 지점(기간): 안면도(2014년~)

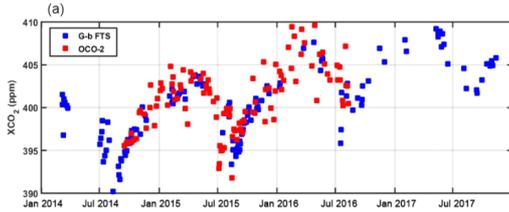
**의미** 관측자료의 신뢰성을 알아보기 위한 것으로 이산화탄소의 두 분석 자료는 좋은 상관관계(R=0.98)를 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

그래프

설 명

이산화탄소 농도의 비교 관측  
(OCO-2위성 - 안면도 FTS)



제목 이산화탄소 농도의 비교관측(OCO-2위성 - 안면도 FTS)

그림설명 TCCON의 안면도 FTS와 NASA 온실가스 관측 전용 위성 OCO-2의 XCO<sub>2</sub> 농도 변화를 보여주는 그림

- 기간: 2014년 4월~

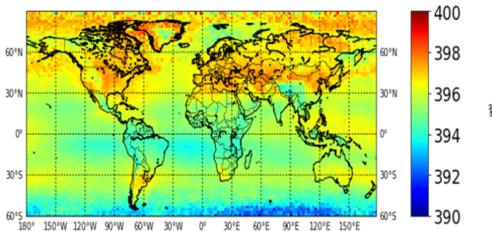
- ※ NASA(National Aeronautics and Space Administration): 미항공우주국
- ※ TCCON(Total Carbon Column Observing Network): 온실가스 지상검증 네트워크
- ※ FTS(Fourier Transform Spectrometer): 고분해 태양흡수분광간섭계
- ※ OCO-2(Orbiting Carbon Observatory-2): 탄소관측 위성(미국 NASA)

의미 FTS와 OCO-2의 XCO<sub>2</sub>는 0.936의 좋은 상관관계를 보이며, 두 값을 통해 대기 중의 CO<sub>2</sub>의 농도가 증가함을 확인함.

업데이트 주기 1회/년

⑤ 전구 이산화탄소 평균 농도(위치: 대기(대기 조성) > 이산화탄소 > 전구 이산화탄소 평균 농도)

전구 이산화탄소 평균 농도



제목 전구 이산화탄소 평균 농도

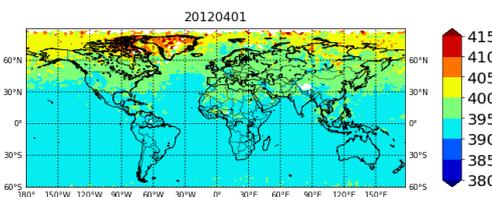
그림설명 2010년 10월부터 2017년 2월까지 이산화탄소의 전구 평균 농도를 나타낸 전구 지도

의미 이산화탄소의 인위적인 배출이 많은 북반구가 남반구에 비하여 평균적으로 더 높은 값을 나타냄.

업데이트 주기 1회/년

출처 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

전구 월 평균 이산화탄소 평균농도



제목 전구 월 평균 이산화탄소 평균농도

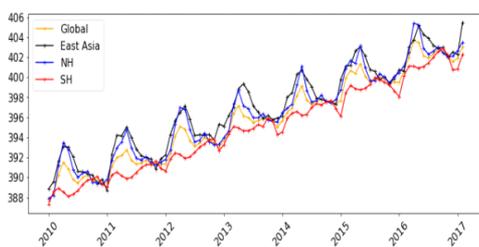
그림설명 2010년 10월부터 2017년 2월까지 월별 평균 이산화탄소 농도를 나타낸 전구 지도

의미 산업혁명이 일어나기 전 이산화탄소의 평균 농도는 약 278ppm에 지나지 않았는데 현재는 그에 비해 전구적으로 매우 높은 농도를 나타내고 있음.

업데이트 주기 1회/년

출처 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

지역별 이산화탄소 시계열



제목 지역별 이산화탄소 시계열

그림설명 2010년부터 2017년까지 지역별 이산화탄소의 시계열 그래프

의미 한 해 평균 약 2.25 ppm 이상의 이산화탄소 농도가 전 지역에서 증가하고 있으며 이러한 증가 추세는 다소간 지역적인 차이를 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

# 메탄

## ○ 발생과 소멸

- 발생원: 습지와 해양, 식생 등에서 자연적으로 배출하고 농업, 축산업, 천연가스 연소, 폐기물 부패 등 인위적 원인으로 배출
- 소멸원: OH라디칼(수산화이온: 매우 불안정한 분자)과 반응하여 분해

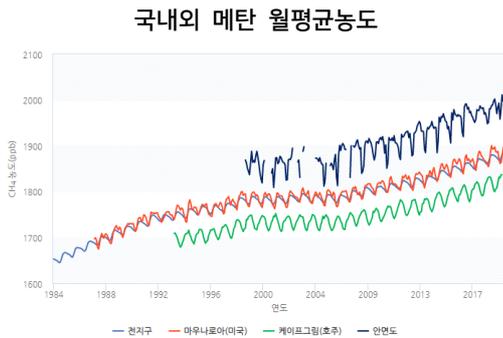
## ○ 기후변화에 미치는 영향

- 메탄은 이산화탄소 다음으로 중요한 온실가스 중 하나로 ppb(part per billion, 10억 분의 1) 수준으로 대기 중에 존재함. 복사강제력은  $0.48W/m^2$ 으로 전지구 온실가스 복사강제력 대비 17.0% 기여하고 있음(IPCC, 2013).
- 메탄은 한번 배출되면 약 9년 정도 대기 중에 체류하고, 다른 온실가스 중에 비해 체류시간이 짧기 때문에 정책적으로 배출량을 줄이면 가장 빠른 효과를 볼 수 있음.
- 메탄은 대류권 오존의 생성에도 기여하는 등 기후뿐만 아니라 대기질에도 영향을 미치는 중요한 기체임. 메탄의 자연적 발생은 주로 늪지에서 일어나며 이 밖에도 산불, 가축 등에 의하여 발생함.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 월평균농도(위치: 대기(대기조성) > 메탄 > 국내외 월평균농도)



##### 제목 국내외 메탄 월평균농도

**그림설명** 전지구, 마우나로아(미국), 케이프그림(호주), 안면도의 월평균 메탄 농도 변화를 보여주는 그래프

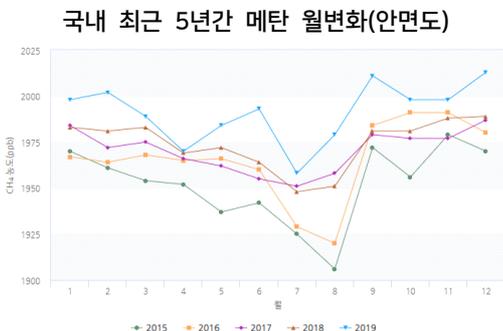
- 지점(기간): 전지구(1984년~), 마우나로아(1987년~), 케이프그림(1993년~), 안면도(1999년~)

**의미** 전지구, 마우나로아, 케이프그림, 안면도의 메탄 농도가 계절변화를 보이며 꾸준히 증가하고 있음을 보여줌.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 온실가스세계자료센터(WDCGG)

#### ② 최근 5년간 월변화(위치: 대기(대기조성) > 메탄 > 최근 5년간 월변화)



##### 제목 국내 최근 5년간 메탄 월변화(안면도)

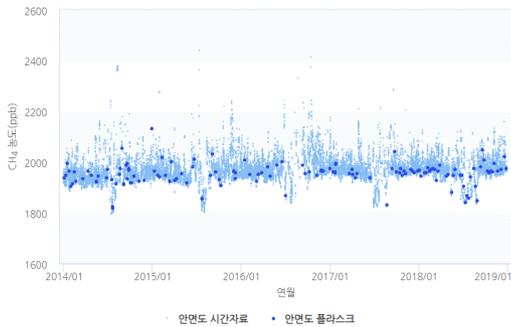
**그림설명** 최근 5년간 안면도의 메탄 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프

**의미** 메탄과 반응하는 OH라디칼이 높아지는 여름에 메탄의 농도가 낮아짐을 알 수 있음. 북반구의 경우 여름에 가장 낮고 겨울에 가장 높음.

**업데이트 주기** 1회/년

③ 관측자료 비교(위치: 대기(대기조성) > 메탄 > 관측자료 비교)

메탄 농도의 비교 관측  
(안면도 실시간 - 안면도 플라스크 샘플링)



**제목** 메탄 농도의 비교 관측(안면도 실시간 - 안면도 플라스크 샘플링)

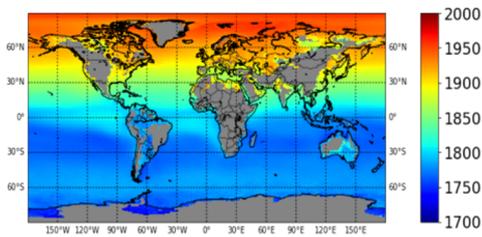
**그림설명** 안면도 메탄 농도의 실시간 시간평균 자료와 주 1회 플라스크 샘플링 자료 (NOAA 중앙교정실험실 분석)를 함께 보여주는 그림  
- 지점(기간): 안면도(2014년~)

**의미** 관측자료의 신뢰성을 알아보기 위한 것으로 메탄의 두 분석 자료는 상당히 좋은 상관관계(R=0.98)를 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

④ 전지구 메탄 평균 농도(위치: 대기(대기조성) > 메탄 > 전지구 메탄 평균 농도)

전구 메탄 평균 농도



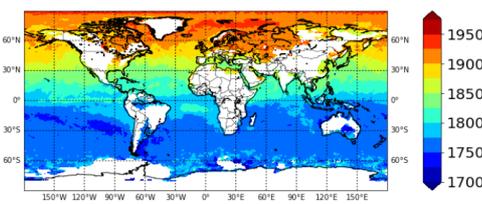
**제목** 전구 메탄 평균 농도

**그림설명** 2010년 1월부터 2017년 2월까지 메탄의 전구 평균 농도의 전구 지도

**의미** 배출원이 많은 북반구 지역이 남반구 지역에 비하여 높은 지역적 평균 값을 나타냄.

**업데이트 주기** 1회/년

전구 월 평균 메탄 평균농도



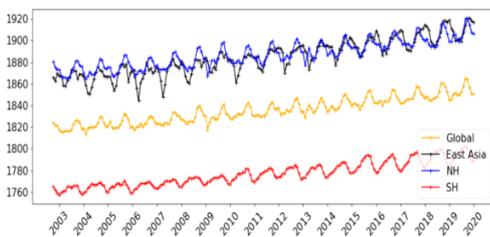
**제목** 전구 월 평균 메탄 평균농도

**그림설명** 2010년 1월부터 2017년 2월까지 월별 평균 메탄 농도의 전구 지도

**의미** 배출원이 많은 북반구 지역이 남반구 지역에 비하여 높은 지역적 평균 값을 나타냄.

**업데이트 주기** 1회/년

지역별 메탄 시계열



**제목** 지역별 메탄 시계열

**그림설명** 2010년부터 2017년까지 지역별 메탄의 시계열 그래프

**의미** 메탄의 전구 장치 추세는 전구에서 증가하는 경향을 보이는데, 이는 인위적인 배출의 증가, 가축 수의 증가 등의 요인 뿐만 아니라 기후적인 되먹임(feedback) 작용의 결과

**업데이트 주기** 1회/년

○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

- 육불화황은 ppt(part per trillion, 1조 분의 1) 수준으로 대기 중에 존재함. 100년을 기준으로 지구 온난화지수가 이산화탄소보다 23,500배가 높아 향후 기후변화에 영향을 줄 수 있는 잠재력 높은 온실가스임(IPCC, 2013).
- 주로 전기의 절연체 등으로 사용되며 적은 양이지만 마그네슘과 알루미늄 산업, 반도체 산업에서도 배출되어 대부분 산업에 기원함. 대류권에는 소멸기작이 거의 없고 중간권에서 처음으로 분해가 시작되기 때문에 대류권에서 육불화황의 체류시간은 약 3,200년으로 길며, 한번 대기로 배출되면 거의 선형으로 누적되어 빠르게 증가함.

그래프	설 명
① 육불화황(위치: 대기(대기조성) ▷ 기타 온실가스 ▷ 육불화황)	
<p style="text-align: center;"><b>국내외 육불화황 월평균농도</b></p> <p style="text-align: center;">전지구    마우나로아(미국)    안면도    고산    울릉도</p>	<p><b>제목</b>    국내외 육불화황 월평균농도</p> <p><b>그림설명</b>    전지구, 마우나로아(미국), 안면도, 고산, 울릉도의 월평균 육불화황 농도 변화를 보여주는 그래프</p> <p>- 지점(기간): 전지구(1999년~), 마우나로아(1999년~), 안면도(2007년~), 고산(2017년~), 울릉도(2017년~)</p> <p><b>의미</b>    전지구와 한반도의 온실가스 농도가 증가하고 있으며, 한반도의 농도가 전지구보다 대체로 높음.</p> <p><b>업데이트 주기</b>    1회/년</p> <p><b>출처</b>    미국해양대기청(NOAA), 온실가스세계자료센터(WDCGG)</p>

## 아산화질소

### ○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

- 아산화질소는 대기 중 체류시간이 약 121년 정도 되는 온실가스로 1750년부터 2012년 사이 복사강제력이 전체 온실가스 중 6%를 차지하였음(IPCC, 2013). 아산화질소는 인위적 온실가스 중 세 번째로 높은 것으로 산업화 이전에는 270ppb 수준으로 존재하였음.
- 아산화질소의 자연기원은 해양, 토양 등이 있으며 화석연료, 생태소각, 농업비료의 사용, 여러 산업공정에서 배출되는 인위적 기원 등이 있음. 인위적 배출원과 자연적 배출원의 비율은 거의 같음. 아산화질소는 광분해에 의해 성층권에서 소멸되며 때론 오존층파괴 과정에서 트리거로 사용되기도 함.

### 그래프

### 설 명

#### ① 아산화질소(위치: 대기(대기조성) > 기타 온실가스 > 아산화질소)



제목 국내외 아산화질소 월평균농도

그림설명 전지구, 마우나로아(미국), 안면도, 고산의 월평균 아산화질소 농도 변화를 보여주는 그래프

- 지점(기간): 전지구(1984년~), 마우나로아(1999년~), 안면도(1999년~), 고산(2012년~)

의미 전지구와 한반도의 온실가스 농도가 증가하고 있으며, 한반도의 농도가 전지구보다 높은 경우가 많음.

업데이트 주기 1회/년

출처 온실가스세계자료센터(WDCGG)

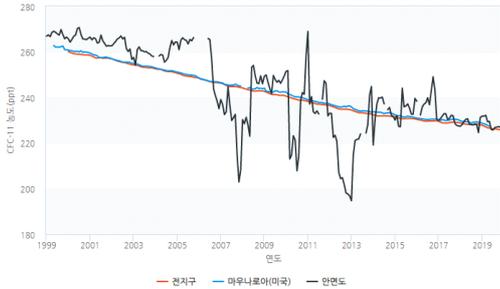
## 염화불화탄소류

### ○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

- 염화불화탄소류는 주로 성층권에서 자외선에 의해 분해되며 대기 중 체류시간이 CFC-11은 45년, CFC-12는 100년으로, CFC-113은 85년으로 나타남. 염화불화탄소류는 냉매제로 주로 사용되며, 성층권의 오존층을 파괴하는 염소와 브로민이 포함되어 있어, 1990년대 몬트리얼 의정서를 채택하여 규제를 시작하였음.
- 북반구의 관측소에서는 CFC-11은 1992년에 최댓값을 보였다가 감소추세를 나타내며, CFC-12는 2005년에 최댓값을 보이고 감소추세를 보이고 있음. CFC-12의 경우 대기 중 체류시간이 다른 두 물질에 비해 상대적으로 길기 때문에 규제에 대한 실제 반응속도는 늦고, 따라서 감소추이가 상대적으로 늦음.

① **염화불화탄소류(위치: 대기(대기조성) > 기타 온실가스 > 염화불화탄소류)**

국내외 염화불화탄소-11 월평균농도



**제목** 국내외 염화불화탄소-11 월평균농도

**그림설명** 전지구, 마우나로아(미국), 안면도의 월평균 염화불화탄소-11 농도 변화를 보여주는 그래프

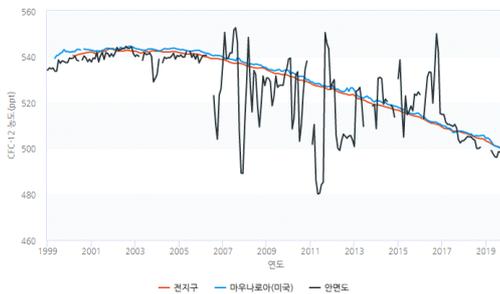
- **지점(기간):** 전지구(2000년~), 마우나로아(1999년~), 안면도(1999년~)

**의미** 북반구에서 1992년에 최솟값을 기록한 후 감소추세를 보이나, 안면도는 배출량 감소가 둔화됨.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미국해양대기청(NOAA), 온실가스세계자료센터(WDCGG)

국내외 염화불화탄소-12 월평균농도



**제목** 국내외 염화불화탄소-12 월평균농도

**그림설명** 전지구, 마우나로아(미국), 안면도의 월평균 염화불화탄소-12 농도 변화를 보여주는 그래프

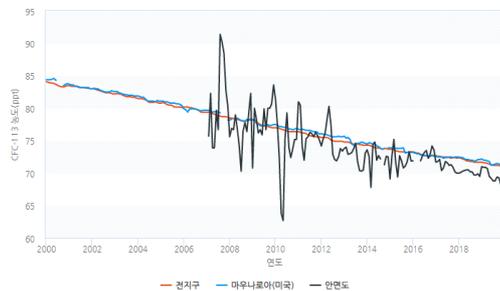
- **지점(기간):** 전지구(2000년~), 마우나로아(1999년~), 안면도(1999년~)

**의미** 북반구에서 2005년에 최솟값을 보이고 점차 감소추세이나, 안면도는 배출량 감소가 둔화됨. 다른 두 물질에 비해 대기 중 체류시간이 상대적으로 길어 규제 반응속도가 늦어져, 감소추이가 상대적으로 늦음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미국해양대기청(NOAA), 온실가스세계자료센터(WDCGG)

국내외 염화불화탄소-113 월평균농도



**제목** 국내외 염화불화탄소-113 월평균농도

**그림설명** 전지구, 마우나로아(미국), 안면도의 월평균 염화불화탄소-113 농도 변화를 보여주는 그래프

- **지점(기간):** 전지구(1999년~), 마우나로아(1999년~), 안면도(2007년~)

**의미** 전지구, 안면도에서 감소추세를 보임. 마우나로아와 전지구 평균은 NOAA, 안면도는 한국표준과학연구원의 척도를 사용하여 척도에 의한 값의 차이가 있을 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

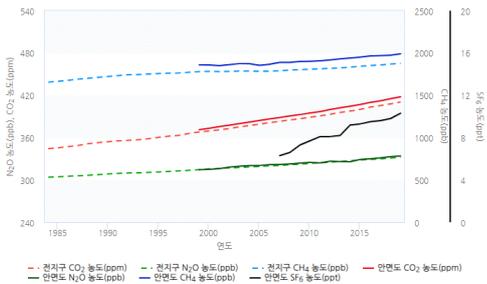
**출처** 미국해양대기청(NOAA), 온실가스세계자료센터(WDCGG)

그래프

설명

① 온실가스 농도비교(위치: 대기(대기조성) > 온실가스 연관정보 > 온실가스 농도비교)

전지구, 안면도 온실가스 농도비교



제목 전지구, 안면도 온실가스 농도비교

그림설명 전지구와 안면도의 온실가스별 연평균 농도 변화를 보여주는 그래프

- 지점(기간): 안면도 이산화탄소(1999년~), 안면도 메탄(1999년~), 안면도 아산화질소(1999년~), 안면도 육불화황(2007년~), 전지구 이산화탄소(1984년~), 전지구 메탄(1984년~), 전지구 아산화질소(1980년~)

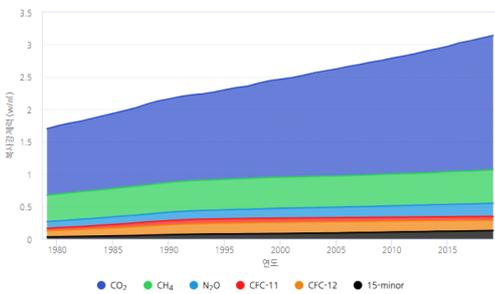
의미 전지구와 안면도의 온실가스 농도가 증가하고 있으며, 안면도의 농도가 전지구보다 높음.

업데이트 주기 1회/년

출처 온실가스세계자료센터(WDCGG)

② 온실가스별 복사강제력(위치: 대기(대기조성) > 온실가스 연과정보 > 온실가스별 복사강제력)

전지구 온실가스별 복사강제력



제목 전지구 온실가스별 복사강제력

그림설명 전지구의 이산화탄소, 메탄, CFC-11, CFC-12 및 기타 온실가스가 차지하는 복사강제력( $W/m^2$ )을 나타내는 그래프

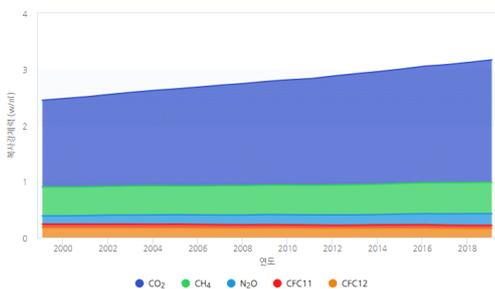
- 기간: 1979년~

의미 전체 온실가스에 대한 복사강제력은 점차 증가하고 있으며, 2019년 주요 5가지 온실가스(이산화탄소, 메탄, 아산화질소, CFC-11, CFC-12)의 복사강제력은 전체의 96%를 차지하고, 기타 온실가스는 4%를 차지함.

업데이트 주기 1회/년

출처 미국해양대기청(NOAA)

국내 온실가스 복사강제력



제목 국내 온실가스 복사강제력

그림설명 우리나라의 복사강제력은 안면도 기후변화감시소에서 관측한 주요 온실가스(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC11, CFC12)로 산출

- 기간: 1999년~

※ N<sub>2</sub>O 자료 중 2004년과 2005년 자료는 결측된 자료로서 2003년과 2006년 값을 평균하여 적용

※ 국내 자료는 전지구와 달리 미량기체(15-minor)자료가 없음

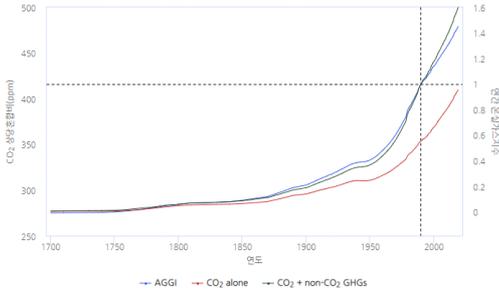
의미 전지구의 경향과 비슷하게 CO<sub>2</sub>의 증가 경향이 뚜렷하게 나타나며, 2019년 전체 복사강제력 중 CO<sub>2</sub>가 차지하는 비율은 약 68.8%로 가장 크며, 다음은 CH<sub>4</sub>는 17.7%를 차지함.

업데이트 주기 1회/년

## 그래프

## 설명

전지구 연간 온실가스 지수  
(AGGI, Annual Greenhouse Gas Index)



제목 전지구 연간 온실가스 지수

그림설명 연간 온실가스지수\*(파란선)와 전지구 이산화탄소의 CO<sub>2</sub> 상당농도\*(빨간선), 총 온실가스\*의 CO<sub>2</sub> 상당농도(초록선)를 함께 나타낸 그림

- 기간: 1700년~

※ CO<sub>2</sub> 상당농도: 온실가스 농도를 지구온난화 효과를 기준으로 이산화탄소 농도로 환산한 값.

※ 총 온실가스 = 이산화탄소 + 그 외 온실가스

※ 연간 온실가스 지수(AGGI, Annual Greenhouse Gas Index): 해당 해의 총 온실가스 복사강제력을 1990년 총 온실가스의 복사강제력과 비교하기 위한 지수

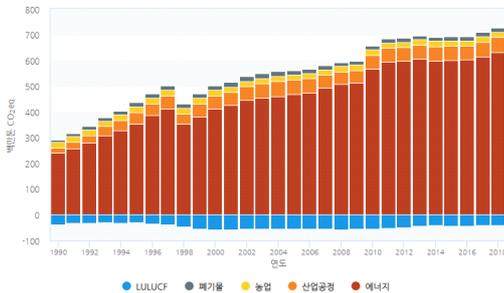
의미 AGGI는 복사강제력이 어느 정도 상승했는지 보여주며, 「AGGI<sub>2019</sub> = 1.45」는 2019년도 온실가스 복사강제력이 1990년 대비 45% 증가하였음을 의미.

업데이트 주기 1회/년

출처 미국해양대기청(NOAA)

### ③ 온실가스 배출량(위치: 대기(대기조성)) > 온실가스 연관정보 > 온실가스 배출량

국내 분야별 온실가스 배출량 및 흡수량



제목 국내 분야별 온실가스 배출량과 흡수량

그림설명 각 분야별(에너지, 산업공정, 농업, 폐기물, LULUCF) 온실가스 연간 배출·흡수량과 증감 경향을 보여주는 그래프

- 기간: 1990~2018년

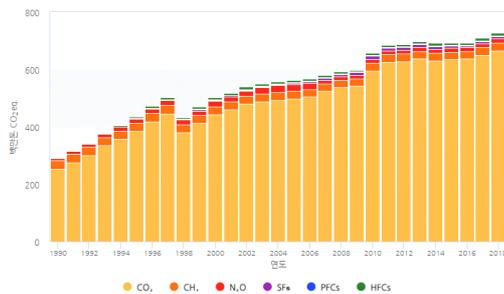
※ LULUCF: 토지 이용, 토지 이용 변화 및 산림

의미 분야별 온실가스 배출·흡수량을 이산화탄소 환산량으로 제시함. 우리나라의 2018년 온실가스 총배출량은 709.1백만톤 CO<sub>2</sub>eq.이며, 1990년도 총배출량(292.9백만톤 CO<sub>2</sub>eq.)에 비해 149.0% 증가하였음.

업데이트 주기 1회/년

출처 온실가스 종합정보센터

국내 온실가스별 연간 배출량



제목 국내 온실가스별 연간 배출량

그림설명 온실가스 종류(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub> 등)에 따른 연간 배출량과 증감 경향을 보여주는 그래프

- 기간: 1990~2018년

의미 2018년도에 CO<sub>2</sub>는 1990년에 비하여 163.8%, N<sub>2</sub>O는 62.9% 증가한 반면, CH<sub>4</sub>은 8.4% 감소하였음. 불소계 온실가스는 1990년 대비 배출량이 크게 증가하였는데, HFCs는 847%, SF<sub>6</sub>은 4,727% 증가함.

업데이트 주기 1회/년

출처 온실가스 종합정보센터

대기(대기조성)

## 반응가스

### ■ 의미

광화학 반응에 의한 오존과 에어로졸 생성에 전구물질\* 역할을 하여 대기오염뿐만 아니라 기후와의 상호관계에 깊이 관여함. 다른 가스상 물질들과 결합력이 좋아 대기 중 체류시간이 짧음. 일차 오염물질과 이차 오염물질로 나뉘는데 배출원에서 바로 나온 것을 일차 오염물질, 배출된 이후 대기 중에서 다른 화학반응으로 새롭게 생성된 물질을 이차 오염물질이라 함.

\* 어떤 물질대사나 반응에서 특정물질이 되기 전 단계의 물질

### ■ 종류

지표오존( $O_3$ ), 일산화탄소( $CO$ ), 휘발성유기화합물( $VOCs$ ), 질소화합물( $NO_x$ ,  $NO_2$ ), 그리고 이산화황( $SO_2$ )등이 있다.

## 일산화탄소

### ○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

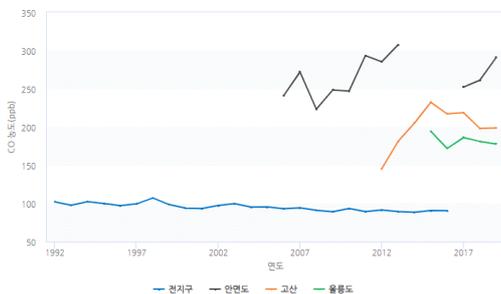
- 일산화탄소( $CO$ )는 OH 라디칼과의 반응으로 이산화탄소, 메탄 등 온실가스 농도를 변화시켜 지구온난화에 영향을 미침(IPCC, 2013).
- 일산화탄소 농도는 북반구의 인위적인 오염원 배출로 인해 남반구에 비해 북반구에 높게 분포하며, 계절 변화의 폭도 북반구가 크고 남반구는 계절변화가 북반구와 반대이면서 그 폭이 좁은 것으로 나타났음. 일산화탄소의 농도는 점차 증가하고 있으며 이는 주로 엘니뇨 동안 발생한 생체 소각(biomass burning)으로 인한 배출이 주요 원인 중 하나임. 일산화탄소는 대기 내 수명이 계절이나 지역에 따라 10일에서 일 년 이상임. 탄소 연료 연소의 주요 추적자이며 대기의 강력한 산화제인 OH 라디칼의 흡수원이기도 하여 GAW의 핵심 항목으로 관측되어 왔음.

### 그래프

### 설 명

#### ① 일산화탄소(위치: 대기(대기조성) > 반응가스 > 일산화탄소)

국내외 일산화탄소 연평균



제목 국내외 일산화탄소 연평균

그림설명 전지구, 안면도, 고산, 울릉도의 일산화탄소 연평균 농도 변화를 보여주는 그래프

- 지점(기간): 전지구(1992년~), 안면도(2006년~), 고산(2012년~), 울릉도(2015년~)

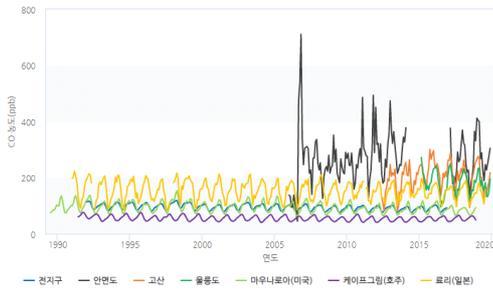
의미 2016년 전지구 평균값은 90.4ppb이며, 2019년 안면도는 290.8ppb, 고산 198.5ppb, 울릉도 177.7ppb로 국내 농도가 높음. 1997년부터 1998년까지와 2002년부터 2003년까지 대규모 바이오매스 연소와 산불 등의 원인으로 전지구 일산화탄소의 농도가 높아진 것으로 분석됨(WDCGG NO.42, 2018).

업데이트 주기 1회/년

그래프

설 명

국내외 일산화탄소 연도별 월평균



**제목** 국내외 일산화탄소 연도별 월평균

**그림설명** 전지구, 안면도, 고산, 울릉도, 마우나로아, 케이프그림, 로리의 일산화탄소 연도별 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프

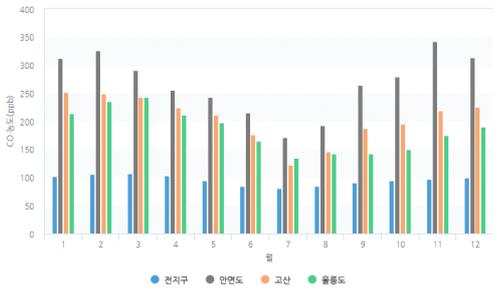
- 지점(기간): 전지구(1992년~), 안면도(2006년~), 고산(2012년~), 울릉도(2015년~), 마우나로아(1989년~), 케이프그림(1991년~), 로리(1991년~)

**의미** 남반구에 위치한 호주 케이프그림이 가장 농도가 낮고, 북반구에서 3,397m 높이에 위치한 미국 마우나로아가 두 번째로 농도가 낮음. 우리나라의 경우 안면도가 가장 높음. 일산화탄소 농도는 북반구의 인위적인 오염원 배출로 인해 남반구에 비해 북반구에 높게 분포함. 계절 변화의 폭도 북반구가 크고 남반구는 계절 변화가 북반구와 반대이면서 그 폭이 좁음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 온실가스세계자료센터(WDCGG)

국내외 일산화탄소 월평균



**제목** 국내외 일산화탄소 월평균

**그림설명** 전지구, 안면도, 고산, 울릉도의 일산화탄소 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프

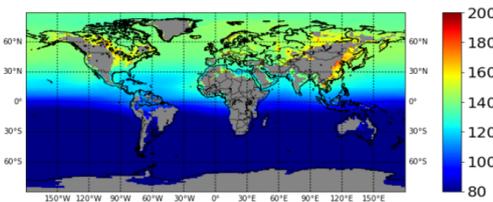
- 지점(기간): 전지구(1992년~), 안면도(2006년~), 고산(2012년~), 울릉도(2015년~)

**의미** 지점별로 월별 변화 경향은 차이가 나지만, 여름철 7~8월에 농도가 가장 낮고, 11~3월 주로 겨울철에 농도가 높음.

**업데이트 주기** 1회/년

② 전지구 일산화탄소 평균 농도(위치: 대기(대기조성) ▷ 반응가스 ▷ 전지구 일산화탄소 평균 농도)

전지구 일산화탄소 평균 농도



**제목** 전지구 일산화탄소 평균 농도

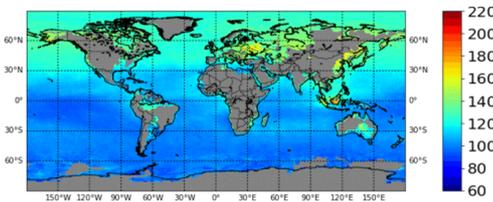
**그림설명** 대륙권 전지구 일산화탄소의 평균 농도를 나타낸 그림

**의미** 북중국을 포함한 동아시아 부근에서는 도심 지역을 중심으로 교통수단과 산업시설에 의하여 고농도의 일산화탄소 배출이 이루어지고 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

전지구 월 평균 일산화탄소 평균농도



**제목** 전지구 월 평균 일산화탄소 평균농도

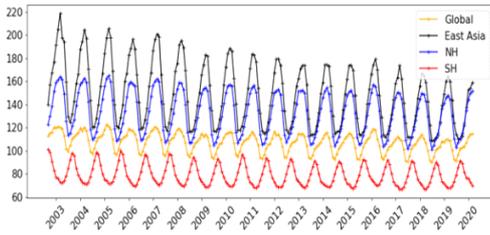
**그림설명** 대륙권 전지구 일산화탄소의 월 평균 농도를 나타낸 그림

**의미** 아프리카의 남부와 북부에서 각각 다른 계절에 넓은 범위의 화전이 발생하기 때문에 적도를 기준으로 남북 방향으로 농도가 시소처럼 높아지고 낮아지게 됨.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

지역별 일산화탄소 시계열



제목 지역별 일산화탄소 시계열

그림설명 대류권 전구 일산화탄소의 월 평균 농도를 나타낸 그림

의미 일산화탄소의 감소에는 2000년대 초부터 이루어진 운송수단과 산업부문에서의 규제와 오염물질 배출 저감 기술의 발달이 많은 영향을 주었음. 따라서 일산화탄소의 경우 일반적으로 감소하는 추세를 보이고 있음.

업데이트 주기 1회/년

출처 미항공우주국(NASA) AIRS(Atmospheric Infrared Sounder) 위성자료

○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

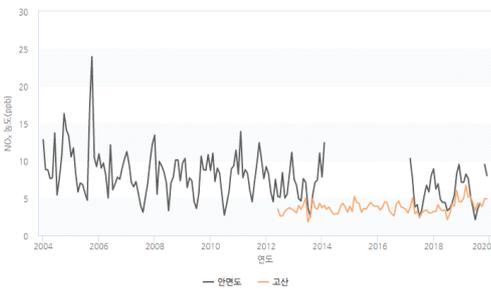
- 질소산화물(NOx)은 O<sub>3</sub>의 전구물질로 광화학반응을 포함한 대기화학 반응 과정에서 CO<sub>2</sub>의 생성에 관여함. 질산염을 포함하는 에어로졸의 전구물질로 작용하여 간접적으로 음의 복사강제력을 발생시키고, CH<sub>4</sub>와의 반응으로 성층권 H<sub>2</sub>O에 영향을 미침(IPCC, 2013).
- 그러나 NOx는 반응성이 높아 대기 내 수명이 짧고, 지역에 따라 고르지 않게 분포하며 가스상 뿐만 아니라 에어로졸과도 상호 작용을 하므로 기후에 미치는 순 영향을 파악하기 어려움.
- NOx는 자연적으로 대류권 상층에서 번개에 의해 생성되기도 하고, 토양, 식물 등의 질산염에서 광화학 활동으로 발생되기도 함. NOx는 발전소, 석유계 자동차, 선박, 항공기, 산불, 산림 벌채 등에서 발생함. NOx는 낮 동안의 빠른 광화학 반응으로 O<sub>3</sub>과 아라디칼의 농도를 조절하고 밤에 광화학 반응이 없는 야간 화학의 주요성분(예, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)을 생성하는데 관여함.

그래프

설 명

③ 질소산화물(위치: 대기(대기조성) > 반응가스 > 질소산화물)

국내 질소산화물 연도별 월평균



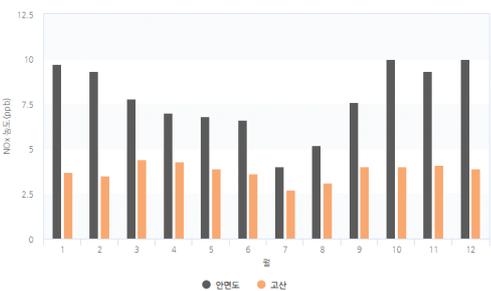
제목 국내 질소산화물 연도별 월평균

그림설명 안면도, 고산에서의 질소산화물 연도별 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2004년~), 고산(2012년~)

의미 내륙에 가까운 안면도가 고산보다 농도가 높게 나타남.

업데이트 주기 1회/년

국내 질소산화물 월평균



제목 국내 질소산화물 월평균

그림설명 안면도, 고산에서의 질소산화물 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2004년~), 고산(2012년~)

의미 안면도는 10월, 12월에 10.4ppb로 가장 높고 7월에 4ppb로 가장 낮으며, 고산은 3월에 4.4ppb로 가장 높고 7월에 2.7ppb로 가장 농도가 낮음.

업데이트 주기 1회/년

## ○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

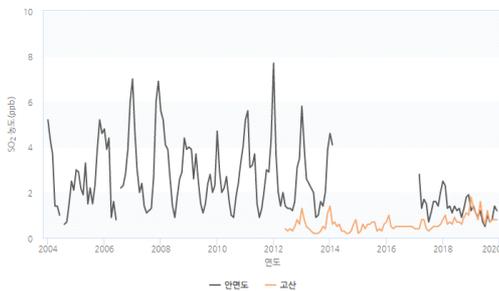
- 이산화황(SO<sub>2</sub>)은 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)의 주요 공급원이며, 수증기(H<sub>2</sub>O)와 오존(O<sub>3</sub>)과 반응하여 황산을 생성함. 황산은 산성비를 유발하거나 새로운 입자를 형성하는데 결정적인 역할을 함.
- SO<sub>2</sub>는 주로 산업공정, 발전소, 화산 분출 등에서 발생하며 지역 오염이나 화산 영향의 좋은 지시자이다. 이산화황(SO<sub>2</sub>)은 화학반응을 거쳐 황산염 에어로졸을 생성하는데 이는 태양빛을 산란시켜 지구 냉각화에 기여함(IPCC, 2013).

### 그래프

### 설명

#### ④ 이산화황(위치: 대기(대기조성) ▷ 반응가스 ▷ 이산화황)

국내 이산화황 연도별 월평균



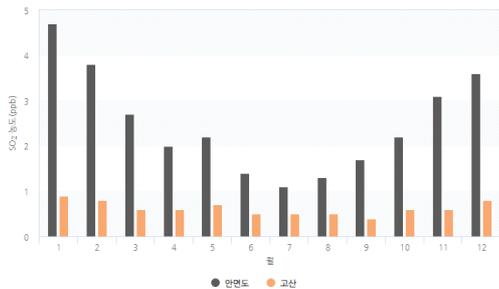
**제목** 국내 이산화황 연도별 월평균

**그림설명** 안면도, 고산에서의 이산화황 연도별 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2004년~), 고산(2012년~)

**의미** 내륙에 가까운 안면도가 고산보다 농도가 높게 나타남.

**업데이트 주기** 1회/년

국내 이산화황 월평균



**제목** 국내 이산화황 월평균

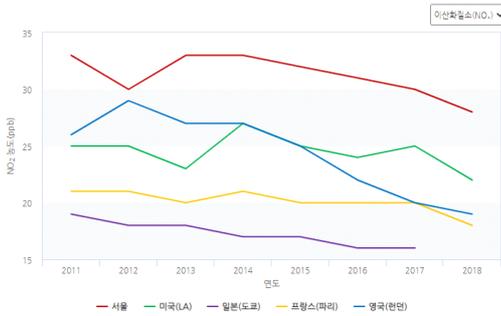
**그림설명** 안면도, 고산에서의 이산화황 월평균 농도 변화를 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2004년~), 고산(2012년~)

**의미** 안면도는 1월에 4.7ppb로 겨울철에 가장 높고 7월에 1.1ppb로 여름철에 가장 낮으며, 고산도 1월에 0.9ppb로 가장 높고 9월에 0.4ppb로 가장 낮으나 안면도보다 변화폭이 적음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑤ 국내외 도시 반응가스(위치: 대기(대기조성) > 반응가스 > 국내외 도시 반응가스)

국내외 도시 반응가스 연평균



제목 국내외 도시 반응가스 연평균

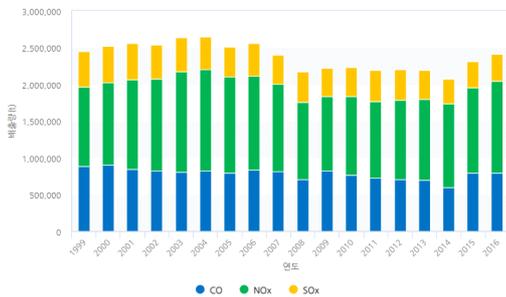
그림설명 서울, 미국(LA), 일본(도쿄), 프랑스(파리), 영국(런던)의 연평균 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 이산화황(SO<sub>2</sub>) 농도 변화를 비교한 그래프  
- 지점: 서울, 미국(LA), 일본(도쿄), 프랑스(파리), 영국(런던)  
- 기간: 2011년~

의미 이산화질소, 이산화황의 연도별 평균 농도는 서울이 다른 4개 국의 도시보다 높음.

업데이트 주기 1회/년

출처 한국환경공단 AirKorea

국내 연도별 반응가스 배출량



제목 국내 연도별 반응가스 배출량

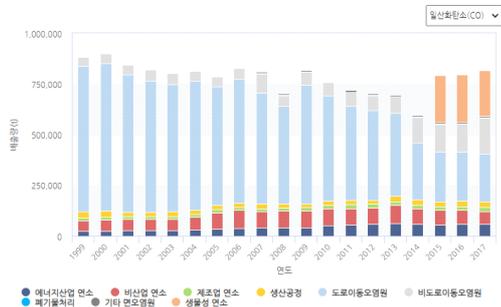
그림설명 국내 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx) 연도별 배출량을 보여주는 그래프  
- 기간: 1999~2017년

의미 일산화탄소(CO) 배출량은 점진적으로 감소추이에 있었으나, 2009년에는 전년대비 16.2% 증가하였다가 최근 지속적인 감소추세를 보이고 있음. 질소산화물(NOx) 배출량은 최근 10년간 추이를 보면 점진적으로 감소하다가 2013년부터 증가추이를 보이고 있으며, 2017년에는 전년대비 4.7% 감소하였음. 황산화물(SOx) 배출량은 증감을 반복하며 전반적으로는 감소하는 추세를 보이며 2017년에는 전년대비 12.1% 감소하였음. 생산공정 제철철강업 부문 제품생산량 증가, 비산업 연소 상업 및 공공기관시설 활동도 증가 등이 배출량 증가에 영향을 주었음.

업데이트 주기 1회/년

출처 국립환경과학원

국내 반응가스 부문별 배출량



제목 국내외 반응가스 부문별 배출량

그림설명 국내 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx)의 연도별 부문별 배출량을 보여주는 그래프  
- 기간: 1999~2017년

의미 2017년 기준 일산화탄소(CO) 배출량의 29.0%를 차지하고 있는 도로이동 오염원 배출량이 2006년 이후 감소하는 추세임. 2017년 비산업 연소와 도로이동오염원, 생물성 연소 부문(농업잔재물 소각, 목재난로 및 보일러 등)에서 2016년 대비 감소하였으며, 비도로이동오염원(해상선박, 레저용 선박 등) 부문에서는 가장 많이 증가하였음.

업데이트 주기 1회/년

출처 국립환경과학원

## 지표오존

### ○ 생성 및 기후변화에 미치는 영향

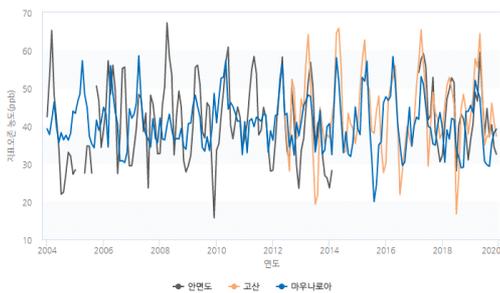
- 지표오존(이하 지표O<sub>3</sub>)은 직접 배출원이 없고 대기 중에서 전구물질들의 광화학 반응에 의해 생성됨. 특히, 인위적인 배출로 인한 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성유기화합물(VOC)의 농도가 높고, 기온이 높고, 일사량이 클수록 많이 생성됨.
- O<sub>3</sub>은 강력한 산화제로 사람의 호흡기에 영향을 주고 식생의 성장과 광합성 활동을 저해하여 CO<sub>2</sub> 흡수를 방해하며, 화학반응 과정에서 CH<sub>4</sub>와 반응하는 등 간접적으로 기후에 영향을 끼침.
- 경제 성장과 산업 구조의 고도화에 따른 인구 증가와 오염물질 배출량 증가로 인해 대기 중 지표오존농도가 지속적으로 증가 추세임.
- 온실효과를 일으키는 온실가스 중 하나로 대류권 O<sub>3</sub>의 복사강제력은 0.40±0.20 W/m<sup>2</sup>이며 이는 CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub> 다음으로 큰 값임(IPCC, 2014).

### 그래프

### 설 명

#### ⑥ 지표오존(위치: 대기(대기조성) ▷ 반응가스 ▷ 지표오존)

국내 지표오존 연도별 월평균



제목 국내 지표오존 연도별 연평균

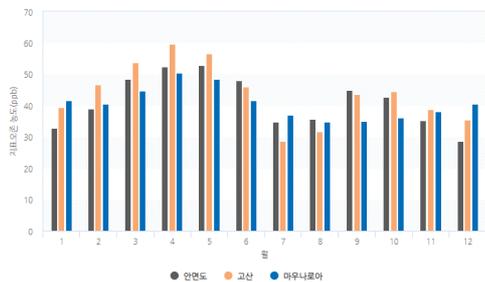
그림설명 안면도(2004~), 고산(2012~), 마우나로아(2004~)의 지표오존 연도별 월평균 그래프

의미 2019년 안면도, 고산, 마우나로아의 연평균 지표오존값은 각각 42.2, 45.9, 39.9ppb로 마우나로아에 비해 국내의 지표오존값이 높으며, 안면도와 고산은 0.19ppb/yr, 0.43ppb/yr의 증가율로 증가하는 반면, 마우나로아는 -0.07ppb/yr로 다소 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 NOAA GML(Global Monitoring Laboratory)

국내 지표오존 월평균



제목 국내 지표오존, 월평균

그림설명 안면도(2004~), 고산(2012~), 마우나로아(2004~)의 지표오존 월평균 그래프

의미 세 지점 모두 광화학 반응이 활발한 봄철(4~5월)에 가장 높은값을 보였으며, 안면도는 5월에 52.9ppb, 고산과 마우나로아는 4월에 각각 59.7, 50.5ppb로 가장 높음.

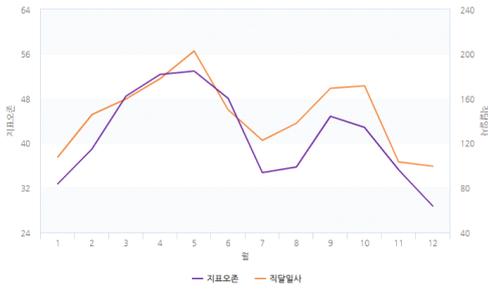
업데이트 주기 1회/년

출처 NOAA GML(Global Monitoring Laboratory)

## 그래프

## 설명

### 국내 지표오존, 직달일사 비교



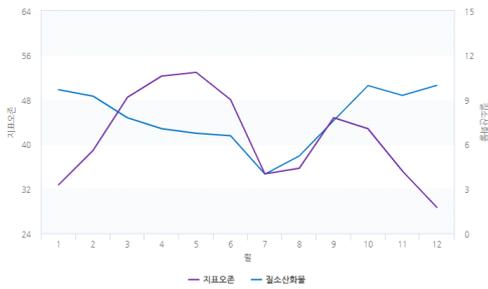
**제목** 국내 지표오존, 직달일사 비교

**그림설명** 안면도(2004~)와 고산(2012~)에서의 지표오존과 직달일사를 비교한 그래프

**의미** 지표오존 농도는 직달일사가 강한 봄철(4~5월)과 가을철(9~10월)에 활발한 광화학 반응으로 인해 높고, 겨울철과 잦은 강수로 직달일사가 감소하는 여름철(7~8월)에는 지표오존 농도가 낮음.

**업데이트 주기** 1회/년

### 국내 지표오존, 질소산화물 비교



**제목** 국내 지표오존, 질소산화물 비교

**그림설명** 안면도(2004~)와 고산(2012~)에서의 지표오존과 질소산화물을 비교한 그래프

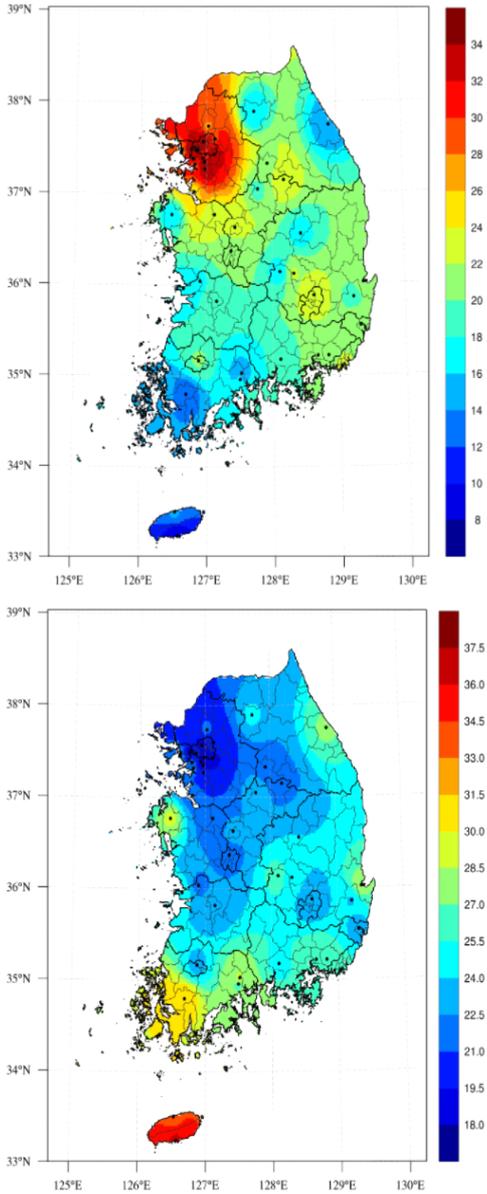
**의미** 질소산화물은 오존의 전구물질로 질소산화물의 농도는 광화학 반응이 활발한 봄철에 지표오존 농도보다 낮게 나타나고, 반대로 겨울철에는 일사량의 감소로 광화학반응이 활발하지 않아 질소산화물의 농도는 증가, 지표오존의 농도는 감소함.

**업데이트 주기** 1회/년

※ 전구물질(前驅物質, precursor): 일련의 생화학 반응에 의해 A→B→C→D→E 단계를 거쳐 최종 E 물질이 생성될 경우, 이전 단계 A, B, C, D를 E의 전구물질이라고 함.

⑦ 국내 지표오존, 이산화질소 비교(위치: 대기(대기조성) > 반응가스 > 국내 지표오존, 이산화질소 비교)

국내 지표오존, 이산화질소 비교



**제목** 국내 지표오존, 이산화질소 비교

**그림설명** 1998년부터 2018년까지 국내 45개 지점별 연평균 지표오존 및 이산화질소의 공간분포도

**의미** 지표오존과 이산화질소는 대체적으로 반대의 공간분포를 보임. 지표오존은 대기오염 물질의 발생원이 밀집된 수도권 및 주요 대도시, 대도시 풍하측 지역에서 낮은 농도를 보이고 상대적으로 오염물질의 배출이 적은 지방에서 높은 값을 보임. 이는 질소산화물(NOx), 휘발성유기화합물(VOCs) 등의 전구물질 배출이 많은 수도권 및 대도시에서는 주간에 활발한 광화학반응에 의해 오존농도가 상승하지만, 야간에는 광화학반응에 의한 오존 생성이 없는 상태에서 오존의 소모 현상으로 인해 농도가 급격히 줄어들기 때문임 (한국기후변화평가보고서, 2020).

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 한국환경공단 AirKorea

# 지표복사수지

## ■ 의미

태양 및 적외 복사의 흡수, 잠열/현열로의 방출, 재복사 등은 해양 및 대기 흐름의 주요한 에너지원이 됨.

## ■ 기후변화와의 관련성

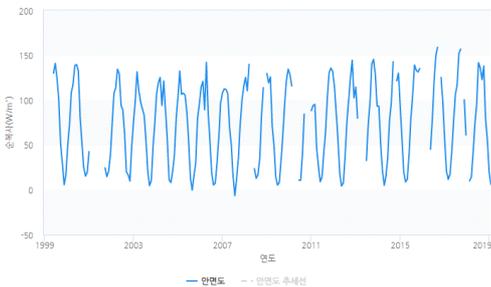
- 지구 대기에 유입되는 에너지의 대부분은 태양의 복사에너지로, 대기를 통과하면서 일부는 구성성분에 의하여 산란 및 반사되거나 흡수되고 나머지는 대기를 통과하여 지표에 도달함.
- 이러한 복사에너지의 전달과정을 통하여 지표면 특성에 따라 열과 수분 등의 교환이 일어나고, 도시 또는 교외지역과 같이 지표면 특성에 따라 서로 다른 특징이 나타남. 도시지역은 시멘트 또는 아스팔트와 같이 인공 구조물 등으로 피복되어 있기 때문에 알베도 및 방출률의 변화가 복사수지에 영향을 미치면서 도시만의 열적 특성을 가짐. 이러한 도시 복사에너지수지의 특성은 도시 열섬 및 강수현상을 발생시켜 예상치 못한 피해를 일으킴.

### 그래프

### 설 명

#### ① 순복사, 직달일사(위치: 대기(대기조성)) ▷ 지표복사수지 ▷ 순복사, 직달일사)

순복사 연도별 월평균



제목 순복사 연도별 월평균

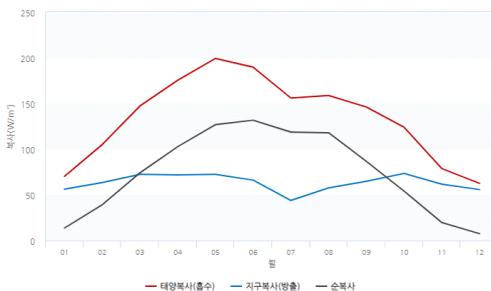
그림설명 안면도에서 순복사의 연도별 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~)

의미 순복사는 지표에 순수하게 도달하는 에너지로, 지표 에너지수지를 결정하는 중요한 요소임.

업데이트 주기 1회/년

태양복사(흡수), 지구복사(방출), 순복사 월평균



제목 태양복사(흡수), 지구복사(방출), 순복사 월평균

그림설명 안면도에서 태양복사, 지구복사, 순복사에 대한 월별평균 그래프

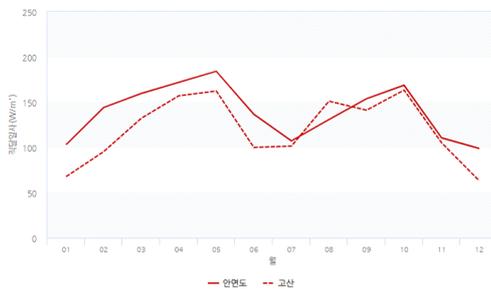
- 지점(기간): 안면도(1999년~)

의미 태양으로부터 들어오는 태양복사와 지구에서 방출하는 지구복사, 순복사는 두 요소의 차이임. 일반적으로 순복사는 봄과 여름에 높고, 겨울에 낮음.

※ 순복사 = (태양하향복사 - 태양상향복사) - (지구상향복사 - 지구하향복사)

업데이트 주기 1회/년

직달일사 월별평균



제목 직달일사 월별평균

그림설명 안면도와 고산에서의 직달일사 월별평균 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2008년~)

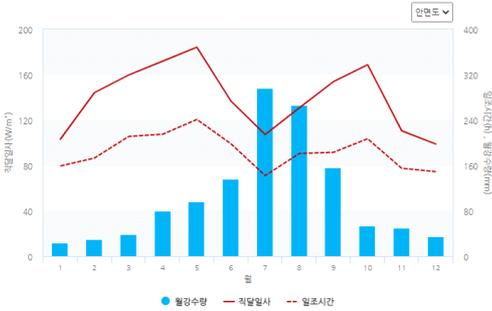
의미 직달일사는 복사량으로, 공기분자와 구름, 황사, 안개, 먼지 등의 산란과 흡수에 의해 영향을 받음. 대체로 안면도가 고산보다 높은 분포를 보임.

※ 직달일사: 공기입자에 의해 거의 산란되지 않고 직접 관측면에 도달하는 태양복사를 의미

업데이트 주기 1회/년

② 연관정보(위치: 대기(대기조성) > 지표복사수지 > 연관정보)

직달일사와 강수량, 일조시간 비교



제목 직달일사와 강수량, 일조시간 비교

그림설명 안면도와 고산에서 직달일사와 강수량, 일조시간의 상관관계를 비교한 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2008년~)

※ 안면도 자료: 직달일사(안면도), 월강수량과 일조시간(서산)

의미 안면도와 고산에서 5월에 직달일사와 일조시간이 가장 많았으며, 안면도는 강수량이 가장 많았던 7월, 고산은 두 번째로 강수량이 많았던 6월에 가장 적었음.

※ 일조시간: 태양의 직사광선이 지표를 비추는 시간의 길이

업데이트 주기 1회/년

직달일사와 자외선 비교



제목 직달일사와 자외선 비교

그림설명 안면도, 고산의 직달일사와 자외선 A 일누적 월평균의 상관관계 그래프

- 지점(기간): 안면도(2007년~), 고산(2012년~)

의미 안면도는 5월에 직달일사, 6월에 자외선 A 일누적 월평균이 가장 높았으며, 7월에 직달일사와 자외선 A 일누적 월평균이 낮아지는 경향이 비슷함. 고산은 5월에 직달일사, 10월에 자외선 A 일누적 월평균이 가장 높았으며, 6월에 직달일사와 자외선 A 일누적 월평균이 낮아지는 경향이 비슷함.

업데이트 주기 1회/년

# 에어로졸

## ■ 의미

공기 중에 떠 있는 고체 또는 액체 상태의 작은 입자로 보통 0.001~100 $\mu\text{m}$  정도의 크기를 가지며, 기후변화와 인간 건강에 직접적으로 영향을 주는 물질

## ■ 종류

에어로졸 크기는 핵화 모드(0.001~0.01 $\mu\text{m}$ ), 에이트켄 모드(0.01~0.1 $\mu\text{m}$ ), 축적 모드(0.1~1 $\mu\text{m}$ ), 조대 모드(1 $\mu\text{m}$  이상)로 구분됨.

## ■ 발생

황사, 화산재, 해염같이 자연적 요인에 의해 생성되기도 하고 인간 활동에 따른 인위적 요인에 의해서 만들어질 수도 있음. 도시·산업시설 배출, 소각, 자동차 등은 인위적 오염물질의 주요 발생원임. 인위적 오염 물질로는 검댕, 황화합물, 유기화합물 등이 있음.

## ■ 기후변화에 미치는 영향

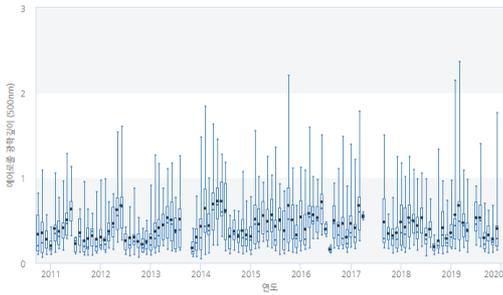
- 에어로졸은 대기오염물질과 결합하여 산성비, 스모그, 시정 감소의 원인이 될 뿐만 아니라 대기 중에 부유하여 지표면으로 들어오는 태양복사에너지를 차단하거나 흡수하여 기후변화를 유발시키는 강제력으로 작용하기도 함.
- 에어로졸 복사강제력은 평균적으로 음(-)의 강제력인  $-0.9(-1.9\sim-0.1)$   $\text{W/m}^2$  (1750~2011년) 수준으로 알려져 있음(IPCC, 2014).

### 그래프

### 설 명

#### ① 에어로졸 광학깊이(Aerosol Optical Depth)(위치: 대기(대기조성) > 에어로졸 > 에어로졸 광학깊이)

안면도 에어로졸 광학깊이(AOD)



**제목** 안면도 에어로졸 광학깊이(AOD)

**그림설명** 안면도의 500nm에서의 에어로졸 광학깊이의 월평균값, 최댓/최솟값, 중앙값을 보여줌.

- 기간: 2010년 10월~

※ 그래프 양끝(최댓값, 최솟값), 상자 양끝(25%, 75%값), 상자 가운데 실선(중앙값), 파랑색점(평균값)

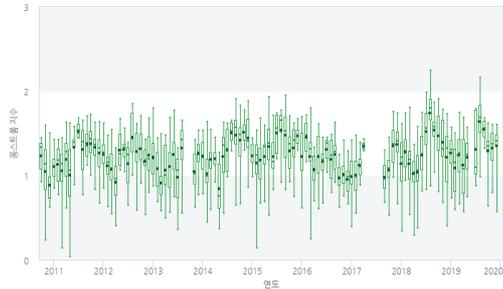
**의미** 안면도는 대체로 봄철에 큰 값을 보이고, 가을철에서 겨울철에 작은 값을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

※ 에어로졸의 광학깊이란, 태양복사가 대기의 상한에서 지표까지 도달하는 동안 대기 중에 존재하는 여러 성분들에 의해 감소되는 효과를 나타내는 척도임.

#### ② 웅스트롬지수(위치: 대기(대기조성) > 에어로졸 > 웅스트롬지수)

안면도 웅스트롬지수



**제목** 안면도 웅스트롬지수

**그림설명** 안면도의 500nm에서의 웅스트롬지수의 월평균값, 최댓/최솟값, 중앙값을 보여줌.

- 기간: 2010년 10월~

※ 그래프 양끝(최댓값, 최솟값), 상자 양끝(25%, 75%값), 상자 가운데 실선(중앙값), 파랑색점(평균값)

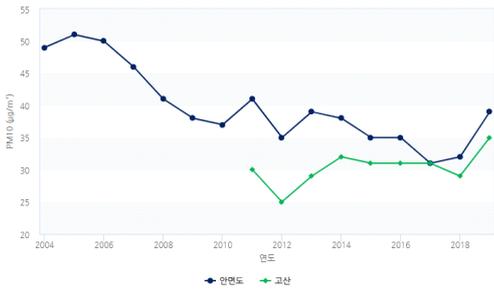
**의미** 안면도는 주로 큰 입자로 구성된 황사의 영향을 받는 봄철에 웅스트롬지수가 작은 값을 보이고, 그 외 에어로졸의 영향이 적거나 작은 입자의 영향을 주로 받는 가을철과 겨울철에는 대체로 큰 값을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

※ 에어로졸의 웅스트롬지수란, 광산란 계수의 파장의존도를 나타내는 것으로 에어로졸의 상대적인 크기 정보를 알려줌. 이 값이 작을수록 큰 입자가 우세하다고 볼 수 있음.

③ PM10 농도(위치: 대기(대기조성) > 에어로졸 > PM10)

안면도, 고산의 PM10 연평균 농도



**제목** 안면도, 고산의 PM10 연평균 농도

**그림설명** 안면도와 고산의 직경이 10µm 이하인 입자(PM10)에 대한 질량 농도의 연변화 경향을 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2004년~), 고산(2011년~)

**의미** 안면도는 2006년 이후 대체로 감소하는 추세이며 안면도는 2017년, 고산은 2012년에 최솟값을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

※ PM10이란, 대기 중에 떠다니는 고체 또는 액체 상태의 미세입자로, 입자크기(직경)가 10µm 이하인 먼지

안면도, 고산의 PM10 월평균 농도



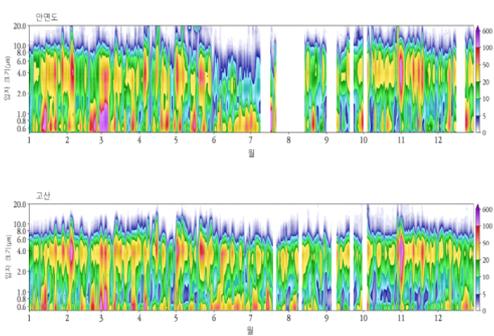
**제목** 안면도, 고산의 PM10 월평균 농도

**그림설명** 안면도와 고산의 PM10 농도의 월변화 경향을 보여주는 그래프  
- 지점(기간): 안면도(2003년~), 고산(2011년~)

**의미** 안면도와 고산은 봄철(안면도: 4월, 고산: 5월)에 최댓값을, 여름철(안면도: 7~8월, 고산: 9월)에 최솟값을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

안면도, 고산의 입자크기별 부피농도(µm³/cm³)



**제목** 안면도, 고산의 입자크기별 부피농도(µm³/cm³)

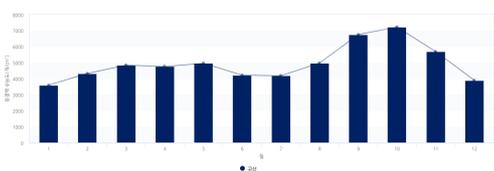
**그림설명** 안면도와 고산에서 관측한 2019년 입자크기별 에어로졸 부피농도 (µm³/cm³)를 나타낸 그림

**의미** 두 지점 모두 미세입자 영역(1µm 이하)과 조대입자 영역에 피크가 관측되는 이산형 분포를 보였음.

**업데이트 주기** 1회/년

④ 응결핵 수농도(위치: 대기(대기조성) > 에어로졸 > 응결핵 수농도)

고산 응결핵 수농도



**제목** 고산 응결핵 수농도

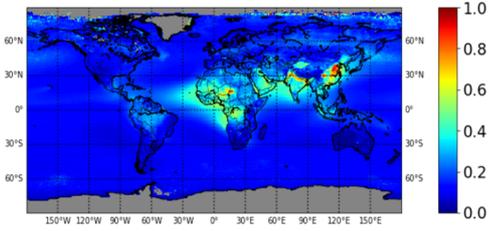
**그림설명** 2010~2019년 동안 고산에서 크기가 0.01~3µm인 입자의 단위부피당 에어로졸 개수(개/cm³)의 월변화

**의미** 고산(2010~2019)에서 관측한 크기 0.01~3µm 구간의 에어로졸 응결핵 수농도(개/cm³) 월평균 자료이다. 1월에 3559.1 개/cm³ 로 가장 적었고, 10월 6858.6 개/cm³ 로 가장 많았음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑤ 전지구 에어로졸 평균 농도(위치: 대기(대기조성) > 에어로졸 > 전지구 에어로졸 평균 농도)

전구 평균 에어로졸 광학깊이



**제목** 전구 평균 에어로졸 광학깊이

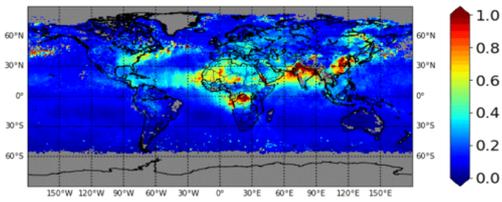
**그림설명** 전구 평균 에어로졸 광학깊이를 시간에 따라 나타낸 그림

**의미** 아마존, 중앙 아프리카 등 산불이 잘 일어나는 지역에서 높은 에어로졸 광학깊이가 나타나는 것을 알 수 있음. 동아시아 지역에서는 인류의 산업 및 경제활동에 의한 인위적인 배출에 의하여 높은 에어로졸 광학깊이 값이 나타남.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미항공우주국(NASA) MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectrometer) 위성자료

전구 월 평균 에어로졸 광학깊이



**제목** 전구 월 평균 에어로졸 광학깊이

**그림설명** 전구 월별 평균 에어로졸 광학깊이를 시간에 따라 나타낸 그림

**의미** 아마존, 중앙 아프리카 등 산불이 잘 일어나는 지역에서 높은 에어로졸 광학깊이가 나타나는 것을 알 수 있음. 동아시아 지역에서는 인류의 산업 및 경제활동에 의한 인위적인 배출에 의하여 높은 에어로졸 광학깊이 값이 나타남.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 미항공우주국(NASA) MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectrometer) 위성자료

# 성층권 오존

## ■ 의미

분자상태의 산소(O<sub>2</sub>)와 태양복사(자외선)간의 상호작용에 의해 생성되며, 성층권 복사 균형에 결정적인 역할을 함. 성층권 오존은 기온의 수직구조를 결정하며, 자외선으로부터 지표면을 보호함.

## ■ 발생과 소멸

- 발생원: 성층권에 존재하는 오존은 대기 중 21%를 차지하는 산소 분자가 태양 자외선복사(태양빛)와 화학반응을 일으켜 자연적으로 형성됨.
- 소멸원: 오존은 불안정한 구조를 하고 있으므로 생물체에 유해한 파장 200~300nm인 자외선을 흡수하여 산소 분자와 산소 원자로 분해됨.

## ■ 기후변화에 미치는 영향

- 성층권에는 지구 대기에 존재하는 오존의 약 90%가 존재하며, 성층권 내에서도 20~25km 사이 오존이 밀집되어 있는 층을 오존층이라고 부름.
- 오존층의 변화는 지구 대기의 복사 에너지 균형에 막대한 영향을 미치고 있고 대기 대순환에 직접 관계됨. 1984년 남극 오존 구멍을 처음 발견한 이후(Chubachi, 1984; Farman et al., 1985) 성층권의 오존층 파괴는 국제사회에 큰 관심을 일으켰음. 오존층이 파괴되면 지표면의 자외선 복사가 증가하여 피부암과 백내장의 발병률이 증가하고 식물, 농작물, 해양 플랑크톤에도 악영향을 미칠 것임.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 연·월평균(위치: 대기(대기조성) > 성층권 오존 > 국내외 연·월평균)

##### 제목 국내외 지점별 연평균 오존전량

그림설명 위도가 다른 6개 지역의 오존전량 연평균 변화 경향을 보여주는 그래프

- 지점: 삿포로(일본), 서울, 안면도, 츠크바(일본), 고산, 나하(일본)
- 기간: 2005년~

의미 2019년 오존전량 연평균 값은 삿포로를 제외한 5개 지점 모두 2018년 보다 감소하였으며, 삿포로, 서울, 안면도, 고산, 츠크바, 나하 순서로 위도가 낮을수록 낮은 농도를 나타냄.

※ 오존전량: 지상의 어느 곳이든 그 위치 상공에 존재하는 오존의 총량을 의미하며, 돕슨 단위(Dobson Unit, DU)를 사용함.

업데이트 주기 1회/년

출처 일본기상청

국내외 지점별 연평균 오존전량



##### 제목 국내외 지점별 월평균 오존전량

그림설명 위도가 다른 6개 지역의 최근 5년간 오존전량 월변화 경향을 보여주는 그래프

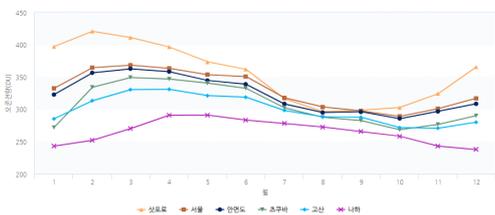
- 지점: 삿포로(일본), 서울, 안면도, 츠크바(일본), 고산, 나하(일본)
- 기간: 2013년~

의미 나하, 츠크바를 제외한 4개 지점은 봄철에 높고, 가을철에 낮게 나타나는 유사한 경향을 보여줌. 고위도로 갈수록 월별 변화폭이 큼.

업데이트 주기 1회/년

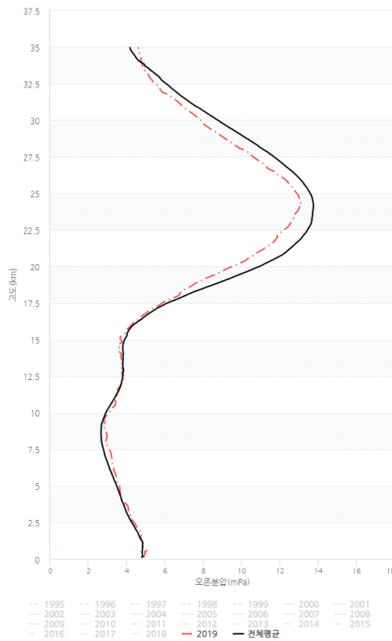
출처 일본기상청

국내외 지점별 월평균 오존전량



② 국내 오존 연직분포(위치: 대기(대기조성) > 성층권 오존 > 국내 오존 연직분포)

오존 연직 프로파일(포항)



제목 오존 연직 프로파일(포항)

그림설명 포항지역, 연직 공기기둥의 각 층에 존재하는 오존 농도를 연도별로 나타내는 그래프

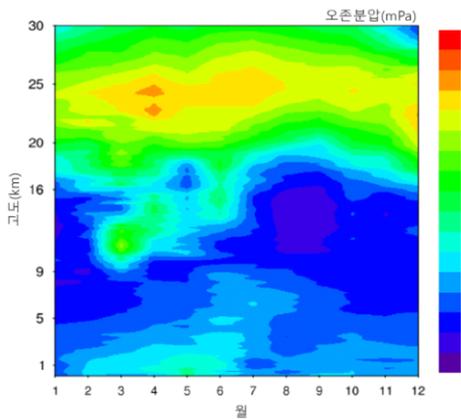
- 기간: 1995년~

의미 오존농도는 하부성층권에서 최대로 나타나며, 대류권에서는 대체적으로 균일한 농도를 보임.

※ 단위: 오존분압(Ozone partial pressure, mPa: 공기와 혼합물 내의 오존의 분압을 나타냄.)

업데이트 주기 1회/년

2019년 오존농도 연직분포도(포항)



제목 2019년 오존농도 연직분포도(포항)

그림설명 2019년 포항의 고도별 오존농도 월변화 경향을 나타내는 그래프

- 자료: 2019년 포항 고도별 오존농도 일평균 자료

의미 오존 고농도는 주로 18~28km에 존재하고 1~5월에 높게 나타나며, 주로 봄철에 높은 값이 나타남.

※ 단위: 오존분압(Ozone partial pressure, mPa: 공기와 혼합물 내의 오존의 분압을 나타냄.)

업데이트 주기 1회/년

# 자외선

## ■ 의의

인체에 필수적인 비타민D의 주요한 자연적 생성원이나, 홍반(화상), 피부암, 피부노화 등 인간 건강에 직접적으로 영향을 줌.

## ■ 구분

- 자외선 A(315~400nm): 흡수되지 않고 대부분 지표 도달. 피부노화, 주름 원인
- 자외선 B(280~315nm): 약 90%가 대기 중에 흡수, 일부 지표 도달. 백내장, 피부암 등 유발
- 자외선 C(100~280nm): 약 35km 고도까지 오존에 의해 모두 흡수

## ■ 기후변화의 관련성

자외선은 아래의 요소에 의해 영향을 받음.

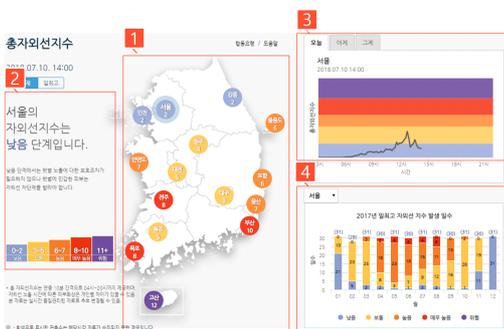
- 태양고도: 1년 중 여름, 하루 중 낮, 지역은 저위도로 갈수록 자외선이 강해짐.
- 오존: 오존층 파괴로 오존이 줄어들면 자외선이 강해짐.
- 구름: 구름이 없는 맑은 날 자외선이 높게 나타남.
- 에어로졸: 에어로졸이 늘어나면 자외선이 약해짐.
- 지표면 반사도: 지표면의 반사율이 높으면 자외선이 강해짐.
- 해발고도: 해발고도가 1km 높아지면 자외선은 약 10% 강해짐.

## 그래프

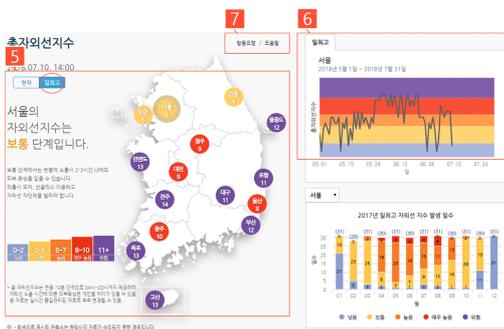
## 설 명

### ① 실시간 총자외선지수(위치: 자외선 > 자외선 > 실시간 총자외선지수)

#### 실시간 총자외선지수(현재)



#### 실시간 총자외선지수(일최고)



#### 제목 실시간 총자외선지수

#### 그림설명 국내 15개 지점의 실시간 총자외선지수

- 지점: 서울, 인천, 강릉, 안면도, 청주, 울릉도, 대전, 전주, 대구, 포항, 광주, 울산, 목포, 부산, 고산

#### 의미

- 1 전국 15개 관측소에서의 실시간 총자외선지수
- 2 선택 지점의 총자외선지수 단계와 그에 해당하는 행동요령
- 3 선택 지점의 오늘/어제/그제의 총자외선지수 시계열(10분 간격)
- 4 전국 7개 지점의 2018년 월별 일최고 자외선지수 단계별 발생일수 막대그래프
- 5 전국 15개 관측소에서의 일최고 총자외선지수(일최고 탭 클릭 시 표출)
- 6 선택 지점의 최근 3개월 동안의 일최고 총자외선지수 시계열
- 7 총자외선지수 단계별 행동요령 및 관련 도움말

단계	계수범위	내용요령
위험	11 이상	- 햇빛에 노출 시 수심 분 미네랄도 피부 화상을 입을 수 있어 가림막 착용 - 가능한 한 최대한 피할 것 - 외출 시 양산, 모자, 선글라스 착용 - 자외선 차단제를 정기적으로 발라야 함
매우높음	8 이상 11 미만	- 햇빛에 노출 시 수심 분 미네랄도 피부 화상을 입을 수 있어 매우 위험함 - 오전 10시부터 오후 3시까지 외출을 피하고 선풍기 그늘에 머물러야 함 - 외출 시 양산, 모자, 선글라스 착용 - 자외선 차단제를 정기적으로 발라야 함
높음	6 이상 8 미만	- 햇빛에 노출 시 1~2시간 내에도 피부 화상을 입을 수 있어 위험함 - 위험에 노출되면 피할 것 - 외출 시 양산, 모자, 선글라스 착용 - 자외선 차단제를 정기적으로 발라야 함
보통	3 이상 6 미만	- 2~3시간 내에도 햇빛에 노출 시 피부 화상을 입을 수 있음 - 모자, 선글라스 착용 - 자외선 차단제를 발라야 함
낮음	3 미만	- 햇빛 노출에 대한 보호조치가 필요하지 않음 - 그러나 햇빛에 민감한 피부는 가림막 차단을 해야 함

총자외선지수 서비스

- 계수범위: 0~11로 10분 간격으로 표시 (0~1 이하 제외)
- 총자외선지수 단계별 행동요령:
  - 위험: 가능한 한 최대한 피할 것
  - 매우높음: 오전 10시부터 오후 3시까지 외출을 피하고 선풍기 그늘에 머물러야 함
  - 높음: 햇빛에 노출 시 1~2시간 내에도 피부 화상을 입을 수 있어 위험함
  - 보통: 2~3시간 내에도 햇빛에 노출 시 피부 화상을 입을 수 있음
  - 낮음: 햇빛 노출에 대한 보호조치가 필요하지 않음
- UV 지수: 0~11로 표시되며, 10분 간격으로 표시됨
- UV 지수: 0~11로 표시되며, 10분 간격으로 표시됨

② 총자외선지수(위치: 자외선 > 자외선 > 총자외선지수)

총자외선지수 일최고값



제목 총자외선지수 일최고값

그림설명 국내 4개 지점의 총자외선지수 일최고값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(2008년~), 고산(2012년~), 울릉도(2012년~), 포항(2010년~)

의미 지점별 날짜별 검색을 통해 총자외선지수 일최고값의 변화 경향을 볼 수 있음.  
※ 조회 가능 기간은 조회시작일로부터 최대 12개월

업데이트 주기 1회/년

총자외선지수 연도별 월평균



제목 총자외선지수 연도별 월평균

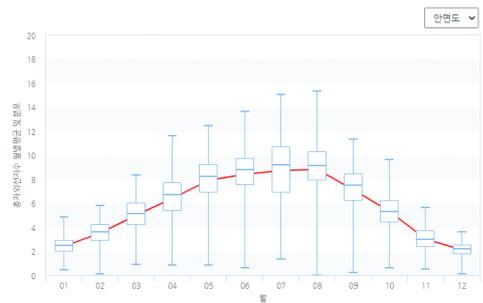
그림설명 국내 4개 지점의 총자외선지수 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(2008년~), 고산(2012년~), 울릉도(2012년~), 포항(2010년~)

의미 지점별 총자외선지수 월평균값의 변화 경향을 볼 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

총자외선지수 월별평균 및 분포



제목 총자외선지수 월별평균 및 분포

그림설명 국내 4개 지점의 총자외선지수의 월별평균 및 분포를 나타낸 박스플롯 그래프

- 지점(기간): 안면도(2008년~), 고산(2012년~), 울릉도(2012년~), 포항(2010년~)

※ 그래프 양끝(최대값, 최소값), 상자 양끝(25%, 75%값), 상자 가운데 실선(중간값), 빨간색 선(평균값)

의미 지점별 총자외선지수 일최고값의 월별 평균값과 분포경향을 볼 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

③ 총자외선지수 일최고 단계별 일수(위치: 자외선 > 자외선 > 총자외선지수 일최고 단계별 일수)

총자외선지수 일최고 단계별 일수

년월/단계	날중 (24시간)	모름 (0~3)	농중 (4~7)	매우농중 (8~10)	위험 (11~15)	중증 (16~19)	합계
201901	13	18	0	0	0	0	31
201902	2	26	0	0	0	0	28
201903	2	22	6	1	0	0	31
201904	1	8	12	9	0	0	30
201905	1	2	8	20	0	0	31
201906	0	3	3	23	1	0	30
201907	0	4	6	18	3	0	31
201908	0	1	1	21	7	1	31
201909	1	9	13	5	0	2	30
201910	2	21	8	0	0	0	31
201911	7	23	0	0	0	0	30
201912	30	1	0	0	0	0	31

제목 총자외선지수 일최고 단계별 일수

그림설명 국내 4개 지점의 총자외선지수의 일최고 단계별 일수를 나타낸 테이블

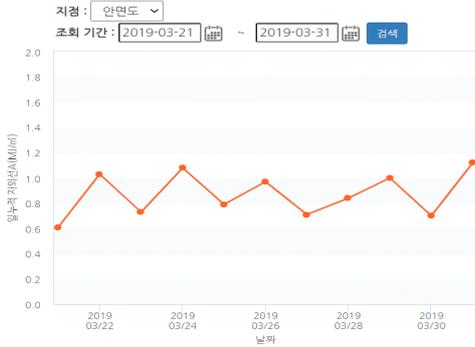
- 지점(기간): 안면도(2008년~), 고산(2012년~), 울릉도(2012년~), 포항(2010년~)

의미 지점별 날짜별 검색을 통해 총자외선지수 일최고 단계별 일수를 확인 할 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

④ 자외선 A, B 일자료(위치: 자외선 > 자외선 > 자외선A, B 일자료)

자외선A 일누적값



제목 자외선A 일누적값

그림설명 국내 4개 지점의 자외선A의 일누적값을 나타낸 그래프

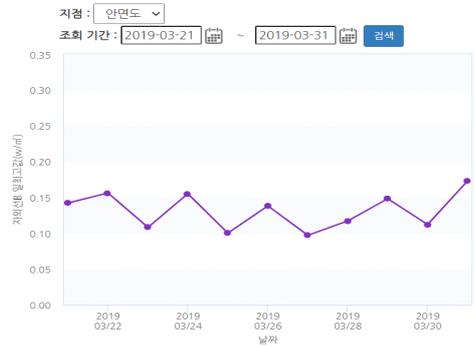
- 지점(기간): 안면도(2007년~), 고산(2012년~),  
울릉도(2012년~), 포항(2009년~)

의미 지점별 날짜별 검색을 통해 자외선A 일누적값의 변화 경향을 볼 수 있음.

※ 조회 가능 기간은 조회시작일로부터 최대 12개월

업데이트 주기 1회/년

자외선B 일최고값



제목 자외선B 일최고값

그림설명 국내 4개 지점의 자외선B의 일최고값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2011년~),  
울릉도(2012년~), 포항(1999년~)

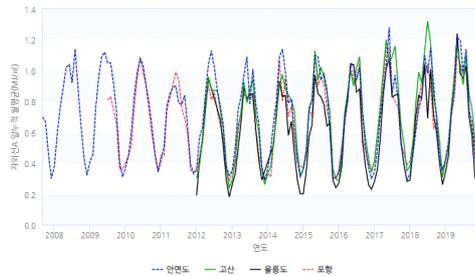
의미 지점별 날짜별 검색을 통해 자외선B 일최고값의 변화 경향을 볼 수 있음.

※ 조회 가능 기간은 조회시작일로부터 최대 12개월

업데이트 주기 1회/년

⑤ 자외선 A(위치: 자외선 > 자외선 > 자외선A)

자외선A 일누적 월평균



제목 자외선A 일누적 월평균

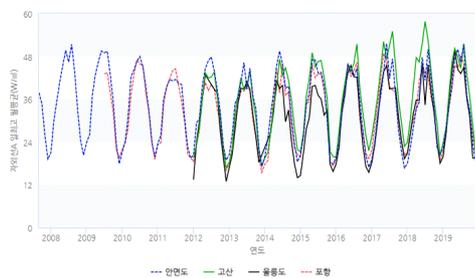
그림설명 국내 4개 지점의 자외선A 일누적 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(2007년~), 고산(2012년~),  
울릉도(2012년~), 포항(2009년~)

의미 지점별 자외선A 일누적 월평균값의 변화 경향을 볼 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

자외선A 일최고 월평균



제목 자외선A 일최고 월평균

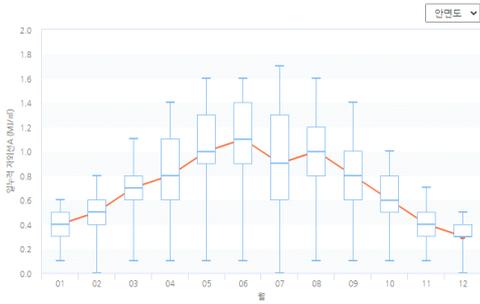
그림설명 국내 4개 지점의 자외선A 일최고 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(2007년~), 고산(2012년~),  
울릉도(2012년~), 포항(2009년~)

의미 지점별 자외선A 일최고 월평균값의 변화 경향을 볼 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

자외선A 일누적 월별평균 및 분포



**제목** 자외선A 일누적 월별평균 및 분포

**그림설명** 국내 4개 지점의 자외선A 일누적값의 월별평균 및 분포를 나타낸 박스플롯 그래프

- 지점(기간): 안면도(2007년~), 고산(2012년~), 울릉도(2012년~), 포항(2009년~)

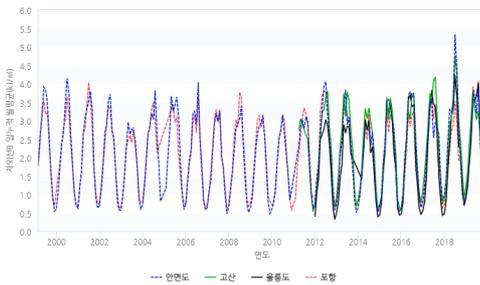
※ 그래프 양끝(최댓값, 최솟값), 상자 양끝(25%, 75%값), 상자 가운데 실선(중간값), 빨간색 선(평균값)

**의미** 지점별 자외선A 일누적값의 월별 평균값과 분포경향을 볼 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑥ 자외선 B(위치: 자외선 ▷ 자외선 ▷ 자외선B)

자외선B 일누적 월평균



**제목** 자외선B 일누적 월평균

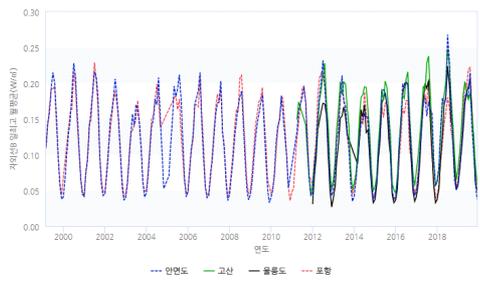
**그림설명** 국내 4개 지점의 자외선B 일누적 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2011년~), 울릉도(2012년~), 포항(1999년~)

**의미** 지점별 자외선B 일누적 월평균값의 변화 경향을 볼 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

자외선B 일최고 월평균



**제목** 자외선B 일최고 월평균

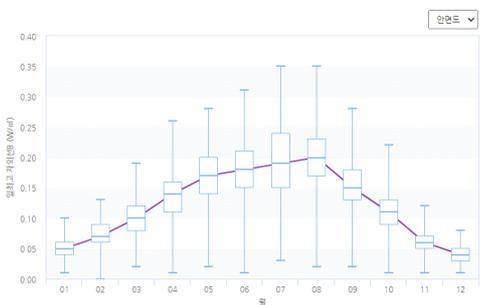
**그림설명** 국내 4개 지점의 자외선B 일최고 월평균값을 나타낸 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2011년~), 울릉도(2012년~), 포항(1999년~)

**의미** 지점별 자외선B 일최고 월평균값의 변화 경향을 볼 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

자외선B 일최고 월별평균 및 분포



**제목** 자외선B 일최고 월별평균 및 분포

**그림설명** 국내 4개 지점의 자외선B 일최고값의 월별평균 및 분포를 나타낸 박스플롯 그래프

- 지점(기간): 안면도(1999년~), 고산(2011년~), 울릉도(2012년~), 포항(1999년~)

※ 그래프 양끝(최댓값, 최솟값), 상자 양끝(25%, 75%값), 상자 가운데 실선(중간값), 보라색 선(평균값)

**의미** 지점별 자외선B 일최고값의 월별 평균값과 분포경향을 볼 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑦ 연관정보(위치: 자외선 > 자외선 > 연관정보)

자외선과 오존전량



제목 자외선과 오존전량

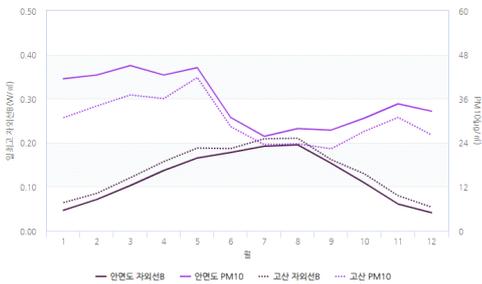
그림설명 안면도, 고산에서의 자외선과 오존전량 상관관계를 비교한 그래프

- 지점(기간): 안면도 자외선B(1999년~), 안면도 오존전량(2013년~), 고산 자외선B(2011년~), 고산 오존전량(2011년~)

의미 자외선B의 일최고 월평균은 7~8월에 가장 높고 11~1월에 가장 낮았으나, 오존전량은 2~4월에 가장 높고, 7~8월에 낮아지는 경향을 보이다가 10월에 가장 낮았음. 즉 오존전량이 자외선 투과를 막아주는 것을 알 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

자외선과 PM10



제목 자외선과 PM10

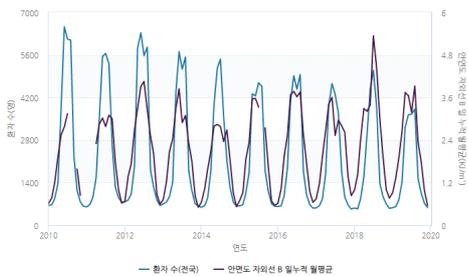
그림설명 안면도, 고산에서의 자외선과 PM10 상관관계를 비교한 그래프

- 지점(기간): 안면도 자외선B(1999년~), 안면도 PM10(2013년~), 고산 자외선B(2011년~), 고산 PM10(2011년~)

의미 자외선B는 7~8월에 가장 높고 11~1월에 가장 낮았으나, PM10은 4~5월에 가장 높고, 7~9월에 가장 낮았음. 즉 입자크기(직경)가 10µm 이하인 먼지입자 PM10이 자외선 투과를 막아주는 것을 알 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

자외선과 피부질환 환자수



제목 자외선과 피부질환 환자수

그림설명 자외선과 자외선에 의한 기타 급성 피부변화 환자수와의 상관관계를 비교한 그래프

- 지점(기간): 안면도 자외선B 일누적 월평균(2010년~), 전국 자외선에 의한 기타 급성 피부변화환자수(2010년~)

의미 월별 자외선B의 증감과 자외선에 의한 기타 급성 피부변화 환자수의 경향이 비슷함.

업데이트 주기 1회/년

출처 건강보험심사평가원

# 기온

## ■ 의미

기후시스템의 상태를 결정하는 가장 중요한 변수로서, 기후변화 감지와 인류/자연발생 요인이 기후변화에 미치는 영향력을 평가하는 주요 인자임. 또한 자연 및 인간 시스템에 영향을 미치는 다른 많은 인자의 원동력임.

## ■ 기후변화와의 관련성

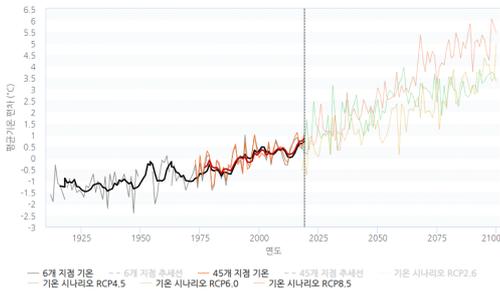
대기 열수지의 지역적인 차이로 인해 기온차가 발생하고, 그 결과로 인한 대기 밀도차에 의해 여러 가지 일기현상이 발생함. 또한 기온의 변화는 인간생활에 깊게 연관되어 있으며, 동식물의 생육 및 각종 산업의 환경 지표로 중요한 역할을 하게 됨.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 평균기온 편차(위치: 대기(기상요소) ▷ 기온 ▷ 국내외 평균기온 편차)

국내 평균기온 편차와 시나리오



제목 국내 평균기온 편차와 시나리오

그림설명 기온 편차의 과거자료와 미래 시나리오 전망의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 전국 6개 지점(1912년~), 45개 지점(1973년~)에서의 연평균기온 편차와 2019년 이후의 시나리오(RCP 2.6/4.5/6.0/8.5) 연평균기온 편차 자료

의미 6개 지점의 평균기온 편차는 1912년 -1.6°C, 2019년 1.0°C 이고, 45개 지점의 평균기온 편차는 1973년 -0.1°C, 2019년 1.0°C 로 추세선을 보면 증가 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

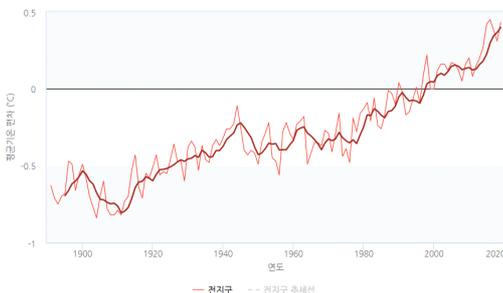
#### ■ 국내 기온 통계분석 기준 및 기타정보

- 연평균기온편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이
- 평년값: (6개 지점) 13.4°C, (45개 지점) 12.5°C
- 6개 지점: 서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포(1912~)
- 45개 지점: 전국 통계를 대표하는 지점(1973~)
- ※ 1922년은 일부 자료 누락, 1950~1953년은 전쟁 기간으로 자료가 누락되어 있음.

#### ■ RCP 시나리오

RCP 2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우
RCP 4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우
RCP 6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우
RCP 8.5	현재 추세(저감 없이)로 온실가스가 배출되는 경우

전지구 연강수량 편차



제목 전지구 평균기온 편차

그림설명 전지구 연평균기온 편차의 변화 경향을 보여주는 그래프

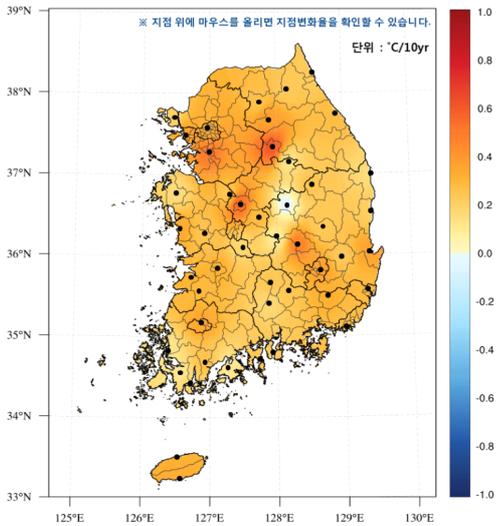
- 자료: 전지구 연평균기온 편차(1891년~)  
※ 연평균기온 편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이

의미 전지구 평균기온 편차는 1891년 -0.6°C, 2019년 0.4°C 임.

업데이트 주기 1회/년

② 국내 평균기온 변화율(위치: 대기(기상요소) ▷ 기온 ▷ 국내 평균기온 변화율)

국내 평균기온 변화율



**제목** 국내 평균기온 변화율

**그림설명** 전국의 관측지점을 중심으로 기온이 증가(또는 감소)하는 경향을 한눈에 알 수 있음. 색이 진할수록 기온이 많이 올라갔음을 의미함.

- 자료: 국내 지점별 평균기온의 변화율(1973년~)

※ 국내 평균기온 변화율 계산방법: 47개 지점(전국 45개 지점 + 제주, 서귀포)에서 1973~2019년의 연간 변화율(°C/yr)에 10년을 곱해서 내삼

**의미** 경기 남부, 강원 영서, 충청 내륙, 경북 남부를 중심으로 기온 증가율이 컸음. 원주 0.61(°C/10yr), 청주 0.56(°C/10yr), 수원 0.50(°C/10yr) 순으로 높았고, 문경 0.01(°C/10yr), 해남, 고흥 0.1(°C/10yr) 순으로 가장 낮았음.

**업데이트 주기** 1회/년

③ 현상 일수(위치: 대기(기상요소) ▷ 기온 ▷ 현상일수)

결빙일수



**제목** 결빙일수

**그림설명** 연중 결빙일수(일최고기온이 0°C 이하인 날 수)의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 국내 6개(1912년~), 45개(1973년~) 지점의 연중 결빙 일수

**의미** 6개 지점의 평균 연중 결빙일수는 1912년 11.2일, 2019년 2.7일이고, 45개 지점은 1973년 7.3일, 2019년 1.9일로 줄어드는 추세임.

**업데이트 주기** 1회/년

열대야일수



**제목** 열대야일수

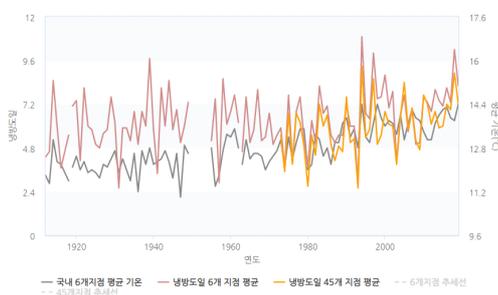
**그림설명** 평균 연중 열대야일수(밤최저기온(18:01~다음날 09:00 최저기온)이 25°C 이상인 날 수)의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 국내 45개(1973년~) 지점의 연중 열대야일수

**의미** 45개 지점의 평균 연중 열대야일수는 1973년에 6.6일이었고, 1994년, 2018년에 가장 긴 17.7일이며, 2019년에는 11.0일로 1973년에 비해 4.4일 증가하였음.

**업데이트 주기** 1회/년

냉방도일



**제목** 냉방도일

**그림설명** 연평균 냉방도일의 변화경향을 보여주는 그래프

※ 자세한 설명은 웹사이트 참조

- 자료: 국내 6개(1912년~), 45개(1973년~) 지점의 연평균 냉방도일(기준온도 26°C)

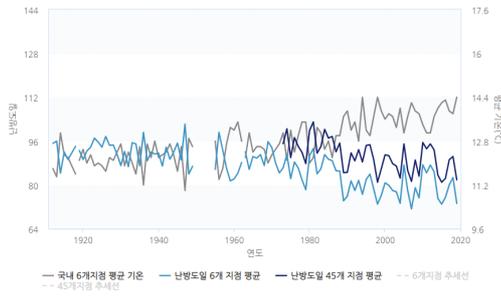
**의미** 냉방도일 값이 크다는 것은 냉방을 위해 전력을 많이 소모하는 것을 의미하며, 평균기온과 함께 증가하는 추세임.

**업데이트 주기** 1회/년

## 그래프

## 설 명

### 난방도일



#### 제목 난방도일

그림설명 연평균 난방도일의 변화경향을 보여주는 그래프

※ 자세한 설명은 웹사이트 참조

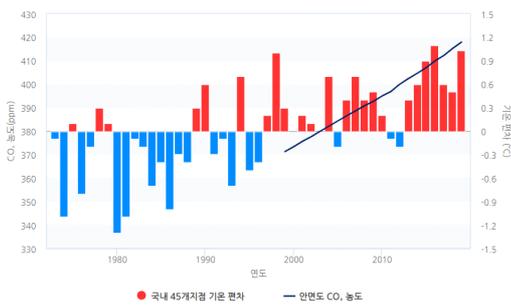
- 자료: 국내 6개(1912년~), 45개(1973년~) 지점의 연평균 난방도일(기준온도 18℃)

의미 난방도일 값이 크다는 것은 난방을 위해 연료비를 많이 소비하는 것을 의미하며, 평균기온 증가함에 따라 감소하는 추세

업데이트 주기 1회/년

## ④ 기온과 온실가스 비교(위치: 대기(기상요소) > 기온 > 기온과 온실가스 비교)

### 국내 기온편차와 이산화탄소 농도 비교



#### 제목 국내 기온편차와 이산화탄소 농도 비교

그림설명 국내 연평균기온편차와 이산화탄소 농도의 변화 경향을 비교하는 그래프

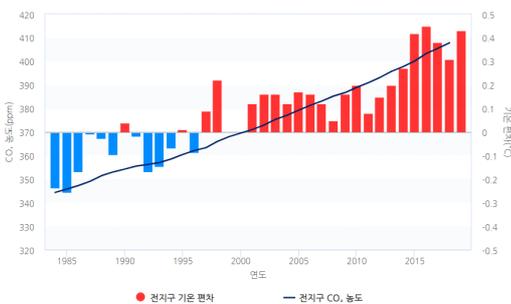
- 자료: 국내 45개 지점 연평균기온 편차(1973년~)와 안면도 이산화탄소 연평균농도(1999년~)

※ 연평균기온편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)의 차이

의미 국내 기온 편차가 양의 방향으로 증가함에 따라, 이산화탄소 농도도 증가함. 2019년 기온편차는 +1.0℃, 이산화탄소 농도는 417.9ppm으로, 1999년에 비해 각각 0.7℃, 46.7ppm 증가함.

업데이트 주기 1회/년

### 전지구 기온편차와 이산화탄소 농도 비교



#### 제목 전지구 기온편차와 이산화탄소 농도 비교

그림설명 전지구 연평균기온편차와 이산화탄소 농도의 변화 경향을 비교하는 그래프

- 자료: 전지구 연평균기온 편차(1984년~)와 전지구 이산화탄소 연평균농도(1984년~)

※ 연평균기온편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)의 차이

의미 전지구 연평균 기온편차가 양의 방향으로 증가함에 따라, 이산화탄소 농도도 증가함.

업데이트 주기 1회/년

# 강수

## ■ 의미

강수의 특성(주기, 강도, 양)은 기후시스템 상태를 기술하는 주요한 요소이며, 강수 변동성 및 극한 현상을 분석하기 위한 요소임.

## ■ 기후변화와의 관련성

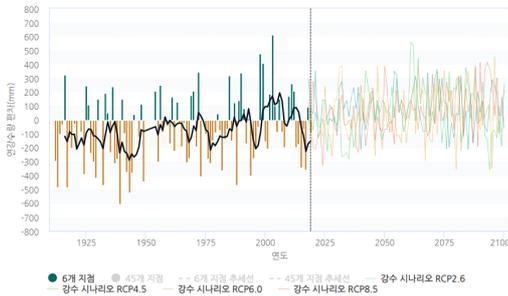
- 기후변화 및 그로 인한 자연/환경/인간 사회에 대한 영향 평가를 위해 강수분석은 매우 중요하며, 시간에 따른 변화는 용수공급 및 농업과도 밀접한 관련이 있음.
- 강우 및 강설로 인한 표면 강수량 분석은 에너지-물 순환의 상호관계 및 기후시스템이 생태계에 미치는 영향을 이해하는 데 도움을 주며, 식생, 사막화, 가뭄, 용수, 호우 등 여러 가지 현상에 영향을 미침.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 연강수량 편차(위치: 대기(기상요소) > 강수 > 국내외 연강수량 편차)

국내 연강수량 편차와 시나리오



#### 제목 국내 연강수량 편차와 시나리오

그림설명 강수량 편차의 과거자료와 미래 시나리오 전망의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 6개(1912년~), 45개(1973년~) 지점의 연강수량 편차와 2019년 이후의 시나리오(RCP 2.6/4.5/6.0/8.5) 연강수량 편차 자료

의미 연강수량은 증가하는 추세로, 6개 지점의 연강수량 편차는 1912년 -297.5mm, 2019년 -91.3mm이고, 45개 지점의 연강수량 편차는 1973년 -293.0mm, 2019년 -123.4mm임.

업데이트 주기 1회/년

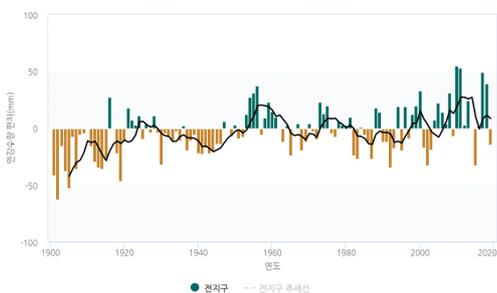
#### ■ 국내 강수량 통계분석 기준 및 기타정보

- 연강수량편차: 연강수량과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이
- 평년값: (6개 지점) 1316.1mm, (45개 지점) 1307.7mm
- 6개 지점: 서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포(1912~)
- 45개 지점: 전국 통계를 대표하는 지점(1973~)
- ※ 1922년은 일부 자료 누락, 1950~1953년은 전쟁 기간으로 자료가 누락되어 있음.

#### ■ RCP 시나리오

RCP 2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우
RCP 4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우
RCP 6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우
RCP 8.5	현재 추세(저감 없이)로 온실가스가 배출되는 경우

전지구 연강수량 편차



#### 제목 전지구 연강수량 편차

그림설명 전지구 연강수량 편차의 변화 경향을 보여주는 그래프

- 자료: 전지구 연강수량의 편차(1891년~)

※ 연강수량 편차: 연평균 강수량과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이

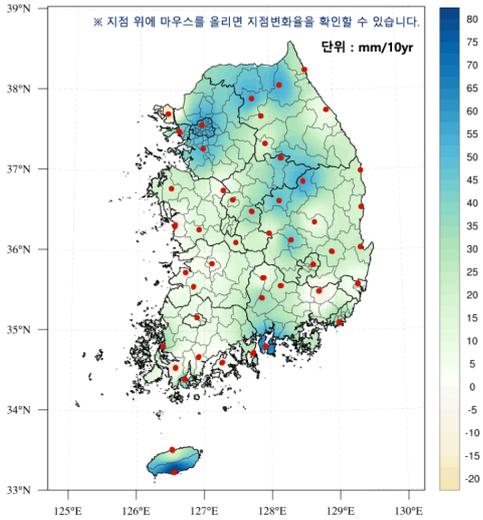
의미 전지구 연강수량은 증가하는 추세로, 1901년 연강수량 편차는 -42mm, 2019년 연강수량 편차는 -15mm임

업데이트 주기 1회/년

출처 일본기상청

② 국내 연강수량 변화율(위치: 대기(기상요소) > 강수 > 국내 연강수량 변화율)

국내 연강수량 변화율



제목 국내 연강수량 변화율

그림설명 전국의 관측지점을 중심으로 강수량이 증가(또는 감소)하는 경향을 한눈에 알 수 있음. 색이 진할수록 강수량이 많이 증가했음을 의미함.

- 자료: 국내 지점별 연강수량 변화율(1973년~)

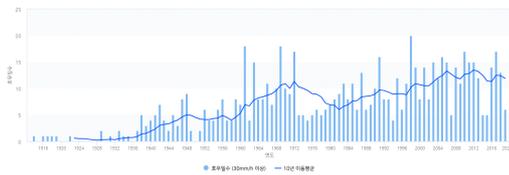
※ 국내 연강수량 변화율 계산방법: 47개 지점(전국 45개 지점 + 제주, 서귀포)에서 1973~2018년의 연간 변화율(mm/yr)에 10년을 곱해서 내삼

의미 전국적으로 연강수량이 증가하는 추세이며, 지점별로 서귀포, 서울, 남해 순으로 뚜렷이 증가하였고, 해남, 밀양, 강화 순으로 감소하였음.

업데이트 주기 1회/년

③ 호우일수(위치: 대기(기상요소) > 강수 > 호우일수)

호우일수



제목 호우일수

그림설명 국내 6개 지점에 대해 강우강도가 시간당 30mm 이상인 일수(연간)의 변화경향을 나타내는 그래프

- 자료: 지점별 연간 호우 일수(1914년~)

의미 호우일수가 1914년 1일, 1973년 5일, 2019년 6일로 감소하는 경향이며, 1998년에 20일로 가장 많았음.

업데이트 주기 1회/년

# 풍향·풍속

## ■ 의미

바람은 해양순환에 주요한 원동력으로, 많은 양의 열, 담수, 탄소를 전지구적으로 운반하며, 기후변화 감지 및 기후모델 평가에 주요한 자료임.

## ■ 기후변화와의 관련성

육지에서의 바람은 열속의 수평·수직 이동과 밀접한 관련이 있는 지구표면 열균형에 큰 영향을 미침. 또한 공기의 이동, 에너지 생산, 대기질 관리 및 인류 건강과도 밀접한 관련이 있음.

### 그래프

### 설 명

#### ① 평균풍속 연·월평균(위치: 대기(기상요소) > 풍향·풍속 > 평균풍속 연·월평균)

평균풍속 연평균



제목 평균풍속 연평균

그림설명 연도별 평균풍속의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 연평균 평균풍속(1973년~)

의미 평균풍속 연평균의 추세를 보면 점차 풍속이 약해지는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

평균풍속 계절별 연평균



제목 평균풍속 계절별 연평균

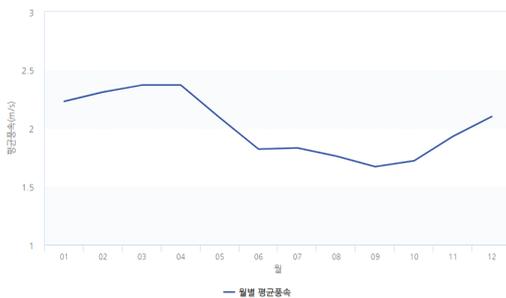
그림설명 계절별 평균풍속의 변화경향을 보여주는 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 계절별 평균풍속(1973년~)

의미 추세를 보면 여름철은 풍속이 강해지고 그 밖의 계절은 풍속이 약해지는데 특히 겨울철 풍속의 하강폭이 가장 큼.

업데이트 주기 1회/년

평균풍속 월별평균



제목 평균풍속 월별평균

그림설명 월별 평균풍속의 특징을 보여주는 그래프

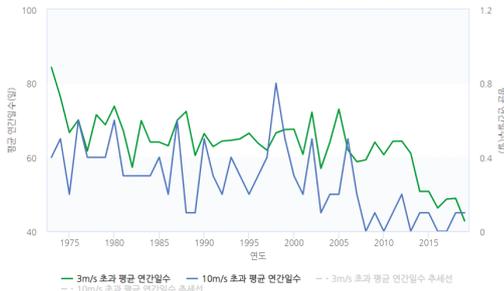
- 자료: 국내 45개 지점의 월별 평균풍속(1973년~)

의미 평균풍속 월평균값은 3~4월에 2.37m/s로 풍속이 가장 강하고 9월에 1.67m/s로 가장 약했음.

업데이트 주기 1회/년

② 풍속 계급별 연간 일수(위치: 대기(기상요소) > 풍향·풍속 > 풍속 계급별 연간 일수)

평균풍속 계급별 연간 일수



제목 평균풍속 계급별 연간 일수

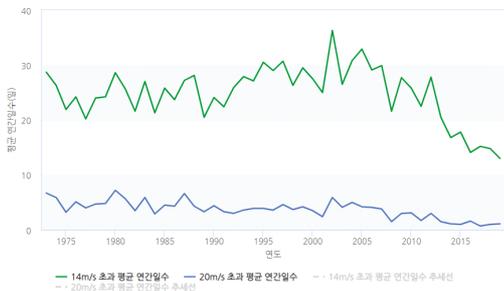
그림설명 일 평균풍속 3m/s 초과, 10m/s 초과 발생 일에 대한 평균 연간 일수 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 일 평균풍속 3m/s 초과 연간일수, 10m/s 초과 연간일수(1973년~)

의미 일 평균풍속이 3m/s, 10m/s 초과인 경우 평균 연간 일수는 1973년에 84.3일, 0.4일이고, 2019년에 42.8일, 0.1일로 줄어 모두 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

강풍주의보 기준 연간 일수



제목 강풍주의보 기준 연간 일수

그림설명 강풍주의보 기준일 경우의 평균 연간 일수 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 일 최대풍속 14m/s 이상 연간일수, 20m/s 이상 연간일수(1973년~)

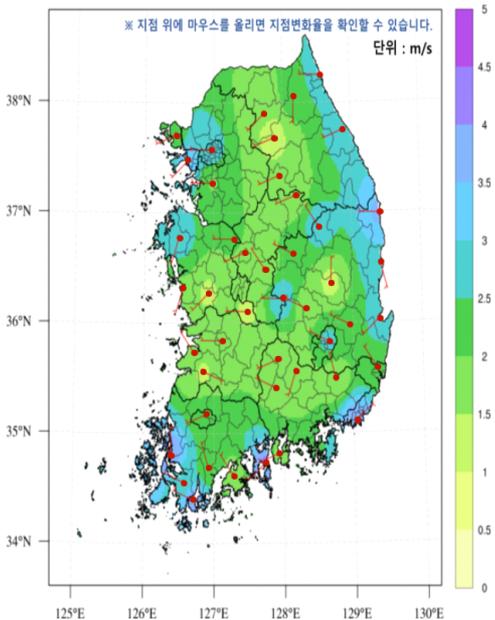
의미 일 최대순간풍속이 20m/s 이상인 경우 평균 연간 일수는 1973년에 6.7일이고, 1980년에 7.2일로 가장 많았으며, 2019년에 1.1일로 줄었음.

※ 강풍주의보 기준: 최대풍속 14m/s 이상, 최대순간풍속 20m/s 이상

업데이트 주기 1회/년

③ 풍향·풍속 분포도(위치: 대기(기상요소) > 풍향·풍속 > 풍향·풍속 분포도)

계절별 최다풍향, 평균풍속 분포도



제목 계절별 최다풍향, 평균풍속 분포도

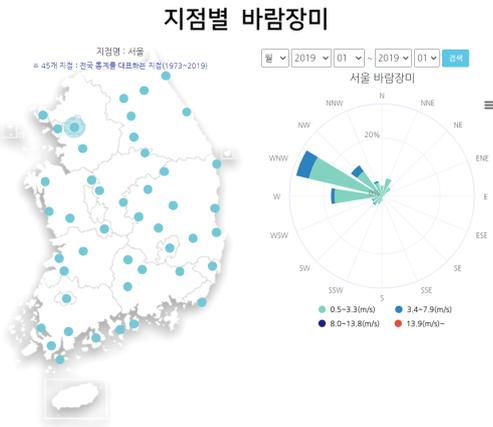
그림설명 전국의 관측지점을 중심으로 계절 및 기간별 최다풍향과 평균풍속의 변화 경향을 한눈에 알 수 있음.

- 자료: 국내 45개 지점의 계절별 기간별 최다풍향 및 평균풍속  
- 분석기간: 1973~2000년, 1981~2010년, 1991~2019년, 1973~2019년

의미 계절별 최다풍향은 봄은 서풍계열, 여름은 남풍계열, 가을은 북풍계열, 겨울은 북서풍 계열이 우세하며, 과거에서 현재로 갈수록 평균풍속이 약해지는 것을 분석기간별 비교를 통해 확인 할 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

④ 지점별 바람장미(위치: 대기(기상요소) ▷ 풍향·풍속 ▷ 지점별 바람장미)



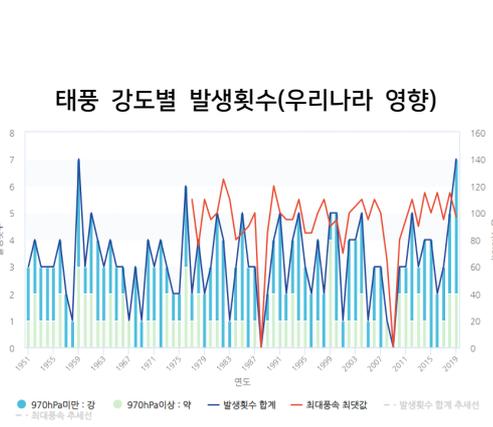
제목 지점별 바람장미

그림설명 국내 45개 지점의 월, 년, 계절별 바람장미와 평균풍속  
- 자료: 국내 45개 지점의 월, 년, 계절별 풍향·풍속(1973년~)

의미 각 지점별 원하는 기간의 바람 특징을 볼 수 있으며, 풍향·풍속 등급에 따른 빈도율(%)을 확인할 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

⑤ 연관정보(위치: 대기(기상요소) ▷ 풍향·풍속 ▷ 연관정보)



제목 태풍 강도별 발생횟수(우리나라 영향)

그림설명 우리나라에 영향을 준 태풍의 강도별 개수와 태풍의 최대풍속을 나타낸 그래프

- 자료: 우리나라에 영향을 준 태풍의 강도별 개수와 태풍의 최대풍속(1951년~)

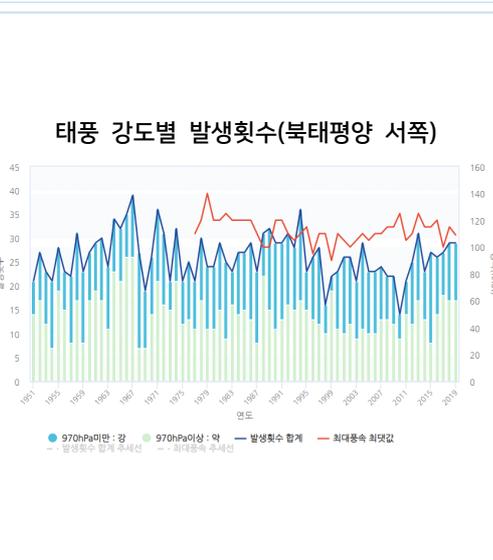
※ 태풍 강도기준: 최저기압 970hPa 미만(강), 970hPa 이상(약)

의미 연간 1~7개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었고, 태풍 개수와 최대풍속 추세를 보면 약하게 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 일본기상청 베스트트랙 자료(국가태풍센터)

※ 베스트트랙: 태풍이 소멸한 뒤 인공위성과 육상·해상 등지에서 관측한 각종 자료를 정밀 재분석한 후 최종 확정된 태풍의 실제 이동 경로



제목 태풍 강도별 발생횟수(북태평양 서쪽)

그림설명 북태평양 서쪽에서 발생한 태풍의 강도별 발생횟수와 태풍의 최대풍속을 나타낸 그래프

- 자료: 북태평양 서쪽에서 발생한 태풍의 강도별 개수와 태풍의 최대풍속(1951년~)

※ 태풍 강도기준: 최저기압 970hPa 미만(강), 970hPa 이상(약)

의미 연간 14~39개의 태풍이 북태평양 서쪽에서 발생하였고, 태풍 개수와 최대풍속의 추세를 보면 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 일본기상청 베스트트랙 자료(국가태풍센터)

※ 베스트트랙: 태풍이 소멸한 뒤 인공위성과 육상·해상 등지에서 관측한 각종 자료를 정밀 재분석한 후 최종 확정된 태풍의 실제 이동 경로

대기(기상요소)

# 수증기

## ■ 의미

지표면으로부터 물이 증발하여 대기에 수증기가 공급되고, 이는 구름 생성에 영향을 줌. 수증기는 구름과 복사로 인한 기후시스템에 중요한 피드백 역할을 함.

## ■ 기후변화와의 관련성

지표면 근처 습도는 인간, 가축, 야생 동물의 생활과 건강, 식물 질병의 발생 등에 영향을 줄 뿐만 아니라, 증발과 수자원 및 에너지 주기의 강도에도 영향을 미침.

### 그래프

### 설 명

#### ① 상대습도 연·월평균(위치: 대기(기상요소) > 수증기 > 상대습도 연·월평균)

#### 평균 상대습도 연평균



제목 평균 상대습도 연평균

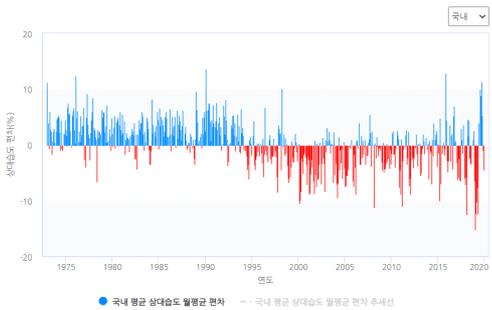
그림설명 국내 연도별 평균 상대습도를 나타낸 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 평균 상대습도 연평균(1973년~)

의미 연평균 평균 상대습도의 추세를 보면 상대습도가 낮아지는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

#### 국내·외 평균 상대습도 연도별 월평균 편차



제목 국내·외 평균 상대습도 연도별 월평균 편차

그림설명 국내 및 전지구 평균 상대습도의 연도별 월평균 편차 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 평균 상대습도 월평균 편차(1973년~), 전지구 평균 상대습도 월평균 편차 (ERA5 재분석 자료(1979년~))

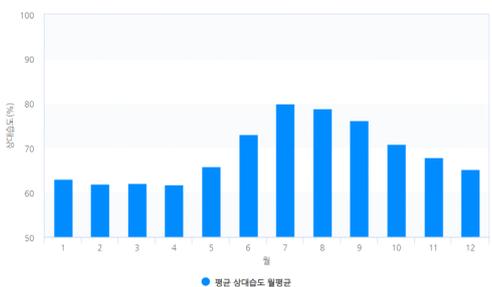
※ 평균 상대습도 편차: 연도별 월평균과 평년(1981~2010년 평년)의 월평균 값의 차이

의미 국내 45개 지점 및 전지구 지상의 평균 상대습도 연도별 월평균 편차 추세를 보면 모두 낮아지는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 (전지구) ECMWF(유럽 중기예보 센터)

#### 평균 상대습도 월평균



제목 평균 상대습도 월평균

그림설명 국내 평균 상대습도에 대한 월평균을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 월별 평균 상대습도(1973년~)

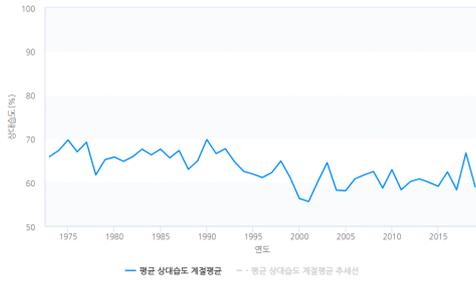
의미 평균 상대습도는 7~8월 여름철에 가장 높고 4월에 가장 낮음.

업데이트 주기 1회/년

## 그래프

## 설 명

### 평균 상대습도 계절평균



**제목** 평균 상대습도 계절평균

**그림설명** 국내 평균 상대습도에 대한 계절평균을 나타낸 그래프  
- 자료: 국내 45개 지점의 계절별 평균 상대습도(1973년~)

**의미** 평균 상대습도의 추세를 보면 전반적으로 감소하는 경향을 보이며, 특히 겨울철의 상대습도 하강폭이 가장 큼.

**업데이트 주기** 1회/년

## ② 실효습도 계급별 발생일수(위치: 대기(기상요소) > 수증기 > 실효습도 계급별 발생일수)

### 실효습도 계급별 연간 발생일수



**제목** 실효습도 계급별 연간 발생일수

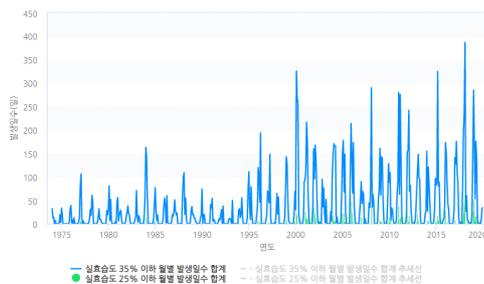
**그림설명** 국내 실효습도 계급별 연간 발생일수 합계를 나타낸 그래프  
- 자료: 국내 45개 지점의 실효습도 35% 이하 연간 발생일수 합계, 실효습도 25% 이하 연간 발생일수 합계(1974년~)

※ 실효습도: 화재 예방의 목적으로 수일 전부터의 상대습도에 경과 시간에 따른 가중치를 주어서 산출한 목재 등의 건조도를 나타내는 지수임. 실효습도가 50% 이하가 되면 큰 화재로 변질 위험성이 높아짐.

**의미** 실효습도 35% 이하 연간 발생일수 합계는 증가 경향을 보이고 있으며, 2000년 이후에는 과거보다 큰 폭으로 증가와 감소를 반복함. 실효습도 25% 이하 연간 발생일수 합계는 35% 이하 연간 발생일수보다 매우 적으나, 경향성은 비슷함.

**업데이트 주기** 1회/년

### 실효습도 계급별 월별 발생일수



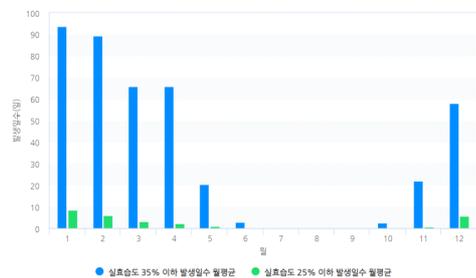
**제목** 실효습도 계급별 월별 발생일수

**그림설명** 국내 실효습도 계급별 월별 발생일수 합계를 나타낸 그래프  
- 자료: 국내 45개 지점의 실효습도 35% 이하 월별 발생일수 합계, 실효습도 25% 이하 월별 발생일수 합계(1974년~)

**의미** 2000년 이후에는 과거보다 월별 실효습도 변화 폭이 매우 큼.

**업데이트 주기** 1회/년

### 실효습도 계급별 발생일수 월평균



**제목** 실효습도 계급별 발생일수 월평균

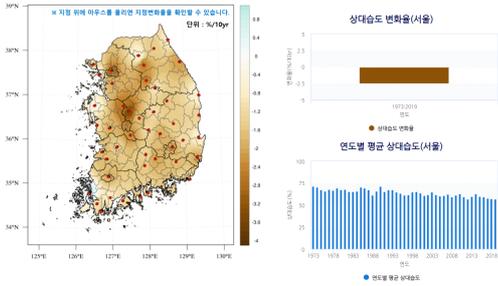
**그림설명** 국내 실효습도 계급별 발생일수의 월평균을 나타낸 그래프  
- 자료: 국내 45개 지점의 실효습도 35% 이하 발생일수 월평균, 실효습도 25% 이하 발생일수 월평균(1974년~)

**의미** 특히 1~2월 겨울철이 다른 계절에 비해 건조한 것을 알 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

③ 지점별 상대습도 및 변화율(위치: 대기(기상요소) > 수증기 > 지점별 상대습도 및 변화율)

지점별 상대습도 및 변화율



제목 지점별 상대습도 및 변화율

그림설명 국내 평균 상대습도 변화율 분포도와 지점별 평균 상대습도 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 평균 상대습도 변화율 및 평균 상대습도(1973년~)

※ 국내 평균 상대습도 변화율 계산방법: 전국 45개 지점에서 1973~2018년의 연간 변화율(%/yr)에 10년을 곱해서 내삼

의미 충청도 내륙을 중심으로 평균 상대습도 감소율이 컸음. 지점별 평균 상대습도 변화율을 보면, 청주 -3.3%/10yr, 천안 -2.5%/10yr 순으로 상대습도가 가장 많이 감소했으며, 목포 0.6%/10yr로 가장 많이 증가함.

업데이트 주기 1회/년

④ 연관정보(위치: 대기(기상요소) > 수증기 > 연관정보)

실효습도, 산불발생 건수, 산불피해 면적 합계



제목 실효습도, 산불발생 건수, 산불피해 면적 합계

그림설명 국내 연평균 실효습도, 산불발생(건수, 면적) 합계를 나타낸 그래프

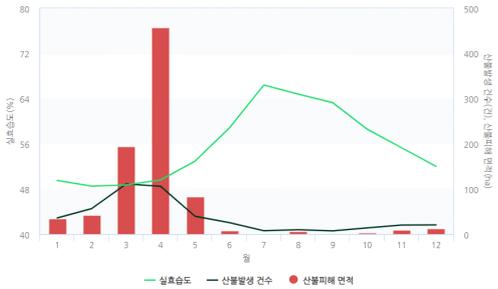
- 자료: 국내 45개 지점의 연평균 실효습도, 국내 산불발생 건수, 산불피해 면적(1974년~)

의미 실효습도와 산불발생(건수, 면적)은 전체적으로 서로 반대 경향을 보임. 실효습도가 높을 때 산불발생 건수와 피해면적이 적었고, 실효습도가 낮을 때 산불발생피해가 많은 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 산림청 산불통계

실효습도, 산불발생 건수, 산불피해 면적 월평균



제목 실효습도, 산불발생 건수, 산불피해 면적 월평균

그림설명 국내 실효습도, 산불발생 건수, 산불피해 면적 월평균을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 45개 지점의 월평균 실효습도, 국내 산불발생 건수, 산불피해 면적(2003년~)

의미 3~4월에 실효습도가 낮고 산불피해가 큼.

업데이트 주기 1회/년

출처 산림청 산불통계

도시 규모별 평균 상대습도 연평균



제목 도시 규모별 평균 상대습도 연평균

그림설명 국내 도시 규모별 상대습도의 변화경향을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 도시규모별 연평균 평균 상대습도(1973년~)

※ 도시 규모 분류 기준

- 대도시: 인구 100만 이상, 중소도시: 인구 5만 초과 100만 미만, 비도시: 인구 5만 이하

의미 모두 감소경향을 보이는데 특히 대도시>중소도시>비도시 순으로 감소폭이 크게 나타남.

업데이트 주기 1회/년

출처 인구주택총조사

# 운량

## ■ 의미

구름은 태양과 지구의 장단파 복사 에너지 수지 및 지표의 물수지에 대한 중요한 요소로서 지구의 기후에 큰 영향을 줌.

## ■ 기후변화와의 관련성

구름은 지구로부터 돌아오는 햇빛을 반사하고 지구의 온도를 안정시키는데 중요한 역할을 함. 시시각각 변하는 구름은 복사 및 강수에 영향을 미치며, 이들은 대기 흐름에 영향을 받아 차례로 또 다른 많은 기후요소에 영향을 줌.

### 그래프

### 설 명

#### ① 전운량 연·월평균(위치: 대기(기상요소) > 운량 > 전운량 연·월평균)

전운량 연평균



#### 제목 전운량 연평균

그림설명 국내 전운량의 연도별 전국 평균을 나타낸 그래프

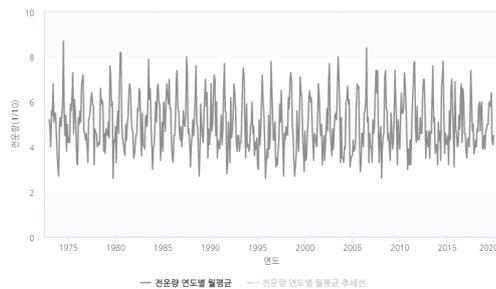
- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 연평균(1973년~)

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 1973년 이후 1994년과 1997년에 4.4할로 가장 적었고, 1985년에 5.6할로 가장 많았음. 추세선은 감소 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

전운량 연도별 월평균



#### 제목 전운량 연도별 월평균

그림설명 국내 전운량의 연도별 월평균을 나타낸 그래프

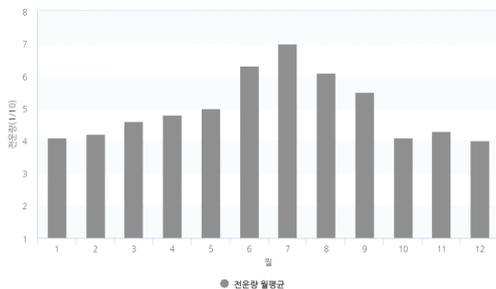
- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 연도별 월평균(1973년~)

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 월별로 증가 감소를 반복함.

업데이트 주기 1회/년

전운량 월평균



#### 제목 전운량 월평균

그림설명 국내 전운량의 월별 전국 평균을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 월평균(1973년~)

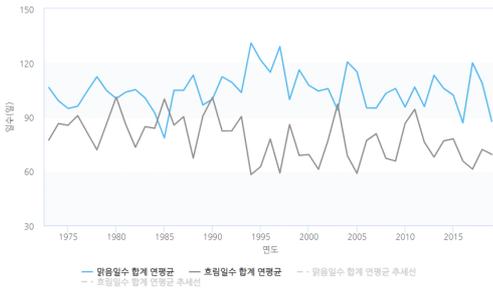
※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 여름철에는 고온다습한 북태평양 고기압의 영향으로 비가 많이 내리며 전운량이 많고, 겨울철에는 차고 건조한 시베리아 고기압의 영향으로 전운량이 가장 적음.

업데이트 주기 1회/년

② 전운량 계급별 변화경향(위치: 대기(기상요소) > 운량 > 전운량 계급별 변화경향)

맑음일수와 흐림일수 합계의 연평균



**제목** 맑음일수와 흐림일수 합계의 연평균

**그림설명** 국내 전운량의 맑음일수와 흐림일수 합계의 연도별 전국 평균 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 맑음일수 합계 연평균, 흐림일수 합계 연평균(1973년~)

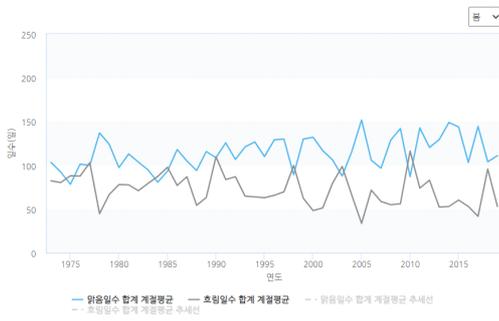
※ 전운량 계급: 맑음(전운량 2.4 이하), 구름조금(전운량 2.5~5.4), 구름많음(5.5~8.4), 흐림(전운량 8.5 이상)

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 맑음일수는 약간 증가하고 있으나, 흐림일수는 감소하는 경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

맑음일수와 흐림일수 합계의 계절평균



**제목** 맑음일수와 흐림일수 합계의 계절평균

**그림설명** 국내 전운량의 맑음일수와 흐림일수 합계의 계절별 전국 평균 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 맑음일수 합계 계절평균, 흐림일수 합계 계절평균(1973년~)

※ 전운량 계급: 맑음(전운량 2.4 이하), 구름조금(전운량 2.5~5.4), 구름많음(5.5~8.4), 흐림(전운량 8.5 이상)

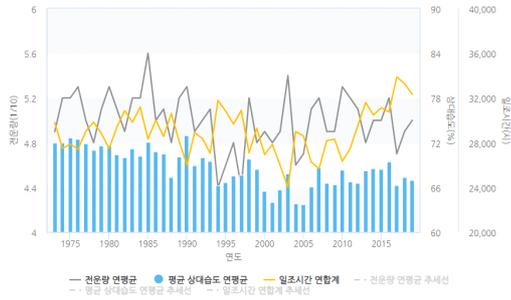
※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 계절별로는 맑음일수가 겨울철에 가장 많고 여름철에 가장 적으며, 흐림일수는 여름철이 가장 많고 겨울철이 가장 적었음. 봄철만 맑음일수가 증가하는 경향을 보였고, 나머지는 감소하는 경향을 보이는데 여름철 흐림일수의 감소경향이 가장 큼.

**업데이트 주기** 1회/년

③ 연관정보(위치: 대기(기상요소) ▷ 운량 ▷ 연관정보)

전운량, 상대습도, 일조시간 연평균



**제목** 전운량, 상대습도, 일조시간 연평균

**그림설명** 국내 연도별 전운량, 상대습도 전국 평균과 일조시간 합계 그래프

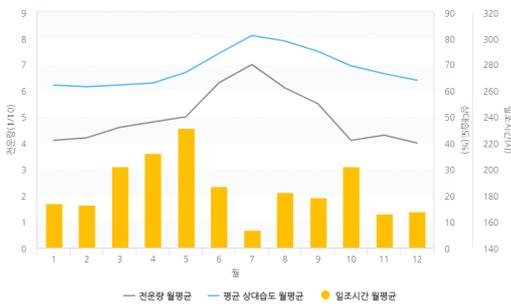
- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 연평균, 평균 상대습도 연평균, 일조시간 연합계(1973년~)

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 전운량과 상대습도는 비슷한 경향을 보이고, 전운량과 일조시간은 반대 경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

전운량, 상대습도, 일조시간 월평균



**제목** 전운량, 상대습도, 일조시간 월평균

**그림설명** 국내 전운량, 상대습도, 일조시간의 월평균 그래프

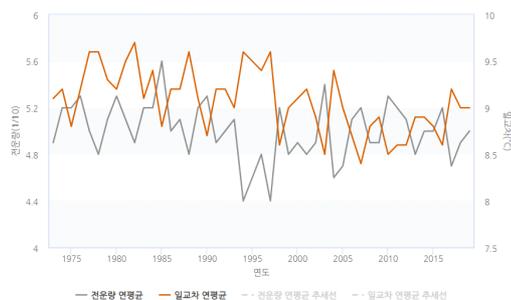
- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 월평균, 평균 상대습도 월평균, 일조시간 월평균(1973년~)

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 여름철인 7월에 전운량과 상대습도가 높고 일조시간은 적음. 봄철에 일조시간이 많고, 겨울철에는 전운량과 상대습도가 낮고 해가 떠 있는 시간이 짧아져 일조시간이 적음.

**업데이트 주기** 1회/년

전운량과 일교차



**제목** 전운량과 일교차

**그림설명** 국내 전운량과 일교차의 상관관계 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 전운량 연평균, 일교차 연평균(1973년~)

※ 일교차: 일최고기온과 일최저기온의 차이

※ 운량 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 구름은 낮에 태양 에너지를 반사시켜 최고기온을 낮추고, 밤에는 장파를 흡수하여 최저기온을 높이므로 운량이 많을수록 일교차가 적어짐.

**업데이트 주기** 1회/년

육상

# 적설

## ■ 의미

적설은 지면에 쌓인 눈을 의미함. 눈이 덮인 표면은 높은 알베도를 가져 열전도를 차단하며, 토양 수분 공급에 기여하기 때문에 기후 시스템에서 중요한 역할을 함.

## ■ 기후변화와의 관련성

- 눈은 공기 중의 수적이 얼어 강수의 형태로 내리는 것을 말하며 지구의 기후를 변화시키는 중요한 인자 중 하나임. 눈은 빛을 반사하는 성질이 강하기 때문에 지구에 입사하는 햇빛을 반사하는 지표면의 겨울 같은 역할을 하며, 이로 인하여 지구의 기온을 낮추는 역할을 함. 또한 적설은 공기와 지표면 사이의 단열재와 같은 역할을 하여 영구 동토 층의 공간적 분포에도 영향을 끼침.
- 기온과 강수의 변동으로 눈 오는 지역도 변할 수 있음. 적설은 단순히 기후변화의 영향을 받을 뿐만 아니라 기후에 영향을 미치기도 함. 지면에 눈이 많이 쌓일수록 더 많은 에너지가 우주로 반사되어 냉각 되는 반면, 눈이 적을수록 지구 표면에서 더 많은 에너지가 흡수되어 온난화가 일어날 수 있음.
- 강설량과 눈이 내리는 시기의 변화는 봄철 어류의 산란, 하천과 지하수에 영향을 미침. 또한 스키와 같은 겨울 레크리에이션 활동과 이러한 활동에 의존하는 지역사회에도 영향을 미칠 수 있음.

### 그래프

### 설명

#### ① 적설 연·월평균(위치: 육상 > 적설 > 적설 연·월평균)

#### 일최심신적설과 눈 현상일수 합계 연평균



제목 일최심신적설과 눈 현상일수 합계 연평균

그림설명 국내 일최심신적설 합계와 눈 현상일수 합계의 연도별 전국 평균 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 일최심신적설, 눈 현상일수 합계(1973년~)

※ 눈은 겨울철에 발생하는 현상이므로, 연도별 통계는 겨울철을 기준으로 함. (예, 적설 1973년 자료는 1973년 10월부터 1974년 4월까지 통계임)

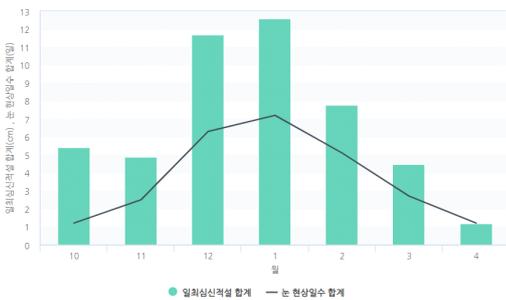
※ 눈은 관측자가 직접 맨눈으로 관측(목적)하는 요소로 조직개편에 따라 춘천과 서산은 북춘천과 홍성으로 각각 관측지점이 변경되어 이 지점의 자료를 연속으로 사용함.

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후)), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 일최심신적설과 눈 현상일수 합계의 추세선은 감소 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

#### 일최심신적설과 눈 현상일수 합계 월평균



제목 일최심신적설과 눈 현상일수 합계 월평균

그림설명 국내 일최심신적설 합계와 눈 현상일수 합계의 월별 전국평균을 나타낸 그래프

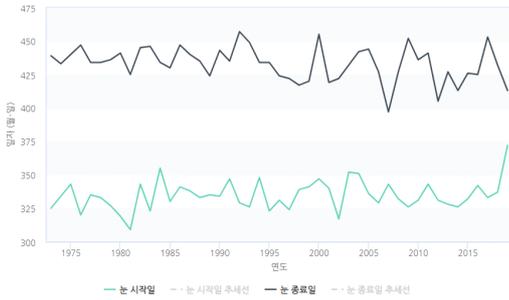
- 자료: 국내 13개 지점의 일최심신적설, 눈 현상일수 합계 월평균(1973년~)

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후)), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 눈은 겨울철에 발생하는 현상이므로 1973년 10월부터 2019년 4월까지 월평균이며, 1월 일최심신적설 합계 전국 평균은 12.6cm, 눈 현상일수 합계의 전국 평균은 7일로 가장 많았음.

업데이트 주기 1회/년

눈 시작일과 종료일 기간 변화경향



제목 눈 시작일과 종료일 기간 변화경향

그림설명 국내 눈 시작일과 종료일의 평균 날짜를 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 눈 시작일, 눈 종료일(1973년~)

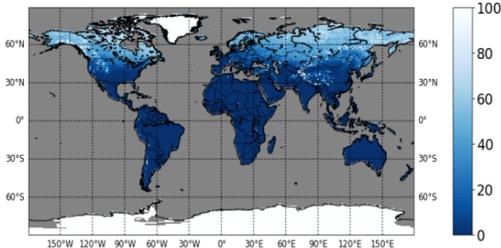
※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 눈 시작일은 늦어지고 종료일은 빨라지고 있음.

업데이트 주기 1회/년

② 전지구 평균 적설(위치: 육상 > 적설 > 전지구 평균 적설)

전구 평균 적설

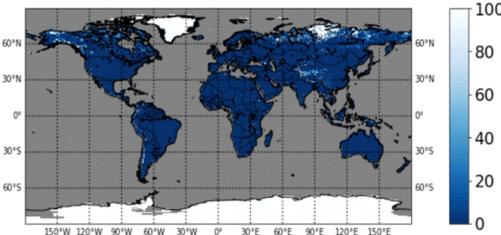


제목 전구 평균 적설

그림설명 전구 평균 적설의 전체 기간 평균을 나타냄.

의미 지표의 눈은 대부분 고위도 지방에 분포하고 있지만 계절과 고도에 따라 저위도에 존재함. 티벳 고원이나 안데스 산맥, 록키 산맥 등은 높은 고도로 인하여 1년 내내 비슷한 적설량을 보임.

전구 월 평균 적설



제목 전구 월 평균 적설

그림설명 전구 평균 적설의 월별 평균을 나타냄.

의미 지표의 눈은 대부분 고위도 지방에 분포하고 있지만 계절과 고도에 따라 저위도에 존재함. 티벳 고원이나 안데스 산맥, 록키 산맥 등은 높은 고도로 인하여 1년 내내 비슷한 적설량을 보임.

③ 적설 계급별 연간일수 비교(위치: 육상 > 적설 > 적설 계급별 연간일수 비교)

적설 계급별 연간일수



제목 적설 계급별 연간일수

그림설명 국내 일최심신적설 5, 20cm 이상 발생 일수 합계를 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 일최심신적설 5cm 이상 발생 일수, 20cm 이상 발생 일수(1973년~)

※ 눈은 겨울철에 발생하는 현상으로, 연도별 통계는 겨울철을 기준으로 함. (예, 적설 1973년 자료는 1973년 10월부터 1974년 4월까지 통계임)

※ 눈은 관측자가 직접 맨눈으로 관측(목측)하는 요소로 조직개편에 따라 춘천과 서산은 북춘천과 홍성으로 각각 관측지점이 변경되어 이 지점의 자료를 연속으로 사용함.

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

의미 일최심신적설 5cm 이상 발생 일수는 점차 줄어들고 있음.

업데이트 주기 1회/년

## 그래프

### 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계



## 설 명

**제목** 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계

**그림설명** 국내 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계를 나타낸 그래프  
- 자료: 국내 13개 지점의 일최심신적설 최댓값, 합계, 눈 현상일수 합계(1973년~)

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

**의미** 일최심신적설의 최댓값은 증가하고 일최심신적설 합계와 눈 현상일수 합계는 줄어들고 있음.

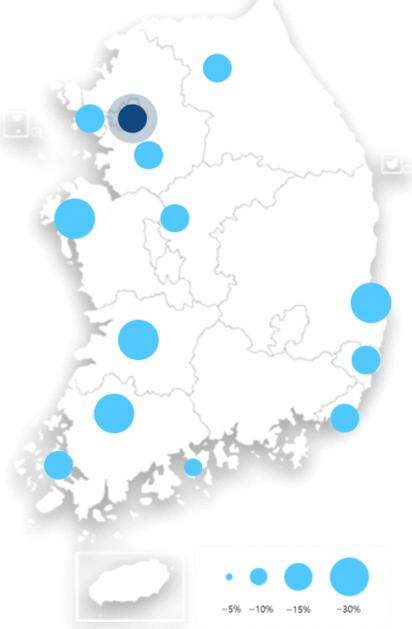
**업데이트 주기** 1회/년

### ④ 지점별 연대별 적설강도 변화(위치: 육상 > 적설 > 지점별 연대별 적설강도 변화)

#### 지점별 연대별 적설강도 변화

연대 선택 :

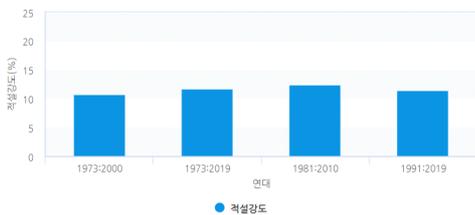
관측소 위치 : 관측소를 지점별로 선택할 수 있습니다.



서울

1973-2019

적설강도 : 11.7 %



**제목** 지점별 연대별 적설강도 변화

**그림설명** 국내 연대별 적설강도 분포도 및 각 지점별 적설강도 변화경향을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 연대별 적설강도(1973~2019년)

- 분석기간: 1973~2000년, 1981~2010년,

1991~2019년, 1973~2019년

※ 눈은 겨울철에 발생하는 현상으로, 연도별 통계는 겨울철을 기준으로 함. (예, 적설 1973년 자료는 1973년 10월부터 1974년 4월까지 통계임)

※ 눈은 관측자가 직접 맨눈으로 관측(목측)하는 요소로 조직개편에 따라 춘천과 서산은 북춘천과 홍성으로 각각 관측지점이 변경되어 이 지점의 자료를 연속으로 사용함.

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

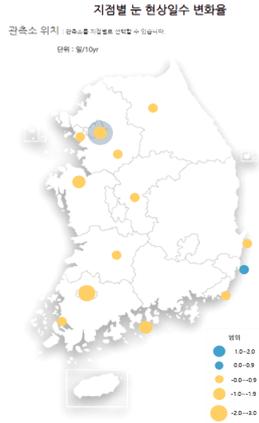
※ 적설강도(%): 최심신적설 5cm 이상 발생 일수 / 최심신적설 0cm 이상 발생일수 \* 100

**의미** 적설강도는 일최심신적설 5cm 이상 발생 일수를 일최심신적설 0cm 이상 발생 일수로 나눈 후 100을 곱한 것으로, 강한 눈이 내리는 정도를 알 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑤ 지점별 일최심신적설과 눈 현상일수(위치: 육상 ▷ 적설 ▷ 지점별 일최심신적설과 눈 현상일수)

지점별 눈 현상일수 변화율 및 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계



서울 : 눈 현상일수 변화율(일/10yr) :-1.466



**제목** 지점별 눈 현상일수 변화율, 지점별 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계

**그림설명** 국내 눈 현상일수 변화율 분포도 및 각 지점별 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계를 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 눈 현상일수 변화율 및 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계

- 기간: 1973~2019년

※ 눈은 겨울철에 발생하는 현상으로, 연도별 통계는 겨울철을 기준으로 함. (예, 적설 1973년 자료는 1973년 10월부터 1974년 4월까지 통계임)

※ 눈은 관측자가 직접 맨눈으로 관측(목측)하는 요소로 조직개편에 따라 춘천과 서산은 북춘천과 홍성으로 각각 관측지점이 변경되어 이 지점의 자료를 연속으로 사용함.

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후)), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

※ 변화율: 선의 두 점 사이의 수직 거리를 수평 거리로 나눈 회귀직선의 변화율 (선형 회귀직선의 기울기)

**의미** 국내 13개 지점의 눈 현상일수 변화율과 지점별 일최심신적설 최댓값과 합계, 눈 현상일수 합계를 알 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

⑥ 연관정보(위치: 육상 ▷ 적설 ▷ 연관정보)

일최심신적설일수와 결빙일수 연평균



**제목** 일최심신적설일수와 결빙일수 연평균

**그림설명** 국내 일최심신적설 0cm 이상 발생 일수와 결빙일수 합계의 전국 평균을 나타낸 그래프

- 자료: 국내 13개 지점의 일최심신적설일수, 결빙일수(1973년~)

※ 눈은 겨울철에 발생하는 현상으로, 연도별 통계는 겨울철을 기준으로 함. (예, 적설 1973년 자료는 1973년 10월부터 1974년 4월까지 통계임)

※ 눈은 관측자가 직접 맨눈으로 관측(목측)하는 요소로 조직개편에 따라 춘천과 서산은 북춘천과 홍성으로 각각 관측지점이 변경되어 이 지점의 자료를 연속으로 사용함.

※ 적설 관측 지점(13개): 춘천(→북춘천(2016. 10. 1 이후)), 서울, 인천, 수원, 서산(→홍성(2017. 11. 1 이후)), 청주, 포항, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수

※ 결빙일수: 일최고기온이 0°C 미만인 날

**의미** 일최심신적설일수와 결빙일수 모두 감소 추세를 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

# 지표온도

## ■ 의미

(지면온도) 맨땅 또는 짧은 잔디 밑의 온도를 말한다. 실제로는 온도계의 수감부가 노출되지 않을 정도로 지면에 얇게 묻어서 측정한 온도임. 적설이 있으면 그 보온 효과로 지면온도가 0℃ 내외로 유지됨.  
 (지중온도) 토양의 온도, 즉 땅속에서 측정한 온도를 말함. 토질이나 수분의 상태에 따라 차이가 있으나, 지중온도는 지면에 가까울수록 기상의 영향을 많이 받고 일변화도 심함. 일변화는 보통 지중 1m 정도 되면 거의 없어지고, 6~7m 정도에서는 계절에 따른 연변화도 없어짐.

## ■ 기후변화와의 관련성

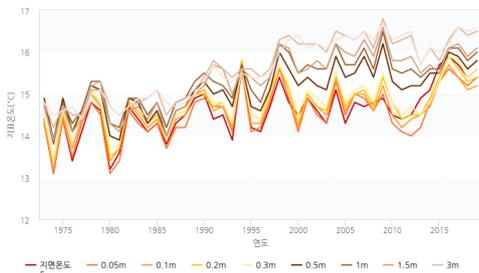
- 토양의 온도는 식물의 생육, 미생물의 활동, 토양생성작용 등에 중요한 요소이다. 토양온도가 낮아지면 유기물의 분해가 늦어져 부식이 다량으로 쌓이게 되지만 온도가 높아지면 유기물의 분해가 빨라 무기화작용이 촉진됨. 지중온도는 매 100m 내려갈 때마다 3℃씩 상승하는 것으로 되어 있으나 식물성장과는 관계가 거의 없고 지표온도가 중요함.
- 온대지방에서는 지하 약 70cm되는 곳에서 1일 동안의 온도분포에 아무런 변화가 없게 되고, 10~20m 되는 곳에서는 연중 내내 변화가 거의 없다. 그러나 열대지방에서는 지하 5m 정도 되는 곳에서도 연중 변화를 거의 볼 수 없음.
- 대기의 습도와 기온, 지상의 식물유무와 생육상태, 지형, 토지의 고저를 비롯하여 토양층의 깊이 등이 토양에 큰 영향을 미침. 기후요소 중 토양에 큰 영향을 미치는 요소로는 대기의 습도와 기온을 들 수 있음. 대기의 습도에 관해서는 강수량·강수의 분포 등을 알 필요가 있으며, 기온에 관해서는 최고·최저온도 및 평균온도와 기온이 어는점 이하로 내려가는 빈도 등이 고려됨.

### 그래프

### 설 명

#### ① 지표온도 연·월평균(위치: 육상 ▷ 지표온도 ▷ 지표온도 연·월평균)

국내 지표온도 연평균



제목 국내 지표온도 연평균

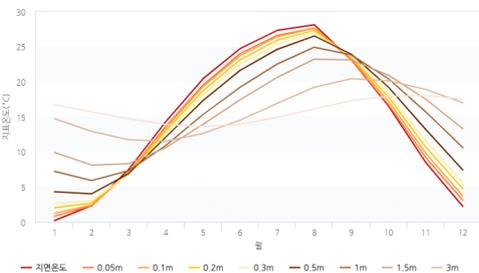
그림설명 국내 지면온도 및 깊이 별 지중온도(0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 3.0, 5.0m)의 연평균 시계열 그래프

- ※ 지표~0.3m 관측지점 : 춘천, 강릉, 서울, 인천, 수원, 서산, 대전, 부산, 여수, 제주
- ※ 0.5~5m 관측지점 : 춘천, 강릉, 서울, 인천, 대전, 부산, 여수, 제주

의미 지면온도의 경우 1974년에 13.1℃로 가장 낮았고, 2016년 15.9℃로 가장 높았으며, 0.3℃/10yr의 증가율을 보임.

업데이트 주기 1회/년

국내 지표온도 월평균



제목 국내 지표온도 월평균

그림설명 국내 지면온도 및 깊이 별 지중온도(0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 3.0, 5.0m)의 월평균 시계열을 나타낸 그래프

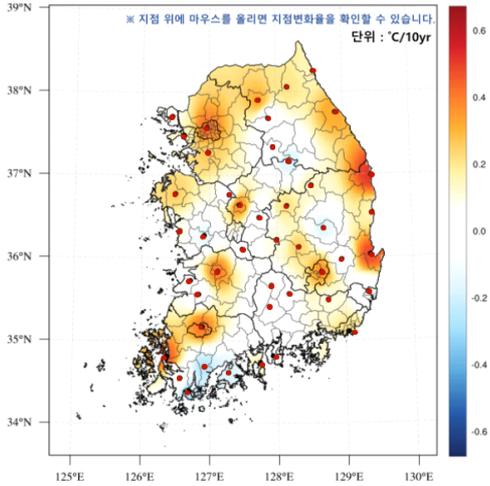
- ※ 지표~0.3m 관측지점 : 춘천, 강릉, 서울, 인천, 수원, 서산, 대전, 부산, 여수, 제주
- ※ 0.5~5m 관측지점 : 춘천, 강릉, 서울, 인천, 대전, 부산, 여수, 제주

의미 지면온도는 8월에 28.1℃로 가장 높고, 1월에 0.2℃로 가장 낮았으며, 지중으로 깊어질수록 월변화가 줄어드는 것을 확인할 수 있음.

업데이트 주기 1회/년

② 지점별 지표온도 및 변화율(위치: 육상 > 지표온도 > 지점별 지표온도 및 변화율)

지점별 지표온도 및 변화율



제목 지점별 지표온도 및 변화율

그림설명 1973년부터 2019년까지의 국내 지점별 지표온도 변화율 분포도

- ※ 국내 지표온도 변화율 계산: 45개 지점 별 연간 변화율(C/yr)에서 10년을 곱해서 내삽
- ※ 45개 지점: 전국 통계를 대표하는 지점(1973~2019)

의미 국내 45개 지점 중 30개의 지점에서 증가하는 경향을 보였으며, 올진 0.54°C/10yr, 포항 0.50°C/10yr, 목포 0.46°C/10yr로 가장 큰 증가율이 보였고, 완도 -0.29°C/10yr, 장흥 -0.25°C/10yr, 고흥 -0.19°C/10yr로 가장 큰 감소율을 보임.

업데이트 주기 1회/년

연도별 평균 지표온도(서울)



# 지표 알베도

## ■ 의미

지구 표면의 알베도가 감소한다면 태양 복사를 더 많이 흡수하면서 지구온난화를 가속화할 수 있고 반대로 지구 표면 알베도를 증가시켜서, 태양복사를 더 많이 우주로 반사한다면 지구 온난화를 저감할 수도 있어, 기후변화에 있어서 알베도는 중요한 의미가 있음.

## ■ 기후변화와의 관련성

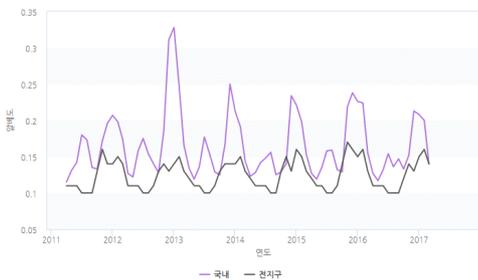
- 알베도는 표면이나 물체에 입사된 일사에 대한 반사된 일사의 비율을 말하며 퍼센트(%)로 표현하는 것임.
- 눈이 덮인 표면은 높은 알베도를 가지며 흙이 덮인 표면의 알베도는 높은 값에서부터 낮은 값까지 다양하고 초목으로 덮인 표면과 해양은 낮은 알베도를 가진다. 지구의 알베도는 구름·눈·얼음·나뭇잎으로 덮인 지역 및 토지 피복도의 변화 정도가 변함에 따라 주로 바뀌게 됨.
- 지표면의 알베도는 신적설(새로 생성된 적설)의 경우 약 0.9이며 해양의 경우 0.05로 지표의 종류에 따라 다양하게 나타남. 해양에 비해 육상에서의 알베도가 약 0.1 ~ 0.4 로 더 높게 나타나며 적설을 제외하면 사막 지역이 가장 높은 알베도를 가짐.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 연·월평균(위치: 육상 ▷ 지표 알베도 ▷ 국내외 연·월평균)

국내외 알베도 연도별 월평균



**제목** 국내외 알베도 연도별 월평균

**그림설명** 국내(2011.4~2017.3) 및 전지구(2011.4~2017.3) 알베도의 연도별 월평균값을 나타낸 그래프

※ 국내 알베도 : 천리안위성 1호 자료 한반도 영역 (34~43°N, 123~131°E) 평균

※ 전지구 알베도 : MISR(Multi-angle Imaging Spectro-Radio meter) 위성 자료 전지구 영역 평균

**의미** 전지구 알베도의 경우 뚜렷한 추세는 나타나지 않으며, 국내 알베도의 경우 2012년 12월과 2013년 1월에 각각 0.311, 0.328로 가장 높은값을 보였지만, 전지구와 마찬가지로 뚜렷한 추세는 나타나지 않았음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 기상청 국가기상위성센터, NASA EARTHDATA ASDC

국내외 알베도 월평균



**제목** 국내외 알베도 월평균

**그림설명** 국내(2011.1~2017.3) 및 전지구(2011.1~2017.3) 알베도의 월평균값을 나타낸 그래프

※ 국내 알베도 : 천리안위성 1호 자료 한반도 영역 (34~43°N, 123~131°E) 평균

※ 전지구 알베도 : MISR(Multi-angle Imaging Spectro-Radio meter) 위성 자료 전지구 영역 평균

**의미** 알베도는 눈이 내리고 태양고도각이 낮은 겨울철이 여름철보다 상대적으로 높으며, 국내 및 전지구 월평균 분포에서 이러한 특징이 잘 나타남. 또한 우리나라의 경우 강수가 많고 운량이 많은 여름철의 알베도가 봄철과 가을철보다 높음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 기상청 국가기상위성센터, NASA EARTHDATA ASDC

② 연관정보(위치: 육상 > 지표 알베도 > 연관정보)

국내 알베도, 순복사 연도별 월평균



**제목** 국내 알베도, 순복사 연도별 월평균

**그림설명** 국내 알베도(2011~2017) 및 안면도 순복사의 연도별 월평균값을 나타낸 그래프

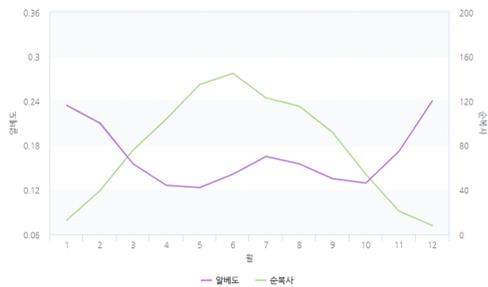
※ 국내 알베도 : 천리안위성 1호 자료 한반도 영역(34-43°N, 123-131°E) 평균  
 ※ 자료 공백은 장비 수리, 점검 등에 의한 결측임.

**의미** 알베도와 순복사의 연도별 월평균 변화경향이 서로 반대로 나타나는 것을 확인할 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 기상청 국가기상위성센터, 기후정보포털>기후변화감시자료

국내 알베도, 순복사 월평균



**제목** 국내 알베도, 순복사 월평균

**그림설명** 국내 알베도(2011~2017) 및 안면도 순복사(2011~2017)의 월평균값을 나타낸 그래프

※ 국내 알베도 : 천리안위성 1호 자료 한반도 영역(34-43°N, 123-131°E) 평균

**의미** 알베도와 순복사의 월별 변화 분포가 서로 반대로 나타나는 것을 확인할 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 기상청 국가기상위성센터, 기후정보포털>기후변화감시자료

# 해수면높이

## ■ 의미

기후변화로 인한 해수면 상승은 저지대 지역의 연안 침수와 침식을 초래할 수 있고, 이러한 변화는 연안생태계, 수자원 및 인간의 활동에 큰 영향을 미침.

## ■ 기후변화와의 관련성

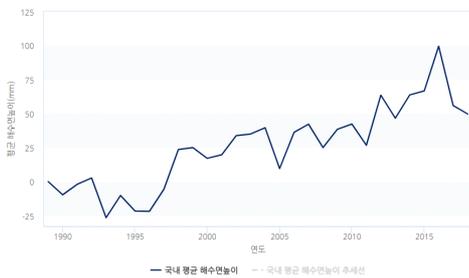
해수면높이 상승은 이상 기후현상의 주기 및 강도와 함께 기후변화의 주요 영향 중 하나이며, 저지대 지역에 큰 영향을 끼침. 해수면높이 변화는 기후변화 측정의 주요 지표가 되며, 기후시스템 모델링 역량과도 관련이 있음. 현재 해수면 상승 크기와 증가율은 지구 열 함양과 육상 얼음의 용해에 의한 해양 열팽창 정도에 따라 결정됨.

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내외 해수면높이(위치: 해양 > 해수면높이 > 국내외 해수면높이)

국내 연평균 해수면높이



**제목** 국내 연평균 해수면높이(조위관측소)

**그림설명** 1989년도 이후 국내 21개 조위관측소에서 해수면높이가 변화하는 경향을 보여주는 그래프

- 자료: 국내 조위관측소 21개 지점(1989년~)의 연평균 해수면높이값

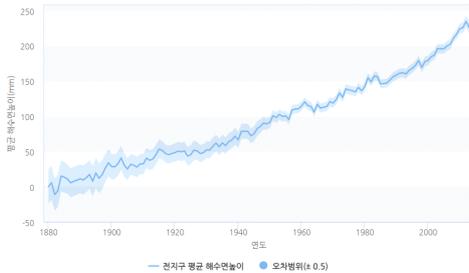
※ 1989년의 해수면높이(0.0mm)를 기준으로 함.

**의미** 해수면높이는 전체적으로 증가하는 추세이며, 2018년 연평균 해수면높이는 1989년 대비 49.7mm 높았음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립해양조사원

전지구 연평균 해수면높이



**제목** 전지구 연평균 해수면높이

**그림설명** 1880년도 이후 전지구적으로 해수면높이가 변화하는 경향을 보여주는 그래프

- 자료: 전지구 연평균 해수면높이값(1880년~)

※ 1880년의 해수면높이(0.0mm)를 기준으로 함.

※ 오차 범위(하늘색)는 약 ±0.5mm임.

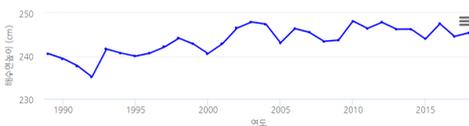
**의미** 1880년 0.0mm를 기준으로 점차 상승하고 있으며, 2012년은 1880년 대비 234.8mm로 가장 높았음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 호주연방과학원(CSIRO)

#### ② 국내 해수면높이와 상승률(위치: 해양 > 해수면높이 > 국내 해수면높이와 상승률)

국내 지점별 해수면높이와 상승률



**제목** 국내 지점별 해수면높이와 상승률

**그림설명** 지점별 해수면높이 변화 경향을 나타내는 그래프임.

- 자료: 지점별 해수면 연평균 높이(1989년~)

**의미** 2018년에 전 지점에서 1989년 대비 해수면높이가 높아졌으며, 제주도가 1989년 대비 11.22cm로 가장 높이 증가했음.

**업데이트 주기** 1회/년

# 해수면온도

## ■ 의미

해양은 대기보다 더 큰 열함량을 가지고 있으며, 상층부에 주로 저장된 열은 해류에 의해 수송되어 지역 기후에 영향을 미치거나, 대규모 남북순환에 의해 전지구 규모로 기후에 영향을 미침.

## ■ 기후변화와의 관련성

- 해수면온도의 변화는 해양 순환 패턴, 해양 생물의 종 조성, 서식지 환경 교란 등을 초래할 수 있으며, 어획량 변화에 따른 식량 자원의 변화와도 밀접하게 연관되어 있음.
- 강수량과 태풍의 경로, 강도의 변화에 영향을 미치는 등 기상 시스템과도 밀접하게 관련이 있음.

## ■ 엘니뇨/라니냐 현상

- 남미의 페루 연안에서 날짜변경선까지의 동태평양 적도 해역에서 해수면 온도가 평년에 비해 높아지는 현상으로 보통 한 번 나타나면 그 상태가 반년에서 1년 반 정도 계속됨. 수년에 한 번꼴로 발생하며, 반대로 이 해역의 온도가 낮아지는 현상은 라니냐라고 함.
- 엘니뇨가 발생하면 페루에서는 호우, 인도네시아에서는 가뭄이 발생하는 등 지구 곳곳에서 이상기후가 발생함.

### 그래프

### 설명

#### ① 국내외 해수면온도(위치: 해양 > 해수면온도 > 국내외 해수면온도)

국내 연평균 해수면온도 편차



**제목** 국내 연평균 해수면온도 편차

**그림설명** 국내 정선해양관측지점의 연평균 해수면온도 편차 그래프

- 지점: 정선 해양조사 25개선 207개 정점
- 기간: 1968년~

※ 해수면온도 편차: 연평균 해수면온도와 평년(1981~2010년 평균: 16.9°C)값의 차이

**의미** 연평균 해수면온도 편차 그래프의 추세선을 보면, 증가경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원

국내 해역별 연평균 해수면온도



**제목** 국내 해역별 연평균 해수면온도

**그림설명** 국내 정선해양관측지점에 대한 해역별 연평균 해수면온도 그래프

- 지점: 정선 해양조사 25개선 207개 정점
- 기간: 1968년~

**의미** 남해>동해>서해 순으로 해수면온도가 높았으며, 이는 남해가 상대적으로 저위도에 위치하고 있어 태양복사에너지를 많이 받아 높은 수온이 나타난다고 볼 수 있음.

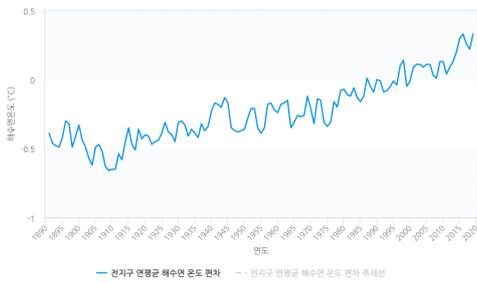
**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원

## 그래프

## 설 명

전지구 연평균 해수면온도 편차



**제목** 전지구 연평균 해수면온도 편차

**그림설명** 전지구 연평균 해수면온도 편차 그래프

- 자료: 전지구 연평균 해수면온도 편차

- 기간: 1891년~

※ 해수면온도 편차: 연평균 해수면온도와 평년(1981~2010년 평균: 18.21°C)값의 차이

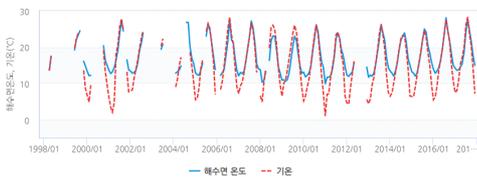
**의미** 2019년의 연평균 해수면온도 편차는 +0.3°C로, 1891년 이후 2016년도와 함께 가장 높았고 엘니뇨가 발생하지 않은 해 중 가장 높은 수치임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 일본기상청

### ② 국내 지점별 해수면온도와 기온(위치: 해양 > 해수면온도 > 국내 지점별 해수면온도와 기온)

국내 지점별 해수면온도와 기온



**제목** 국내 지점별 해수면온도와 기온

**그림설명** 국내 해양기상부이 17개 지점별 해수면온도와 평균기온의 월평균 그래프

- 자료: 해양기상부이 17개 지점

(동해) 울릉도, 동해, 포항, 울산, 울진

(서해) 덕적도, 칠발도, 외연도, 신안, 인천, 부안

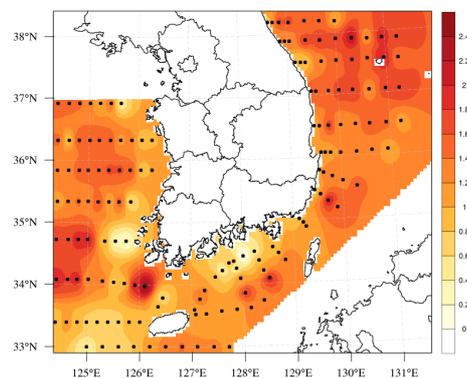
(남해) 거문도, 거제도, 마라도, 추자도, 서귀포, 통영

**의미** 해수면온도와 기온은 비례 관계에 있으며, 비열 차이로 인해 겨울철의 해수면온도가 기온보다 높게 나타남.

**업데이트 주기** 1회/년

### ③ 국내 해수면온도 변화율 분포도(위치: 해양 > 해수면온도 > 국내 해수면온도 변화율 분포도)

국내 해수면온도 변화율 분포도



**제목** 국내 해수면온도 변화율 분포도

**그림설명** 국내 정선해양관측지점의 최근 50년간 해수면온도 변화의 공간분포도

- 지점: 정선 해양조사 25개선 207개 정점

- 기간: 1968년~

**의미** 동해에서 0.70~2.09°C, 서해에서 0.25~2.45°C 증가하는 경향을 보였고, 남해에서 한 지점만(34.45°N, 128.01°E) -0.04°C 감소하고, 그 밖의 정점에서 최대 1.86°C 증가하였음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원

④ 해수면 온도 실황 및 예측(위치: 해양 > 해수면온도 > 해수면 온도 실황 및 예측)

해수면 온도 실황 및 예측



제목 해수면온도 실황 및 예측

그림설명 전 월의 해수면온도 실황 및 현재 월의 예측값을 나타낸 그래프

- 통계 지점: 국내 해역별 대표 해양기상부이

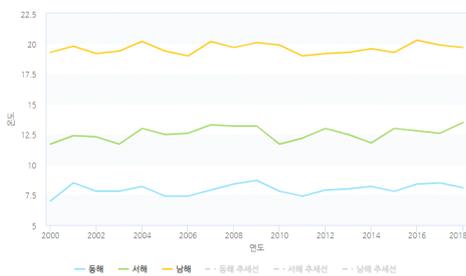
해역	면바다
서해중부	덕적도, 외연도
서해남부	칠발도
남해서부	거문도, 추자도
남해동부	거제도
동해중부	동해, 울릉도
동해남부	포항
제주도	마라도

의미 각 해역별 현재 월의 해수면온도값과 다음달 예측값을 알 수 있음.

업데이트 주기 1회/월

⑤ 국내·외 수온(수면 밑)(위치: 해양 > 해수면온도 > 국내·외 수온(수면 밑))

국내 해역별 수심별 연평균 수온



제목 국내 해역별 수심별 연평균 수온

그림설명 국립수산물과학원 정선해양관측지점 자료(2000~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해역별 연직 평균된 수온 연평균 그래프

의미 국내 모든 해역에서 수온이 증가하는 경향을 보였으며, 동해, 남해, 서해 각각 0.03°C/yr, 0.01°C/yr, 0.04°C/yr의 증가율을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 국립수산물과학원

국내 해역별 수심별 연평균 수온 편차



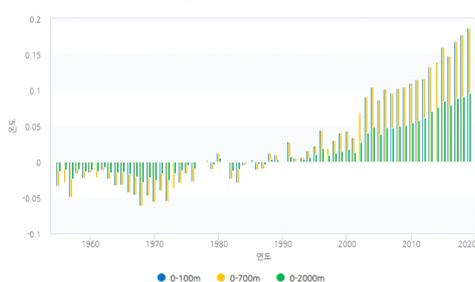
제목 국내 해역별 수심별 연평균 수온 편차

그림설명 국립수산물과학원 정선해양관측지점 자료(2000~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해역별 연직 평균된 수온 연평균 편차 그래프

의미 동해, 남해, 서해 2019년 수온 연평균 편차는 각각 0.1, 0.1, 0.9°C이며, 세 해역 모두 최근 3년 동안 평년 대비 높은 수온을 보임.

업데이트 주기 1회/년

전지구 연평균 수온(수면 밑) 편차



제목 전지구 연평균 수온(수면 밑) 편차

그림설명 전지구 수심별 연직 평균된 수온 연평균 편차(1955~2019년)를 나타낸 그래프

의미 전지구적으로 수심별 수온이 꾸준히 증가하는 것을 확인할 수 있음. 0~100m와 0~700m, 0~2000m 층에서 각각 0.008, 0.003, 0.002°C/yr의 증가율을 보였으며, 표층에 가까울수록 그 증가율이 상대적으로 더 큼.

업데이트 주기 1회/년

⑥ 연관정보(위치: 해양 > 해수면온도 > 연관정보)

국내 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 비교



**제목** 국내 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 비교

**그림설명** 국내 연평균 해수면온도 편차, 연평균 해수면높이, 평균기온 편차를 비교한 그래프

- 자료(기간): 정선 해양조사 25개선 207개 정점 연평균 해수면온도 편차(1973년~), 국내 조위관측소 21개 지점 연평균 해수면높이(1989년~), 국내 45개 지점 평균기온 편차(1973년~)

- ※ 해수면온도 편차: 연평균 해수면온도와 평년(1981~2010년 평균: 16.9°C)값의 차이
- ※ 연평균기온 편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균: 12.5°C)값의 차이
- ※ 해수면높이: 1989년의 해수면높이(0.0mm)를 기준으로 함.

**의미** 국내 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 모두 증가 경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원(해수면온도), 국립해양조사원(해수면높이)

전지구 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 비교



**제목** 전지구 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 비교

**그림설명** 전지구 연평균 해수면온도 편차, 연평균 해수면높이, 평균기온 편차를 비교한 그래프

- 자료(기간): 전지구 연평균 해수면온도 편차(1891년~), 전지구 연평균 해수면높이(1880년~), 전지구 연평균기온 편차(1891년~)

- ※ 해수면온도 편차: 연평균 해수면온도와 평년(1981~2010년 평균: 18.21°C)값의 차이
- ※ 연평균기온 편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이
- ※ 해수면높이: 1880년의 해수면높이(0.0mm)를 기준으로 함.

**의미** 전지구 해수면온도와 해수면높이, 평균기온 모두 증가 경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 일본기상청(해수면온도, 평균기온), 호주연방과학원(해수면높이)

국내 해수면온도와 고수온 피해현황 비교



**제목** 국내 해수면온도와 고수온 피해현황 비교

**그림설명** 국내 정선해양관측지점의 연평균 해수면온도와 고수온에 따른 피해 현황을 비교한 그래프

- 자료: 정선 해양조사 25개선 207개 정점 연평균 해수면온도, 고수온에 따른 피해액  
- 기간: 2012년~

**의미** 연평균 해수면온도의 증감과 고수온 피해현황이 비례하는 것을 알 수 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원(해수면온도), 해양수산부(고수온 피해현황)

# 해빙

## ■ 의미

지구온난화는 해빙의 감소를, 해빙의 감소는 다시 북극권의 온난화를 일으키는 되먹임 작용이 나타나, 해빙변동성은 기후변동·변화의 주요지표임.

## ■ 기후변화와의 관련성

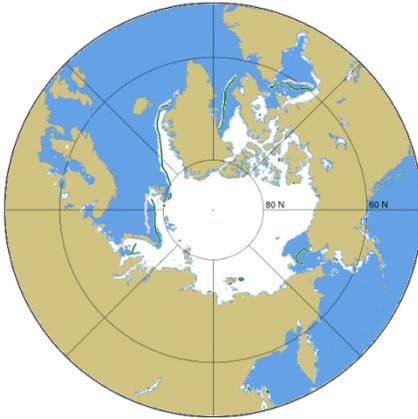
- 해빙은 지구에 입사하는 태양에너지를 반사시켜 극지방을 차갑게 유지함으로써 지구의 평균기온을 일정하게 유지함. 최근 지구온난화의 영향으로 북극지역의 기온이 상승함에 따라 북극해빙이 빠르게 감소하고 있음.
- 2012년 9월 북극 해빙의 최저면적은 3,600,000km<sup>2</sup> 으로 1979년 말 위성관측이 시작된 이후 역대 최저면적을 기록했으며 또한 4,000,000km<sup>2</sup> 이하의 면적으로 기록된 최초의 해임.
- 해빙감소는 지구온난화를 가속시키고 북극해 인근 지역 뿐 아니라 우리나라의 기후변화에 영향을 미치며, 최근 증가하고 있는 한파, 가뭄, 폭염 등도 해빙 감소와 관련이 높은 것으로 연구되고 있음.
- 북극해빙의 감소는 북극항로 이용여부와도 관련 있기 때문에 최근 북극해 지역과 해빙의 감소에 대한 관심이 증가하고 있음. 해빙 확장은 아이스알베도, 해양-대기 에너지 및 수분 교환, 고위도 해양의 온도 및 염분에 중요한 역할을 하며, 해류 시스템의 변화와 전지구기후시스템의 패턴 변화까지 초래할 수 있음.

### 그래프

### 설명

#### ① 해빙 분포도(위치: 해양 > 해빙 > 해빙 분포도)

해빙 면적



해빙 면적 = 10,473,750 km<sup>2</sup>  
(7일 평균)  
— 30년 평균('90~'19) — 10년 평균('10~'19)

#### 제목 북극 해빙 면적의 7일 평균 분포도

**그림설명** 지정한 7일간의 해빙 농도를 평균하여 산출한 해빙면적의 분포를 나타내는 그림임. 분홍색선은 30년 평균(1990~2019년) 분포를, 녹색선은 10년 평균(2011~2020년) 분포를 나타냄.

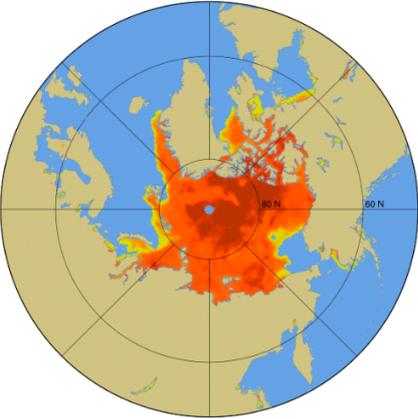
- 자료: 해빙면적의 7일 동안의 평균 분포도(1988~현재)

**의미** 태양에너지의 계절적인 변화로 겨울철에 증가하고 여름철에 감소하며, 최근 지구온난화의 영향으로 북극해빙이 지속적으로 감소하고 있으며 특히 여름철에 급격한 해빙감소가 나타남.

**업데이트 주기** 1회/1주일

**출처** 북극해빙감시시스템(국가기상위성센터)

해빙 표면거칠기



물 0.1 혼합 0.2 얼음/눈 0.4 0.6

#### 제목 해빙 표면거칠기의 7일 평균 분포도

**그림설명** 지정한 7일간의 해빙 표면거칠기를 평균하여 산출한 해빙 표면거칠기의 분포를 나타내는 그림임.

- 자료 : 해빙 표면거칠기의 7일 동안의 평균 분포도(1988~현재)

※ 해빙표면거칠기: 해빙표면의 울퉁불퉁한 정도를 지수로 표현한 것으로, 해빙표면의 물성을 의미.



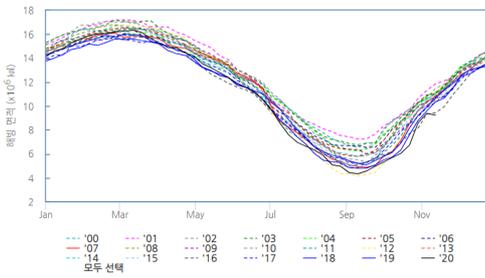
**의미** 해빙 표면거칠기는 해당 영역별로 상이하게 나타남.

**업데이트 주기** 1회/1주일

**출처** 북극해빙감시시스템(국가기상위성센터)

② 해빙 연변화(위치: 해양 > 해빙 > 해빙 연변화)

해빙 면적의 연 변화



제목 해빙 면적의 연 변화

그림설명 지정된 7일 동안의 해빙 면적 평균값으로 연도별, 월별 변화경향을 볼 수 있는 그래프임.

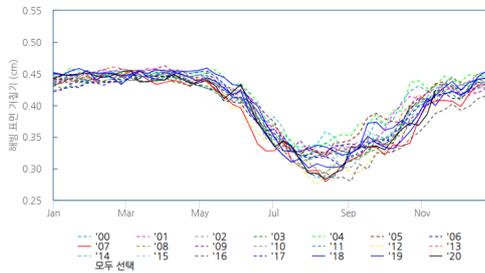
- 자료: 연도별(2000~2020년) 지정된 7일 동안의 해빙면적 평균값

의미 연도별로 보면 점차 해빙면적은 줄어들고 있으며, 월별로 3월에 최댓값, 9월에 최솟값을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 북극해빙감시시스템(국가기상위성센터)

해빙 표면거칠기의 연 변화



제목 해빙 표면거칠기의 연 변화

그림설명 지정된 7일 동안의 해빙 표면거칠기 평균값으로 연도별, 월별 변화경향을 볼 수 있는 그래프임.

- 자료: 연도별(2000~2020년) 지정된 7일 동안의 해빙표면거칠기 평균값

의미 해빙표면거칠기는 해빙이 녹는 시기를 추측할 수 있어, 감소하는 시기가 더욱 의미 있음. 해빙표면거칠기는 3월부터 점차 감소하여, 8~9월에 최솟값을 보임. 해빙면적의 연 변화와 경향이 일치함.

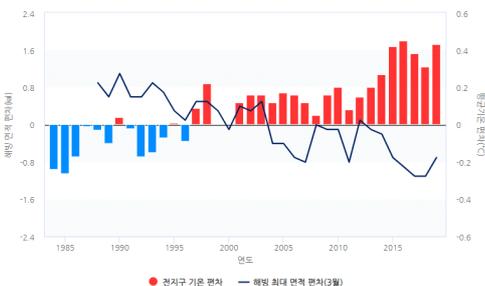
※ 해빙표면거칠기: 해빙표면의 울퉁불퉁한 정도를 지수로 표현한 것으로, 해빙표면의 물성을 의미. 해빙이 녹는 시기를 추측할 수 있어 감소하는 시기가 더욱 의미 있음.

업데이트 주기 1회/년

출처 북극해빙감시시스템(국가기상위성센터)

③ 연관정보(위치: 해양 > 해빙 > 연관정보)

북극 해빙 최대면적 편차(3월)와 전지구 기온편차 비교



제목 북극 해빙면적편차와 전지구 기온편차 비교

그림설명 전지구기온과 해빙면적의 변화경향을 보여주는 그래프임.

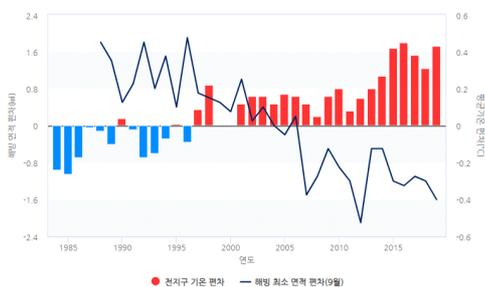
- 자료: 북극 해빙면적(3월: 최대면적, 9월: 최소면적) 편차(1988년~)와 전지구 기온편차(1984년~)

※ 해빙면적편차 기준년도: 1988~2019년

※ 전지구기온편차 기준년도: 1981~2010년

의미 해빙면적이 최대인 3월의 해빙면적 편차는 1988년 0.8km<sup>2</sup>에서 2019년 -0.7km<sup>2</sup>, 해빙면적이 최소인 9월의 해빙면적 편차는 1988년 1.7km<sup>2</sup>에서 2019년 -1.6km<sup>2</sup>를 기록함.

북극 해빙 최소면적 편차(9월)와 전지구 기온편차 비교



업데이트 주기 1회/년

해양

# 해상풍

## ■ 의미

지구 표면의 바람은 대기와 해양 사이의 운동량 교환을 촉진하여 해양 파동을 생성하며, 열과 탄소를 전 세계로 운송하는 해양 순환의 핵심 역할을 함.

## ■ 기후변화와의 관련성

강한 풍랑, 태풍은 엄청난 사회적, 경제적 피해는 물론 인명과 생태계 손실, 기반 시설 파괴 및 선박의 소실 등에 영향을 미침. 특히 해양 안전, 해양 운송, 구조물에 대한 피해는 물론 해변의 침식 등에도 영향을 줌.

그래프

설명

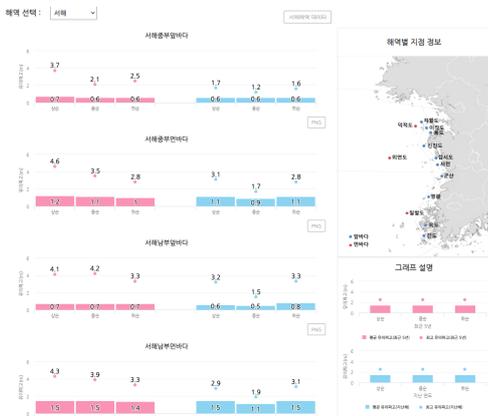
### ① 유의파고 평균 및 최고(위치: 해양 > 해상풍 > 유의파고 평균 및 최고)

#### 제목 유의파고 평균 및 최고

그림설명 최근 5년(2015~2019년) 및 지난해(2019년) 현재 월에 대한 유의파고 평균 및 최고값을 나타낸 그래프.

- 통계 지점: 국내 기상부이 및 파고부이 지점(최근 5년)

#### 유의파고 평균 및 최고



해역	면바다	앞바다
서해중부	덕적도, 외연도	신진도, 삼시도, 이작도, 풍도, 자월도, 서천
서해남부	칠발도	신안, 진도, 옥도, 영광, 군산
서해서부	거문도, 추자도	청산도, 금오도, 고흥, 노화도, 추자도
남해동부	거제도	두미도, 장안, 해금강, 한산도
동해중부	울릉도, 동해, 독도	혈암, 구암, 연곡, 울릉읍, 토성, 삼척
동해남부	포항	죽변, 구룡포, 후포
제주도	마라도	제주항, 중문, 우도, 가파도

의미 국내 해역별 최근 5년 및 지난해 현재 월에 대한 유의파고 평균 및 최고값을 순별(상순, 중순, 하순)로 알 수 있음. 평균 유의파고는 막대 그래프, 최고 유의파고는 점으로 표현하였으며, 최근 5년 값은 붉은색, 지난해 값은 파란색으로 나타냄.

업데이트 주기 1회/월

② 유의파고 분포(위치: 해양 > 해상풍 > 유의파고 분포)

제목 유의파고 분포

그림설명 최근 5년(2015~2019년) 및 지난해(2019년) 현재 월에 대한 유의파고 분포를 구간별(1.0m 미만, 1.0m 이상 ~ 1.9m 미만, 2.0m 이상 ~ 2.9m 미만, 3.0m 이상 ~ 4.9m 미만, 5.0m 이상)로 나타낸 그래프

- 통계 지점: 국내 기상부이 및 파고부이 지점  
(최근 5년, 지난해(2019년))



해역	먼바다	앞바다
서해중부	덕적도, 외연도, 인천	신진도, 삼시도, 이작도, 풍도, 자월도, 서천, 천수만, 안면도, 장봉도
서해남부	칠발도, 신안, 부안	신안, 진도, 옥도, 영광, 군산, 맹골수도, 대치마도, 비안도, 자은, 낙월, 변산, 조도, 위도, 불무도
서해서부	거문도, 추자도	청산도, 금오도, 고흥, 노화도, 추자도, 나로도
남해동부	거제도, 통영	두미도, 장안, 해금강, 한산도, 잠도, 소매물도, 남해, 연화도, 사랑도
동해중부	울릉도, 동해, 독도	혈암, 구암, 연곡, 울릉읍, 토성, 삼척, 울릉서부
동해남부	포항, 울산, 울진	죽변, 구룡포, 후포, 간절곶, 월포
제주도	마라도, 서귀포	제주항, 중문, 우도, 가파도, 협재, 김녕, 신산, 영락

의미 국내 해역별 최근 5년 및 지난해 현재 월에 대한 유의파고 분포를 구간별로 알 수 있음.

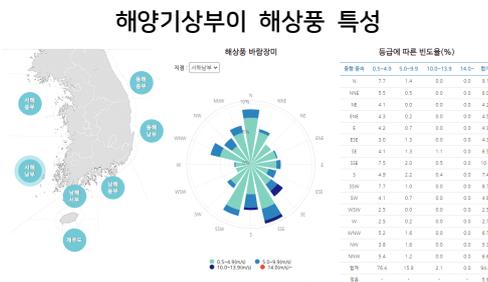
업데이트 주기 1회/월

③ 해상기상부이 해상풍 특성(위치: 해양 > 해상풍 > 해상기상부이 해상풍 특성)

제목 해상기상부이 해상풍 특성

그림설명 지난해(2019년), 현재 월의 해상기상부이 해상풍 특성을 나타낸 바람장미 및 등급에 따른 빈도율 표

- 통계 지점: 국내 기상부이 및 파고부이 지점

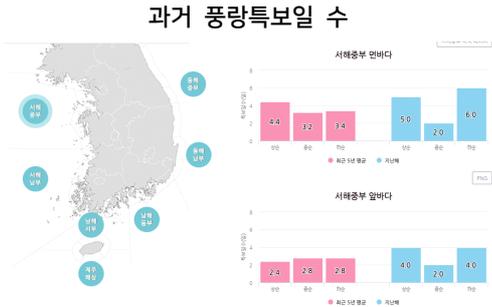


해역	먼바다
서해중부	덕적도, 외연도, 인천
서해남부	칠발도, 신안, 부안
남해서부	거문도, 추자도
남해동부	거제도, 통영
동해중부	울릉도, 동해
동해남부	포항, 울산, 울진
제주도	마라도, 서귀포

의미 각 해역별 지난해 현재 월의 해상풍 특성을 볼 수 있으며, 풍향-풍속 등급에 따른 빈도율(%)을 확인할 수 있음.

업데이트 주기 1회/월

④ 과거 풍랑특보일 수(위치: 해양 > 해상풍 > 과거 풍랑특보일 수)



제목 과거 풍랑특보일 수

그림설명 최근 5년(2015~2019년) 및 지난해(2019년) 현재 월에 대한 풍랑특보일 수를 나타낸 그래프

- 통계 해역:

**해역**

서해중부앞바다, 서해중부먼바다, 서해남부앞바다, 서해남부먼바다,  
남해서부앞바다, 남해서부먼바다, 남해동부앞바다, 남해동부먼바다,  
동해중부앞바다, 동해중부먼바다, 동해남부앞바다, 동해남부먼바다,  
제주도남쪽먼바다, 제주도앞바다

의미 국내 해역별 최근 5년 및 지난해 현재 월에 대한 풍랑특보일 수를 순별(상순, 중순, 하순)로 알 수 있음. 최근 5년 값은 붉은색, 지난해 값은 파란색 막대 그래프로 나타냄.

업데이트 주기 1회/월

해양

# 염분

## ■ 의미

염분은 수온과 함께 해수의 밀도를 결정하고 해양의 열염순환을 만드는 중요한 요소임.

## ■ 기후변화와의 관련성

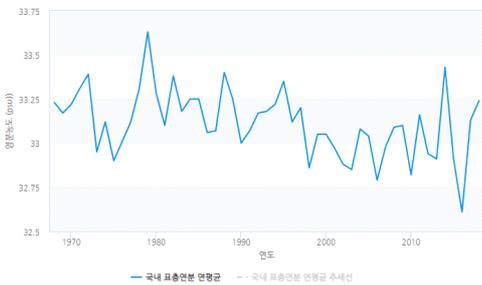
- 해양 표면의 염분은 강수, 담수 유입, 빙산과 빙하의 용해 등에 의해 낮아지고, 증발에 의해 높아짐. 해양의 염분의 양은 거의 보존되지만, 담수의 양이 염분을 결정함. 담수 유입의 영향이 큰 연안 해역에서는 하천수의 유입 효과가 더해짐. 강수량과 증발량은 대부분 대기의 상태에 따라 결정되고, 대기의 상태는 등온선에 의해 거의 같게 되므로 해수면의 염분 분포도 같은 위도선과 거의 평행하게 분포함. 즉 염분의 분포는 수온의 분포와 같이 위도선과 거의 평행하게 분포하고 있음. 증발량은 해상 대기의 습도에 반비례하고 풍속에 비례하여 커짐.
- 염분이 증가하게 되면 해수의 물리적 성질들도 증가하게 됨. 여기에는 밀도, 분자 점성, 표면장력, 굴절지수, 전기전도도, 열팽창계수, 음속, 삼투압 등임. 반면 염분이 증가함에 따라 감소하는 해수의 물리적 성질에는 비열, 어는점 온도, 최대 밀도 온도, 증기압, 분자 열전도도 등임.

## 그래프

## 설명

### ① 국내·외 표층염분(위치: 해양 > 염분 > 국내·외 표층염분)

#### 국내 표층염분 연평균



제목 국내 표층염분 연평균

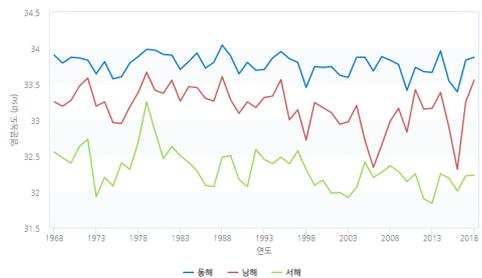
그림설명 국립수산과학원 정선해양관측지점 자료(1968~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 표층염분 연평균 그래프

의미 국내 연평균 표층염분은 약 -0.005psu/yr로 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 국립수산과학원

#### 국내 해역별 표층염분 연평균



제목 국내 해역별 표층염분 연평균

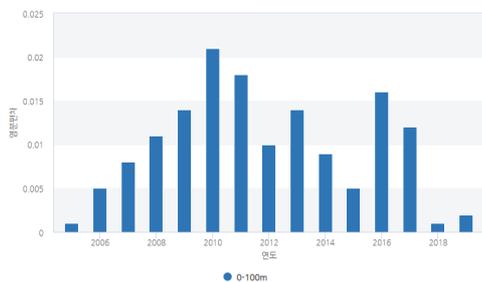
그림설명 국립수산과학원 정선해양관측지점 자료(1968~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해역별 표층염분 연평균 그래프

의미 내 표층염분은 동해 > 남해 > 서해 순으로 높으며, 수심이 낮고 담수 유입 및 육지의 영향을 많이 받는 서해가 상대적으로 표층염분이 낮음.

업데이트 주기 1회/년

출처 국립수산과학원

#### 전지구 수심별 염분 연평균 편차



제목 전지구 수심별 염분 연평균 편차

그림설명 전지구 수심별 염분 연평균 편차를 나타내는 그래프

의미 전 세계적으로 증발(E)-강수(P)값의 감소에 따라 표층의 저염화 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

② 연관정보(위치: 해양 > 염분 > 연관정보)

국내 표층염분, 강수량 연평균



**제목** 국내 표층염분, 강수량 연평균

**그림설명** 국립수산과학원 정선해양관측지점 자료(1968~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 표층염분 연평균과 기상청 국내 45개 지점(1973~2018년)의 연도별 강수량 연평균을 비교한 그래프

- ※ 정선해양관측지점 : 정선 해양조사 정점(25개선 207개 정점)
- ※ 45개 지점 : 전국 통계를 대표하는 지점(1973~2019)

**의미** 국내 표층 염분은  $-0.005\text{psu/yr}$ 로 감소하는 경향을 보인 반면 강수량은  $1.8\text{mm/yr}$ 로 증가 경향을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산과학원

# 해양열용량

## ■ 의미

전 세계 해양은 과도한 어업, 서식지 파괴, 전산소 심화, 새로운 종의 유입 등 인간 활동에 의해 영향을 받지 않는 해역은 거의 없으며, 최근 연구에서는 상층 해양과 깊은 수심에서의 열용량은 수십 년간 인간 활동에 의해 증가함(수산분야 기후변화 평가 백서).

## ■ 기후변화와의 관련성

- 태양으로부터 유입된 열의 일부는 대기와 해양의 온도를 변화시키는데 이 열의 양은 대기나 해수의 비열, 밀도, 그리고 온도변화에 의해 결정됨. 온실가스의 증가는 지구의 온도를 상승시킬 뿐만 아니라 지구에너지 순환에 심각한 불균형을 초래함. 이렇게 발생된 에너지의 93%는 바다에 흡수되어 해양열용량을 급속히 상승시킴. 해양에서의 열용량은 얼마나 많은 열을 저장하는지를 나타내는 수치이며, 해양열용량의 변화는 일정한 체적의 해수가 가지는 평균수온의 변화에 밀접하게 비례하고 여기서 기준이 되는 기간으로부터의 편차로 정의됨. 또한 해양의 기후학적 시스템을 이해하는데 중요한 정보를 담고 있음 (수산분야 기후변화 평가 백서, 2019).

### 그래프

### 설명

#### ① 국내·외 해양열용량(위치: 해양 > 해양열용량 > 국내·외 해양열용량)

국내 해역별 연평균 해양열용량



#### 제목 국내 해역별 연평균 해양열용량

**그림설명** 국립수산물과학원 정선해양관측지점 자료(2000~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해역별 해양열용량 연평균 그래프

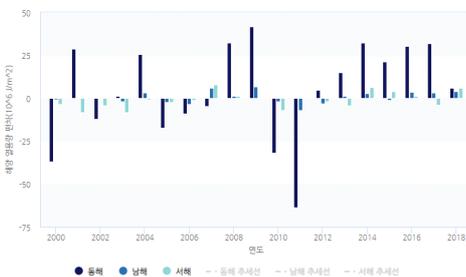
※ 정선해양관측지점 : 정선 해양조사 정점(25개선 207개 정점)

**의미** 전 해역에서 해양열용량의 상승 경향을 확인할 수 있으며, 동해는  $18 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ , 남해는  $3.6 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ , 서해는  $7.2 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$  상승하여, 동해의 해양열용량 상승경향이 가장 높게 나타남.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산물과학원

국내 해역별 연평균 해양열용량 편차



#### 제목 국내 해역별 연평균 해양열용량 편차

**그림설명** 국립수산물과학원 정선해양관측지점 자료(2000~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해역별 연평균 해양열용량 편차를 나타낸 그래프

※ 정선해양관측지점 : 정선 해양조사 정점(25개선 207개 정점)

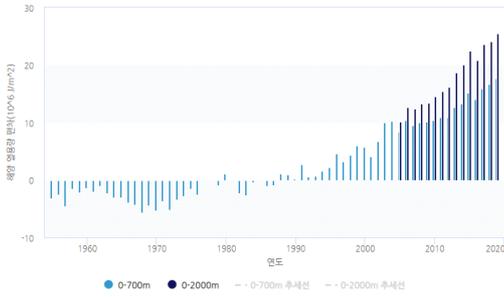
※ 해양열용량 편차 : 연평균 해양열용량과 지난 10년(2005~2014년) 평균 해양열용량값의 차이

**의미** 동해는 최근 7년간(2012~2018년) 평균편차가  $20 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ 으로, 지난 10년(2005~2014년)의 평균 해양열용량 대비 높은 값을 나타내었고, 남해는 2010~2012년을 제외하고 최근 13년간(2007~2018년) 평균 편차가  $2.4 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ 로 지난 10년간(2005~2014년)의 평균 해양열용량 대비 높은 값을 나타냄. 서해는 동·남해와는 달리 2014년 이전에는 지난 10년간(2005~2014년) 평균 해양열용량 대비 평균  $-2.5 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ 값을 나타낸 반면 최근 5년간(2014~2018년) 평균  $2.8 \times 10^6 \text{Jm}^{-2}$ 값을 나타냄.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산물과학원

전지구 연평균 해양열용량 편차



**제목** 전지구 연평균 해양열용량 편차

**그림설명** 전지구 수심별 연직 평균된 해양열용량 연평균 편차를 나타낸 그래프

**의미** 전지구적으로 해양열용량이 꾸준히 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 0~700m와 0~2000m 층에서 각각  $0.31 \times 10^{22} \text{ J/yr}$ ,  $1.08 \times 10^{22} \text{ J/yr}$ 의 증가율을 보임.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** NOAA NODC(NOAA, National Oceanographic Data Center)

② 연관정보(위치: 해양 > 해양열용량 > 연관정보)

해역별 해양열용량 및 해수면 온도 비교



**제목** 해역별 해양열용량 및 해수면 온도 비교

**그림설명** 국립수산물과학원 정선해양관측지점 자료(2000~2018년)를 이용하여 나타낸 국내 해양열용량 및 해수면온도 연평균값을 비교한 그래프

**의미** 해양열용량은 해양의 수온과 밀도를 이용하여 계산되는데, 해양의 밀도는 일반적으로 큰 변화가 없으므로, 해양의 열용량은 수온에 의한 영향을 크게 받음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 국립수산물과학원

# 해양산성화

## ■ 의미

- 해수의 수소이온농도가 증가하는 현상을 의미하며 대기 중의 이산화탄소 양이 많아지면 바다가 흡수하는 이산화탄소 양 또한 증가하게 됨. 바다로 흡수된 이산화탄소는 물과 만나면 탄산이 발생하게 되고 해양산성화가 진행됨.
- 2009-2018년의 최근 10년간 해양은 연간 CO<sub>2</sub> 배출량의 약 23%를 흡수하여 기후변화의 영향을 완화시키는데 기여하지만 흡수된 CO<sub>2</sub>가 해수와 반응하여 해양 pH를 감소시키고 해양의 산성도를 증가시킴으로써 대기 중 CO<sub>2</sub> 농도 상승은 해양의 화학적 특성을 바꾸어 놓음.

## ■ 기후변화와의 관련성

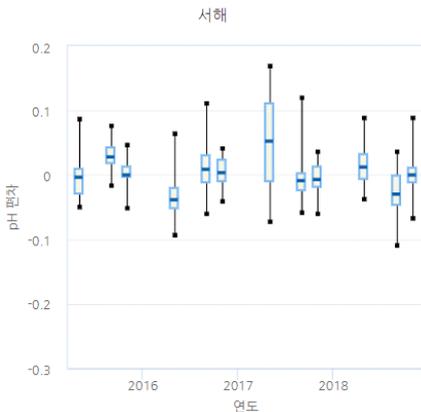
- pH 변화는 해양 탄산염의 화학적 특성을 변화시켜 홍합, 갑각류, 산호와 같은 해양 생물의 석회형성 능력을 감소시킬 수 있음. 이러한 복합적인 변화가 해양생물의 성장과 생식 능력을 약화시킴. 지난 20~30년간 외해에서 측정된 관측값에 의하면, 1980년대 후반 이래 매 10년간 0.017-0.027pH 비율로 전지구 평균 표면 해수 pH는 확연히 감소 경향을 보임.
- 해안 지역의 경우, 인간에 의한 해양산성화에 따른 탄산염의 화학적 특성 변화는 환경의 복잡성과 그에 미치는 영향의 다양성으로 인해 더욱 파악하기가 어려움. 이러한 변화는 해안을 중심으로 이루어지는 수산업, 수산양식, 관광, 레크레이션 등, 인간 복지에 중요한 해양서비스산업에 부정적인 영향을 미침 (WMO 2019 전지구 보고서).

### 그래프

### 설 명

#### ① 국내 해양산성화(위치: 해양 > 해양산성화 > 국내 해양산성화)

국내 해역별 표층 pH 월평균 편차



제목 국내 해역별 표층 pH 월평균 편차

그림설명 국립수산과학원 정선해양관측지점의 2015~2018년까지 4, 8, 10월 해역별 표층 pH 월평균 편차 상자그림 그래프

※ 표층 pH 편차 : 월평균 표층 pH값과 2015~2018년 월평균 표층 pH값의 차이

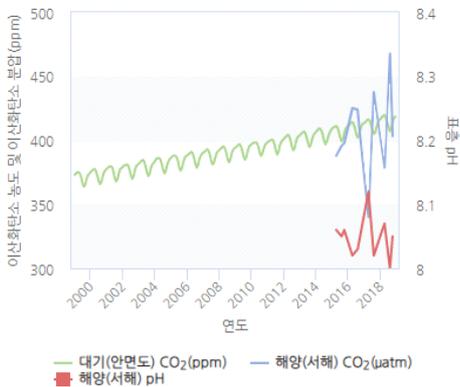
※ 정선해양관측지점 : 동해(102, 103, 104, 105, 106, 107, 208, 209), 남해(203, 204, 205, 206, 207, 313, 314, 400), 서해(307, 308, 309, 310, 311, 312)

의미 관측 기간이 짧아 뚜렷한 경향이 뚜렷하게 보이지는 않으며, 지속적인 관측이 필요함.

업데이트 주기 1회/년

출처 GOA-ON(Global Ocean Acidification Observing Network)

국내 해역별 표층pH, 이산화탄소분압 및 이산화탄소



제목 국내 해역별 표층pH, 이산화탄소분압 및 이산화탄소

그림설명 국립수산과학원 정선해양관측지점의 2015~2018년까지 4, 8, 10월 해역별 표층 pH, 이산화탄소분압 월평균값과 기상청 안면도 (1999~2018), 고산(2012~2018), 울릉도(2014~2018)에서 관측한 이산화탄소 월평균 농도를 비교한 그래프

※ 정선해양관측지점 : 동해(102, 103, 104, 105, 106, 107, 208, 209), 남해(203, 204, 205, 206, 207, 313, 314, 400), 서해(307, 308, 309, 310, 311, 312)

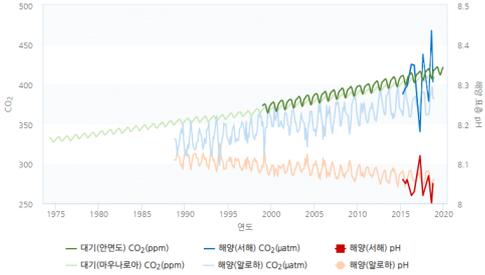
의미 국내 세 관측 지점에서 이산화탄소가 꾸준히 증가함에 따라, 세 해역에서 대체적으로 표층 이산화탄소분압도 다소 증가하는 경향을 보이며, 이에 따라 표층 pH 농도도 대체적으로 감소하는 경향을 보임.

업데이트 주기 1회/년

출처 기상청 기후변화감시과, 포항공대/국립수산과학원

② 국외 해양산성화(위치: 해양 > 해양산성화 > 국외 해양산성화 비교)

국내·외 표층 pH, 이산화탄소의 대기 농도 및 해양 분압



**제목** 국내·외 표층 pH, 이산화탄소분압 및 이산화탄소

**그림설명** 국내·외 표층 pH, 이산화탄소분압과 이산화탄소 월평균 농도를 비교한 그래프

※ 정선해양관측지점: 동해(102, 103, 104, 105, 106, 107, 208, 209)

**의미** 마우나로아에서 이산화탄소 농도가 꾸준히 증가함에 따라 하와이 알로하에서의 표층 이산화탄소분압도 꾸준히 증가하고 있으며, 이에 따라 표층 pH 농도가 낮아지면서 점차 해양산성화가 진행하고 있음. 국내(서해)도 국외(하와이) 지점과 비슷한 경향을 보이고 있음.

**업데이트 주기** 1회/년

**출처** 기상청 기후변화감시과, 온실가스세계자료센터(WDCGG) GOA-ON(Global Ocean Acidification Observing Network), HOT-DOGS(Hawaii Ocean Time-series Data Organization&Graphical System)

# 자료통계방법

## 온실가스

관측요소	측정주기	자료통계 방법
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	5초	<p>&lt;입력자료 선정&gt;</p> <p>① 검교정하여 농도 재산정            * 안면도: 1999-2011 NDIR, 3시간마다 3점교정, 2012-현재 CRDS 2주마다 4점교정            * 고 산: 2009-2013 NDIR, 3시간마다 3점교정, 2014-현재 CRDS 2주마다 4점교정            * 울릉도: 2012-2019.11. CRDS 2주마다 4점교정, 2019-현재. CRDS 5일마다 4점교정</p> <p>② 장비유지보수 일지를 참조하여 관측자가 농도에 영향을 줄 것으로 판단된 플래깅을 원시자료에서 제거, 표준가스 교정기간 제거</p> <p>&lt;시간평균&gt;</p> <p>③ ①과 ②의 선정된 자료를 중심으로, 시간 평균을 구한 뒤            ④ 시간평균의 표준편차가 A보다 크고 연속된 앞 뒤 시간평균값의 차이가 B이상 차이가 나면, 시간자료 기각            * 안면도: (A) 1.8 ppm, (B) 1.8 ppm, * 고 산: (A) 1 ppm, (B) 1 ppm            * 울릉도: (A) 0.8 ppm, (B) 0.8 ppm, * 독 도: (A) 0.4 ppm, (B) 0.6 ppm            * 자료의 약 30 ~ 32 % 기각됨</p> <p>&lt;일평균, 월평균&gt;</p> <p>⑤ ④의 시간평균 자료가 n개 이상일 때 1차 일평균 산정            * 안면도: (n) 15개, 나머지 관측소: (n) 10개</p> <p>⑥ ⑤의 선택된 일평균 자료에 대해 장기추세와 자연변동을 고려한 다항식으로 커브피팅</p> <p>⑦ 관측값 - 커브피팅 = 잔차(a) 산정</p> <p>⑧ 잔차(a)에 대해 단주기성분제거(low pass filtering, 주기: 7.3 cycle/yr)한 잔차(b) 생성</p> <p>⑨ 잔차(a) &lt; 잔차(b)의 3σ안에 들어있으면, 그 때의 일자료 선택            * 안면도 = 잔차(b)의 2σ, 고산, 울릉도, 독도는 잔차(b)의 3σ</p> <p>⑩ ⑥ ~ ⑨ 번 5번 반복</p> <p>⑪ 최종 남은 잔차(b) + 커브피팅 = 월평균, 연평균확정            * 대류권 화학성분의 분반구 균질화 주기 7.3 cycle/yr 반영 (Thoning et al., 1989)</p>

관측요소	측정주기	자료통계 방법
메탄(CH <sub>4</sub> )	5초	<p>&lt;입력자료 선정&gt;</p> <p>① 검교정하여 농도 재산정  * 안면도: 1999-2016 GC-FID, 6시간마다 1점교정, 2017-현재 CRDS 2주마다 4점교정  * 고 산: 2014-현재 CRDS 2주마다 4점교정  * 울릉도: 2018-2019.11. CRDS 2주마다 4점교정, 2019.12.-현재. CRDS 5일마다 4점교정</p> <p>② 장비유지보수 일지를 참조하여 관측자가 농도에 영향을 줄 것으로 판단된 플래깅을 원시자료에서 제거, 표준가스 교정기간 제거</p> <p>&lt;시간평균&gt;</p> <p>③ ①과 ②의 선정된 자료를 중심으로, 시간 평균을 구한뒤  ④ 시간평균의 표준편차가 A보다 크고 연속된 앞 뒤 시간평균값의 차이가 B이상 차이가 나면, 시간자료 기각  * 안면도: (A) 9 ppb, (B) 16 ppb, * 고 산: (A) 4.5 ppb, (B) 8.5 ppb  * 울릉도: (A) 4 ppb, (B) 5.5 ppb  * 자료의 약 30 % 기각</p> <p>⑤ 풍향풍속을 고려하여 기각  * 안면도, 고산: 풍속 2 m/s 이하인 자료 기각  * 울릉도 : 풍향이 180°-270°이거나, 풍속 1 m/s 이하인 자료 기각</p> <p>&lt;일평균&gt;</p> <p>⑥ ⑤의 시간평균 자료가 6개 이상일 때 1차 일평균 산정</p> <p>&lt;월평균&gt;</p> <p>* 안면도: 1999-2018</p> <p>⑦ ⑥의 선택된 일평균 자료에 대해 장기추세와 자연변동을 고려한 다항식으로 커브피팅  ⑧ 관측값 - 커브피팅 = 잔차(a) 산정  ⑨ 잔차(a)에 대해 단주기성분제거(low pass filtering, 주기: 7.3 cycle/yr)한 잔차(b) 생성  ⑩ 잔차(a) &lt; 잔차(b)의 3σ안에 들어있으면, 그 때의 일자료 선택  ⑪ ⑥ ~ ⑨ 번 5번 반복  ⑫ 최종 남은 잔차(b) + 커브피팅 = 월평균, 연평균확정  (Thoning et al., 1989, 대류권 화학성분의 분반구 균질화 주기 7.3 cycle/year 반영)</p>

관측요소	측정주기	자료통계 방법
육불화황 (SF <sub>6</sub> )	1시간	<p>&lt;입력자료 선정&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 육불화황 표준가스를 이용하여 농도 재산정 (표준가스 6시간마다 주입)</li> <li>② 장비유지보수 일지를 참조하여 관측자가 농도에 영향을 줄 것으로 판단된 플래킹을 원시자료에서 제거</li> </ul> <p>&lt;시간자료 선택&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③ ①과 ②의 선정된 자료를 중심으로</li> <li>④ 연속된 앞 뒤값의 차이가 A이상 차이가 나면, 시간자료 기각 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 안면도: (A) 1 ppt</li> <li>* 전체자료의 연속값의 차이값 분포를 통해 상위 90%, 하위 10% 값을 기준함</li> </ul> </li> </ul> <p>&lt;일평균, 월평균&gt; ※ O`Doherty et al., 2001</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ 선별된 날을 기준으로 ±60일의 최저 시간값을 이용하여 이차함수로 fitting함</li> <li>⑥ fitting 값 잔차의 중간값을 산출</li> <li>⑦ 산출된 중간값보다 낮은 농도의 표준편차(<math>\sigma</math>) 산출</li> <li>⑧ 중간값 + 3<math>\sigma</math>의 합보다 낮으면 배경농도로 선별</li> <li>⑨ 선별된 배경농도 시간자료를 중심으로 <b>일평균 산정</b></li> <li>⑩ ⑨를 이용하여 <b>월평균 산정</b></li> </ul>
아산화질소 (N <sub>2</sub> O)	1시간	<p>&lt;입력자료 선정&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 아산화질소 표준가스를 이용하여 농도 재산정(표준가스 6시간마다 주입)</li> <li>② 장비유지보수 일지를 참조하여 관측자가 농도에 영향을 줄 것으로 판단된 플래킹을 원시자료에서 제거</li> </ul> <p>&lt;시간자료 선택&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③ ①과 ②의 선정된 자료를 중심으로</li> <li>④ 시간자료의 연속된 앞 뒤값의 차이가 A이상 차이가 나면, 시간자료 기각 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 안면도: (A) 0.9 ppb, 고산: (A) 0.86 ppb</li> <li>* 자료의 약 30 ~ 32 % 기각됨</li> </ul> </li> <li>⑤ 풍향풍속을 고려하여 기각 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 안면도, 고산: 풍속 2 m/s 이하인 자료 기각</li> <li>* 고산 : 풍향이 45°-225°이거나, 풍속 2 m/s 이하인 자료 기각</li> </ul> </li> </ul> <p>&lt;일평균, 월평균&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ ⑤의 시간평균 자료가 6개 이상일 때 1차 일평균산정</li> <li>⑦ ⑥의 선택된 일평균 자료에 대해 장기추세와 자연변동을 고려한 다항식으로 커브피팅</li> <li>⑧ 관측값 - 커브피팅 = 잔차(a) 산정</li> <li>⑨ 잔차(a)에 대해 단주기성분제거(low pass filtering, 주기: 7.3 cycle/yr)한 잔차(b) 생성</li> <li>⑩ 잔차(a) &lt; 잔차(b)의 3<math>\sigma</math>안에 들어있으면, 그 때의 일자료 선택</li> <li>⑪ ⑦ ~ ⑩ 번 5번 반복 후</li> <li>⑪ 최종 남은 잔차(b) + 커브피팅 = 월평균, 연평균확정 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 대류권 화학성분의 분반구 균질화 주기 7.3 cycle/yr 반영 (Thoning et al., 1989)</li> </ul> </li> </ul>

관측요소	측정주기	자료통계 방법
염화불화탄소류 (CFCs)	1시간	<p>&lt;입력자료 선정&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 염화불화탄소류의 표준가스를 이용하여 농도 재산정 (표준가스 6시간마다 주입)</li> <li>② 장비유지보수 일지를 참조하여 관측자가 농도에 영향을 줄 것으로 판단된 플래깅을 원시자료에서 제거</li> </ul> <p>&lt;시간자료 선택&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③ ①과 ②의 선정된 자료를 중심으로</li> <li>④ 연속된 앞 뒤값의 차이가 A이상 차이가 나면, 시간자료 기각 <ul style="list-style-type: none"> <li>* CFC-11: (A) <math>\pm 4</math> ppt, CFC-12: (A) <math>\pm 5</math> ppt, CFC-113: (A) <math>\pm 1.5</math> ppt</li> <li>* 전체자료의 연속값의 차이값 분포를 통해 상위 90%, 하위 10% 값을 기준함</li> </ul> </li> </ul> <p>&lt;일평균, 월평균&gt; ※ O`Doherty et al., 2001</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ 선별된 날을 기준으로 <math>\pm 60</math>일의 최저 시간값을 이용하여 이차함수로 fitting함</li> <li>⑥ fitting 값 잔차의 중간값을 산출</li> <li>⑦ 산출된 중간값보다 낮은 농도의 표준편차(<math>\sigma</math>) 산출</li> <li>⑧ 중간값 + <math>3\sigma</math>의 합보다 낮으면 배경농도로 선별</li> <li>⑨ 선별된 배경농도 시간자료를 중심으로 <b>일평균 산정</b></li> <li>⑩ ⑨를 이용하여 <b>월평균 산정</b></li> </ul>

## 반응가스

관측요소	측정주기	자료통계 방법
오존(O <sub>3</sub> ) 일산화탄소(CO) 질소산화물(NO <sub>x</sub> ) 이산화황(SO <sub>2</sub> )	1시간	- 통계 최소자릿수: 0.1 - 생산자료 → 시간통계 → 일통계 → 월통계 → 연통계  <시간 통계> - 자료기간: 생산자료를 이용하여 해당 시간의 00분 이후부터 59분까지의 1시간에 대하여 통계 - 자료종류: 시간평균자료 - 산출방법 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제거 후 생산자료가 시간당 66% 이상일 때 산출(1분자료 40개 이상)</li> <li>• 소수 두 번째 자리까지 계산하여 반올림</li> <li>• 산출식                             <math display="block">\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i</math> </li> </ul> - Thermo 49i CO는 주기적으로 분석하는 zero값으로 표류오차값을 보정함. 예) 04시 zero = 5 ppb, 06시 zero = 10 ppb라면 2시간동안 5ppb가 선형적으로 증가하였다고 가정하여 관측값에서 빼 줌. - LGR EP30 CO는 교정, 점검 및 장애 시간을 제외한 관측값으로 시간 통계 산출함. - NO <sub>x</sub> 자료 중 NO는 전일 밤 10시 ~ 당일 새벽 2시의 NO 평균을 zero 값으로 산출하여 연속된 날의 zero값과 zero값 사이를 선형내삽한 후 관측값에서 빼 줌. 이 때 O <sub>3</sub> < 20 ppb인 경우 NO 고농도사례로 보고 zero값 산출하지 않음  < 일통계 > - 자료기간: 시간평균자료가 하루 75% 이상일 때 산출(시간자료 18개 이상) - 자료종류: 일평균 - 산출방법: 시간통계와 같음  < 월통계 > - 자료기간: 일자료가 50% 이상일 때 산출 - 자료종류: 월평균 - 산출방법: 시간통계와 같음  < 연통계 > - 자료기간: 해당 연의 1월부터 12월까지의 1년간에 대하여 통계 - 자료종류: 연평균 - 산출방법: 시간통계와 같음

관측요소	측정주기	자료통계 방법
<p>PM10 질량농도 (β-ray 흡수법)</p>	<p>1시간</p>	<p><b>&lt;자료품질보증&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가기준측정시스템(NRM)과 비교평가를 통과한 기준채취기(Class I)를 이용하여 현장에서 등가성평가 수행</li> </ul> <p><b>&lt;자료품질관리(자동)&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기기상태 검사: 6자리 상태 코드가 '000000'인 경우만 '정상', 나머지는 '의심'으로 분류</li> <li>- 계측한계: 1 ~ 5,000 µg/m³를 벗어나면 '의심'으로 분류</li> <li>- 시간연속성 검사 현재(t)와 직전(t-1) 또는 직후(t+1)에 관측된 PM10 질량농도의 변동량이 '50+0.15×PM10'를 초과할 경우 '의심'으로 분류</li> </ul> $\Delta PM10 = \min[PM10(t) - PM10(t \pm 1)] \quad (1)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- 튀는 값 검사: 3개의 연속적인 PM10 자료의 차이를 이용하여 식 (2)과 같이 d를 구한 후 식 (3)의 조건을 만족하지 않은 경우 '의심'으로 분류. 여기서 Md는 식 (2)에서 구한 d의 중간값이며, 중위절대편차(median of absolute deviation, MAD)는 식 (4)로 정의됨.</li> </ul> $d = [PM10(t) - PM10(t-1)] - [PM10(t+1) - PM10(t)] \quad (2)$ $d \geq Md - z \times MAD \text{ or } d \leq Md + z \times MAD \quad (3)$ $MAD = \text{median}( d - Md ) \quad (4)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 PM10 질량농도가 지난 1시간 평균의 20%를 초과하면 '의심'으로 분류</li> <li>- 지속성 검사: 과거 60분 동안 농도의 변동량이 0일 경우 '의심'</li> <li>- 정합성 검사: 인근 동일 요소 산출물(부유분진측정기, APS, OPC의 PM10 질량농도) 비교하여 차이가 50% 초과할 경우 '의심'으로 분류</li> <li>- 지속성 검사: 과거 60분 동안 농도의 변동량이 0일 경우 '의심'으로 분류</li> <li>- 정합성 검사: 인근 동일 요소 산출물(부유분진측정기, APS, OPC의 PM10 질량농도) 비교하여 차이가 50% 초과할 경우 '의심'으로 분류</li> </ul> <p><b>&lt;자료품질관리(수동)&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- '의심'으로 분류된 자료는 분석 담당자의 확인을 거쳐 '정상' 또는 '오류'로 최종 확정하며 '정상'으로 분류된 자료만 통계처리</li> <li>- 장비의 검·교정시 안정화 단계까지의 자료, 장비 장애 시의 자료 무효처리</li> </ul> <p><b>&lt;통계방법&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위 자료 품질관리를 통과한 원시자료(5분)가 1시간에 75% 이상일 때 시간평균값 산출</li> <li>- 유효 시간평균 자료가 일, 월 또는 연 전체의 75% 이상일 때 일평균, 월평균, 연평균 산출</li> </ul> <p>[참고] WMO GAW 권고에 따라 부유분진측정기는 표준대기상태(0°C, 1기압) 자료가 생산됨.</p>
<p>응결핵 수농도 (0.01~3µm)</p>	<p>1시간</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- WMO 에어로졸 세계표준센터에서 수행하는 국제비교실험 참여(부록 1.3.3 참조) <a href="http://actris-ecac.eu/files/ECAC-report-CPC-2018-6-5.pdf">http://actris-ecac.eu/files/ECAC-report-CPC-2018-6-5.pdf</a> (2018) <a href="http://actris-ecac.eu/files/ECAC-report-CPC-2019-5-5.pdf">http://actris-ecac.eu/files/ECAC-report-CPC-2019-5-5.pdf</a> (2019)</li> </ul>

## 자외선

관측요소	측정주기	자료통계 방법
자외선A		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 매일 10분 간격으로 144개 원시 파일 생산               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자외선A: 10분 누적값 (단위: J/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• 자외선B: 10분 누적값 (단위: MED)</li> </ul> </li> <li>- 원시자료 품질관리 수행               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 관측오류 결측 처리</li> <li>• 계측 하한, 계측 상한 값을 벗어날 경우 오류처리</li> <li>• 기기상태 오류: 관측센서온도가 24℃ ~ 26℃를 벗어날 경우 오류 처리</li> <li>• Tropospheric Ultraviolet-Visible(TUV) radiation model(V. 5.3) 값 보다 클 경우 오류 값 처리(75% 이하)</li> </ul> </li> </ul>
자외선B	10분	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 품질관리를 통과한 원시자료가 80% 이상일 때 자외선A, 자외선B 시간 누적값, 시간 최댓값 산출               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1시간 누적값: 자외선A (단위: MJ/m<sup>2</sup>), 자외선B (단위: kJ/m<sup>2</sup>)</li> <li>• 1시간 최댓값: 자외선A, 자외선B (W/m<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> <li>- 시간자료 중 80% 이상 존재할 때 자외선A, 자외선B 일누적값, 일 최댓값 산출               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일누적값: 자외선A (단위: MJ/m<sup>2</sup>), 자외선B (단위: kJ/m<sup>2</sup>)</li> <li>• 일 최댓값: 자외선A, 자외선B (W/m<sup>2</sup>)</li> </ul> </li> <li>- 매월 80% 이상의 일 자료가 있을 경우 일누적값의 월 평균값, 일 최댓값의 월평균 산출</li> <li>- 매년 80% 이상의 월 자료가 있을 경우 연 평균값 산출</li> </ul>

## 대기복사

관측요소	측정주기	자료통계 방법
직달일사/ 산란일사	1시간	- BSRN에서 권고하는 QC 3단계 적용 [ 시간평균 ]
태양복사	1시간	- 태양·지구복사: QC를 거친 1분 관측 데이터가 한 시간에 80 % 이상 존재할 경우 시간평균값 계산 [ 일평균 ] - 태양복사: 태양천정각(Solar Zenith Angle) < 90°인 시간 중 시간평균 데이터가 80% 이상 존재한 날의 24시간 평균값.
지구복사	1시간	- 지구복사: 24시간 중 시간평균 데이터가 80 % 이상 존재한 날의 24시간 평균값 [ 월평균 ]
순복사	1시간	- 일평균이 전체 날수의 50% 이상 존재한 달의 일평균에 대한 평균값 [ 연평균 ] - 월평균이 10개월 이상 존재할 경우의 월평균에 대한 평균값

## 성층권 오존

관측요소	측정주기	자료통계 방법
오존전량	1일	< 오존분광도계 > - 태양광 중 6개 파장에 대한 광도를 참조 값과 비교하여 오존전량 산출 - 일평균 • 2018년 이전(고산은 2019년 이전) : 일평균 오존전량(OZAVG 파일 일 평균값) 중 편차가 50 [DU] 이하이고, 계측상한, 하한을 벗어나지 않은 자료 • 2018년 이후(고산은 2019년 이후) : O3Brewer 소프트웨어를 사용해 보정된 일평균 자료 중 편차가 50 [DU] 이하이고, 계측상한, 하한을 벗어나지 않은 자료 - 월평균 : 매월 10일 이상의 일 자료가 있을 경우 일 대푯값의 평균값 - 년평균 : 월평균이 6개월 이상 존재할 경우의 월평균에 대한 평균값
오존연직분포	주 1회	<ECC 오존존데> - 관측일 중 30km까지 정상적으로 관측을 성공한 자료를 사용하여 분석

## 기상

관측 항목	종류	통계항목	처리값	지상
기온	평균값	평균기온	기본	일8회 정시 관측값을 평균
			대체	결측을 제외한 일4회 관측값 평균
	극값	일최고기온 일최저기온	기본	1일 최고/최저 관측값
	도수	일평균기온/일최고기온/ 일최저기온의 계급별일수	기본	일별값의 조건 일수의 합
	현상의 시작일, 마지막일	일평균기온/일최고기온/ 일최저기온의 현상발생일	기본	일별값 조건의 시작일과 마지막일
최장계속기간	일평균기온/일최고기온/ 일최저기온의 최장계속기간	기본	일별값 조건의 최장계속기간	
강수량	합계값	일강수량	기본	일24회 정시 관측값의 합계
	극값	10분간 최다강수량	기본	1일 10분간 강수량 합의 최댓값(4월~10월)
		1시간 최다강수량	기본	1일 1시간 강수량 합의 최댓값(4월~10월)
		매정시 최다강수량	기본	
		6시간최다강수량	기본	6시간 강수량합의 최댓값
		일강수량	기본	1일 강수량의 최댓값
	2일/3일이상 연속 최다강수량 및 기간	기본	2일 또는 3일이상 연속강수 일수에 대한 강수량 합의 최댓값	
도수	일강수량의 계급별 일수 1시간강수량의 계급별 일수 10분강수량의 계급별 일수	기본	일별값의 조건 일수의 합계	
계속 시간	강수계속시간의 합계값	기본	일별 강수계속시간의 합계	
바람	평균값	평균풍속	기본	일 1,440개의 매분 풍속값의 평균
			대체	일24회 정시 관측값(80% 이상)의 평균
	극값	일최대풍향/풍속(풍향 16방위)	기본	1일 최대 관측값
		일최대순간풍향/풍속(풍향 16방위)	기본	1일 최대 관측값
	도수	최대풍향	기본	24회 정시 관측값 중 풍향별 관측횟수가 가장 많은 풍향, 단 2개 이상 나타난 경우 그 풍향의 좌우의 풍향횟수를 가산하여 많은 쪽의 풍향
		최대풍속의 계급별 일수	기본	일별값의 조건 일수의 합계
		풍향별 최대풍속	기본	해당기간의 일24회 정시 관측값 중 풍향별 최대풍속 최댓값
백분율	풍향별 관측횟수의 백분율	기본	해당기간의 일24회 정시 관측값 중 풍향별 관측횟수로 나누어 백분율한 값	