

2024년 겨울 초미세먼지 전망

(2024년 12월 ~ 2025년 2월)

제공일시: 2024년 11월 27일 발표

※ 다음 봄철 전망은 2025년 2월 말 발표 예정

| [확률전망] | 겨울(12~2월) | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| 평균 농도 | ① 전년 대비(±10% 기준) | ③ 평년 대비(±0.43σ) |
| | <p>전년보다 높을 확률이 50%임</p> | <p>평년보다 낮거나 유사할 확률이 각각 40%임</p> |
| 나쁨 이상 일수 (전국 일평균 36 μg/m³ 이상 일수) | ② 전년 대비(±10% 기준) | ④ 평년 대비(±0.43σ) |
| | <p>전년과 유사하거나 많을 확률이 각각 40%임</p> | <p>평년보다 적거나 유사할 확률이 각각 40%임</p> |

| 3분위 기준 | 낮음(적음) | 유사 | 높음(많음) | |
|-----------------|----------------|-----------|-----------|--------|
| 전년 기준 | | | | |
| ① 평균 농도 (μg/m³) | ≤ 18.8 | 18.9~23.1 | 23.2 ≤ | |
| ② 나쁨 이상 일수 (일) | ≤ 11.6 | 11.7~14.3 | 14.4 ≤ | |
| 평년 기준 | | | | |
| ③ 평균 농도 (μg/m³) | ≤ 24.8 | 24.9~28.0 | 28.1 ≤ | |
| (최근 9년) | ④ 나쁨 이상 일수 (일) | ≤ 16.5 | 16.6~22.1 | 22.2 ≤ |

* ±10% : 전년 동기간 전국 평균 농도 및 나쁨 이상 일수의 ±10% 농도값을 3분위의 기준값으로 적용
: 2023년 겨울철(23.12~24.2월) 전국 평균 농도 21μg/m³, 나쁨 이상 일수 13일 (황사일 제외)

** ±0.43σ : 과거기간 전국 평균 농도 및 나쁨 이상 일수를 정규분포로 가정하여 동일한 3등분 구간(약 33.3%)의 기준값을 적용
: 대상 기간 9년(2015~2023년) 겨울철(12~2월) 전국 평균 농도 26.4μg/m³, 나쁨 이상 일수 19일 (황사일 제외)

◎ 참고사항

- 국외 대기오염물질 배출량, 황사 영향 등 외적 변동 요인을 직접적으로 고려하지 않음
 - 국내 대기질 개선을 위한 저감 대책 시행 등 배출량 변화 요인을 직접적으로 고려하지 않음
- ⇒ 관측/예측된 계절적 기상·기후 조건과 초미세먼지와의 상관성을 기반한 전망 결과임

전망 결과 요약

○ 초미세먼지 겨울 전망

평균 농도는 전년 대비 높을 확률이 50% 수준이겠고, 평년 대비로는 낮거나 유사할 확률이 각각 40% 수준이겠음. 나쁨 이상 일수는 전년 대비 유사하거나 많을 확률이 각각 40% 수준이겠고 평년 대비로는 적거나 유사할 확률이 각각 40% 수준이겠음

※ 초미세먼지 계절전망은 계절의 평균상태를 3분위(낮음/적음, 유사, 높음/많음)로 구분하여 분위별 발생 가능성이 백분율로 표시되며, 백분율이 33.3% 이상일 경우 해당 분위 발생 가능성이 상대적으로 높다는 의미입니다.

< 주요 분석 결과 >

(기후 여건) 기상청 3개월전망에 따르면 북서태평양, 인도양과 대서양의 높은 해수면 온도, 티베트 적은 눈덮임의 영향으로 올 겨울철에 우리나라는 잦은 고기압성 순환이 빈번할 것으로 전망되었습니다. 이는 대기 정체로 인한 국내 오염물질 축적과 국외 미세먼지 유입 가능성이 커져 초미세먼지 농도를 높일 수 있습니다.

※ 다만, 약한 라니냐의 경향과 북극해빙 면적 감소, 유라시아 지역의 눈덮임 증가 등으로 한파와 함께 차고 청정한 기류가 유입되어 농도가 낮아질 가능성도 있습니다.

(모델 예측) 우리나라 초미세먼지 농도 추세와 상관성이 높은 인자(베링해 해수면 온도와 북미 동안의 상층 동서바람 등)의 경향이 평년과 유사하거나 낮아질 것으로 나타나 평년과 유사하거나 낮은 농도가 나타날 가능성이 있습니다.

(전년 특성) 전년 겨울철(2023년 12월 ~ 2024년 2월)은 강수량과 강수일수가 역대 가장 많았던 해로 초미세먼지의 세정효과가 컸습니다. 평년 대비(기후값, 30년) 기온도 높았고 따뜻한 남풍 영향을 빈번히 받으며 외부 영향과 대기 정체가 상대적으로 감소하여 국내 초미세먼지 평균 농도는 가장 낮았고, 나쁨 이상 일수도 적었습니다.

* 최근 3년 겨울철 평균 농도 및 나쁨 이상 일수(전국): ('21년) 24 μ g/m³, 14일 ('22년) 24 μ g/m³, 12일 ('23년) 21 μ g/m³, 13일

기상청 3개월전망의 기후 여건, 우리나라 겨울철 초미세먼지 농도 추세와 인자와의 상관성에 기반한 다중회귀모델 결과와 인공지능모델의 예측농도, 전년도의 초미세먼지 농도 특성 등을 종합적으로 고려하여,

올 겨울철의 평균 농도는 전년 대비 높겠고, 평년 대비 낮거나 유사할 것으로 전망되며, 나쁨 이상 일수는 전년 대비 유사하거나 많겠고, 평년 대비로는 적거나 유사할 것으로 전망됩니다.

참고

◎ 초미세먼지 계절 전망 산정 기법

초미세먼지 계절 전망은 기본적으로 기후인자와 미세먼지/초미세먼지와의 상관관계와 장기적으로 감소하는 초미세먼지 농도 추세를 기반으로 만들어졌으며 크게 세 가지 방법으로 전망 결과를 생산합니다.

- (1) 통계-역학모델 기반 : 한반도 미세먼지와 기후예측인자와의 동시상관성 기반으로 구축된 통계모델이며 APEC 기후센터(APCC)가 배포하는 기후예측모델자료에서 추출한 예측인자를 입력자료로 사용하여 계절 평균 농도를 예측
- (2) 통계모델 기반 : 과거기간 매 10월의 예측인자(관측)와 대상 계절의 초미세먼지 농도의 지연상관성을 기반으로 구축된 통계모델을 활용하며, 가장 최근의 예측인자 관측값(2024년 10월)을 적용하여 평균 농도와 확률분포를 생산
- (3) 인공지능 기반 : 인공지능 기법 중 합성곱신경망(CNN)을 기반으로 전구 기상변수와 초미세먼지 농도값을 활용한 인지학습(2007~2023년)된 모델로 가장 최근의 기상변수 관측값(2024년 10월)을 통해 한반도 초미세먼지 3개월 평균 농도를 예측

또한, 기상청에서 생산·제공하는 대상기간의 3개월전망 및 계절 전망 결과를 참고하여 발생 가능한 장기 기상 여건을 반영

◎ 확률전망(계절전망을 3분위 확률로 하는 이유)

계절전망은 대상 계절의 평균상태를 3분위(낮음/적음, 유사, 높음/많음)로 구분하여 단계별 발생 가능성을 백분율로 산출합니다. 백분율이 33.3% 이상일 경우 해당 단계의 발생 가능성이 상대적으로 높다는 의미입니다.

- 다양한 기후-미세먼지 인자의 복잡한 상호작용은 시간이 지날수록 변동성이 커 단정적인 요소를 예측하는 데 과학적 한계가 있습니다. 이에 여러 기법 및 모델을 수행하여 확률적으로 미래를 전망합니다.

◎ 용어 설명

- 1) 평년 : 과거 9년(15년~23년)의 겨울철(12월~2월)의 평균으로 정의
 - 기상청/WMO는 기상요소의 평년 기간을 과거 30년(1991~2020년)의 평균값으로 정의하며 10년마다 변경 적용 중. 그러나 초미세먼지 농도의 경우, 전국 대상의 측정자료가 2015년 이후부터 제공됨에 따라 사용 가능한 기간을 최대한 반영한 최근 9년 기간을 평년값으로 적용함
- 2) 동시상관성 : 원격상관(Teleconnection) 중 하나로 어떤 지점의 현상과 이와 멀리 떨어진 지역에서 서로 관계를 갖는 특성을 기반으로 예측인자와 미세먼지 농도변화를 전망
- 3) 지연상관성 : 원격상관 중 하나로 어떤 지점의 현재 관측된 상황이 이와 멀리 떨어진 지역에서 이후 대상 기간에 나타날 상관관계를 기반으로 예측인자와 미세먼지 농도 변화를 전망
- 4) 합성곱신경망(CNN) : 인공지능 예측기법 중 시각적 영상 분석에 사용되는 인공신경망의 한 종류로 필터링을 기법으로 초미세먼지 농도와 연관성 있는 기상자료들의 이미지들을 학습시켜 농도변화를 예측
- 5) 라니냐 : 엘니뇨 현상과 반대로 적도 무역풍이 강해지면서 서태평양의 해수면 온도가 평년보다 강해지고 동태평양의 해수면 온도는 낮아지는 현상으로 동아시아 지역은 겨울철 라니냐 시기에 시베리아의 차고 청정한 공기가 유입될 가능성이 높음