

## 충청남도의 대기환경 변화 추이 분석

김 종 범

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원  
kjb0810@cni.re.kr

황 규 철

충남연구원 기후변화대응연구센터  
연구원  
kchwang@cni.re.kr

### CONTENTS

1. 연구배경 및 목적
2. 배출량 산정
3. 대기질 현황 조사
4. 배출량 변화 추이
5. 농도변화 추이
6. 정보DB



#### 요약

- 정부는 지역 대기질 현황 파악과 정책추진 효과분석을 위해 대기오염물질 배출량과 농도자료를 산정, 고시하고 있음
- 정책 추진결과 및 대기질 개선 효과 분석을 위해 도내 배출량과 농도자료 분석이 중요하나 자료가 산재되어 있고, 전문가의 가공이 필요해 현장에서 사용하는데 어려움이 있음
- 이에 본 연구에서는 환경부에서 산정·고시하고 있는 배출량과 농도자료를 기반으로 충청남도의 현황을 파악하고, 이를 정보DB 형태로 전환하여 충청남도 정책추진에 활용할 수 있도록 제시하였음
- 배출량 분석결과 충청남도의 대기오염물질 배출량은 꾸준히 감소하고 있으며, 2016년 전국 배출량 2위에서 2018년 3위, 2020년 4위로 점차 개선되고 있는 것으로 확인됨
- 총량관리 등 강력한 관리정책 추진으로 입자상오염물질(TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)과 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>의 배출량은 꾸준히 감소한 반면, 2차 생성물질에 영향을 미치는 NH<sub>3</sub>와 VOC의 감소폭이 적어 이에 대한 관리가 필요한 것으로 나타남
- 농도의 경우 환경기준 물질 중 O<sub>3</sub>을 제외한 대부분 물질의 농도 감소가 확인되었으나 O<sub>3</sub>의 경우 꾸준히 증가 추세에 있어 VOCs를 비롯한 O<sub>3</sub> 생성 전구물질에 대한 관리가 필요한 것으로 확인됨



# 01 연구배경 및 목적

## 1. 연구배경 및 연구목적

- 환경에 대한 관심이 증가하면서 국가 차원의 환경관리가 시작되었고, 1991년 환경부의 발족과 함께 환경정책기본법이 신설됨(환경부, 1991)
- 환경정책기본법에서는 국민의 건강 보호와 대기질 관리를 위해 TSP를 포함하여 환경기준물질을 신설하였고, 이후 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 등이 추가되면서 2025년 현재 총 8개 물질이 기준물질로 관리되고 있음
- 환경부는 <대기환경측정망 설치·운영 지침>을 만들어 전국을 대상으로 대기질을 측정하고 있으며(환경부, 2024), 정책추진 효과분석과 목표 설정을 위해 대기오염물질 배출량을 CAPSS란 이름으로 산정·고시하고 있음
- 배출량 자료는 국가 또는 지자체 차원에서 수립되는 기본계획 또는 시행계획의 목표로 사용되고 있으며, 농도자료는 계획 추진에 따른 효과분석의 용도로 활용되고 있음
- 충청남도는 석탄화력발전소를 비롯하여 제철소, 석유화학단지 등 대형배출 시설들이 다수 위치해 있고, 대기오염물질을 포함한 온실가스, 화학물질 등 유해물질이 다수 배출되고 있어 이에 대한 관심과 관리가 필요한 실정임
- 이에 본 연구에서는 충청남도의 배출량과 농도 기반 전반적인 대기질 변화 추이를 분석하고, 향후 대기질 개선 정책 추진의 자료로 활용하고자 함

## 2. 연구범위와 방법

- 공간적 범위 : 충남 내 15개 시군
- 시간적 범위
  - 농도 자료 : 1999년~2023년 (단 충남지역 평균농도는 최근 6년 자료 활용)
  - 배출량 자료 : 1999~2022년
- 자료 조사
  - 농도 자료 : 에어코리아에서 제공하는 확정자료를 기반으로 충남에서 설치·운영 중인 도시대기측정망(air quality monitoring station, AQMS) 자료 활용. 장기적인 농도변화는 추이측정망(천안 성황동, 서산 동문동) 자료 분석
  - 배출량 자료 : 국가미세먼지정보센터에서 연단위로 산정·발간하고 있는 CAPSS를 기반으로 추이 분석. 단 CAPSS의 경우 배출량 산정시 데이터 고도화를 위해 항목 및 누락 배출원 추가가 진행되고 있음. 이에 본 연구에서는 배출량 산정방법의 정합성을 고려하여 v6.0으로 산정·고시된 2016~2022년 자료를 중심으로 분석을 수행
- 대상 물질
  - 농도 자료 : PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>
  - 배출량 자료 : TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOCs, NH<sub>3</sub>, BC
- 연구방법
  - 배출량과 농도 자료의 수집
  - 배출량 자료의 경우 부문별, 오염물질별, 시군별, 연도별 변화추이 분석
  - 농도 자료는 추이측정소 중심 장기적인 오염물질별 농도변화 추이 분석, 충남 15개 시군 전역에 측정망이 설치·운영되기 시작한 2018년 이후에는 각 시·군별, 오염물질별 농도변화 추이 분석

## 02 배출량 산정

### 1. 대기정책지원시스템(CAPSS)

- 환경부에서는 1999년부터 대기정책지원시스템(clean air policy support system, CAPSS)을 활용하여 총 9개의 대기오염물질을 대상으로 배출량을 산정하고 있음
- 배출량 산정은 활동도와 배출계수 등을 활용하여 진행되며, 2020년 배출량 산정을 기준으로 기존의 산정방법론(v5.0)에서 v6.0으로 방법론 변경
- 이에 따라 2020년 이후 배출량 자료는 v6.0을 산정방법으로 활용하고 있으며, 이전 자료 중 2016년에서 2019년 자료를 새로운 산정방법론을 적용하여 재산정하여 고시하였음
- 배출량 분류는 유럽 CORINAIR(CORe INventory AIR emissions) 배출원 분류체계(SNAP 97)를 기초로 하여 총 13개 대분류 체계로 구성
  - 에너지산업연소
  - 비산업연소
  - 제조업연소
  - 생산공정
  - 에너지수송 및 저장
  - 유기용제 사용
  - 도로이동오염원
  - 비도로이동오염원
  - 폐기물처리
  - 농업

- 기타 먼오염원
- 비산먼지
- 생물성연소

## 2. 배출량 산정

- 배출량 산정은 배출원에 따라 상향식 방법과 하향식 방법을 사용하고 있으며, 배출원 분류에 따라 활동도 자료를 조사하여 이에 배출계수를 곱하여 산정함
- 배출계수의 경우 미국 EPA 등 외국에서 차용한 배출계수를 기반으로 하며, 국내 연구를 통해 산출된 배출계수가 있을 경우 우선적으로 적용하고 있음
- 과거 배출계수 산정업무를 국립환경과학원에서 수행하였으나, 2020년 미세먼지특별법에 따라 <국가미세먼지정보센터>가 신설되어 업무가 이관되어 진행되고 있음

## 3. 배출량 산정방법 개선

- 국가미세먼지정보센터에서는 배출계수와 활동도, 산정방법론을 개선하고 있으며, 개선된 사항에 대해 매년 발간하는 배출량 산정 보고서에 고시하고 있음
- 2025년 기준 가장 최근 자료는 2022년 배출량 자료로 2022년 배출량 산정시 개선된 사항은 아래와 같음(환경부, 2025)

<표 1> 2022년도에 적용된 배출량 산정방법 개선사항

구분	개선사항
활동도	<p>&lt;유기용제 사용&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도장시설, 자동차 제조 공간 배분 활동도 자료 개선</li> <li>- 기타 유기용제 사용, 인쇄업 그라비아 산정방법 개선</li> </ul> <p>&lt;비도로이동오염원&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박 화물선 실측 황 함유량 적용</li> </ul> <p>&lt;농업&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분뇨관리, 기타 가금류(오리) 활동도 시간해상도 개선 : 4분기 사육두수 → 각 분기별 사육두수</li> </ul> <p>&lt;비산먼지&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업활동, 경지정리, 수확 활동도 및 시간 배분 자료 개선</li> <li>- 하역 및 야적, 모래, 석탄 활동도 시간해상도 개선 : 연간 하역량 → 월별 하역량</li> </ul> <p>&lt;생물성 연소&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 숯가마 활동도 자료 교체</li> <li>- 숯 제조용 숯가마 공간배분 자료 교체: '14년에 수행된 설문조사 자료 → 제재업 등록현황(산림청)</li> </ul>
배출계수	<p>&lt;에너지산업 연소 · 비산업 연소 · 제조업 연소&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부생가스 사용시설의 배출계수 신규 적용</li> </ul> <p>&lt;생산공정&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 석유제품산업-유황회수시설 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOCs, CO 배출계수 개선</li> <li>- 석유제품산업-석유제품가공 배출계수 개선</li> <li>- 석유제품산업-석유제품 저장 및 취급 VOCs 배출계수 개선</li> <li>- 기타제조업-시멘트(탄소제거공정) PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 배출계수 신규 적용</li> </ul> <p>&lt;유기용제 사용&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기타 유기용제 사용, 인쇄업 배출계수 개선</li> </ul> <p>&lt;비산먼지&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업활동, 경지정리, 수확 배출계수 개선</li> </ul> <p>&lt;생물성 연소&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 숯가마 배출계수 오류 수정</li> </ul>
기타	<p>&lt;에너지산업 연소&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도서지역 발전시설 배출량 신규 산정</li> </ul> <p>&lt;비도로이동오염원&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 항공기 엔진 수 오류 수정 / 건설기계 기종별 출력구간별 평균출력 수정</li> </ul>

## 03 대기질 현황 조사

### 1. 대기환경측정망

- 환경부에서는 지역의 대기질 현황 파악과 정책 추진 결과 분석을 위해 대기환경측정망을 설치·운영하고 있으며, 관련 내용을 담아 <대기환경측정망 설치·운영 지침>을 고시하고 있음(환경부, 2024)
- 대기환경측정망 설치·운영 지침의 적용 범위
  - 대기환경측정망의 설치 및 운영
  - 대기환경측정장비의 유지관리
  - 대기환경이동측정차량의 운영 및 활용
  - 대기환경 옥외전광판의 설치 및 운영
- 대기환경측정망 설치·운영 지침은 5년을 주기로 수립·고시되고 있으며, 현재 적용되고 있는 운영체계는 2021년부터 당해연도인 2025년까지임
- 대기환경측정망은 크게 일반대기측정망과 배출원감시측정망, 특수대기측정망, 장거리 성분측정망으로 구분됨
- 충남의 경우 지자체 측정망인 도시대기측정망과 도로변대기측정망, 대기중 금속 측정망을 설치·운영하고 있음



<그림 1> 대기오염측정망 운영체계

○ 대기환경측정망에 대한 설치목적과 측정항목은 표 2와 같음

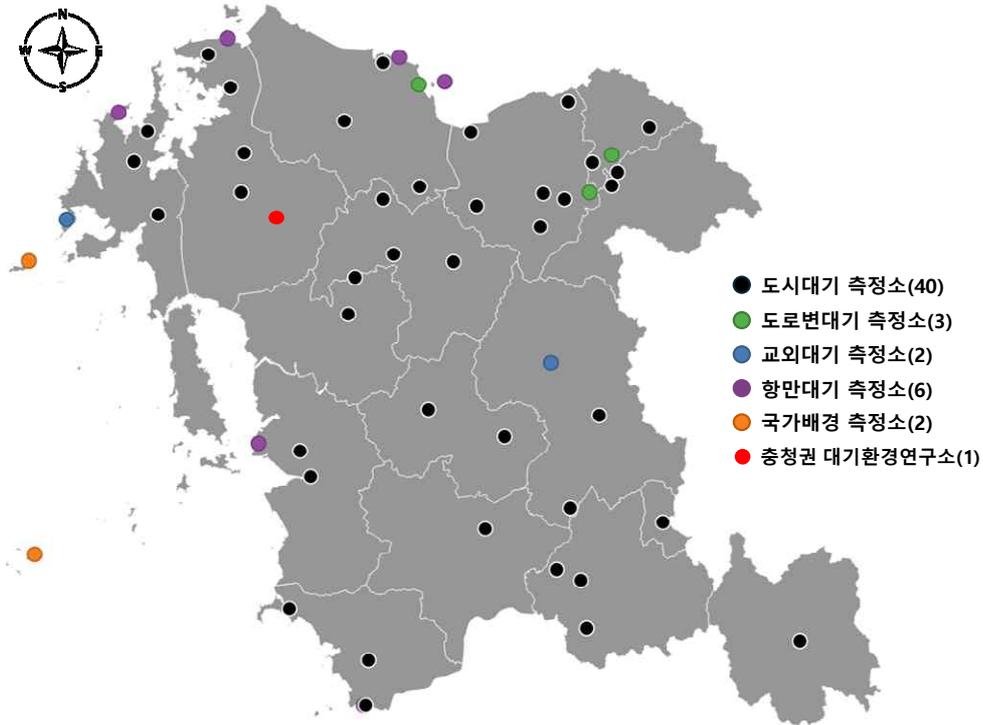
<표 2> 대기환경측정망의 설치목적과 측정항목

구분		운영주체	설치목적	측정항목
일반대기측정망	도시대기	지자체	도시지역의 평균 대기질 농도 파악 및 환경기준 달성 여부 판정	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도 ※ 신규설치시 SO <sub>2</sub> , CO 선택
	교외대기	국가	광범위한 지역의 배경농도 파악	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도
	배경농도	국가	국가 배경농도를 파악하고 외국으로부터 오염물질의 유입·유출 상태, 장거리이동 현황 등 파악	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도

배출원 감시 측정 망	도로변 대기	지자체	자동차 통행량과 유동인구가 많 은 도로변 대기질 파악	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도 ※ 신규설치시 SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> 선택 ※ 필요시 NO, BC, HC, Pb, 교통 량 추가
	항만	국가	항만지역 등의 대기질 현황 및 변화에 대한 실태조사	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도
	유해대 기물질	국가	도시지역, 주요 산단, 배경농도 지역에서의 특정유해대기물질에 의한 오염 실태 파악	VOCs 17종  PAHs 16종
	대기 중금속	지자체	도시지역 또는 산단 인근지역에 서 중금속에 의한 오염 파악	PM <sub>10</sub> , Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Be, Al, Ca, Mg
장거 리 성 분 측 정 망	PM <sub>2.5</sub> 성분	국가	인체위해도가 높은 PM <sub>2.5</sub> 의 농도 및 성분파악을 통해 배출원 규명	PM <sub>2.5</sub> , 탄소성분(OC, EC), 이온 성분(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> ), 금속성 분(Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As)
	집중 측정망	국가	국가 배경지역과 주요 권역별 대 기질 현황 및 유입·유출되는 오염 물질 파악, 황사 등 장거리이동 대기오염물질을 분석하고 고농도 오염현상에 대한 원인 규명 ※ 백령도, 수도권, 제주도는 장 거리 이동 대기오염물질 감시	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도, 탄소성분(OC, EC), 이온성분 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> ), 금속성분(Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As, Zn, Se, Br), NO <sub>y</sub> , 카르보닐화 합물, 장거리이동 대기오염물질 (HF, HCN, HCl, HCHO) 등

## 2. 충청남도의 대기환경측정망 운영 현황

- 충남은 지자체에서 설치·운영하도록 되어 있는 도시대기와 도로변대기, 중금속 측정망을 충남보건환경연구원 주관으로 운영하고 있음



<그림 2> 충청남도의 대기환경측정망 분포 현황

- 그림 2는 2024년 12월 기준 충남에 설치·운영되고 있는 대기환경측정망의 시군별 분포 현황을 나타낸 것임
  - 도시대기측정망 : 40개소
  - 도로변대기측정망 : 3개소
  - 항만대기측정망 : 6개소
  - 교외대기측정망 : 2개소
  - 국가배경측정망 : 2개소
  - 집중측정망(충청권 대기환경연구소) : 1개소
- 시군별로는 아산이 6개소로 가장 많은 측정망이 설치되어 있으며, 천안, 서산 4개소, 당진, 논산, 태안, 예산, 서천 3개소, 보령, 홍성, 공주, 청양이 2개소, 금산, 계룡, 부여에 1개소가 설치되어 있음

<표 3> 충남이 운영 중인 도시대기측정망 현황

(2024년 12월 기준)

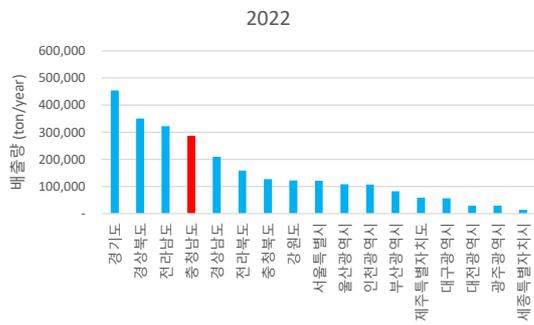
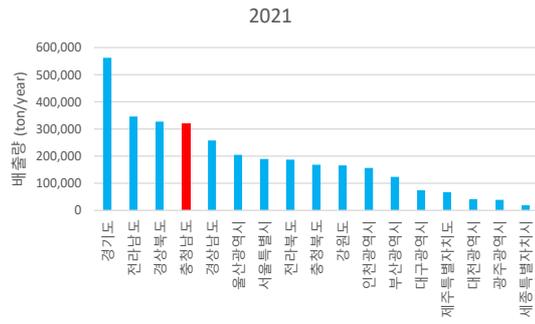
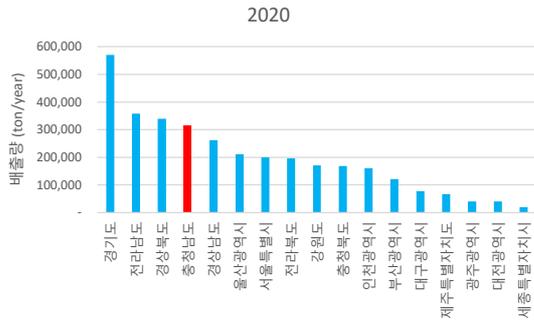
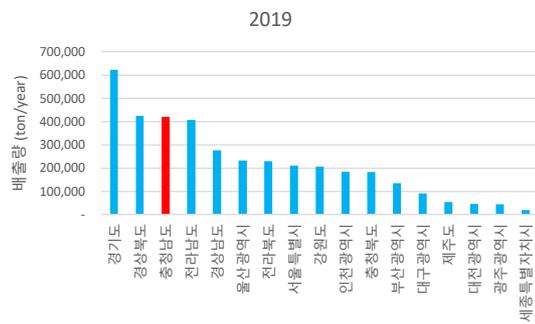
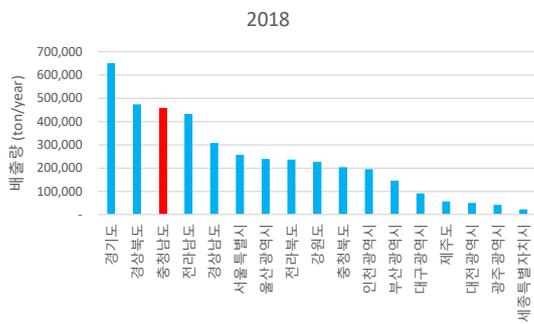
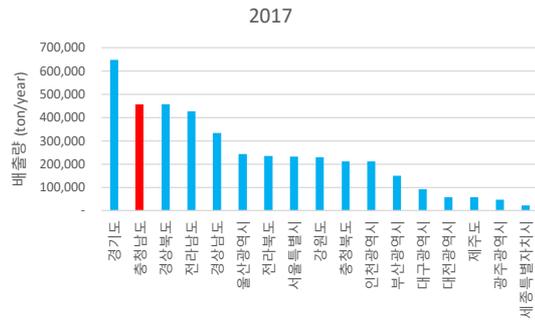
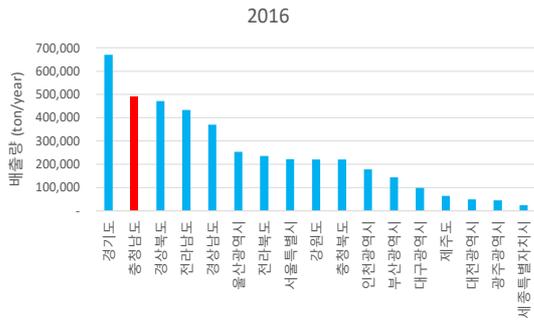
지역	측정소	주소	용도
천안	성황동	천안시 동남구 복자1길 24(성황동 35-13) 문성어린이집	주거
	백석동	천안시 서북구 백석공단1로 20(백석동 555-57)	녹지
	성거읍	천안시 성거읍 천흥리 8길7(천흥산업단지 내 족구장)	공업
	신방동	천안시 동남구 천안천변길 127 맑은물사업소 하수처리장	녹지
당진	당진시청사	당진시 시청1로 1 (당진시청사)	주거
	송산면	당진시 송산면 유곡로 342-27 (공공하폐수처리시설 옥상)	공업
	합덕읍	당진시 합덕읍 합덕리 340-3	녹지
서산	독곶리	서산시 대산읍 독곶1로 94 구)농협지소 옥상	녹지
	동문동	서산시 중앙로 38-1(동문동 915) 서산초등학교 4동 교사	주거
	대산리	서산시 대산읍 충의로 1942 대산종합시장 옥상	상업
	성연면	서산시 성연면 마루들길 15 보건지소 옥상	녹지
아산	모종동	아산시 변영로 224번지 20(모종동 573-2) 아산시보건소	주거
	배방읍	아산시 배방읍 배방로 38(배방읍사무소 옥상)	주거
	도고면	아산시 도고면 기곡리 296-4	상업
	둔포면	아산시 둔포면 중앙공원로 43 중앙공원	공업
	인주면	아산시 인주면 갈매리 1048	공업
	송악면	아산시 송악면 역촌리 40 송악면 행정복지센터 옥상	계획관리
논산	논산	논산시 시민로 389 (취암동행정복지센터 2층옥상)	주거
	연무읍	논산시 연무읍 안심로 50 연무읍사무소 옥상	주거
	성동면	논산시 성동면 산업단지로5길 73-28 논산지방산업단지	공업
태안	이월면	태안군 이월면 분지길 14 (이월면사무소 1층 나동 옥상)	주거
	태안읍	태안군 태안읍 군청6길 (태안군 장애인복지관)	주거
	원북면	태안군 원북면 상리길 17-4 원북면 보건지소 옥상	계획관리
보령	대천2동	보령시 중앙로 142-16 (대천2동 주민센터 옥상)	주거
	주교면	보령시 주교면 울계큰길 396(주교면사무소 옥상)	계획관리
홍성	홍성읍	홍성군 홍성읍 내포로 136번길 29 (느티나무 어린이집 옥상)	주거
	내포	홍성군 홍북읍 홍예공원로 8 보건환경환경연구원 부지 내	녹지
부여	부여읍	부여군 부여읍 사비로 36 (부여읍행정복지센터 옥상)	주거
공주	공주	공주시 봉황로 1 (공주시의회 옥상)	주거
	탄천면	공주시 탄천면 안터새말길 34 안영1리 경로당 옥상	주거

청양	청양읍	청양군 청양읍 칠갑산로 7길 54(청양군 보건의료원 옥상)	주거
	정산면	청양군 정산면 서정리 44 정산커뮤니티센터 옥상	주거
금산	금산읍	금산군 금산읍 비호로 69(금산읍사무소 별관 옥상)	주거
예산	예산군	예산군 예산읍 주교로 64 (예산군청 별관 옥상)	주거
	삼교읍	예산군 삼교읍 두리3길 33 삼교읍 행정복지센터 옥상	주거
	고덕면	예산군 고덕면 오추리 869 (예당일반산업단지)	공업
계룡	엄사면	계룡시 엄사면 번영7길 17 (엄사도서관 옥상)	주거
서천	서천읍	서천군 서천읍 서천로 14번길 20 (서천읍 문예의전당 주차장)	주거
	서면	서천군 서면 서인로 761 (서면보건지소 옥상)	계획관리
	장항읍	서천군 장항읍 장산로 297 한국철도시설공단 부지 내	상업

## 04 배출량 변화 추이

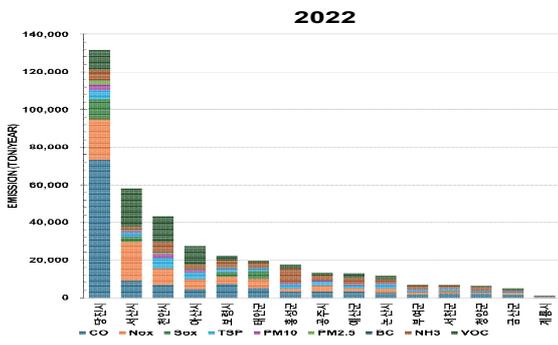
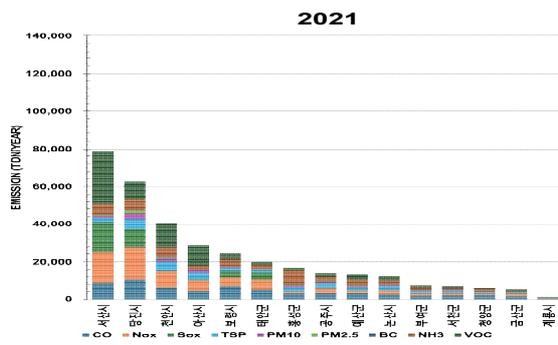
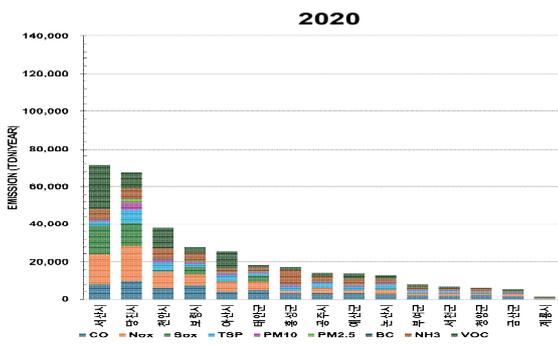
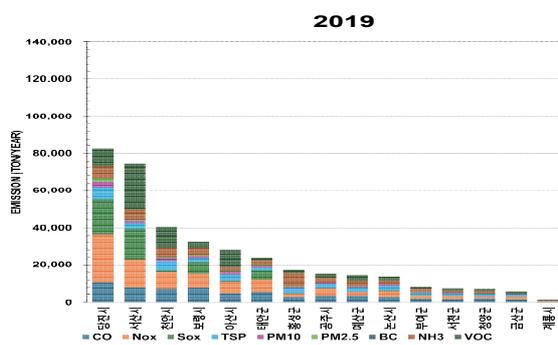
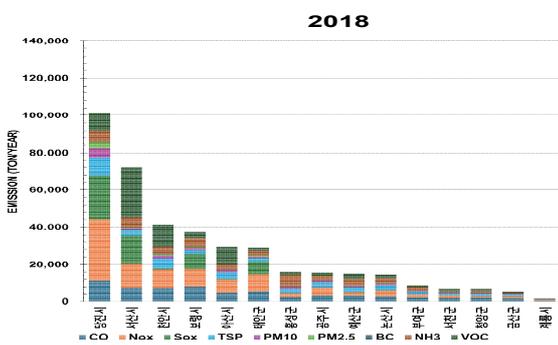
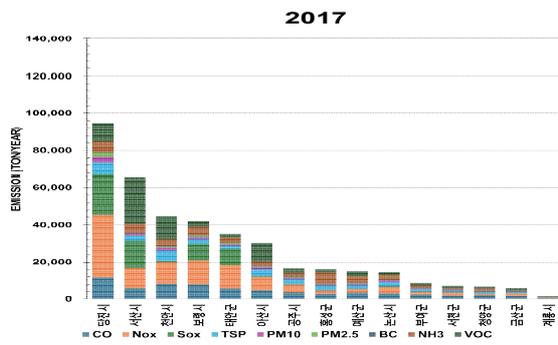
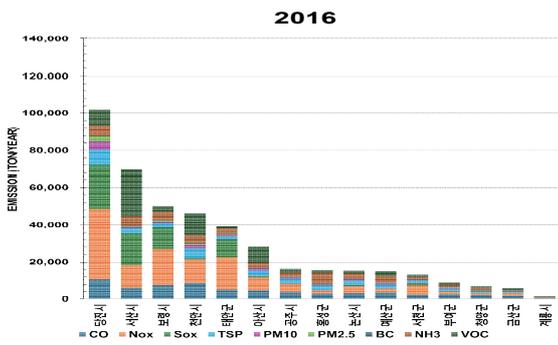
### 1. 전국 및 충청남도의 대기오염물질 배출량 변화 추이

- 그림 3은 v6.0으로 산정하기 시작한 2016년부터 2022년까지 전국 시도별 배출량 자료임
- 2016년 전국 1위 대기오염물질 배출지역은 경기도로 연간 670,475톤을 배출하였고, 충청남도는 그 뒤를 이어 490,389톤으로 2위를 차지함
- 2017년까지 2위를 차지하던 충청남도의 배출량 순위는 2018년 경기도, 경상북도에 이어 3위로 한 단계 낮아졌고, 2019년 역시 3위를 유지
- 2020년에는 경기도, 전라남도, 경상북도에 이어 4위를 차지함. 이후 경상북도와 전라남도가 번갈아가며 2, 3위를 차지하였고, 충청남도는 4위 유지
- 2016년 대비 2022년 전국 대기오염물질 배출량은 1,554,699톤 감소하였고, 이는 37.1% 감축된 양임
- 지역별로는 울산이 57.5%를 감축하여 가장 큰 감축율을 보였고, 서울 45.6%, 강원도 44.2%, 경상남도 43.5% 감축율을 보임. 충청남도는 41.9%가 감축된 것으로 나타남
- 2016년부터 충청남도의 연감 감축율은 2016년에서 2017년 사이 6.7% 감축하였고, 2018년 0.1%, 2019년 8.6%, 2020년에는 가장 높은 24.3%의 감축율을 보임. 2020년 매우 높은 감축율을 보인것은 전 세계적으로 나타난 코로나19에 따른 산업활동 둔화에 따른 영향인 것으로 판단됨
- 2021년 -1.3%, 2022년 11.1%의 감축을 보임



<그림 3> 전국 대기오염물질 배출량 변화 추이

- 그림 4는 충청남도 내 15개 시군을 대상으로 2016년부터 2022년까지 배출량 변화를 나타낸 것임. 대형배출시설이 다수 위치해 있는 충청남도 내에서도 당진은 제철소와 석탄화력발전소가 동시에 입지해 있고, 서산은 대산석유화학단지가 서천, 보령, 태안은 석탄화력발전소가 위치하고 있음
- 천안과 아산은 충남의 220만 인구 중 약 100만에 가까운 인구가 밀집되어 있는 충남 최대 도시지역임
- 당진은 앞서 언급한 것처럼 제철소와 석탄화력발전소가 동시에 입지해 있어 전통적으로 가장 높은 대기오염물질 배출기여도를 보여왔음. 2016년부터 2019년까지 1위를 차지하다가 2020년 서산이 1위를 차지하게 됨
- 충청남도는 대형배출사업장을 대상으로 자발적 감축협약을 맺고 지속적인 대기오염물질 배출저감 정책을 진행해 왔으며, 2020년부터 전국적으로 확대, 적용된 총량관리제도 추진으로 주요 대기오염물질(TSP, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>)의 배출 저감이 가시적으로 나타남
- 대기오염물질 배출량 기준 3종 이상의 사업장을 대상으로 부착되어 운영 중인 TMS 자료를 보더라도 도내 대형배출시설들의 배출량이 최근 수년간 50% 가까이 감축된 것을 확인 수 있음
- 정책적 효과로 당진의 배출량이 감소한 가운데 서산은 주요 배출물질이 VOCs로 배출저감이 눈에 띄게 나타나지 않으면서 2020년 기여도 1위를 서산이 차지하게 되었으며, 2021년까지 유지하게 됨
- 총량관리제도에 의해 TSP, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>의 배출량이 가시적으로 감소한 것에 반해 VOCs에 대한 감축정책이 미비하여 관련 개선효과가 나타나지 않으며 배출기여도 순위가 바뀐 것으로 판단됨
- 하지만 가장 최근인 2022년 다시 당진의 배출량이 2021년 대비 2배 가까이 급증하면서 1위를 차지하게 됨
- 이는 2022년 CAPSS 배출량 산정시 산정체계에서 누락 배출원에 대한 추가와 배출계수 및 활동도 산정방법이 개선됨에 따라 당진시(제철소) 배출량 추가되면서 나타난 결과로 판단됨



<그림 4> 충청남도의 시군별 대기오염물질 배출량 변화 추이

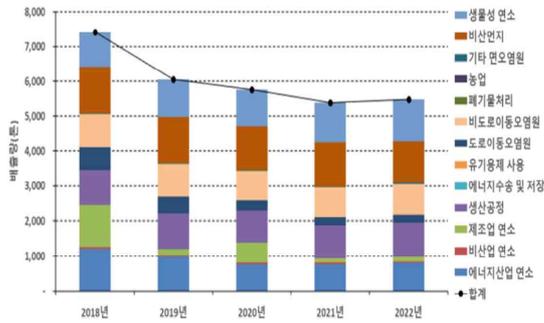
## 2. 2022년도 충남의 대기오염물질 배출 특성

- 2022년 기준 충청남도의 대기오염물질 배출량을 표 3에 나타냄
- 오염물질별로는 CO가 123,759톤으로 가장 높은 배출량을 보였으며, NO<sub>x</sub> 77,411톤 VOCs 70,589톤, NH<sub>3</sub> 39,197톤, TSP 32,65톤, SO<sub>x</sub> 21,062톤, PM<sub>10</sub> 12,348톤, PM<sub>2.5</sub> 5,488톤, BC 867톤 순으로 나타남
- PM<sub>2.5</sub>에 대한 부분별 배출기여도는 비산먼지 22.0%, 생물성연소 21.8%, 생산공정 17.6%, 비도로이동오염원 15.9%, 에너지산업연소 14.5% 임
- PM<sub>10</sub>은 비산먼지가 57.4%로 가장 높은 기여도를 보였고, 생물성연소 11.8%, 생산공정 10.8%, 에너지산업연소 8.1%, 비도로이동오염원 7.7% 순으로 나타남
- SO<sub>x</sub>의 경우 에너지산업연소 63.8%, 생산공정 19.1%, 제조업연소 12.3% 등 3개 부문에서 전체 95% 이상의 배출기여율을 보임
- NO<sub>x</sub>는 제조업연소 24.4%, 도로이동오염원 22.9%, 비도로이동오염원 18.5%, 에너지산업연소 17.1%, 생산공정 10.3%로 에너지 제조업과 도로/비도로부문에서 전체 93.2%를 배출
- NH<sub>3</sub>는 농업에서 압도적으로 높은 81.7%의 배출율을 보였고, 생산공정 15.5%로 확인됨
- VOCs는 유기용제 사용 42.3%, 생산공정 29.0%, 생물성연소 10.2%로 대부분 유기화학공정에서 배출되는 것으로 확인됨
- CO는 에너지산업연소 36.9%, 제조업연소 26.1%, 생물성연소 19.1% 등 3개의 연소부문에서 전체 배출량의 82.1%를 배출함
- BC는 비도로오염원 46.1%, 생물성연소 24.6%, 도로이동오염원 15.5% 등 상위 3개 부문에서 전체 배출량의 86.2%를 차지함
- 그림 5는 2018년부터 2022년까지 대기오염물질의 부분별 배출량 변화추이를 나타낸 것임
- 총량관리제도와 자발적 감축협약 등 국가와 지자체의 대기질 개선정책으로 주요 오염물질인 PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>의 배출량은 전반적으로 감소하는 추세를 보임

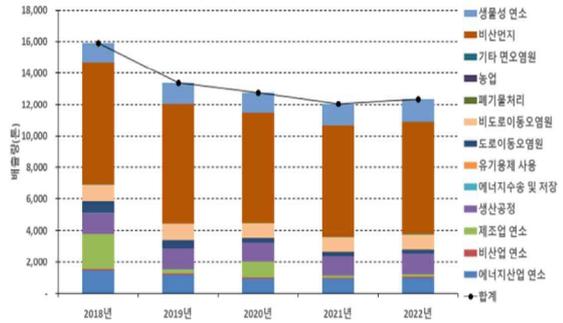
- CO의 경우 앞서 주요 오염물질 대비 증감폭이 매우 미미하지만 2022년 신규 누락 배출원이 추가되면서 급격한 증가를 보임
- 반대로 주요 오염물질 대비 NH<sub>3</sub>와 VOCs의 경우 소폭 증가하거나 증감을 반복하고 있어 이에 대한 대책 마련이 필요한 것으로 확인되었음

<표 4> 충청남도의 2022년 대기오염물질 배출량 및 기여도(단위: ton/year)

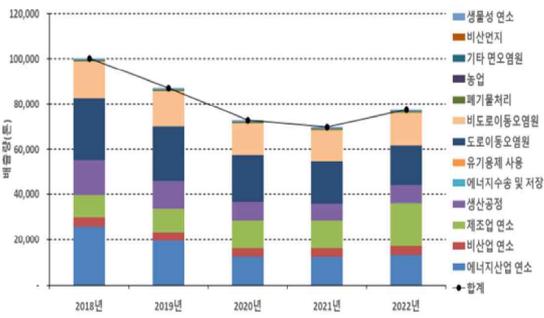
	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	VOCs	NH <sub>3</sub>	CO	BC
합계	32,655	12,348	5,488	21,062	77,411	70,589	39,197	123,759	867
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
에너지	1,046	996	796	13,432	13,227	1,523	246	45,720	57
산업연소	3.2%	8.1%	14.5%	63.8%	17.1%	2.2%	0.6%	36.9%	6.5%
비산업	67	60	46	461	3,921	126	74	1,803	9
연소	0.2%	0.5%	0.8%	2.2%	5.1%	0.2%	0.2%	1.5%	1.1%
제조업연소	233,	183	140	2,590	18,853	600	150	32,280	37
	0.7%	1.5%	2.5%	12.3%	24.4	0.8%	0.4%	26.1%	4.3%
생산공정	2,146	1,333	966	4,024	7,963	20,500	6,057	3,846	3
	6.6%	10.8%	17.6%	19.1%	10.3%	29.0%	15.5%	3.1%	0.3%
에너지수						2,445			
송 및 저장						3.5%			
유기용제						29,858			
사용						42.3%			
도로	241	241	222	16	17,749	1,237	112	7,404	135
이동오염원	0.7%	2.0%	4.0%	0.1%	22.9%	1.8%	0.3%	6.0%	15.5%
비도로	946	946	874	393	14,331	3,167	10	8,339	399
이동오염원	2.9%	7.7%	15.9%	1.9%	18.5%	4.5%	0.03%	6.7%	46.1%
폐기물처리	14	10	8	137	480	3,888	1	125	0.1
	0.04%	0.1%	0.1%	0.7%	0.6%	5.5%	0.003%	0.1%	0.01%
농업							32,014		
							81.7%		
기타	53	34	30		15	72	531	587	2
면오염원	0.2%	0.3%	0.6%		0.02%	0.1%	1.4%	0.5%	0.3%
비산먼지	53	34	1,208		15	72	531	587	2
	0.2%	0.3%	0.6%		0.02%	0.1%	1.4%	0.5%	0.3%
생물성연소	3,219	1,454	1,197	8	872	7,172	2	23,657	214
	9.9%	11.8%	21.8%	0.04%	1.1%	10.2%	0.004%	19.1%	24.6%



(a) PM<sub>2.5</sub>



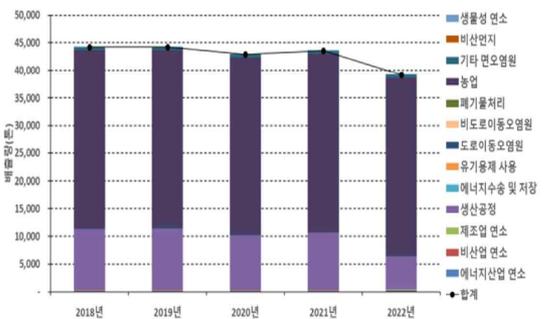
(b) PM<sub>10</sub>



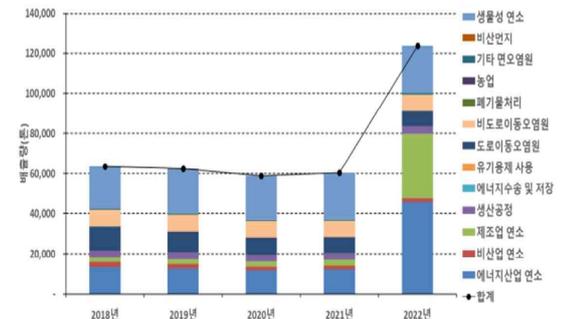
(c) NO<sub>x</sub>



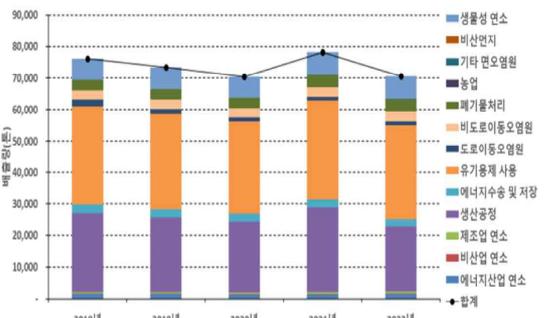
(d) SO<sub>x</sub>



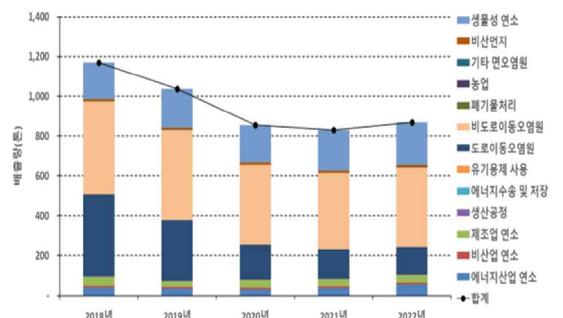
(e) NH<sub>3</sub>



(f) CO



(g) VOCs



(h) BC

<그림 5> 2018~2022년까지 오염물질별, 부문별, 배출량 변화 (환경부, 2025)

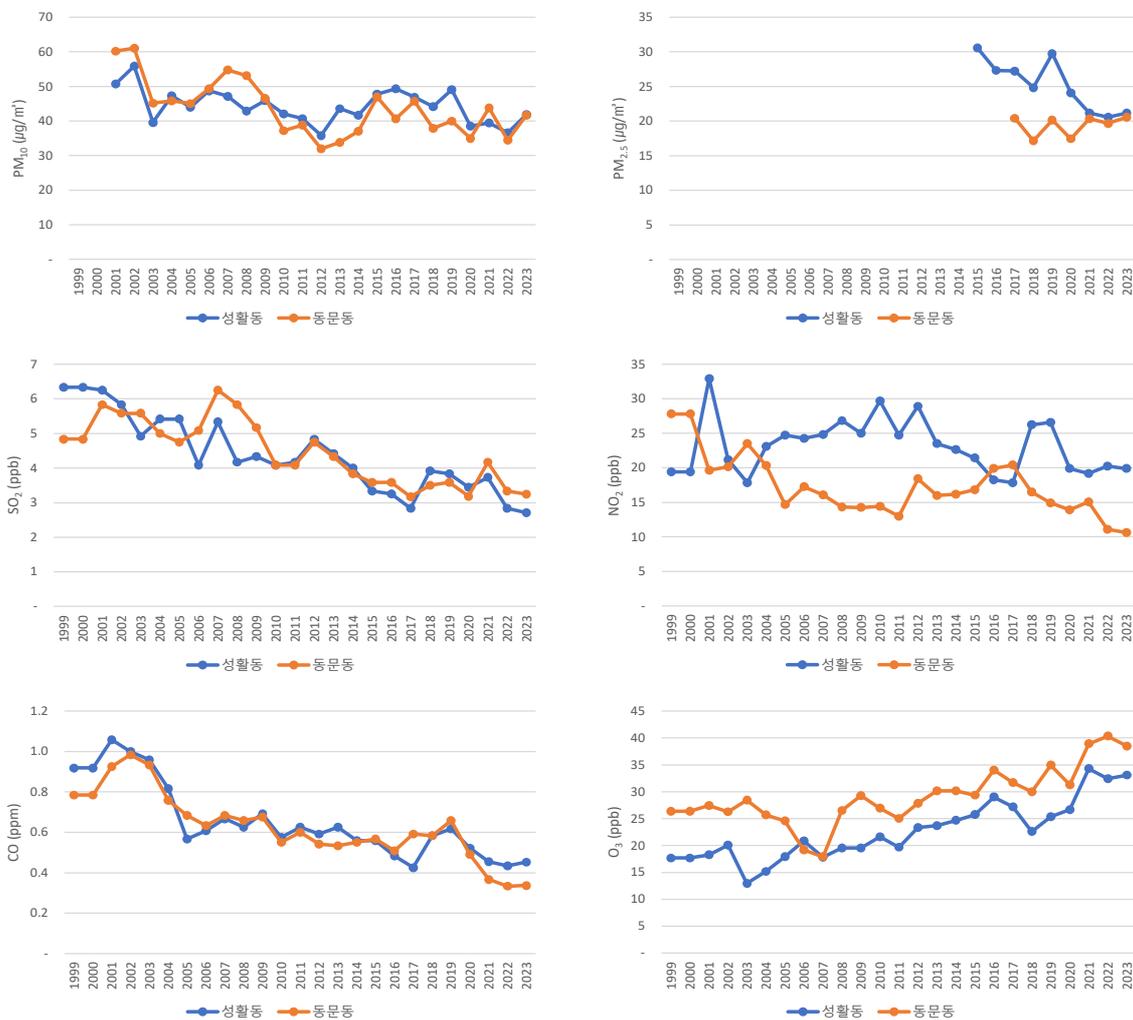
## 05 농도 변화 추이

### 1. 충청남도의 장기 농도변화

- 도시대기측정망 중 해당 지역의 장기 농도변화 특성과 대기질 개선 정책 효과분석을 위해 추이측정소를 운영하고 있음
- 2024년 12월 기준 전국에 추이측정소는 총 52개소가 운영 중에 있으며, 충남의 경우 천안 성황동 측정소와 서산 동문동 측정소가 이에 해당됨
- PM<sub>10</sub>의 경우 2001년 첫 측정이 시작되었고, 측정 초기 농도는 성황동 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 동문동 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었음. 이후 꾸준히 감소하여 2003년도에 현재 연평균 환경기준인 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 내려왔으며, 가장 최근인 2023년에는 성황동과 동문동 모두 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준으로 확인됨
- 측정 초기부터 2012년까지는 꾸준한 감소세를 보였으나 이후 농도의 증감이 반복되며 정체되고 있는 것으로 나타남
- PM<sub>2.5</sub> 농도 측정은 성황동에서 2015년, 동문동은 2017년 시작되었으며, 측정 첫해인 2015년 성황동의 농도는 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었음
- 추이측정소 2곳 모두에서 측정결과가 조사된 2017년 PM<sub>2.5</sub>의 농도는 성황동 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 동문동 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 성황동 대비 동문동의 농도가 낮게 나타났다
- 이후 두 곳 모두 꾸준히 농도가 감소하여 가장 최근인 2023년 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 동일한 농도를 보임
- 하지만 연평균 농도 기준인 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 달성하기 위해 많은 감축 노력이 필요한 것으로 나타남

- SO<sub>2</sub>는 1999년 성황동 6 ppb, 동문동 5 ppb로 시작하여 가장 최근인 2023년 3 ppb 수준으로 50%에 가까운 개선 효과를 보이고 있음
- 도시대기측정망에서 운영 중인 측정장비의 측정한계치가 1 ppb인 점을 감안하면 뚜렷한 개선 효과를 보인 것으로 판단됨
- NO<sub>2</sub>는 1999년 측정시 성황동 19 ppb, 동문동 28 ppb로 동문동이 압도적으로 높은 농도를 보였음. 이는 서산에 위치한 대산석유화학단지의 영향인 것으로 판단됨
- 성황동의 경우 2001년 33 ppb로 급격한 농도 증가를 보인후 2003년까지 감소 후 다시 증가추세로 돌아서 지속적으로 증가하다가 2012년 이후 다시 감소하는 경향을 보임. 가장 최근인 2023년 농도는 20 ppb 임
- 동문동의 경우 측정 초기에는 28 ppb로 성황동 대비 높은 수준이었으나 2011년까지 꾸준히 감소하여 대부분 성황동보다 낮은 농도를 유지하고 있음. 일부 구간(2016, 2017년)에서 성황동보다 높은 농도를 보였으나 2023년 농도는 11 ppb로 성황동의 절반 수준으로 나타남
- NO<sub>2</sub>의 연평균 기준은 30 ppb로 2011년 이후 연평균 기준을 만족하는 것으로 확인됨
- CO는 측정 초기인 1999년 성황동과 동문동의 농도는 각각 0.9 ppm, 0.8 ppm 이었으나 꾸준한 감소를 통해 2023년 농도는 각각 0.5 ppm, 0.3 ppm으로 초기 대비 50% 이상의 농도 감소를 보였음
- CO의 경우 연평균 기준은 없는 상태에서 8시간 평균이 9 ppm인 점을 감안한다면 매우 낮은 수치이며, 앞서 SO<sub>2</sub>와 마찬가지로 측정한계치가 0.1 ppm인 점을 감안한다면 농도 관측 필요성이 적어지고 있는 것으로 판단됨
- 현재 환경부에서 고시하고 있는 <대기환경측정망 설치·운영 지침> 역시 신규 측정망 설치시 SO<sub>2</sub>와 CO의 경우 선택적으로 설치하도록 되어 있어 두 물질에 대한 모니터링 필요성은 점차 감소하고 있는 것으로 확인됨
- O<sub>3</sub>의 경우 1999년 성황동 18 ppb, 동문동 26 ppb로 시작 후 지속적으로 증가하여 2023년에는 각 측정소 농도가 33 ppb와 38 ppb로 초기 대비 2배에 가까운 농도를 보이고 있음

- 지속적인 대기질 관리 정책을 통해 주요 오염물질들이 감소 또는 정체 추세에 있는 것에 반해 O<sub>3</sub>의 경우 지속적인 농도 증가를 보이고 있으며, 특히 내륙보다 해안가에 위치한 동문동의 농도 증가 폭이 더 큰 것을 알 수 있음
- 지속적으로 증가하고 있는 O<sub>3</sub>에 대한 관리 필요성이 증가함에 따라 국가 차원의 O<sub>3</sub> 대책 마련을 위한 R&D가 수립되어 추진되고 있으며, 서울과 충남 지역에서 지역 현황과약을 위한 연구가 일부 수행되고 있음



<그림 6> 충남 내 추이측정소의 연도별 농도변화

## 2. 시군별 농도변화 추이

- 그림 7은 충청남도 내 운영 중인 측정망을 대상으로 1999년부터 가장 최근 확정자료인 2023년까지 환경기준물질에 대해 연간 오염도 변화를 나타낸 것임
- PM<sub>2.5</sub>의 경우 2015년부터 환경기준물질로 편입되면서 측정이 시작되었고, 충남에서는 천안에서 2015년 처음 시작하여 2017년부터 계룡, 서천을 제외한 13개 시군에서 측정자료가 확보되었고, 2018년부터 모든 시군에서 자료가 생산되기 시작함
- PM<sub>2.5</sub>를 제외한 5개 물질의 경우 추이 측정소가 운영 중인 천안, 서산을 시작으로 측정을 시작하였고, 서산은 1999년부터, 천안은 2001년부터 측정자료가 기록되기 시작함. 2004년 당진, 2007년 아산의 측정자료가 추가되어 4개 시에서 자료 생산이 진행되다가 PM<sub>2.5</sub>와 마찬가지로 2018년부터 15개 모든 시군에서 자료 생산이 진행됨
- 충청남도의 연평균 농도는 해당연도에 충남 내 운영 중인 측정소에서 생산된 모든 측정값의 산술평균으로 나타냄
- PM<sub>2.5</sub>의 경우 가장 최초 측정연도인 2015년의 경우 도내 측정소가 천안만 위치하고 있어 천안의 농도가 충남 전체 평균농도로 환산되며, 이때 초기 농도는 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  임
- 2016년 역시 천안만 측정소가 운영되었으며, 연평균 농도는 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 소폭 낮은 농도를 보였고, 2017년에는 계룡, 서천을 제외한 13개 시군에서 농도가 산정되기 시작하였으며, 농도는 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 3년 연속 농도가 개선되고 있는 것으로 나타남
- 2018년부터는 15개 시군에서 자료가 수집되어 일정 수준 충남 전체를 대표할 수 있는 농도가 산정되기 시작하였고, 2018년 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 시작으로 2019년 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 소폭 증가하였다가 가장 최근인 2023년 기준 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인됨
- 15개 시군 모두에서 측정값이 산정되기 시작한 2018년부터 6년간 평균농도를 보면 아산이 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높은 농도를 보였고, 당진 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,

천안 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, 예산 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 홍성, 공주, 청양 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 보령, 부여, 금산 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 서산, 논산, 서천, 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 계룡 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 태안 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타남

- PM<sub>10</sub>의 경우 가장 최초 측정자료는 1999년 서산에서 측정된 자료로 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 2000년 역시 동일 농도(54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 수준으로 확인됨
- 2001년 천안의 농도가 추가되면서 천안과 아산에서 각각 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 충남 평균농도는 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, 1999, 2000년과 유사한 수준으로 확인됨
- 2002년 천안과 서산의 평균농도는 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 이는 충남 지역 내에서 측정된 연평균 농도 중 가장 높은 농도임
- 이후 충남의 PM<sub>10</sub> 농도는 증감을 반복하다가 2008년 이후 꾸준히 감소함. 2009년 이후 연평균 농도가 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하로 유지되기 시작하였고, 2022년 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 최저 농도를 보였으나, 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하로는 내려가지 못하고 있음
- 지역별 최근 6년간(2018~2023) PM<sub>10</sub> 평균농도는 당진이 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높은 것으로 확인되었고, 아산 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 천안 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 PM<sub>2.5</sub>에서 가장 높은 순위에 있던 3개 시에서 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 넘는 농도를 보임
- 예산, 논산 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 홍성, 부여 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 서산, 태안, 보령, 공주 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 청양, 금산, 서천 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났고, 계룡이 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub> 기준 계룡의 공기질이 충남 중 가장 좋은 지역으로 확인되었음
- SO<sub>2</sub>는 추이 측정소인 천안, 서산에서 1999년부터 측정되었으며, 1999년부터 2002년까지 충남 연평균 농도는 6 ppb로 나타남. 이후 측정소가 추가되면서 2003년부터 2012년까지 4~5 ppb 수준을 유지하다가 2013년부터 가장 최근인 2023년까지 3~4 ppb 수준을 유지하고 있음
- 지역별 최근 6년간 SO<sub>2</sub> 농도는 당진이 5 ppb로 가장 높은 농도를 보였고, 서산, 아산, 보령, 예산에서 4 ppb, 나머지 10개 시군은 3 ppb 수준이었음
- NO<sub>2</sub>는 1999년, 2000년 천안과 서산에서 각각 19 ppb와 24 ppb로 충남 평균 22 ppb로 나타났으며, 2001년 서산이 16 ppb로 감소한 반면 천안은

- 33 ppb로 높은 증가를 보였음. 이후 충남 평균 NO<sub>2</sub> 농도는 감소추세로 접어들어 2006년 16 ppb로 순간 최저농도를 보인 후 다시 증가함
- 2012년 20 ppb로 구간 정점을 찍은 이후 감소추세로 전환하였고, 가장 최근인 2023년엔 11 ppb로 1999년 대비 50% 수준으로 나타남
  - 최근 6년 평균 농도는 천안이 19 ppb로 가장 높은 농도를 보였고, 아산 15 ppb, 당진, 계룡 14 ppb, 서산, 논산 13 ppb, 부여 12 ppb, 홍성, 금산, 예산 11 ppb, 태안, 보령, 공주 10 ppb, 서천 9 ppb, 청양 8 ppb로 나타나 단순 농도만으로는 PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> 대비 지역 내 편차가 큰 것으로 확인되었음
  - CO는 배출원이 불완전 연소에 의한 배출이고, 다른 물질대비 대기 중 체류시간이 짧은 편으로 알려져 있음. 환경기준물질로 연평균기준은 없고, 8시간 평균으로 9 ppm으로 관리되고 있음(시간평균기준은 25 ppm)
  - 1999년 천안과 아산의 CO 농도는 0.9 ppm으로 연평균 기준으로 봤을 때 매우 낮은 수준으로 나타났으며, 이후 꾸준히 감소하여 2023년 연평균 농도는 0.4 ppm으로 측정 초기 대비 50% 이상의 개선 효과를 보임
  - CO의 경우 국립환경과학원에서 고시하고 있는 <대기환경측정망 설치·운영>에 따르면 신규 측정망 설치시 SO<sub>2</sub>와 더불어 선택적으로 설치할 수 있도록 권고하고 있는데 이는 현재 대기 중 CO와 SO<sub>2</sub>의 농도 수준이 관리 필요성 감소로 이어진 결과임
  - O<sub>3</sub> 역시 CO와 더불어 연평균 기준농도가 존재하지 않으며, 8시간 평균 60 ppb, 시간평균 100 ppb의 기준을 가지고 있음
  - 1999년 측정시 충남의 연평균농도는 23 ppb로 8시간 평균기준보다 낮은 수준이었고, 가장 최근인 2023년 역시 35 ppb로 기준치보다 낮은 수치임
  - 하지만 환경기준물질로 지정된 6개 물질 중 지속적인 개선정책에도 불구하고 유일하게 농도가 증가 추세에 있으며, 충남 기준 54% 증가 한 것으로 나타나고 있음
  - 상층의 O<sub>3</sub>은 태양 등 외부로부터 유입되는 유해광선을 차단하여 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있지만, 지표 부근의 O<sub>3</sub>은 피부 노화, 각막 손

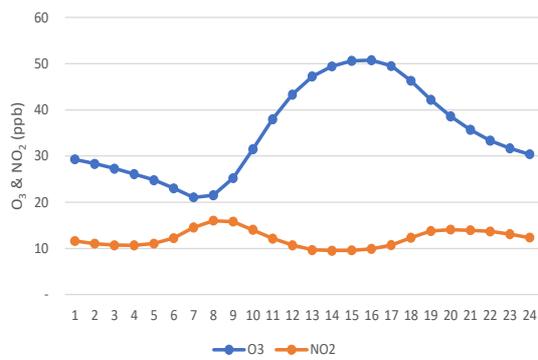
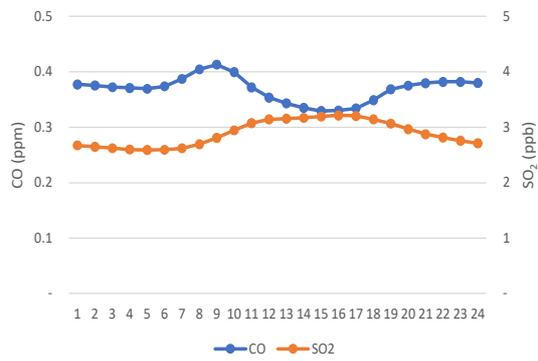
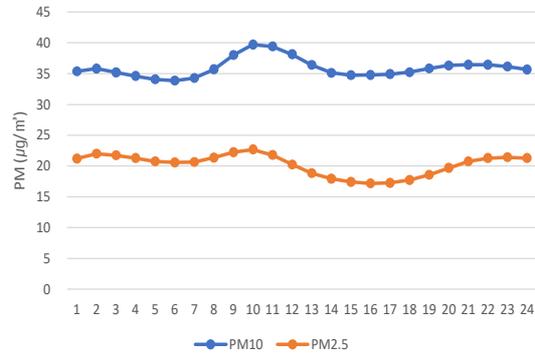
- 상, 농식물 생육 장애 등을 야기할 수 있어 관리 필요성이 증가하고 있음
- 환경부에서 고시한 “제3차(2023~2032) 대기환경개선 종합계획”에서 PM<sub>2.5</sub>와 더불어 O<sub>3</sub>을 주요 목표 물질로 지정하고 있음(환경부, 2022)
  - 특히 내륙보다 해안에서 발생이 좀 더 잘 이루어지고, 특히 충남의 경우 전구물질로 알려져있는 NO<sub>x</sub>와 VOCs의 배출시설이 다수 위치하고 있어 향후에는 1차 배출원 관리보다 2차 생성물질에 대한 전구물질 관리로 대기 오염 관리정책의 전환이 필요함



<그림 7> 충남 시군별 대기오염물질 농도 변화 추이

### 3. 오염물질별 오염도 일변화 특징

- 그림 8은 2022년에 측정된 충남 내 측정망 정보를 오염물질별 일변화 패턴을 나타낸 것임
- PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>는 유사한 패턴을 보이고 있음. 새벽 2시를 기점으로 농도가 일정 수준을 유지하다가 7시 이후 증가하기 시작하여 10시경 최대 농도를 보인후 다시 감소함. 18시 이후 소폭 증가하여 일정 농도를 유지하는 것으로 확인됨
- O<sub>3</sub>은 0시 이후 감소를 보이다가 8시경 농도가 급격히 증가 후 15~16시경 최대 농도를 보임. 하루 중 최대농도가 15~16시인 이유는 우리나라 시간 기준이 일본의 동경을 대상으로 산정되다 보니 1시간의 시간 차이가 발생하고, 이로 인해 정오가 12시가 아닌 13시경에 확인됨. 이때 최대값을 보이는 복사강제력으로 O<sub>3</sub> 생성반응이 발생하면서 정오보다 늦은 시간대 최대 농도가 보이는 것으로 알려져 있음
- NO<sub>2</sub>는 도심지역 대표적인 자동차 기인 오염원으로 알려져 있으며, 차량 운행에 따른 영향이 큰 물질임
- 전반적인 농도변화 패턴은 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub>와 유사하게 나타나고 있으며, 주로 출퇴근시간대 높은 농도를 보임. 오후 퇴근시간보다 오전 출근시간대 농도가 더 높게 나타나는 것은 새벽시간대 생성된 낮은 혼합고의 영향과 퇴근시간대 대비 출근시간대 밀집되는 차량 이동 특징에 기인한 것임
- CO와 SO<sub>2</sub>는 그림상으로는 일변화 양상이 나타나는 것으로 보일 수 있으나 농도 변화가 CO는 0.1 ppm, SO<sub>2</sub>는 1 ppb 수준에서 나타나고 있어 일변화가 크게 없는 것으로 보임
- 다만 CO의 경우 농도변화가 미미하긴 하지만 PM 및 NO<sub>2</sub> 등과 유사한 패턴을 보여 PM 및 NO<sub>2</sub>에 영향을 주는 물질(자동차 등)에 의한 영향을 일부 받는 것으로 판단됨



<그림 8> 주요 오염물질에 대한 일변화 패턴

## 06 정보 DB 자료

### 1. 정보 DB 구축

- 정책수립과 추진 경과 검토를 위해 배출량과 농도변화에 대한 자료 활용이 필요함. 하지만 이러한 자료들은 지역별, 오염물질별, 부문별로 구분되어 있어 자료의 활용을 위해서는 자료처리 과정에 필요함
- 이에 본 연구에서는 정책기반을 위해 배출량과 농도자료를 가공하여 현장에서 손쉽게 활용할 수 있도록 정보 DB를 구축하였음
- 정보DB는 MS office에서 제공하는 엑셀 시트기반으로 배출량과 농도 2개 시트로 제작되었음

### 2. 배출량 정보 DB

- 배출량 정보 DB는 총 21개 시트(sheet)로 작성되었음
  - 1번 시트 (raw data) : 국가미세먼지정보센터에서 제공하는 배출량 원시자료 (raw data)를 수록. 1열부터 연도, 시도, 시군, 배출 부문, 오염물질, 배출량(톤/연)순으로 구성되어 있음

Year	Sido	Sign	Source	Pollutan	Emission(ton/year)
2016	강원도	강릉시	기타 면오염원	CO	44
2016	강원도	강릉시	도로이동오염원	CO	1,005
2016	강원도	강릉시	비도로이동오염원	CO	1,681
2016	강원도	강릉시	비산업 연소	CO	745
2016	강원도	강릉시	생물성 연소	CO	1,486
2016	강원도	강릉시	생산공정	CO	0
2016	강원도	강릉시	에너지산업 연소	CO	239
2016	강원도	강릉시	제조업 연소	CO	103
2016	강원도	강릉시	폐기물처리	CO	0
2016	강원도	고성군	기타 면오염원	CO	10
2016	강원도	고성군	도로이동오염원	CO	180
2016	강원도	고성군	비도로이동오염원	CO	83
2016	강원도	고성군	비산업 연소	CO	174
2016	강원도	고성군	생물성 연소	CO	502
2016	강원도	고성군	제조업 연소	CO	0
2016	강원도	고성군	폐기물처리	CO	1
2016	강원도	동해시	기타 면오염원	CO	20
2016	강원도	동해시	도로이동오염원	CO	412
2016	강원도	동해시	비도로이동오염원	CO	264
2016	강원도	동해시	비산업 연소	CO	511
2016	강원도	동해시	생물성 연소	CO	520
2016	강원도	동해시	생산공정	CO	0
2016	강원도	동해시	에너지산업 연소	CO	518

- 2번 시트 (물질별 비교) : raw data 기반으로 피벗테이블 형태로 제시. v6.0으로 산정·고시된 2016년부터 2022년까지를 대상으로 연도별, 시도별, 오염물질별로 필터별로 클릭하여 정보를 변경하면서 확인할 수 있음

Year	2022	↓													
Sido	충청남도	↓													
합계 : Emission(ton/year)		Sign													
Pollutant	당진시	서산시	보령시	태안군	천안시	아산시	계룡시	공주시	금산군	논산시	부여군	서천군	예산군	정양군	홍성군
CO	73319.37469	9021.746551	7238.606102	4744.066496	6705.665585	4281.233121	232.9139247	3080.497296	1412.578643	2319.234096	1640.498749	1992.648883	3025.902203	1921.671608	2822.407032
Nox	21113.39723	20368.34547	3842.346873	5287.679471	8473.88224	5550.355835	305.1722278	2829.425335	952.6313361	2294.485223	1079.585538	1291.611726	1681.081166	620.8881649	1719.714117
Sox	10841.4695	3087.037468	2409.018128	3921.572425	191.3130797	164.480657	6.27873273	35.89475458	31.56663554	87.52243428	31.20616122	173.4761939	42.23000461	11.07813932	27.93312254
TSP	5464.093502	2230.600746	1630.844039	1091.435129	5789.646892	3432.159983	129.9619922	2465.531575	809.5591278	2319.88636	1210.084332	926.3577248	1822.619891	921.8553983	2410.174787
PM10	2662.942342	982.2642446	692.9171702	581.4335158	2189.569172	1244.98647	39.35127004	677.8802379	264.7616809	625.2173755	327.997694	338.696302	631.2166655	269.2474976	819.5386311
PM2.5	1713.865969	520.4951152	391.1550865	363.7383338	622.7522983	373.0378547	14.57715804	267.177834	100.7684731	197.8751802	129.044408	152.2974728	273.1030947	109.3672024	258.3210574
BC	127.5455734	84.81243457	47.55315199	31.98475246	171.7613665	105.5005753	3.33247018	48.1676887	19.73350883	42.03137938	27.83903546	23.048955	59.90068547	20.61813813	53.35195545
NH3	5867.449756	1511.981942	3398.83331	2249.439318	5117.505066	2143.775511	61.04449397	2280.039563	339.7229042	2027.434854	1491.891993	1005.23159	3027.710997	1302.140572	7372.424224
VOC	10372.15318	20665.86821	2781.213089	1305.456624	14175.20663	9966.19503	260.1809336	1604.483569	862.5285029	1747.359251	854.2617833	847.4811016	2528.164124	682.5028581	1935.675186

- 3번 시트 (전국 시도별 비교) : 2번 시트와 마찬가지로 피벗테이블 형태로 제시하였으며, 광역시도별, 연도별 배출량 정보를 볼 수 있도록 구성

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Pollutant	(모두)						
2	Source	(모두)						
3								
4	합계 : Emission(ton/year)	Year						
5	Sido	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
6	강원도	225,630	225,900	217,212	210,114	182,235	178,290	189,004
7	경기도	719,180	691,362	666,400	632,041	607,687	601,005	596,784
8	경상남도	386,398	346,901	317,663	297,763	276,513	271,786	267,027
9	경상북도	413,282	394,190	394,526	373,140	365,165	351,902	441,277
10	광주광역시	48,398	50,910	44,331	45,580	42,941	40,846	38,284
11	대구광역시	104,940	98,318	95,594	95,864	81,409	78,123	78,293
12	대전광역시	51,827	61,270	52,636	46,707	42,523	42,801	41,076
13	바다	169,421	174,109	165,541	174,706	165,990	165,853	153,746
14	부산광역시	158,843	163,312	153,984	141,024	129,920	133,605	123,940
15	서울특별시	238,784	252,708	280,865	218,961	210,890	202,236	174,214
16	세종특별자치시	27,769	23,919	23,048	20,401	21,009	20,018	17,840
17	울산광역시	266,414	254,760	249,291	236,579	215,596	210,383	167,834
18	인천광역시	192,287	219,680	199,517	187,676	168,795	165,181	154,953
19	전라남도	404,088	407,430	403,059	398,317	377,967	365,480	418,229
20	전라북도	227,641	220,767	213,728	220,816	207,735	198,567	190,947
21	제주특별자치도	81,234	75,925	75,752	73,775	70,806	71,579	72,045
22	충청남도	434,028	404,625	401,965	372,023	335,180	338,082	383,375
23	충청북도	222,636	216,342	204,503	190,106	179,845	180,106	181,572
24	총합계	4,372,800	4,282,427	4,159,615	3,935,592	3,682,205	3,615,845	3,690,441

- 4번 시트 (충남 시군별 비교) : 3번 시트와 동일한 구조를 가지며, 행에 15개 시군별로 정리하여 2016년~2022년까지의 배출량 변화를 볼 수 있도록 구성하였음

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Sido	충청남도						
2	Pollutant	(모두)						
3	Source	(모두)						
4								
5	합계 : Emission(ton/year)	열 레이블						
6	행 레이블	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
7	계룡시	1,318	1,311	1,405	1,253	1,316	1,188	1,053
8	공주시	16,370	16,550	15,695	15,353	14,040	13,801	13,289
9	금산군	6,035	6,043	5,697	5,721	5,438	5,272	4,794
10	논산시	15,367	14,604	14,466	13,940	12,798	11,903	11,661
11	당진시	101,758	94,860	101,274	82,625	67,972	62,569	131,482
12	보령시	49,662	42,344	37,472	32,132	27,491	24,149	22,432
13	부여군	8,951	8,842	8,922	8,282	8,055	7,554	6,792
14	서산시	70,206	65,334	72,009	74,538	71,597	78,702	58,473
15	서천군	12,891	7,095	6,950	7,115	7,072	7,191	6,751
16	아산시	28,327	30,429	29,638	28,114	25,425	28,752	27,262
17	예산군	15,065	15,014	15,173	14,641	13,718	13,176	13,092
18	천안시	46,201	44,602	41,256	40,379	38,012	40,594	43,437
19	청양군	6,848	6,700	6,907	6,828	6,520	6,321	5,859
20	태안군	39,427	34,844	29,029	23,689	18,461	20,121	19,577
21	홍성군	15,604	16,054	16,073	17,414	17,266	16,791	17,420
22	총합계	434,028	404,625	401,965	372,023	335,180	338,082	383,375

- 5번 시트 (한국 전체) : 전국을 대상으로 2016년부터 2022년까지 연단위로 행은 오염물질, 열은 부문별로 배출량을 정리하여 제시

연도	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y		
																										2016	2017
1	기타 연소열	SC	14	24	19	45	37	16	241	CO	6,977	246,206	181,420	67,894	234,039	27,340	99,455	89,114	9,900	56,478	148,027	16,849	1,829	15,445	12,349	1,266,837	
2		NOx	6,227	6,656	7,556	10,552	9,865	6,473	40,328	NOx	167	47,946	342,197	231	43,068	24,024	77	112,193	91,750	39,430	24,636	377	403,778	16,362	377	403,778	
3		SOx	12,924	12,948	12,937	12,962	12,957	12,910	12,860	TSP	481	11,019	18,226	108,075	1,728	30,625	12,045	4,299	14,654	6,729	3,981	10,016	274	165,432	4,629	384	69,762
4		PM10	306	491	391	398	399	354	305	2,948	PM10	906	10,109	18,222	98,735	1,502	14,654	6,729	3,981	10,016	274	165,432	4,629	384	69,762		
5		PM2.5	275	388	320	339	499	274	2,657	PM2.5	275	10,109	18,222	98,735	1,502	14,654	6,729	3,981	10,016	274	165,432	4,629	384	69,762			
6		VOC	624	901	737	1,281	1,182	631	6,494	NH3	12,924	192,715	5,068	126	1,453	16	42,978	1,977	888	22	238,648	2,682	111	4	17,236		
7		NH3	192,715	194,322	200,529	209,773	200,140	200,384	202,443	VOC	624	47,960	60,056	27,396	87,826	188,104	4,087	25,392	558,004	2,682	88,421	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
8	농업	BC	6,227	6,523	7,046	7,559	7,184	5,653	17,171	PM2.5	275	192,715	794,914	688,048	492,896	189,437	390,634	442,993	321,214	29,592	558,004	2,682	111	73,742	4,372,800		
9	도매/제조업	CO	345,306	238,984	214,892	176,308	151,788	154,629	121,956	NOx	214	47,946	189,609	62,711	228,022	27,790	62,765	17,295	1,905	895,997	1,977	888	22	238,648			
10		NOx	5,068	4,436	3,322	2,615	2,052	1,706	1,614	SOx	214	237	237	207,327	207,327	77	106,219	77,852	34,769	2,074	276,930	1,977	888	22	238,648		
11		SOx	407,846	436,151	398,250	352,775	309,387	287,479	256,268	TSP	679	9,760	17,888	318,169	1,605	29,851	12,085	4,220	11,122	366	405,800	1,977	888	22	238,648		
12		PM10	1,019	1,760	1,296	6,316	4,059	3,480	3,253	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
13		PM2.5	10,138	18,797	6,277	5,911	3,761	3,218	2,993	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
14		VOC	7,892	7,821	7,610	6,947	6,766	5,990	5,742	BC	24	6,227	7,892	114	174	2,384	16	331	17,236	1,977	888	22	238,648				
15	비도매/제조업	CO	181,430	189,509	189,566	187,298	184,386	176,633	175,274	NH3	12,948	194,322	4,436	129	1,516	15	44,454	1,929	1,037	22	238,648	1,977	888	22	238,648		
16		NOx	126	129	130	121	120	111	110	VOC	901	46,176	63,264	2,831	88,635	188,334	8,189	25,711	863,648	2,682	55,302	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
17		PM10	342,187	341,080	329,728	311,760	295,906	281,784	272,423	PM2.5	275	192,715	794,914	688,048	492,896	189,437	390,634	442,993	321,214	29,592	558,004	2,682	111	73,742	4,372,800		
18		PM2.5	16,440	16,642	16,621	16,045	15,493	14,865	14,576	NOx	214	47,946	189,609	62,711	228,022	27,790	62,765	17,295	1,905	895,997	1,977	888	22	238,648			
19		SOx	43,068	36,597	30,862	37,852	16,468	8,451	6,586	SOx	214	237	237	207,327	207,327	77	106,219	77,852	34,769	2,074	276,930	1,977	888	22	238,648		
20		TSP	18,226	17,985	17,962	17,330	16,706	16,059	15,894	TSP	679	9,760	17,888	318,169	1,605	29,851	12,085	4,220	11,122	366	405,800	1,977	888	22	238,648		
21		PM10	60,056	62,264	64,719	64,119	65,465	64,010	64,907	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
22		PM2.5	114	120	121	121	122	125	125	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
23		VOC	98,735	101,585	103,994	96,532	84,613	96,413	94,090	VOC	901	46,176	63,264	2,831	88,635	188,334	8,189	25,711	863,648	2,682	55,302	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
24		NH3	16,091	16,637	16,655	16,098	16,114	16,480	15,809	NH3	12,948	194,322	4,436	129	1,516	15	44,454	1,929	1,037	22	238,648	1,977	888	22	238,648		
25		TSP	30,071	318,169	314,829	314,816	315,854	322,626	306,230	TSP	679	9,760	17,888	318,169	1,605	29,851	12,085	4,220	11,122	366	405,800	1,977	888	22	238,648		
26		PM10	152	173	184	179	183	183	188	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
27		PM2.5	67,684	62,711	58,189	47,630	41,802	40,896	41,388	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
28		VOC	1,453	1,516	1,548	1,592	1,592	1,599	1,527	VOC	901	46,176	63,264	2,831	88,635	188,334	8,189	25,711	863,648	2,682	55,302	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
29		NH3	89,114	90,098	90,892	85,837	82,593	83,537	85,288	NH3	12,948	194,322	4,436	129	1,516	15	44,454	1,929	1,037	22	238,648	1,977	888	22	238,648		
30		PM10	1,602	1,498	1,303	1,178	1,091	1,008	988	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
31		PM2.5	1,012	966	933	897	816	774	768	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
32		SOx	24,004	20,727	16,588	15,876	9,939	7,841	8,227	SOx	214	237	237	207,327	207,327	77	106,219	77,852	34,769	2,074	276,930	1,977	888	22	238,648		
33		TSP	17,298	16,695	14,741	12,119	11,208	11,061	1,081	TSP	679	9,760	17,888	318,169	1,605	29,851	12,085	4,220	11,122	366	405,800	1,977	888	22	238,648		
34		PM10	2,796	2,796	2,817	2,827	2,808	2,842	2,823	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
35		PM2.5	2,384	2,330	2,134	2,151	2,115	2,183	2,279	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
36		VOC	234,039	226,022	215,862	218,642	216,779	220,482	221,596	VOC	901	46,176	63,264	2,831	88,635	188,334	8,189	25,711	863,648	2,682	55,302	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
37		NH3	16	15	15	15	15	15	15	NH3	12,948	194,322	4,436	129	1,516	15	44,454	1,929	1,037	22	238,648	1,977	888	22	238,648		
38		PM10	8,962	8,248	7,918	8,407	8,316	8,428	8,217	PM10	431	9,760	17,888	101,585	1,406	14,368	6,751	3,928	6,602	258	168,070	1,977	888	22	238,648		
39		PM2.5	14,654	14,368	13,544	13,806	13,661	13,868	14,656	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	
40		VOC	12,153	11,847	11,244	11,482	11,356	11,336	12,250	VOC	901	46,176	63,264	2,831	88,635	188,334	8,189	25,711	863,648	2,682	55,302	1,035,619	1,977	888	22	238,648	
41		PM2.5	77	77	75	75	77	77	78	PM2.5	388	9,760	17,888	16,542	16,557	966	11,947	5,179	2,657	2,659	220	66,974	1,977	888	22	238,648	

- 6번 시트 (충청남도 전체) : 충청남도를 대상으로 2016년부터 2022년까지 연단위로 행은 오염물질, 열은 부문별로 배출량을 정리하여 제시

연도	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M</
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

- 7번~21번 시트 : 5, 6번 시트와 동일한 구조로 가나다 순으로 충남 내 15개 시군의 배출량을 나열

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Source	Pollutant	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016	기타 연오염원	농업	도로이동오염원	도로이동오염원	비산먼지	비산먼지 연소	생활성 연소	생산공정	너지수송 및	자유가용계 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
2	기타 연오염원	BC	0	0	0	0	0	0	0	CO	4	191	21	36	97	3	27	1	9	205	4	11	351
3		CO	4	4	4	4	3	2	4	Nox	0	299	46	79	6	0	0	0	0	0	0	0	495
4		NH3	11	11	11	11	11	11	11	SOx	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10
5		Nox	0	0	0	0	0	0	0	TSP	0	7	3	122	1	10	0	0	0	0	0	0	143
6		PM10	0	0	0	0	0	0	0	PM10	0	7	3	32	1	5	0	0	0	0	0	0	48
7		PM2.5	0	0	0	0	0	0	0	PM2.5	0	6	2	6	1	4	0	0	0	0	0	0	20
8		TSP	0	0	0	0	0	0	0	BC	0	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
9		VOC	0	0	0	0	0	0	0	NH3	11	8	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
10	농업	NH3	8	8	8	43	47	48	48	VOC	0	29	6	161	124	148	1	9	205	4	11	0	282
11	도로이동오염원	BC	4	3	3	2	1	1	1	합계	15	8	548	83	161	124	148	1	9	205	4	11	1518
12		CO	191	185	188	126	110	95	82	2017	기타 연오염원	농업	도로이동오염원	도로이동오염원	비산먼지	비산먼지 연소	생활성 연소	생산공정	너지수송 및	자유가용계 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
13		NH3	4	3	3	2	1	1	1	CO	4	185	20	35	96	3	27	1	9	205	4	11	344
14		Nox	299	286	288	232	213	197	166	Nox	0	286	44	80	6	0	0	0	0	0	0	0	426
15		PM10	7	6	6	4	3	2	2	SOx	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16		PM2.5	6	6	6	3	2	2	2	TSP	0	6	3	114	1	10	0	0	0	0	0	0	134
17		Sox	0	0	0	0	0	0	0	PM10	0	6	3	31	1	5	0	0	0	0	0	0	45
18		TSP	7	6	6	4	3	2	2	PM2.5	0	6	2	6	1	4	0	0	0	0	0	0	18
19		VOC	29	28	26	21	18	17	17	BC	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
20	비도로이동오염원	BC	2	2	6	2	3	2	2	NH3	11	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
21		CO	21	20	55	22	38	25	17	VOC	0	28	6	3	27	1	8	230	0	0	0	0	305
22		NH3	0	0	0	0	0	0	0	합계	16	8	524	79	152	126	147	1	8	230	5	15	1311
23		Nox	46	44	141	48	82	58	39	2018	기타 연오염원	농업	도로이동오염원	도로이동오염원	비산먼지	비산먼지 연소	생활성 연소	생산공정	너지수송 및	자유가용계 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
24		PM10	3	3	9	3	5	5	2	CO	4	158	55	35	89	3	27	1	9	205	4	11	344
25		PM2.5	2	2	8	3	4	3	2	Nox	0	268	141	82	5	0	0	0	0	0	0	0	507
26		Sox	0	0	0	0	0	0	0	SOx	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9
27		TSP	3	3	9	3	5	3	2	TSP	0	6	9	111	1	8	0	0	0	0	0	0	135
28	비산먼지	BC	0	0	0	0	0	0	0	PM10	0	6	9	29	1	4	0	0	0	0	0	0	48
29		CO	32	31	29	38	42	34	29	PM2.5	0	5	8	6	0	3	0	0	0	0	0	0	23
30		PM10	6	6	6	7	7	7	6	BC	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
31		PM2.5	122	114	111	126	130	130	114	NH3	11	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
32		TSP	122	114	111	126	130	130	114	VOC	0	26	14	3	26	1	8	228	0	0	0	0	306
33	비산먼지 연소	BC	0	0	0	0	0	0	0	합계	16	8	474	243	146	127	136	1	8	228	4	15	1405
34		CO	36	35	35	29	26	26	29	2019	기타 연오염원	농업	도로이동오염원	도로이동오염원	비산먼지	비산먼지 연소	생활성 연소	생산공정	너지수송 및	자유가용계 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
35		NH3	1	1	1	1	1	1	1	CO	4	126	22	29	97	0	0	0	0	0	0	0	280
36		Nox	76	80	82	77	76	77	84	Nox	0	232	48	77	6	0	0	0	0	0	0	0	372
37		PM10	1	1	1	1	1	1	1	SOx	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
38		PM2.5	1	1	1	0	0	0	0	TSP	0	4	3	128	1	10	0	0	0	0	0	0	146
39		Sox	6	5	4	3	2	2	2	PM10	0	4	3	38	1	5	0	0	0	0	0	0	50
40		TSP	1	1	1	1	1	1	1	PM2.5	0	3	3	7	0	4	0	0	0	0	0	0	18
41		VOC	3	3	3	3	3	3	4	BC	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
42	생활성 연소	BC	1	1	0	0	0	1	1	NH3	11	43	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	57
43		CO	97	96	89	97	95	96	97	VOC	0	21	7	3	27	0	8	252	0	0	0	0	318
44		NH3	0	0	0	0	0	0	0	합계	16	43	393	87	173	115	149	0	8	252	4	14	1253
45		Nox	6	6	5	6	6	6	6	2019	기타 연오염원	농업	도로이동오염원	도로이동오염원	비산먼지	비산먼지 연소	생활성 연소	생산공정	너지수송 및	자유가용계 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
46		PM10	5	5	4	5	5	5	5	CO	4	126	22	29	97	0	0	0	0	0	0	0	280
47		PM2.5	4	4	3	4	4	4	4	Nox	0	232	48	77	6	0	0	0	0	0	0	0	372
48		Sox	0	0	0	0	0	0	0	SOx	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7

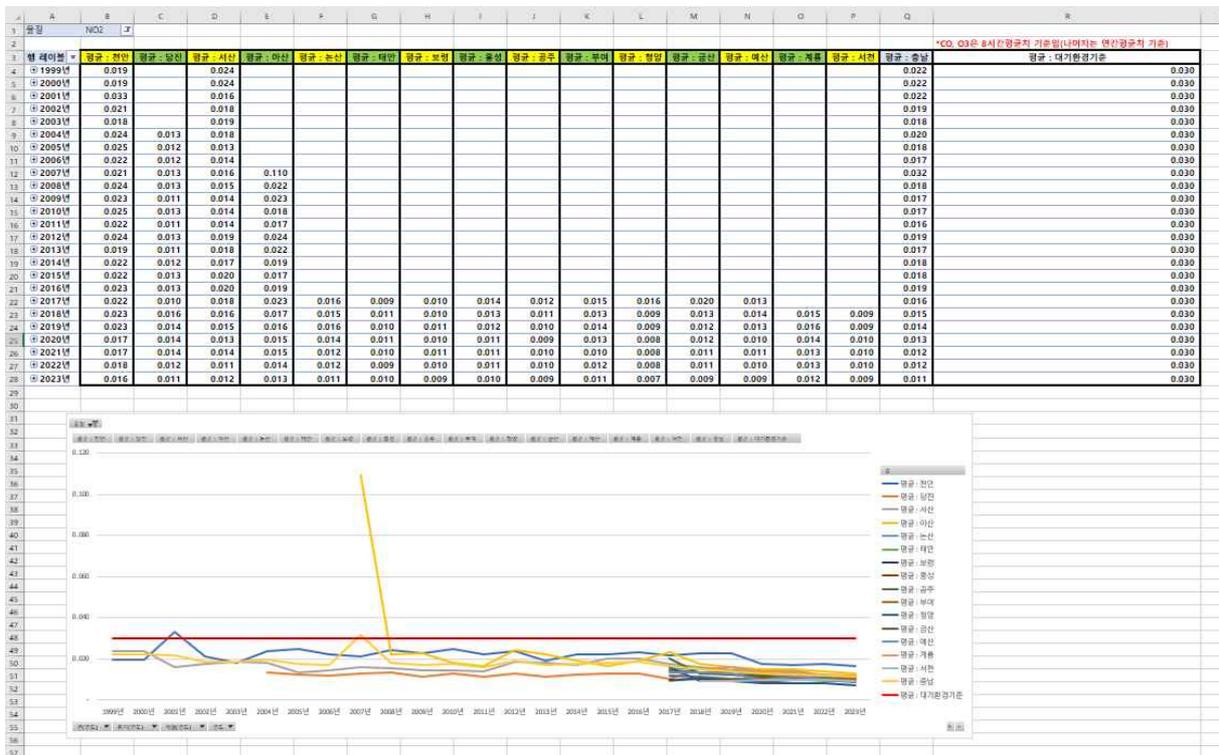
### 3. 농도 정보 DB

○ 농도 정보 DB는 총 9개 시트(sheet)로 작성되었음

- 1번 시트 (AQMS 측정소 정보) : 충청남도(충남보건환경연구원)에서 설치·운영하고 있는 도시대기측정망의 상세 정보를 수록하고 있음. 측정망이 설치된 도시와 측정소 코드, 측정소명, 주소, 위·경도 주소, 기타 변경 이력, 용도 구분 정보가 포함되어 있음



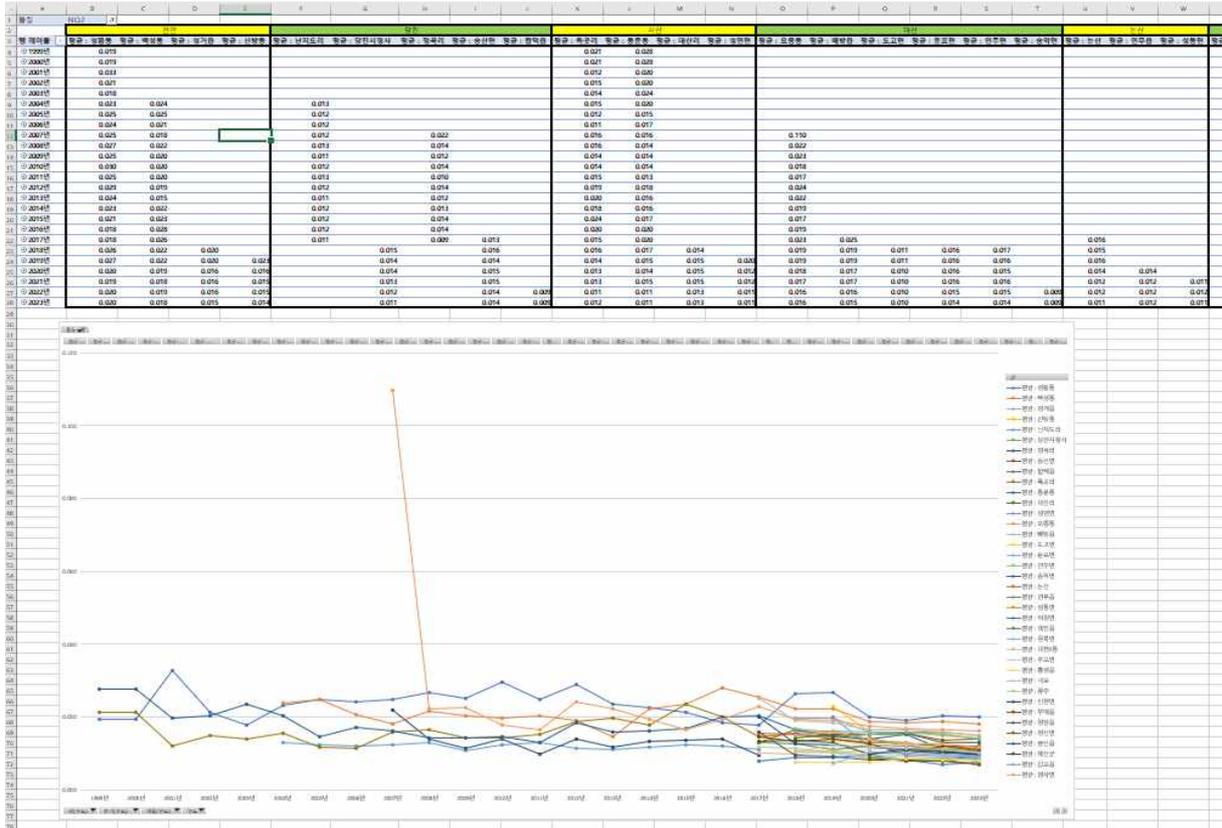
- 3번 시트 (시도별) : 2번 시트를 기반으로 1999년부터 2023년까지 15개 시군과 충청남도의 오염물질별 농도를 확인할 수 있도록 피벗테이블 형태로 제시함. 피벗테이블 아래에는 연간 농도변화를 가시적으로 확인할 수 있도록 그래프를 추가하였으며, 각 오염물질을 선택하면 대기환경기준을 적용하여 시군별 대기환경기준 초과 여부를 확인할 수 있음



- 4번 시트 (측정소별 raw data) : 2번 시트와 동일한 배열과 자료를 가지고 있으나 2번의 경우 각 시군별로 설치되어 있는 측정소의 평균농도를 raw data로 활용하였다면, 본 시트에서는 각 시군별로 설치되어 자료를 생산하고 있는 측정소별 농도를 월별로 제시하였음

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC					
1	천안						당진						서산						아산						논산			태안			보령			
2	주거	복지	공업	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지	주거	복지
3	연도	분류	성황동	박성동	성거읍	신방동	남지포리	정곡리	송산면	양인시정사	합덕읍	북곡리	홍원동	대산리	성연면	요충동	비방읍	주곡면	온부면	인주면	송학면	논산	현류읍	성동면	이문면	태안읍	원북면	대천2동	주곡면					
4	1999-01-01	SO2	0.007										0.012	0.006																				
5	1999-02-01	SO2	0.007										0.011	0.006																				
6	1999-03-01	SO2	0.007										0.008	0.006																				
7	1999-04-01	SO2	0.006										0.007	0.007																				
8	1999-05-01	SO2	0.006										0.008	0.006																				
9	1999-06-01	SO2	0.005										0.005	0.004																				
10	1999-07-01	SO2	0.004										0.005	0.002																				
11	1999-08-01	SO2	0.008										0.007	0.003																				
12	1999-09-01	SO2	0.006										0.009	0.003																				
13	1999-10-01	SO2	0.007										0.005	0.005																				
14	1999-11-01	SO2	0.006										0.007	0.005																				
15	1999-12-01	SO2	0.007										0.007	0.006																				
16	2000-01-01	SO2	0.007										0.012	0.006																				
17	2000-02-01	SO2	0.007										0.011	0.005																				
18	2000-03-01	SO2	0.007										0.008	0.006																				
19	2000-04-01	SO2	0.006										0.007	0.007																				
20	2000-05-01	SO2	0.006										0.009	0.006																				
21	2000-06-01	SO2	0.005										0.005	0.004																				
22	2000-07-01	SO2	0.004										0.005	0.002																				
23	2000-08-01	SO2	0.008										0.007	0.003																				
24	2000-09-01	SO2	0.006										0.009	0.003																				
25	2000-10-01	SO2	0.007										0.005	0.005																				
26	2000-11-01	SO2	0.006										0.007	0.005																				
27	2000-12-01	SO2	0.007										0.009	0.006																				
28	2001-01-01	SO2	0.007										0.005	0.005																				
29	2001-02-01	SO2	0.006										0.011	0.005																				
30	2001-03-01	SO2	0.006										0.006	0.005																				
31	2001-04-01	SO2	0.006										0.007	0.006																				
32	2001-05-01	SO2	0.005										0.007	0.005																				
33	2001-06-01	SO2	0.005										0.006	0.005																				
34	2001-07-01	SO2	0.005										0.009	0.005																				
35	2001-08-01	SO2	0.005										0.01	0.007																				
36	2001-09-01	SO2	0.006										0.008	0.007																				
37	2001-10-01	SO2	0.006										0.005	0.007																				
38	2001-11-01	SO2	0.009										0.006	0.006																				
39	2001-12-01	SO2	0.008										0.005	0.006																				
40	2002-01-01	SO2	0.008										0.008	0.006																				
41	2002-02-01	SO2	0.009										0.009	0.005																				
42	2002-03-01	SO2	0.007										0.008	0.004																				
43	2002-04-01	SO2	0.007										0.007	0.005																				

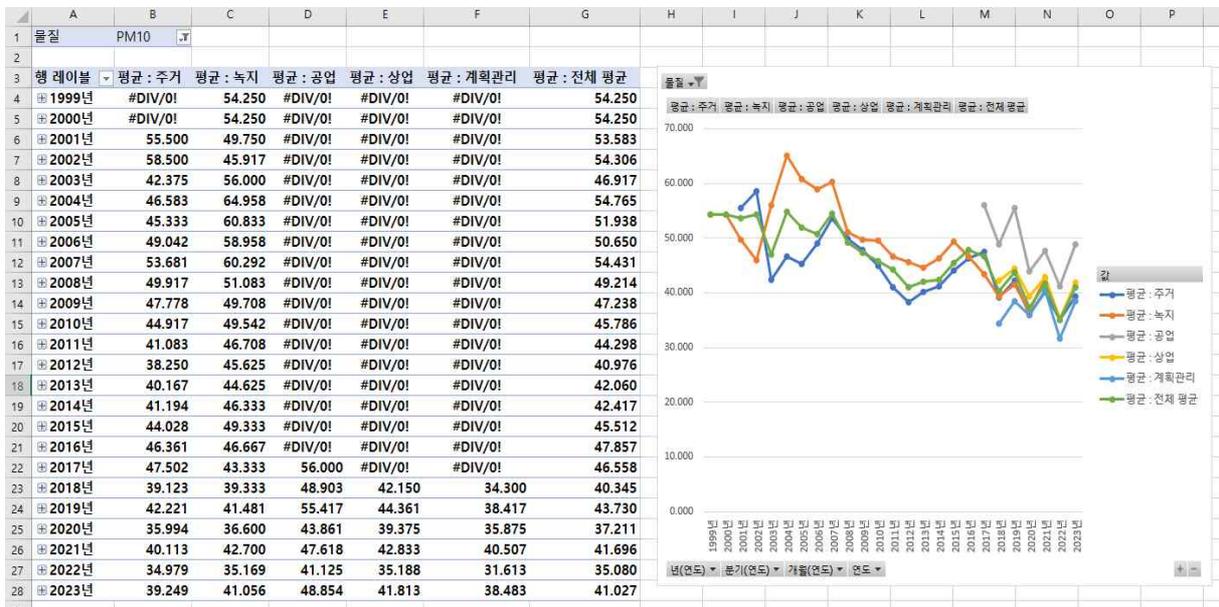
- 5번 시트 (측정소별) : 3번 시트와 동일한 배열과 자료를 가지고 있으며, 측정소별, 농도값과 그래프를 확인할 수 있음. 다만 측정소별 설치된 연도가 상이하고, 운영 과정에서 이전 설치된 곳들이 있어 측정소별 농도 비교분석은 어려움. 다만 성황동과 같이 추이측정소로 운영되고 있는 곳의 자료를 기반으로 충남 내 장기적인 농도변화 추이를 관찰할 수 있음. 충남 내 15개 시군을 대상으로 1개소 이상의 측정망이 설치되어 자료를 생산하기 시작한 시점이 2018년으로 이 이후로는 시군별 농도분포를 공간적으로 확인할 수 있음



- 6번 시트 (용도별 raw data) : 측정소는 “국토의 계획 및 이용에 관한 법률”에 따라 7개의 용도로 구분되어 설치됨. 1번 시트에 각 측정소의 정보 중 가장 마지막 열에 용도 구분이 있는데 이에 따라 구분하여 자료를 통계 처리하여 제시하였음. 총 7개의 용도 중 충남 내 도시대기측정망은 5개의 용도로 구분되기 때문에 용도별로 구분하여 평균하여 나타냄

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	연도	물질	주거	녹지	공업	상업	계획관리	전체 평균
3	1999-02-01	SO2	0.006	0.011				0.0077
4	1999-03-01	SO2	0.0065	0.008				0.0070
5	1999-04-01	SO2	0.0065	0.007				0.0067
6	1999-05-01	SO2	0.006	0.008				0.0067
7	1999-06-01	SO2	0.0045	0.005				0.0047
8	1999-07-01	SO2	0.003	0.005				0.0037
9	1999-08-01	SO2	0.0055	0.007				0.0060
10	1999-09-01	SO2	0.0045	0.009				0.0060
11	1999-10-01	SO2	0.006	0.005				0.0057
12	1999-11-01	SO2	0.0055	0.007				0.0060
13	1999-12-01	SO2	0.0065	0.007				0.0067
14	2000-01-01	SO2	0.0065	0.012				0.0083
15	2000-02-01	SO2	0.006	0.011				0.0077
16	2000-03-01	SO2	0.0065	0.008				0.0070
17	2000-04-01	SO2	0.0065	0.007				0.0067
18	2000-05-01	SO2	0.006	0.008				0.0067
19	2000-06-01	SO2	0.0045	0.005				0.0047
20	2000-07-01	SO2	0.003	0.005				0.0037
21	2000-08-01	SO2	0.0055	0.007				0.0060

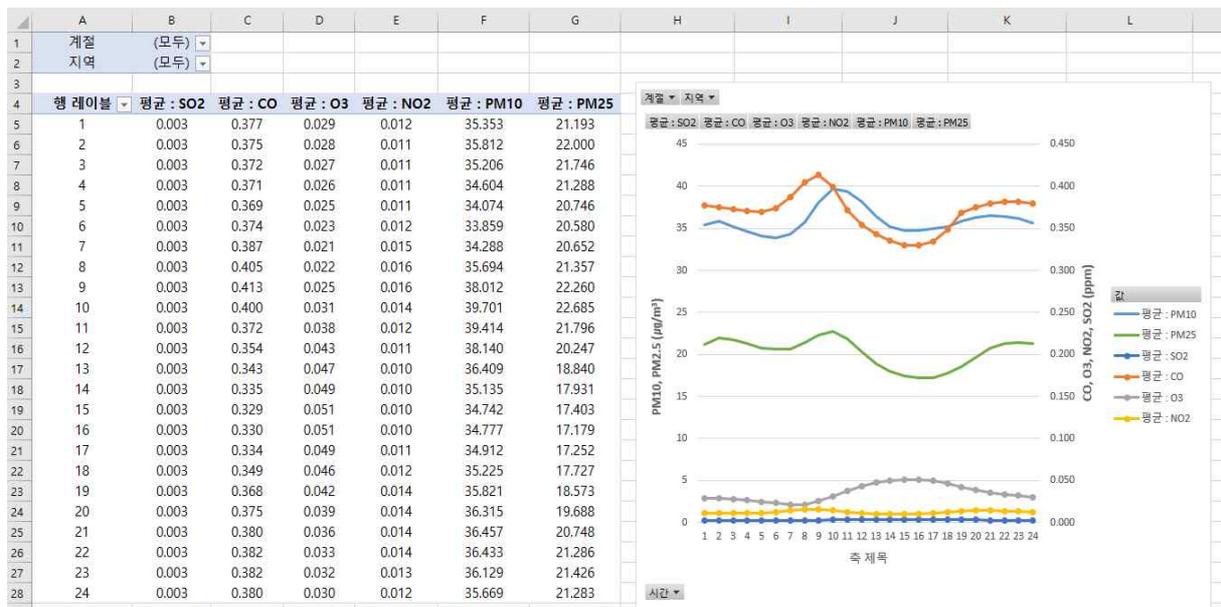
- 7번 시트 (용도별) : 6번 시트의 원시자료 기반 용도별 연평균 농도를 제시함. 현재 국가 통계는 용도와는 상관없이 각 시군별 일괄 통계처리를 하여 지역 대표값으로 제시하고 있음. 하지만 일반 녹지나 주거지역 대비 공업이나 상업지역이 많이 포함된 경우 상대적으로 높은 농도를 보일 수 있으며, 자칫 지역 농도를 과대·과소 평가할 우려가 있음. 이에 본 시트에서는 이러한 통계의 오류를 검토하기 위해 용도별 통계 시트를 추가로 제시하였음



- 8번 시트 (시간대별 raw data) : 현재 국가측정망에서 측정, 발표하고 있는 자료의 최소단위는 시간단위이나 대부분의 국가 통계는 자료의 방대한 양 때문에 일 평균 또는 월 평균으로 제시하고 있음. 시간단위의 경우 오염물질에 따라 일 변화가 크게 나타남. 하지만 지역적 오염물질 변화 특성을 분석하여 배출원 관리를 위해서는 시간대별 농도변화 관찰과 정보 확보가 중요함. 이에 본 시트에서는 측정소별로 생산하고 있는 오염물질별 시간자료를 확보하여 제공하였음

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	지역	망	측정소코드	측정소명	날짜	시간	계절	SO2	CO	O3	NO2	PM10	PM2.5
2	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	1	겨울	0.003	0.4	0.023	0.021	18	10
3	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	2	겨울	0.003	0.4	0.024	0.019	18	11
4	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	3	겨울	0.003	0.5	0.008	0.031	20	11
5	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	4	겨울	0.003	0.5	0.01	0.03	23	12
6	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	5	겨울	0.003	0.5	0.012	0.026	24	14
7	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	6	겨울	0.003	0.5	0.006	0.033	22	15
8	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	7	겨울	0.003	0.5	0.007	0.031	22	13
9	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	8	겨울	0.003	0.5	0.006	0.033	22	13
10	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	9	겨울	0.004	0.7	0.005	0.039	21	13
11	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	10	겨울	0.004	0.7	0.01	0.034	25	16
12	충남 천안시	도시대기	534111	성황동	2022-01-01	11	겨울	0.004	0.5	0.022	0.021	28	21

- 9번 시트 (시간대별) : 농도 정보 DB의 마지막 시트로 시군별, 계절별로 환경기준물질에 대해 일변화 패턴을 볼 수 있도록 구성하였음. 앞서 시도별, 측정소별, 용도별과 마찬가지로 피벗 테이블 우측으로 농도변화를 가시적으로 관찰할 수 있는 그래프를 추가하여 농도 자료가 추가될 때마다 가시적으로 농도 변화를 확인할 수 있도록 하였음



## 참고문헌

- 국립환경과학원 (2024) 2023 대기환경연보
- 환경부 (1991) 환경정책기본법
- 환경부 (1991) 대기환경보전법
- 환경부 (2020) 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법
- 환경부 (2022) 제3차(2023~2032) 대기환경개선 종합계획
- 환경부 (2024) 대기환경측정망 설치·운영 지침
- 환경부 (2025) 2022 국가 대기오염물질 배출량
- 해양수산부 (2020) 항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법

## 부록. 시군별 오염물질 연평균 농도

- PM<sub>2.5</sub> (단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- PM<sub>10</sub> (단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- SO<sub>2</sub> (단위 : ppb)
- NO<sub>2</sub> (단위 : ppb)
- CO (단위 : ppm)
- O<sub>3</sub> (단위 : ppb)

※ 부록 하단 평균은 충남 내 15개 시군에서 측정자료가 수집되기 시작한 2018년부터 가장 최근인 2023년까지의 6년 평균농도를 나타냄

PM <sub>2.5</sub>	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999																
2000																
2001																
2002																
2003																
2004																
2005																
2006																
2007																
2008																
2009																
2010																
2011																
2012																
2013																
2014																
2015	31															31
2016	27															27
2017	28	24	20	26	20	18	21	24	23	20	29	29	17			23
2018	25	25	18	25	19	18	21	24	23	19	22	20	20	16	16	21
2019	28	32	21	31	22	20	24	27	25	24	27	24	28	21	23	25
2020	23	24	19	25	20	16	21	22	21	22	21	23	23	19	20	21
2021	23	24	19	25	19	18	20	22	21	22	20	20	23	17	18	21
2022	22	22	17	23	19	16	20	20	21	17	19	19	21	17	16	19
2023	22	24	18	25	18	17	20	20	23	20	21	22	22	17	17	20
평균	24	25	19	26	19	17	21	22	22	21	22	21	23	18	19	

PM <sub>10</sub>	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999			54													54
2000			54													54
2001	51		55													53
2002	56		54													55
2003	40		51													45
2004	60	49	49													53
2005	57	48	49													51
2006	59	37	49													48
2007	57	45	54	60												54
2008	49	46	51	54												50
2009	48	44	48	51												48
2010	48	43	41	55												47
2011	47	47	40	44												44
2012	45	40	35	47												42
2013	47	42	36	43												42
2014	47	40	39	45												43
2015	50	44	47	37												44
2016	49	51	43	49												48
2017	46	48	43	54	39	37	36	41	32	40	42	46	37			42
2018	43	47	37	46	40	37	37	40	36	40	34	35	40	33	34	39
2019	47	54	39	52	44	41	39	40	41	39	38	39	44	38	39	42
2020	39	45	34	42	39	34	36	35	33	37	34	38	36	32	36	37
2021	44	50	41	47	39	42	42	40	37	45	37	35	41	34	39	41
2022	38	42	32	41	34	32	34	33	33	29	32	30	35	36	31	34
2023	46	47	39	47	40	39	36	39	39	38	38	36	40	36	37	40
평균	43	47	37	46	39	37	37	38	37	38	36	36	39	35	36	

SO <sub>2</sub>	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999	6		6													6
2000	6		6													6
2001	6		6													6
2002	6		6													6
2003	5		6													5
2004	4	4	5													4
2005	5	5	5													5
2006	4	2	5													3
2007	4	4	6	5												5
2008	5	4	6	5												5
2009	5	3	5	4												4
2010	4	4	4	4												4
2011	5	4	5	4												4
2012	6	4	5	4												5
2013	4	4	5	4												4
2014	4	4	5	5												4
2015	3	3	4	4												4
2016	3	4	4	3												4
2017	3	4	5	3	2	3	3	3	3	2	4	4	3			3
2018	4	6	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4
2019	4	7	5	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4
2020	3	5	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3
2021	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	5	3	3	4
2022	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2023	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
평균	5	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	

NO <sub>2</sub>	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999	19		24													22
2000	19		24													22
2001	33		16													24
2002	21		18													19
2003	18		19													18
2004	24	13	18													18
2005	25	12	13													17
2006	22	12	14													16
2007	21	13	16													17
2008	24	13	15	22												19
2009	23	11	14	23												18
2010	25	13	14	18												18
2011	22	11	14	17												16
2012	24	13	19	24												20
2013	19	11	18	22												18
2014	22	12	17	19												18
2015	22	13	20	17												18
2016	23	13	20	19												19
2017	22	10	18	23	16	9	10	14	12	15	16	20	13			15
2018	23	16	16	17	15	11	10	13	11	13	9	13	14	15	9	14
2019	23	14	15	16	16	10	11	12	10	14	9	12	13	16	9	13
2020	17	14	13	15	14	11	10	11	9	13	8	12	10	14	10	12
2021	17	14	14	15	12	10	11	11	10	10	8	11	11	13	10	12
2022	18	12	11	14	12	9	10	11	10	12	8	11	10	13	10	11
2023	16	11	12	13	11	10	9	10	9	11	7	9	9	12	9	11
평균	19	14	13	15	13	10	10	11	10	12	8	11	11	14	9	

CO	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999	0.9		0.9													0.9
2000	0.9		0.9													0.9
2001	1.1		1.0													1.0
2002	1.0		0.8													0.9
2003	1.0		0.8													0.9
2004	0.6	0.3	0.6													0.5
2005	0.6	0.3	0.6													0.5
2006	0.6	0.2	0.6													0.5
2007	0.6	0.5	0.7	0.8												0.6
2008	0.6	0.5	0.6	1.0												0.7
2009	0.7	0.5	0.6	0.9												0.7
2010	0.7	0.4	0.6	0.6												0.5
2011	0.7	0.4	0.6	0.5												0.5
2012	0.6	0.4	0.5	0.5												0.5
2013	0.6	0.4	0.5	0.5												0.5
2014	0.6	0.4	0.6	0.7												0.5
2015	0.6	0.4	0.6	0.7												0.6
2016	0.5	0.4	0.5	0.6												0.5
2017	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4			0.5
2018	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5
2019	0.6	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
2020	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
2021	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
2022	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
2023	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
평균	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	

O <sub>3</sub>	천안	당진	서산	아산	논산	태안	보령	홍성	공주	부여	청양	금산	예산	계룡	서천	충남
1999	18		28													23
2000	18		28													23
2001	18		30													24
2002	20		28													24
2003	13		29													21
2004	18	33	28													26
2005	19	31	25													25
2006	21	18	22													20
2007	19	19	22	24												21
2008	20	31	25	23												25
2009	24	30	29	25												27
2010	21	27	29	22												25
2011	19	27	26	21												23
2012	23	31	28	23												26
2013	25	33	30	23												28
2014	24	32	31	25												28
2015	25	32	30	23												28
2016	28	35	33	31												32
2017	27	34	33	30	23	33	36	32	21	25	23	16	33			28
2018	26	28	33	26	27	29	36	27	29	32	31	30	31	34	37	30
2019	29	32	36	28	31	33	37	31	34	33	32	31	33	33	33	32
2020	31	34	36	31	27	32	32	33	30	28	32	26	30	28	36	31
2021	33	38	39	32	35	39	43	38	32	29	35	30	36	28	39	35
2022	33	35	39	33	33	39	40	39	34	34	34	34	35	34	39	36
2023	34	36	40	34	33	41	37	36	35	31	34	33	35	36	33	35
평균	31	34	37	31	31	35	37	34	32	31	33	31	33	32	36	