

보도시점 2023. 11. 28.(화) 12:00 (수요일 조간) 배포 2023. 11. 27.(월)

## 정지궤도 환경위성 영상으로 대기오염물질-온실가스 특성비율 비교

- 국립환경과학원, 대기배출특성비율( $\text{NO}_2/\text{CO}_2$ ) 영상 공개...차량 이용률, 인구밀도 등 대기오염원 분석 및 정책 수립 시 대리 지표로 활용 기대

환경부 소속 국립환경과학원(원장 금한승)은 11월 29일부터 환경위성센터 누리집(nesc.nier.go.kr)을 통해 정지궤도 환경위성(천리안 환경위성 2B호) 기반의 `대기배출특성비율( $\text{NO}_2/\text{CO}_2$ ) 영상`을 연간 및 계절 단위로 매년 5차례에 걸쳐 공개한다고 밝혔다.

이번 영상 정보는 △에어로졸\* 이동량(`21.11.5.~), △지상 미세먼지 추정농도 및 지상 초미세먼지 추정농도(`21.12.30.~), △이산화황 이동량(`22.12.8.~), △지상 이산화질소 추정농도(`22.12.20.~)에 이어 여섯 번째로 공개하는 환경위성 활용산출물에 해당한다.

\* 대기 중 떠다니는 고체 또는 액체상의 입자상 물질의 총칭으로, 미세먼지는 대표적인 에어로졸임

대기배출특성비율( $\text{NO}_2/\text{CO}_2$ )은 환경위성의 아시아 지역 관측정보( $\text{NO}_2$ )에 국외 온실가스위성 정보( $\text{CO}_2$ )를 연계하여 대기오염물질과 온실가스 관측정보 간 비율을 산출한 것으로 대기오염물질과 온실가스 간 비교를 위한 일종의 대리(proxy) 지표이다.

인구밀도나 국내총생산(GDP)이 높거나 차량 이용률이 높은 지역에서 주로 대기배출특성비율( $\text{NO}_2/\text{CO}_2$ )이 높게 나타나므로 배출원에 따른 대기특성을 파악하는 데 도움이 된다. 아울러 대기오염물질과 온실가스가 동시 관측된 지역에서 산출된 값이어서 향후 기후변화와 대기질 통합 개선방안을 수립할 때도 활용될 수 있다.

한편, 국립환경과학원이 2021년과 2022년을 대상으로 아시아 지역 대기 배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 분포를 분석한 결과, 인도와 동북아시아 지역에서 이산화질소의 영향으로 비율이 높은 값을 보였고, 우리나라는 2021년 대비 2022년에 이산화질소의 증가로 비율값이 상승\*\*하는 특성을 나타냈다. 이는 우리나라를 포함한 동북아시아 지역의 경우 온실가스 감축뿐만 아니라 대기오염물질 관리도 여전히 중요하다는 점을 시사한다.

\* 2022년 겨울철('21.12~'22.2) 기준, 인도 중부는 10.1, 동부는 7.8, 중국 동부는 7.3, 북부는 7.2로 모두 국가(지역)별 평균인 3.4보다 높음

\*\* 겨울철 기준, 2021년('20.12~'21.2) 5.4에서 2022년('21.12~'22.2) 5.9로 약 9% 증가

국립환경과학원 환경위성센터는 이번 대기배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 공개를 시작으로 환경위성의 활용도를 기후 분야에까지 확대하기 위해 노력하고 있으며, 환경위성에서 관측된 이산화질소 농도를 기반으로 온실가스인 이산화탄소 배출량을 추정하기 위한 연구도 수행하고 있다.

유명수 국립환경과학원 기후대기연구부장은 “온실가스와 대기오염물질의 통합관리 중요성이 강조되고 있다”라면서, “환경위성 관측정보에 다양한 기술을 연계하여 환경위성의 활용 범위를 지속적으로 넓히겠다”라고 밝혔다.

- 붙임 1. 위성 기반 대기배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 자료 제공 예시.  
 2. 위성 기반 대기배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 산정 방법론.  
 3. 대기배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 주요 결과. 끝.

담당 부서	국립환경과학원 환경위성센터	책임자	과 장	이동원 (032-560-8430)
		담당자	연구관	유정아 (032-560-8445)

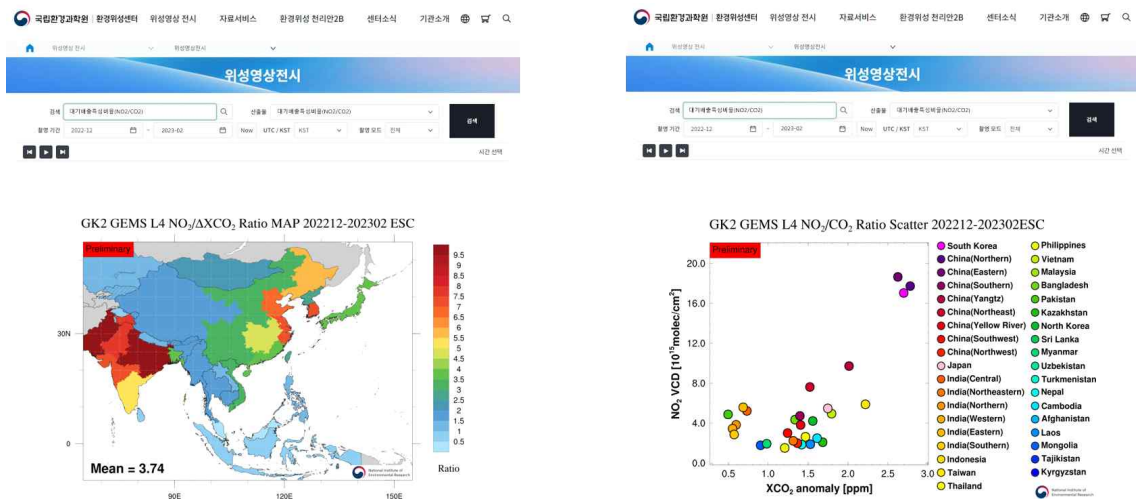


# 붙임 1

# 위성 기반 대기배출특성비율 (NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 자료 제공 예시

- (대국민 공개) 환경위성센터 홈페이지를 통해 위성 기반의 배출특성 비율(NO<sub>2</sub>/ΔCO<sub>2</sub>)의 연도별 계절별 영상정보 2종 제공
  - '23년 11월 기준, '21년 봄 ~ '23년 봄까지의 영상정보 조회 가능

< 환경위성센터 홈페이지 - 위성영상 전시 (예시) >



< 공간분포도 >

< 산점도 >

※ 환경위성센터 홈페이지(<http://nesc.nier.go.kr>)

- (생산주기) 국외 온실가스위성(OCO-2,3) 자료의 입수시기를 고려하여 분석 대상기간 마지막 월을 기준으로 3~4개월 후 생산

연		계절	
연 자료	연 구동시기	계절 자료	계절 구동시기
21년(1~12)	22년 4월1일	21년 겨울(21.02.)	21년 6월1일
22년(1~12)	23년 4월1일	21년 봄(21.05.)	21년 9월1일
23년(1~12)	23년 4월1일	21년 여름(21.08.)	21년 12월1일
...	...	21년 가을(21.11.)	22년 3월1일

※ 자료 미 입수 시 사후 조치 예정

□ 산정방법 (NO<sub>2\_GEMS</sub>/ΔXCO<sub>2\_OCO2,3</sub>)

① (자료수집) 환경위성(GEMS) 및 온실가스위성(OCO-2,3) 자료 수집

- 환경위성(GEMS<sup>\*</sup>) : 시간별 대류권 NO<sub>2</sub> 자료 사용
- 온실가스위성(OCO-2,3<sup>\*\*</sup>) : 환경위성 관측영역 내 일별 XCO<sub>2</sub> 자료 수신(약 3~4개월 지연)

\* Geostationary Environmental Monitoring Spectrometer (정지궤도환경위성, 환경부)

\*\* Orbiting Carbon Observatory 2, 3 (저궤도탄소관측위성, 미항공우주국(NASA))

② (표준화) 서로 다른 위성자료 비교를 위한 시공간 표준화

- (시간) 일 단위 자료 (GEMS의 경우 시간자료→일자료 생산)
- (공간) 0.1도 × 0.1도 간격 격자화

★ 온실가스(CO<sub>2</sub>)의 경우, 대기 중 장시간 체류하여 배경농도가 계속 상승 중이므로 인위적 활동에 의한 대기오염물질과의 비교 시 배경농도를 제외한 증가분(ΔXCO<sub>2</sub>) 산출 필요

$$\Delta XCO_2 \text{ (anomaly)} = XCO_2(\text{Individual}) - XCO_2(\text{daily median, 배경농도})$$

※ 선행연구(Hakkarainen et al, 2016, 2019)의 방법론 참고

③ (자료집계) 분석 대상기간별(연, 계절) 환경위성자료(대류권 NO<sub>2</sub>)와 온실가스위성자료(XCO<sub>2</sub>)가 모두 존재하는 일별 격자 기준으로 집계

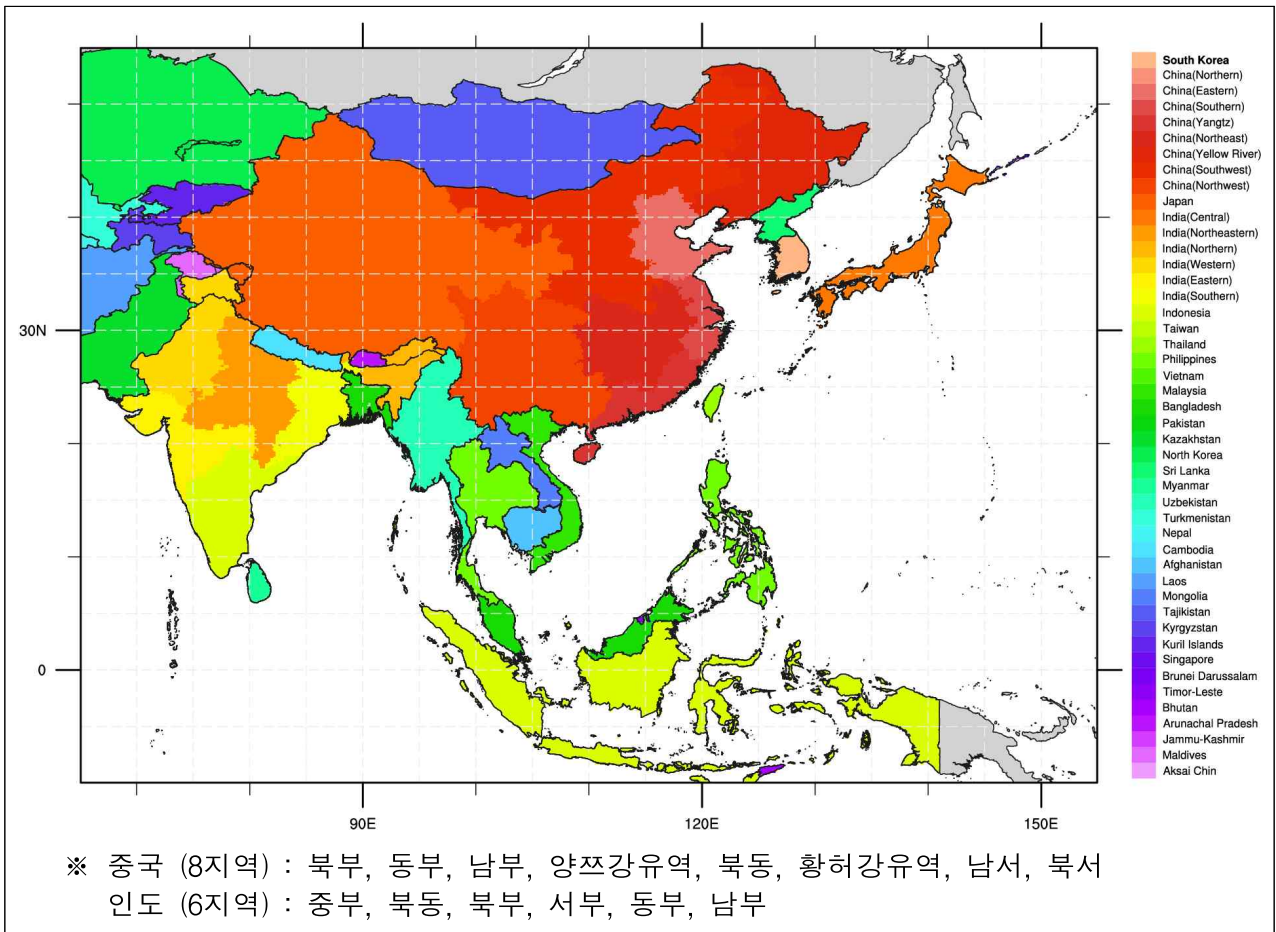
④ (배출특성비율 산정) 집계자료에 대한 NO<sub>2</sub>/ΔCO<sub>2</sub> 비율 산정 후 분석 대상기간 및 지역별\* 중간값(median) 계산

\* GEMS 관측영역(아시아) 내 국가별로 구분하되 중국, 인도의 경우 별도 세분화

⑤ (결과표출) 연, 계절 단위 배출특성비율 공간분포도(Map) 및 물질별 산점도(ScatterPlot) 제공\*

\* 온실가스위성 자료 입수시기를 고려하여 현재 기준 3~4개월 지연 생산 (예. 2022년 배출특성비율(연 자료)은 2023년 4월 1일 이후 생산)

□ GEMS 관측영역(아시아) 내 지역 구분 (35 지역 - 중국 8, 인도 6 포함)



○ 분석대상 지역 (관측상황에 따라 변동 가능성 있음)

번호	대상지역	번호	대상지역
1	한국	19	필리핀
2	중국_북부	20	베트남
3	중국_동부	21	말레이시아*
4	중국_남부	22	방글라데시*
5	중국_양쯔강유역	23	카자흐스탄
6	중국_북동	24	북한
7	중국_황허강유역	25	스리랑카*
8	중국_남서	26	미얀마
9	중국_북서	27	네팔
10	일본	28	캄보디아*
11	인도_중부	29	라오스
12	인도_북동	30	몽골
13	인도_북부	31	키르기스스탄
14	인도_서부*	32	쿠릴제도
15	인도_동부	33	싱가포르*
16	인도_남부	34	브루나이*
17	대만*	35	잠무 카슈미르(인도 최북단 위치)
18	태국	총 계	35 지역

※ 월 자료수 10 미만인 경우 1건이라도 발생 시 ` \* ` 표시



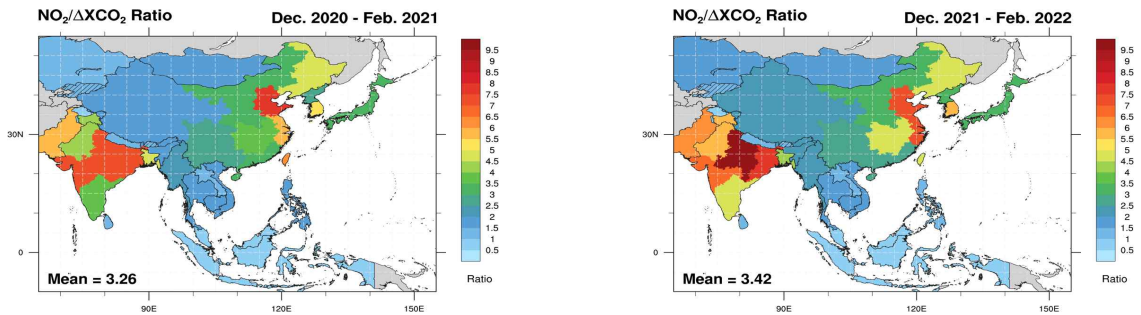
### 붙임 3

## 대기배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 주요 결과

- '21~'22년, 인위적 배출이 많은 겨울철\* 중심으로 배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 분석
  - ※ '21년 겨울은 '20.12.~ '21.2., '22년 겨울은 '21.12.~'22.12.

### □ 공간분포 특성

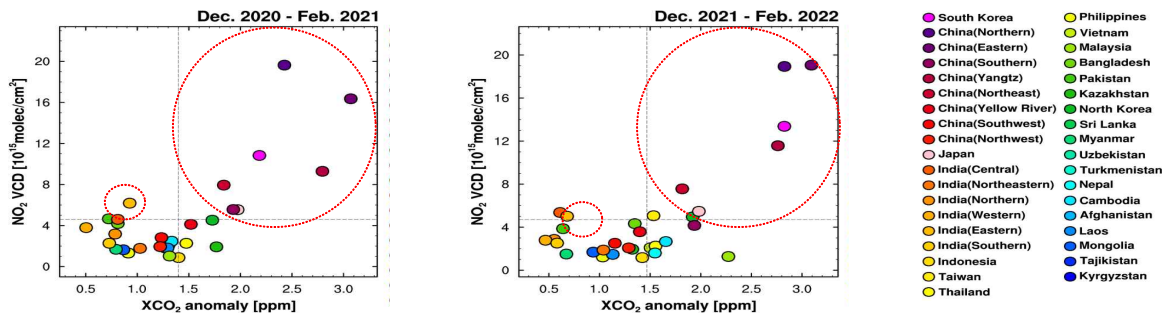
- 인도 및 동북아 지역\*(중국 동·북부 등)에서 높은 값을 보임
  - \* '22년 겨울철('21.12~'22.2) : (중국) 동부 : 7.3, 북부 : 7.2, (인도) 중부 : 10.1, 동부 : 7.8
  - ※ 우리나라(5.9)도 중국 동·북지역보다는 낮으나 다소 높은 편에 해당



< '21년(좌) 및 '22년(우) 겨울철의 배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 공간분포 >

### □ 지역별 NO<sub>2</sub> 농도와 CO<sub>2</sub> 농도(변동치) 간 비교

- 동북아 지역(한국, 중국, 일본 등)은 대체로 NO<sub>2</sub> 농도와 CO<sub>2</sub> 변동치 모두 전체 평균(점선)보다 높은 값을 보임(큰 점선 원 참고)
  - ※ 일본은 CO<sub>2</sub> 변동치는 다소 높으나 NO<sub>2</sub> 농도가 낮아 비율이 낮게 나타남
- 인도 북부의 경우, 남아시아 국가들과 같이 CO<sub>2</sub> 변동치는 평균(점선)보다 낮으나 NO<sub>2</sub> 농도가 다소 높아 비율은 큰 값을 보임(작은 점선 원 참고)



< '21년(좌) 및 '22년(우) 겨울철의 지역별 NO<sub>2</sub> 농도 및 CO<sub>2</sub> 변동치 >

□ 아시아 주요국(한·중·일·인도)의 시간별(계절·연간) 특성

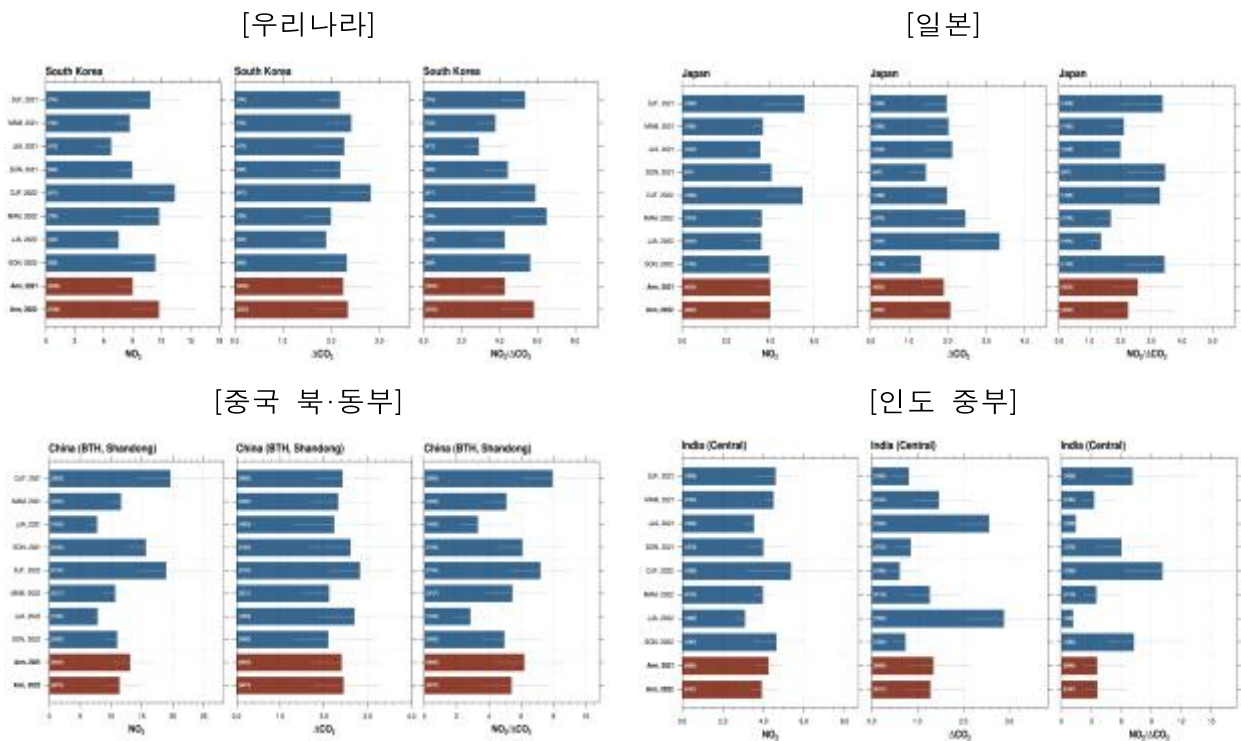
○ 우리나라는 '21년 대비 '22년에 NO<sub>2</sub> 농도 증가폭이 커서 비율이 증가한 반면, 일본은 CO<sub>2</sub> 변동치 증가로 비율이 오히려 감소\*

\* 겨울철 기준, (한국) '21년 5.4 → '22년 5.9, (일본) '21년 3.4 → '22년 3.3

○ 중국 북·동부\*는 NO<sub>2</sub> 농도 감소로 비율이 감소하였고, 인도 중부\*\*는 연평균 비율은 유사하나 겨울철 비율은 다소 증가

\* (중국 북·동부) '21년 6.2(연평균), 7.9(겨울철) → '22년 5.4(연평균) 7.2(겨울철)

\*\* (인도 중부) '21년 3.6(연평균) 7.1(겨울철) → '22년 3.6(연평균), 10.1(겨울철)



x축 : 순서대로 NO<sub>2</sub>, ΔCO<sub>2</sub>(변동치), NO<sub>2</sub>/ΔCO<sub>2</sub>

y축 : (파란색) 순서대로 겨울('20.12.-'21.2.), 봄('21.3.-5.), 여름('21.6.-8.), 가을('21.9.-11.), 겨울('21.12.-'22.2.), 봄('22.3.-5.), 여름('22.6.-8.), 가을('22.9.-11.), (빨간색) 순서대로 '21년, '22년

< '21년(좌) 및 '22년(우) 겨울철의 배출특성비율(NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) 공간분포 >

※ 결과 해석 시 국가별 상이한 COVID-19 상황('21~'22)에 대한 고려 필요