

ORIGINAL ARTICLE

## 산업단지 「인·허가 특례법」 이후 개발계획에 따른 국내 대기질 영향예측

문난경\* · 김순태<sup>1)</sup> · 서지현

한국환경정책·평가연구원 환경평가본부, <sup>1)</sup>아주대학교 환경안전공학과

### Air Quality Assessment for Development Plan after the Special Act on Licensing of Industrial Complexes

Nankyung Moon\*, Soontae Kim<sup>1)</sup>, Jihyun Seo

*Environmental Assessment Group, Korea Environment Institute, Sejong 30147, Korea*

*<sup>1)</sup>Division of Environmental and Safety Engineering, Ajou University, Suwon 16499, Korea*

#### Abstract

On June 5, 2008, the “Act on Special Cases Concerning the Simplification of Authorization and Permission Procedures for Industrial Complexes” (Act No. 9106) was enacted. When it was implemented in August 2008, many industrial complex development projects were established, and the number of industrial complexes growth rates of 3 - 6% during 2003 - 2007 rose to around 15% in 2008. With the increase in industrial complexes, the environmental impacts of individual projects were examined, but comprehensive regional reviews of environmental impacts were not undertaken. In this study, we determined changes in air quality by applying the industrial complex development plan that completed the consultation at the end of 2010 to assess the comprehensive regional environmental impacts and presented the adequacy review plan for future industrial development plans based on the study’s results. When considering these industrial complex development plans, emissions in North Jeolla and South Chungcheong Provinces and Daegu City have increased significantly. Air quality analyses showed that the 24 h mean SO<sub>2</sub> concentration in Daegu increased by more than 50% in summer compared to air quality concentrations in summer. The 24 h mean PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub> concentrations increased by approximately 12 and 30%, respectively, in North Jeolla Province in summer. Areas exceeding the air quality standard for 1 h mean O<sub>3</sub> concentration increased by more than 3,500 km<sup>2</sup>. Based on the above analysis, changes in air quality should be anticipated through a comprehensive evaluation of long-term development plans. Furthermore, control of air quality in accordance with the development of future industrial complexes is possible.

**Key words** : Environmental impact assessment, Air quality, Industrial complex

#### 1. 서론

「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 의하면 산업단지란 공장·지식산업 관련시설·문화산업 관련시

설·정보통신산업 관련시설·재활용산업 관련시설·자원비축시설 등과 이와 관련된 교육·연구·업무·지원·정보처리·유통시설 및 이들 시설의 기능제고를 위한 주거·문화·환경·공원녹지·의료·

Received 31 July 2017; Revised 13 October, 2017;

Accepted 23 October, 2017

\*Corresponding author: Nankyung Moon, Environmental Assessment Group, Korea Environment Institute, Sejong 16499, Korea  
Phone : +82-44-415-7607  
E-mail : nkmoon@kei.re.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Table 1.** Main contents of the act on special cases concerning the simplification of authorization and permission procedures for industrial complexes

Provisions	Main contents
Article 1(Purpose)	The purposes of this Act is to contribute to developing the national economy and enhancing national competitiveness by providing for matters necessary for the simplification of the procedures for development of industrial complexes, which are stipulated by the Industrial Sites and Development Act, for the timely supply of industrial complexes necessary for production activities of enterprises.
Article 23(Special Exceptions to Application of the Environmental Impact Assessment Act, etc.)	1. If the area of the prospective site for an industrial complex is less than 150,000 square meters: The strategic environmental impact assessment under the Environmental Impact Assessment Act; 2. If the area of the prospective site for an industrial complex is 150,000 square meters or larger: The environmental impact assessment under the Environmental Impact Assessment Act.

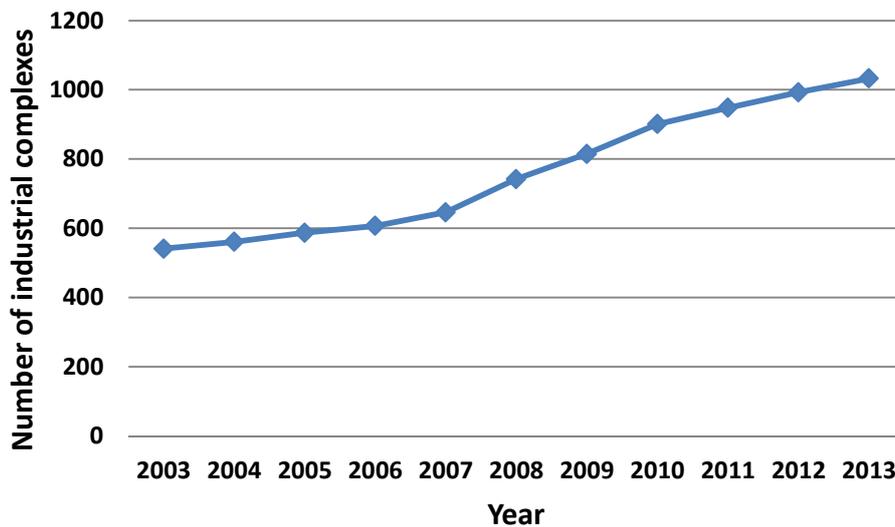
Source: Statutes of the Republic of Korea (2015)

관광·체육·복지시설 등을 집단적으로 설치하기 위하여 포괄적 계획에 따라 지정·개발되는 일단의 토지로 정의된다. 이러한 산업단지는 국가산업단지, 일반산업단지, 도시첨단산업단지와 농공단지로 구분되며, 일반적으로 사용하는 지방산업단지란 용어는 일반산업단지와 도시첨단산업단지를 포괄하고 있다(Statutes of the Republic of Korea, 2016).

2008년 6월 「산업단지 인·허가 절차 간소화를 위한 특별법」(이하 ‘인·허가 특별법’이라 함)이 제정

되면서(Choi and Lim, 2010) 예정부지면적이 150,000 m<sup>2</sup> 이상인 경우 전략환경영향평가가 생략되고, 환경영향평가만 실시되어 산업단지 과잉공급의 원인 중 하나로 나타나고 있다(Table 1).

Fig. 1의 연도별 전국 산업단지 조성추이를 살펴보면 「인·허가 특별법」이 제정된 2008년 이후로 산업단지수가 급격히 증가하여 2003~2007년 동안 약 3%~6%이던 증가율이 2008년에는 약 15%까지 증가한 것으로 나타났다(Ministry of Land, Infrastructure and



Source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2017)

**Fig. 1.** Annual trend of national industrial complex (2003~2013).

Transport, 2017).

산업단지 개발계획이 급증하는 상황에서 실질적인 지자체 대기질 관리를 위해서는, 산업단지 개발계획 수립시 개별 산업단지가 아닌 중·장기 개발계획들에 대한 종합적인 평가를 통하여 대기질 변화를 사전에 전망하는 것이 필요하다. 그러나 현재 산업단지 개발계획은 개별 사업으로 전략환경영향평가 또는 환경영향평가 단계를 거치며 사업지구 인근 지역에 국한하여 평가하므로 산업단지 개발계획에 대한 대기질 영향을 국내 전반에 걸쳐 검토하기에는 한계가 있다. 환경영향평가에서 대기질 분야 영향 예측시 환경부 지침에 따라 일반적으로 산업단지의 경우 2 km 이격거리 지역을 주변 대기질 예측지점으로 지정하여 국지적인 영향평가가 이루어지고 있다(Ministry of Environment, 2013). 그러나 대기질은 기상현상과 화학반응으로 인접지역과 밀접한 영향을 주고받게 되므로 관련 지자체와 인접 지역을 포함하여 광역적으로 살펴보는 것이 필요하다. 따라서 2008년 이후 급격히 증가된 산업단지 개발사업의 지자체별 분포와 개발 사업들이 운영될 경우 대기질에 미치는 영향을 누적적으로 살펴보는 것은 국내 대기관리 측면에서 의미가 있을 것이다.

본 연구에서는 「인·허가 특례법」이 발효된 2008년부터 산업단지 개발사업이 급격하게 증가한 2010년 말까지 환경영향평가 협의가 완료된 전국의 산업단지 개발계획 자료를 기반으로 개발계획 적용에 따른 대기오염물질 배출량을 산정하여 대기질 모델링을 통해 국내 대기질 변화를 살펴보고 향후 추가 개발계획에 활용할 수 있는 방안을 모색해 보고자 한다.

## 2. 자료 및 방법

3차원 대기질 모델링을 통해 1) 기준 배출량을 적용하는 경우(KEI 1), 2) 기준 배출량에 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량을 추가하는 경우(KEI 2)로 나누어 산업단지 개발계획이 대기질에 미치는 영향을 살펴보았다.

기상 입력자료는 중규모 수치 기상 예측 모델인 Weather Research and Forecasting (WRF) version 3.3 모델을 이용하였으며(The WRF Model, 2011), WRF 모델로 생산된 기상자료를 입력자료로 이용하기 위해 Meteorology Chemistry Interface Processor (MCIP) version 3.6 프로그램을 이용하여 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) 모델의 입력자료 형태로 변환하였다. 모사기간은 2008년 6월(여름)과 2월(겨울)로 기간 중 구름이 적고 비가 오지 않는 기간을

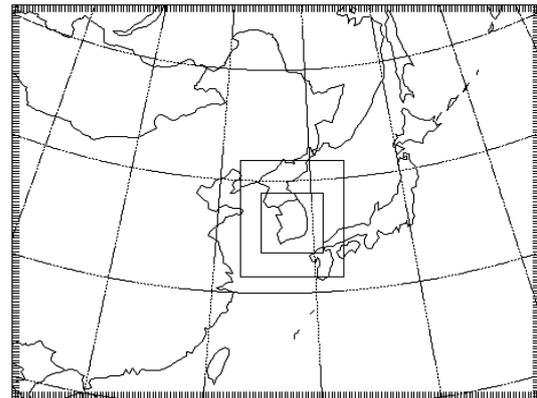


Fig. 2. CMAQ modeling domain at a horizontal resolution of 27 km, 9 km, 3 km, respectively.

Table 2. CMAQ configurations used in this study

	Description
Chemical mechanism	SAPRC99
Emissions	2008 CAPSS & INTEX-B
Boundary condition	Profile
Advection scheme	PPM
Horizontal diffusion	Multiscale
Vertical diffusion	Eddy
Cloud scheme	RADM

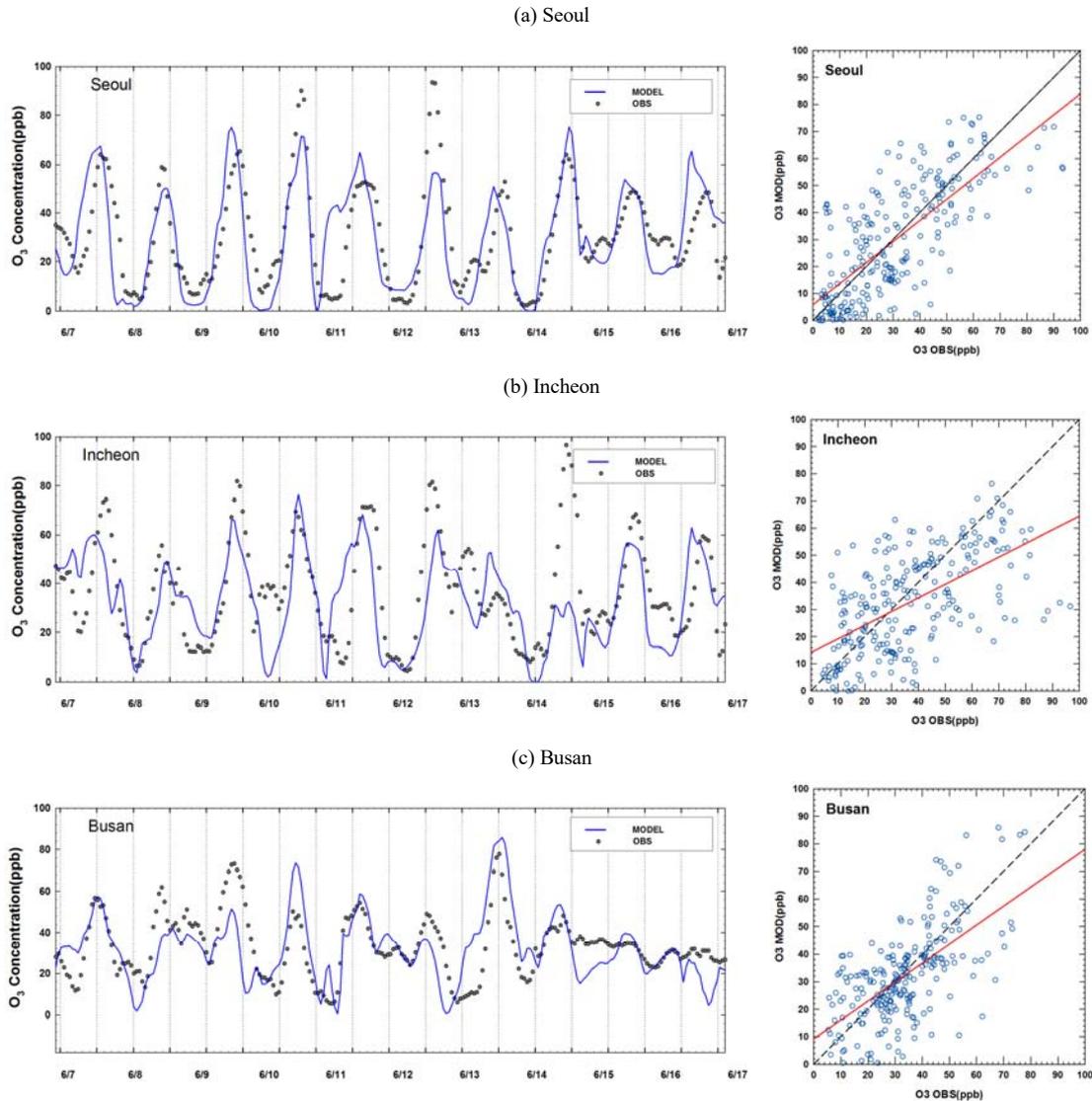


Fig. 3. Time series and scatter plot of hourly ozone concentrations during summertime.

선정하여 수치모의를 진행하였다. 모델링 대상영역은 Fig. 2와 같이 27 km, 9 km, 3 km 해상도에 대하여 nesting 기법을 적용하였다. 27 km 격자 도메인의 경우 한국과 일본 전체와 중국 영토의 반 이상을 포함하며, 9 km 격자 도메인은 한반도를, 3 km 격자 도메인은 남한을 포함한다.

대기질 수치모의에는 United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA)에서 개발한 CMAQ

version 4.6을 이용하였다. 이 모델은 세계적으로 많은 사용자를 보유하고 있는 최신 도구이며 현재 지속적으로 새로운 모듈이 개발되고 있다(U.S. EPA, 2017). Table 2는 CMAQ 모델링에 사용된 배출량 정보와 물리요건을 정리한 내용이다.

Fig. 3은 대기질 모델링 검증을 위하여 다른 물질에 비해 농도 모사가 어려운  $O_3$ 에 대하여 여름철을 대상으로 서울, 인천, 부산지역의 측정값과 기준배출량을

**Table 3.** Summary of hourly ozone model performance statistics in summertime

Region	RMSE	IOA	R	NBIAS(%)
Seoul	14.54	0.88	0.75	14
Incheon	18.37	0.8	0.58	5
Busan	13.41	0.82	0.63	8

적용한 모델결과(KEI 1)를 비교한 것이고, Table 3은 각 지역별 관측소를 대상으로 IOA, RMSE, R, NBIAS의 통계값을 분석한 것이다.

O<sub>3</sub> 모사농도는 관측값과 유의한 경향을 보이나 측정치에 비해 다소 과소평가하는 것으로 나타났으며 (Fig. 3), 통계값 분석 결과 NBIAS의 경우 5% ~ 14% 정도로 나타났다(Table 3). 이는 미국 EPA에서 O<sub>3</sub>에 대한 모델의 유의성을 판단하기 위해 활용하는 기준 (NBIAS: ≤±15%)을 만족시키는 것으로 나타났다 (Doll, 1991; Kim and Cho, 2006).

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 산업단지 개발계획에 따른 배출량 전망**

**3.1.1. 권역별 개발현황 및 산업단지 개발계획**

2010~2012년도 산업단지 지정계획에 따르면 지정 예상면적(150.0 km<sup>2</sup>)이 지난 10년간(1998~2007년) 지정면적(142.8 km<sup>2</sup>)과 유사한 수준으로, 특히 대경권(35.8%)과 충청권(30.7%)에 대한 지정계획이 전체의 66%를 차지하는 것으로 나타났다(Choi and Lim,

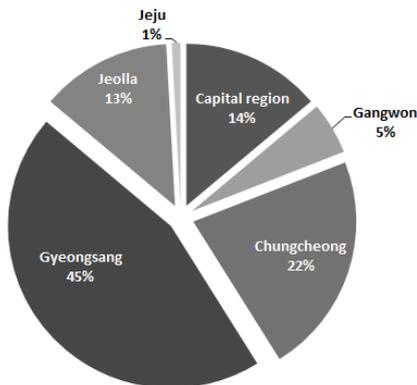
2010).

본 연구에서는 Clean Air Policy Support System (CAPSS, 국가 배출량)을 기준 배출량으로 산업단지 개발계획에 따라 추가적으로 발생하는 대기오염물질을 산정하기 위해 환경영향평가서를 기반으로 산업단지 개발현황을 조사하였다.

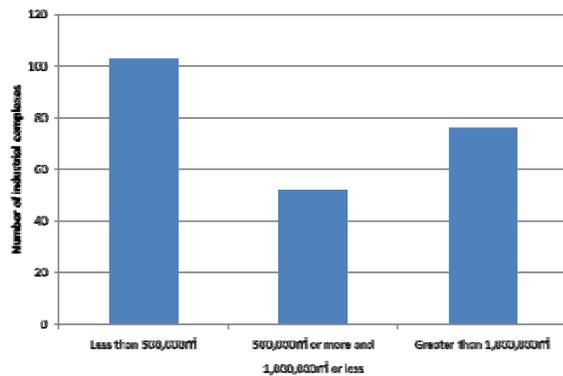
Fig. 4의 2010년 말 기준으로 환경영향평가 협의가 완료된 전국 지역별 산업단지 개발계획은 총 231개로, 국가산업단지 9곳, 일반산업단지 182곳, 도시첨단산업단지 3곳, 농공단지 37곳이며, 총 계획면적은 282,800,871 m<sup>2</sup>로 나타났다. 지역 분포를 살펴보면 영남권이 45%(104곳)로 가장 많은 산업단지수를 나타내었으며, 다음으로 충청권 22%(51곳), 수도권 14%(32곳), 호남권 13%(30곳)로 나타났다.

Fig. 5의 계획면적별 산업단지 분포를 살펴보면 면적이 1,000,000 m<sup>2</sup>를 초과하는 단지수는 76개로 전체 개발계획의 약 30%를 차지하고, 주로 국가산업단지와 일부 대형 규모의 일반산업단지가 해당되는 것으로 나타났다.

2010년 말 기준 환경영향평가 협의가 완료된 전국



**Fig. 4.** Distribution of industrial complex development plans by region.



**Fig. 5.** Distribution of industrial complexes by planned area.

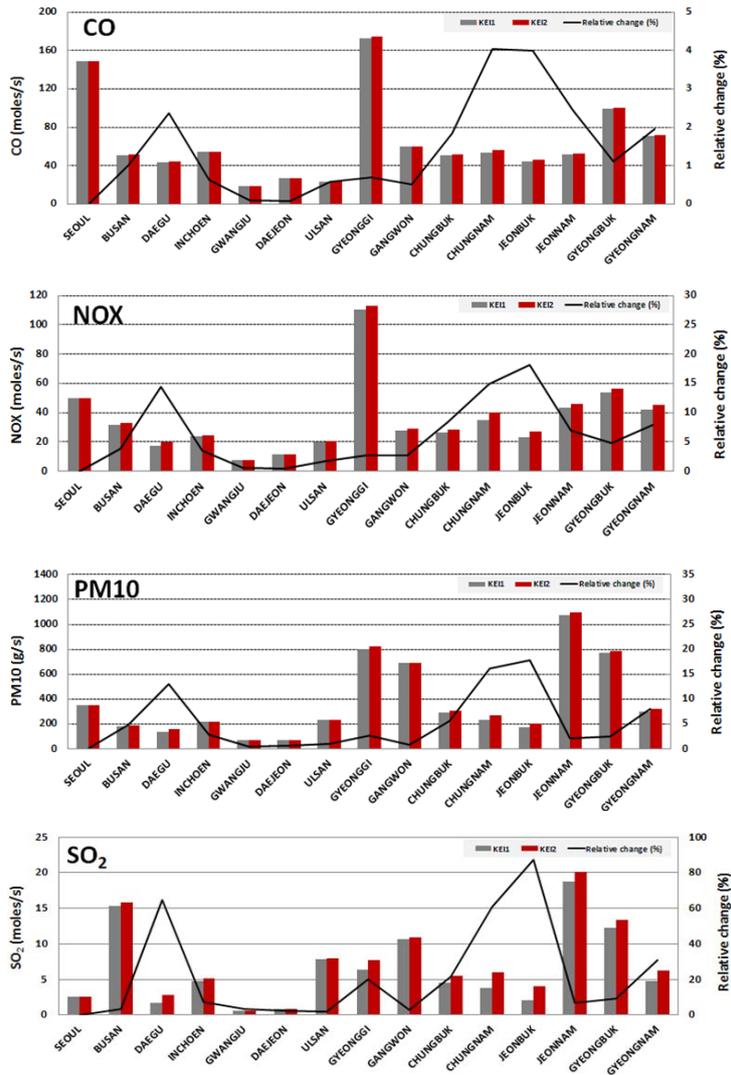


Fig. 6. Regional emissions of air pollutants. KEI 1 and KEI 2 shows base emission and emission applied by industrial complex development plans, respectively.

지역별 산업단지 개발계획 중 현재(2016년 4분기 기준) 분양이 완료되거나 조성 중으로 80% 이상의 가동률을 보이고 있는 곳은 약 57%를 차지하며, 나머지 약 43%는 미개발 혹은 70%대 이하의 가동률을 나타내고 있다. 이와 같이 대상사업 중 절반정도의 산업단지가 여전히 계획 수준에 머물러 있거나 아직 활발한 가동률을 나타내지 않음을 확인할 수 있다.

### 3.1.2. 배출량 전망

산업단지 개발로 인한 대기질 영향을 살펴보기 위해 산업단지로부터 발생하는 대기오염물질 배출량은 환경영향평가 협의가 완료된 평가서 자료를 사용하여 산정하였고, 기준 배출량 자료 산정에는 CAPSS (National Institute of Environmental Research, 2010), Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature (MEGAN) 자연배출량 자료를 이용하였다.

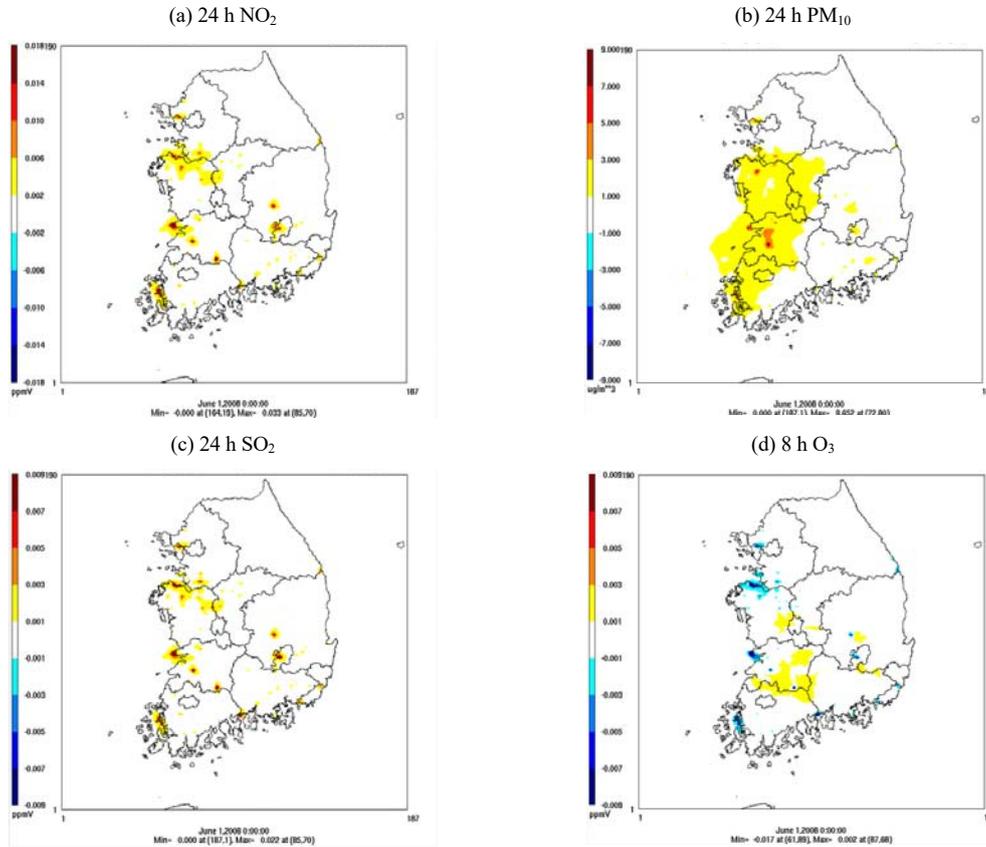


Fig. 7. Horizontal distributions of the simulated concentration difference applied by industrial complex development plans in summer: (a) 24 h NO<sub>2</sub>, (b) 24 h PM<sub>10</sub>, (c) 24 h SO<sub>2</sub>, (d) 8 h O<sub>3</sub> (after application-before application).

Fig. 6은 광역시도별 CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>의 배출량을 비교한 것으로 “KEI 1”은 기준 배출량(2008 CAPSS)을, “KEI 2”는 기준 배출량에 2010년 말 기준 환경영향평가 협의가 완료된 총 231개의 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량이 추가되었을 경우를 나타낸 것이며, “Relative change”는 산업단지가 적용될 경우 각 광역시도별 기준 배출량 대비 증가율을 백분율로 나타낸 것이다. 기준 배출량자료의 경우 2010년 말을 기준으로 환경영향평가 협의가 완료된 산업단지 개발계획 시점과 부합하는 2008 CAPSS를 사용하였다.

산업단지가 계획대로 개발될 경우 개발계획이 없는 서울지역의 경우 배출량 변화가 없고, 그 외 전북, 충남 그리고 대구 지역에서는 산업단지 개발계획에

따라 모든 물질의 배출량이 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다.

기준 배출량 대비 CO의 경우 충남과 전북 지역에서 약 4%, 대구에서 2.5% 정도의 배출량 증가를 보이고, NO<sub>x</sub>는 전북 지역에서 약 18%, 충남과 대구에서 약 15% 정도의 배출량 증가를 보였다. PM<sub>10</sub>의 경우 역시 전북, 충남, 대구지역에서 각각 18%, 16%, 13% 정도의 배출량 증가를 보였으며, SO<sub>2</sub>는 전북 지역에서 약 85% 이상, 대구와 충남지역에서 약 60%의 큰 폭의 배출량 증가를 보였다.

### 3.2. 산업단지 개발계획에 따른 대기질 영향예측

#### 3.2.1. 대기질 모사 결과

3차원 대기질 모델링을 통해 1) 기준 배출량을 적용

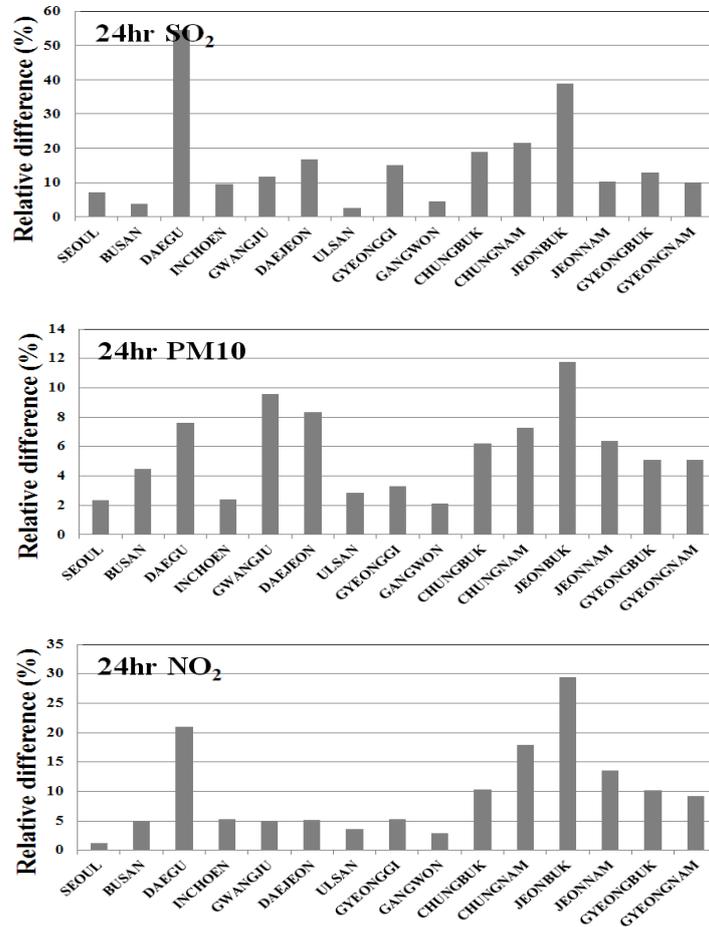


Fig. 8. Regional change in average concentration rate by applying industrial complex development plan in summer (after application-before application).

하는 경우(KEI 1, 2) 기준 배출량에 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량을 추가하는 경우(KEI 2)의 차이를 이용하여 산업단지 개발계획이 대기질에 미치는 영향을 살펴보았다.

Fig. 7은 여름철을 대상으로 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량을 추가하여 배출량 변화에 따른 대기 중 농도 변화를 나타낸 것이다. 24시간 NO<sub>2</sub>, 24시간 PM<sub>10</sub>, 24시간 SO<sub>2</sub>는 각각 기준 배출량을 적용한 모사 결과 대비 최대 33 ppb, 9.65 μg/m<sup>3</sup>, 22 ppb 정도 증가하는 것으로 나타난 반면, 8시간 O<sub>3</sub>의 경우에는 최대 17 ppb 정도 감소하는 것으로 나타났다. O<sub>3</sub>의 경우 NO<sub>x</sub> 배출량이 증가하는 일부 지역에서는 감소하

는 것으로 모사되나, 일부지역에서는 증가하는 것으로 모사된다. 이는 신규 산업단지가 위치하는 지역의 경우 NO<sub>x</sub> 배출량 증가로 인한 NO+O<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub> 반응에 의한 적정효과(titration effect)로 인해 O<sub>3</sub> 농도가 낮게 모사되나, 풍하 지역의 경우 O<sub>3</sub>이 생성될 수 있는 조건이 마련되기 때문으로 해석된다.

Fig. 8은 15개 광역시도별로 각 물질에 대한 여름철 평균 농도 변화율을 나타낸 그림이다. 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량을 추가한 모사 결과 24시간 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>의 경우 모두 대구와 전북 지역에서 상대적으로 높은 증가율을 보였고, 24시간 PM<sub>10</sub>의 경우

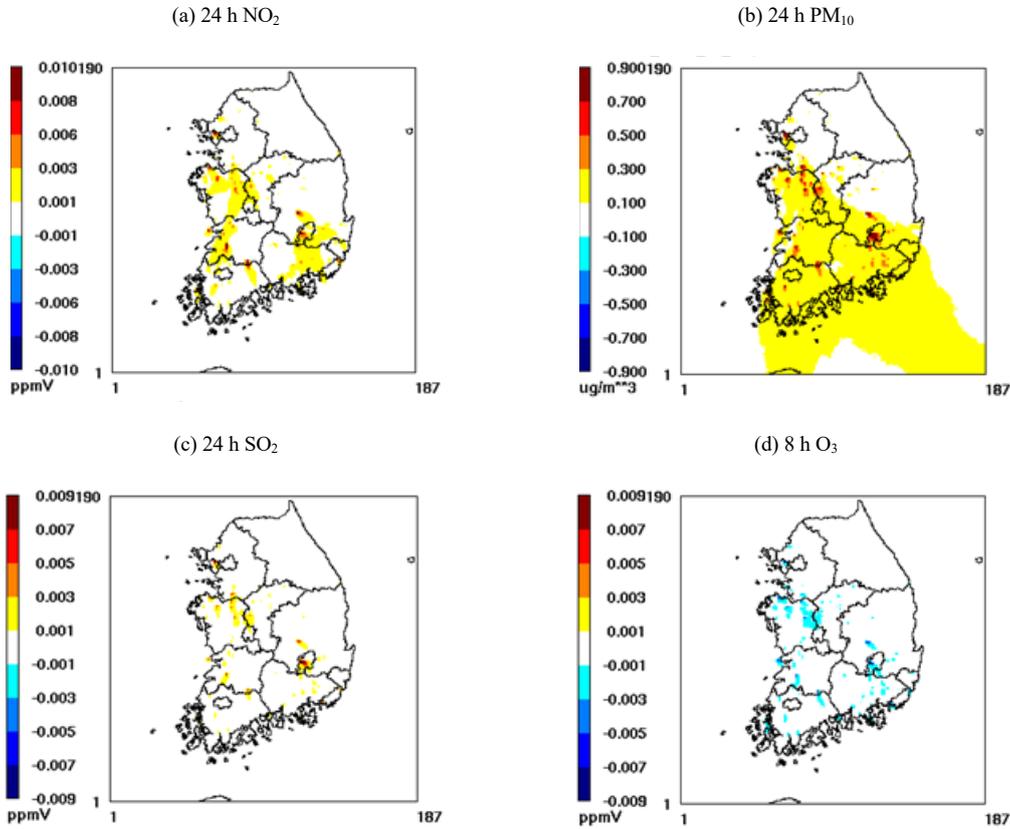


Fig. 9. Horizontal distributions of the simulated concentration difference applied by industrial complex development plans in winter: (a) 24 h NO<sub>2</sub>, (b) 24 h PM<sub>10</sub>, (c) 24 h SO<sub>2</sub>, (d) 8 h O<sub>3</sub> (after application-before application).

전북, 광주 순으로 높은 증가율을 나타내었다. 24시간 SO<sub>2</sub>는 대구에서 50% 이상, 전북 지역에서 40% 가까이 평균 농도 변화율을 보였으며, 24시간 PM<sub>10</sub>의 경우에는 전북 지역에서 12%, 광주에서 약 9%의 증가율을 보였다. 24시간 NO<sub>2</sub>도 24시간 PM<sub>10</sub>과 마찬가지로 전북 지역에서 약 30%, 대구에서 20% 이상의 증가율을 보였다.

O<sub>3</sub>은 그 특성상 대기 중의 농도가 큰 변화 없이 일정하게 유지되는 것이 아니라 광화학 반응이 활발하게 일어날 수 있는 조건이 되었을 때 다량의 O<sub>3</sub>이 생성되어 고농도로 수시간 유지되다 다른 물질로 분해된다. 따라서 O<sub>3</sub>의 경우는 다른 물질들과 달리 평균 농도 변화율을 분석하기보다는 환경기준치 초과 면적의 변화를 분석하는 것이 적절하다고 판단된다.

산업단지 개발계획에 따른 대기질 변화로 인하여 O<sub>3</sub> 농도가 대기환경기준치를 초과하는 면적을 분석한 결과 1시간 O<sub>3</sub>의 경우 개발계획 적용 전 대비 산업단지 개발계획 적용 후 약 3,500 km<sup>2</sup> 이상으로 제주도 면적의 약 1.89배, 8시간 O<sub>3</sub>의 경우 약 2,000 km<sup>2</sup> 이상으로 제주도 면적의 약 1.08배가 증가하는 것으로 나타나 산업단지 개발로 인한 O<sub>3</sub> 영향이 큼을 알 수 있다.

Fig. 9는 겨울철을 대상으로 산업단지 개발계획 적용에 따른 배출량을 추가하여 배출량 변화에 따른 대기 중 농도 변화를 나타낸 것이다. 24시간 NO<sub>2</sub>, 24시간 PM<sub>10</sub>, 24시간 SO<sub>2</sub>는 각각 기준 배출량을 적용한 모사 결과 대비 최대 17 ppb, 4.62 ug/m<sup>3</sup>, 24 ppb 정도 증가하는 것으로 나타난 반면, 8시간 O<sub>3</sub>의 경우에는 최대 9ppb 정도 감소하는 것으로 나타났다. O<sub>3</sub>의 경

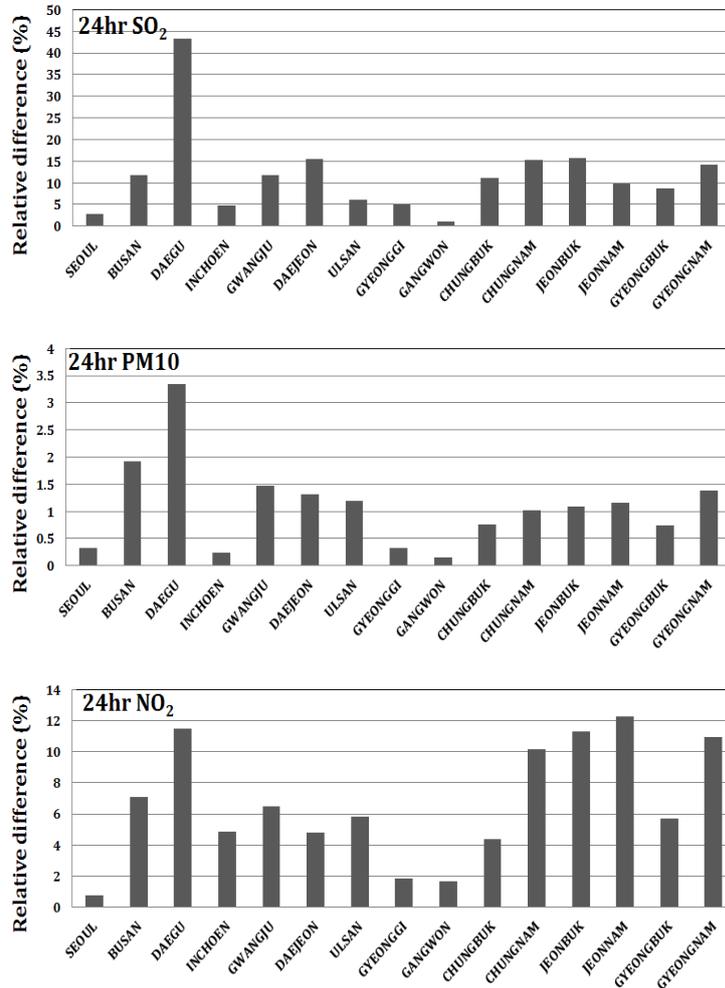


Fig. 10. Regional change in average concentration rate by applying industrial complex development plan in winter(after application-before application).

우 겨울철에는 기온과 일사량이 낮아 광화학 반응에 의한 생성보다는 NO+O<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub> 반응에 의한 적정효과가 크게 나타나기 때문으로 해석된다.

Fig. 10은 15개 광역시도별로 각 물질에 대한 겨울철 평균 농도 변화율을 나타낸 그림이다. 24시간 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>의 경우 모두 대구지역에서 상대적으로 높은 증가율을 나타내었다. 24시간 SO<sub>2</sub>는 대구에서 40% 이상, 전북 지역에서 15% 가까이 평균 농도 변화율을 보였으며, 24시간 PM<sub>10</sub>의 경우도 대구에서 3% 이상, 부산에서 약 2%의 증가율을 보였다. 24시간

NO<sub>2</sub>의 경우 전남 지역에서 약 12%, 대구에서 약 11%의 증가율을 보였다.

### 3.2.2. 물질별 최고 영향 지역 분석

Fig. 11과 Fig. 12는 광역시도별로 산업단지 개발계획에 따른 물질별 최대 농도 변화지역을 분석한 것이다. SO<sub>2</sub>와 NO<sub>2</sub> 농도의 경우 O<sub>3</sub> 농도 패턴과는 달리 신규 산업단지가 입지하는 지역을 중심으로 증가하는 경향을 보여 1차 오염물질의 성격이 잘 나타나고 있음을 알 수 있다. 예를 들어 1시간 SO<sub>2</sub> 농도의 경우 전북과 대구 등에서 2배 가까운 농도의 증가를 나타내며,

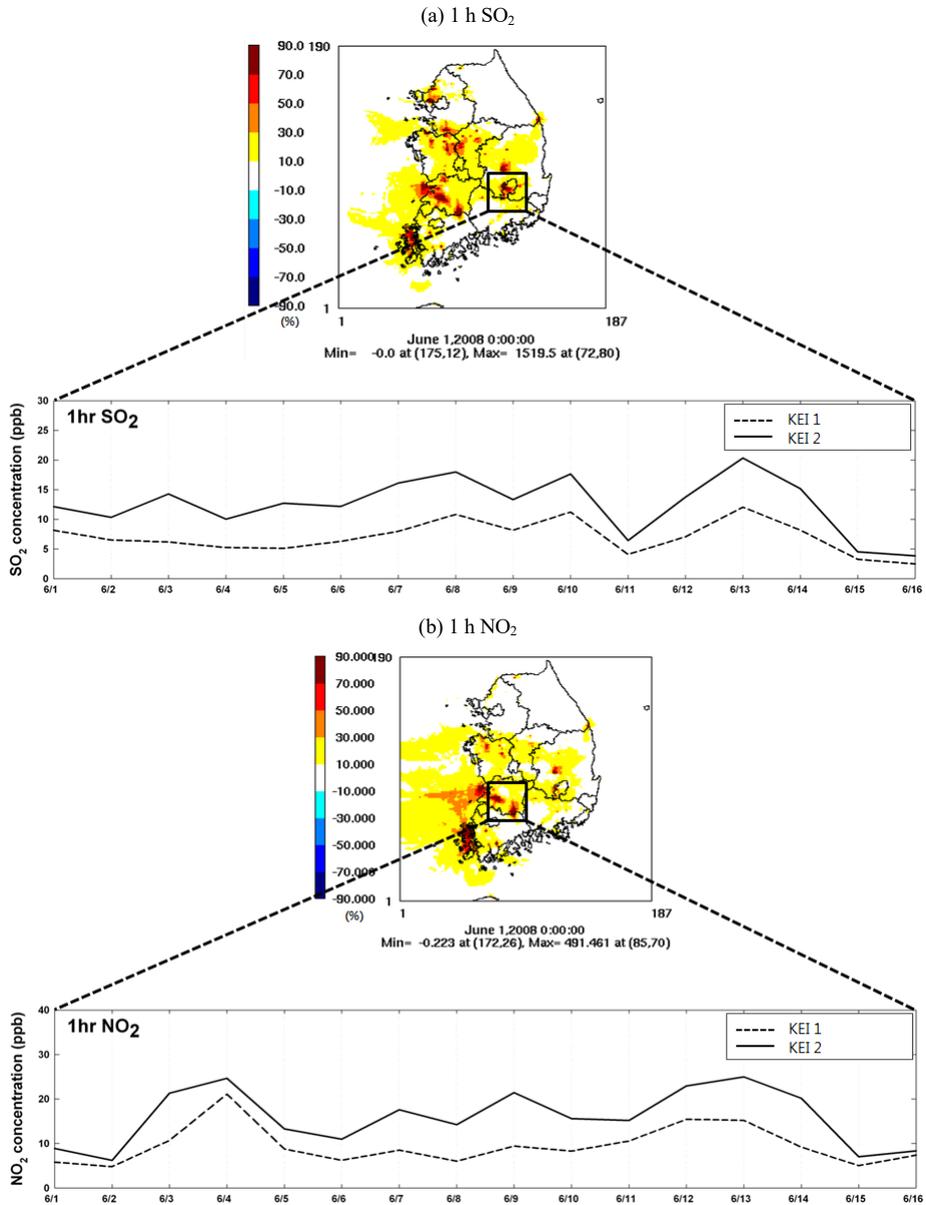


Fig. 11. Concentration change in the region with the highest rate of concentration change: (a) 1 h SO<sub>2</sub>, (b) 1 h NO<sub>2</sub>.

대구 일부 지역의 경우 평균 5 ppb 가량의 농도 증가를 보이는데, 이는 산업단지 배출량이 적용되기 전 평균농도가 약 8 ppb인 것과 비교했을 때 약 60% 정도의 농도가 증가한 것으로 나타났다. 1시간 NO<sub>2</sub> 농도 역시 SO<sub>2</sub>와 유사한 지역에서 증가를 보였다. 전북 일

부 지역의 경우 6월 8일~11일 사이 일최고 1시간 NO<sub>2</sub> 농도는 산업단지 개발계획 적용 전 모사에서 10 ppb 내외로 보이나, 산업단지 배출량이 추가될 경우 약 20 ppb 정도로 나타나 100%가량의 농도 증가를 보였다 (Fig. 11).

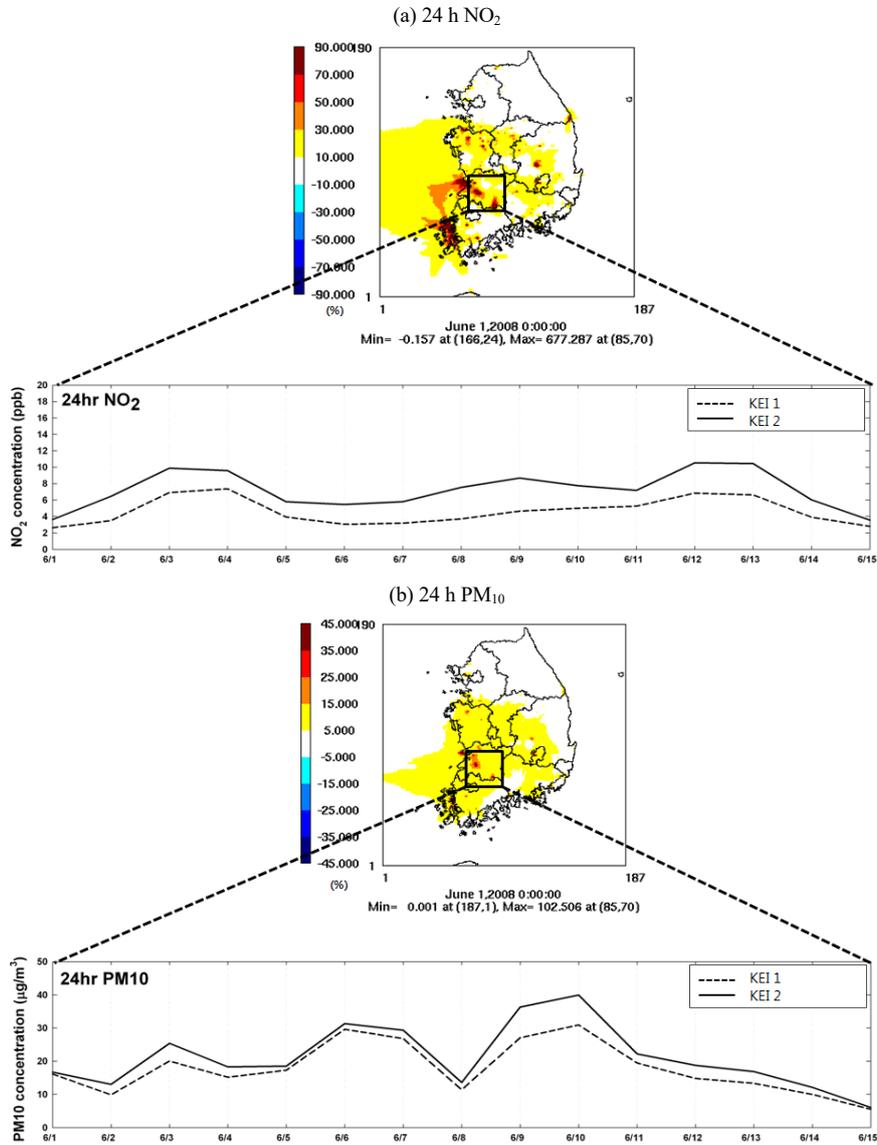


Fig. 12. Concentration change in the region with the highest rate of concentration change: (a) 24 h NO<sub>2</sub>, (b) 24 h PM<sub>10</sub>.

24시간 NO<sub>2</sub> 농도의 경우 전북 일부 지역에서 산업 단지 배출량을 포함하기 전 모사 농도는 5 ppb 내외, 산업단지 배출량을 포함할 경우 모사 농도는 8 ppb 정도로 나타나 약 60% 내외의 농도 증가를 보였다. 24 시간 PM<sub>10</sub> 농도는 국지적으로 평균 10%~20% 내외의 증가를 보이며, 모사일에 따라 많게는 30% 이상의 증가를 보였다(Fig. 12).

#### 4. 결론

본 연구에서는 2008년 6월 「인·허가 특례법」이 시행된 후 산업단지 개발계획이 급격하게 증가된 2010년까지의 산업단지 개발계획들이 국내 대기질에 미치는 영향을 살펴본 결과, 24시간 SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>의 모사 결과 모두 대구와 전북지역에서 상대적으로

높은 증가율을 나타냈다. 물질별 최고 농도 변화 지역을 살펴보면 1시간 SO<sub>2</sub> 농도는 전북과 대구 등에서 2배 가까운 농도 증가를 보이며, 1시간 NO<sub>2</sub> 농도 역시 전북 일부 지역에서 100% 가량 농도 증가를 보였다. O<sub>3</sub> 농도는 환경기준치 초과 면적을 살펴보았는데, 개발계획 적용 전에 비해 1시간 O<sub>3</sub>의 경우 약 3,500 km<sup>2</sup> 이상, 8시간 O<sub>3</sub>의 경우 약 2,000 km<sup>2</sup> 이상 증가하는 것으로 나타났다.

실제로 대상기간 동안의 국내 산업단지 개발계획은 영남권에 집중되었고 충청권과 수도권 순으로 이루어졌다. 그러나 실제로 배출량이 증가한 지역 외 오염물질의 이동과 화학반응으로 인해 인접지역에 미치는 영향도 크게 나타남을 알 수 있어 개별 사업에 대하여 검토되고 있는 환경영향평가에서는 확인되지 못한 누적적·광역적 영향이 주요 지역의 대기환경농도 변화로 나타남을 알 수 있다.

이는 개별 산업단지 개발계획에 대하여 환경영향평가를 거쳐 협의의 득하고 있는 현 제도의 방식보다는 국내 산업단지 개발계획들이 누적적이고 광역적으로 대기질에 미치는 영향을 평가하여 향후 국가 차원에서 지역별 산업단지 개발계획의 적정성을 사전 검토한 후 개별 사업에 대하여 환경영향평가를 실시하는 방안을 검토할 필요가 있음을 시사한다.

즉, 본 연구에서 수행한 분석 방법을 기반으로 산업단지 개발계획을 실시함에 있어 기존의 개별 산업단지에 대한 대기질의 영향을 평가하는 수준이 아니라, 인접지역과의 밀접한 영향을 받는 대기질의 특성을 고려하여 광역도시 규모에서 중·장기적 산업단지 공급계획에 대한 사전 평가를 실시할 수 있는 상위단계에서의 평가방안이 필요하다. 이를 위하여 우선 대기환경규제지역, 대기관리권역 등 대기오염 우심지역의 경우 이미 대기환경기준치에 도달하거나 초과한 지역이 해당되므로, 대기환경기준물질을 대상으로 개발계획을 적용한 대기질 결과가 대기환경기준치를 초과한다면 개발계획의 적정성을 재검토하는 방안이 바람직할 것으로 판단된다. 그러나 대부분의 산업단지는 도심 외곽의 농경지 및 산지 또는 준도시 지역에 입지하는 경향이 있으며 이러한 지역은 상대적으로 대기가 청정한 지역, 즉 현재의 대기질 농도가 환경기준치에 비하여 훨씬 낮은 지역이다. 따라서 이와 같이 배경농

도가 낮은 지역의 경우에는 대기환경기준치를 적용시키는 것 보다는 현재 대기질 농도 수준 대비 개발계획에 따른 대기질 농도 변화율로 개발 가능성을 검토하는 것이 필요할 것이다.

현재 본 연구의 후속으로 개발계획 적정성 검토를 위한 지자체별 기여도를 물질별로 작성 중에 있으며, 이 결과는 지자체별 배출량에 대한 농도 생성의 흐름을 파악할 수 있어 해당 지자체의 개발계획 또는 대기정책 수립 시 활용도가 높을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 논문은 한국환경정책·평가연구원에서 수행된 「산업단지 공급계획의 대기분야 전략환경평가 기반 구축(2011-14)」 과제의 결과로 작성되었습니다.

## REFERENCES

- Choi, M. H., Lim, D. J., 2010, Problems and improvement tasks of industrial project, Business evaluation issues analysis No. 26, National Assembly Budget Office, Seoul, Korea.
- Doll, D. C., 1991, Guidance for regulatory application of the urban airshed model, No. PB-92-108760/XAB, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina, United States.
- Kim, D. Y., Cho, J. S., 2006, PM<sub>10</sub> modeling in Seoul Metropolitan Area, Research 2006-01, Gyeonggi Research Institute, Suwon, Korea.
- Ministry of Environment, 2013, Guideline for setting up assessment range for environmental impact assessment, Guideline 22, Sejong, Korea.
- Ministry of Land, Infrastructure and transport, 2017, Industrial Land Information System, <http://www.industryland.or.kr>.
- National Institute of Environmental Research, 2010, National air pollutants emission 2008, NIER-GP2012-318, Incheon, Korea.
- Statutes of the Republic of Korea, Act on Special Cases Concerning the Simplification of Authorization and Permission Procedures for Industrial Complexes, 2015, Act No. 13433, [http://elaw.klri.re.kr/kor\\_service/main.do](http://elaw.klri.re.kr/kor_service/main.do).
- Statutes of the Republic of Korea, Industrial Sites and

Development Act Article 2 subparagraph 8, 2016, Act No. 14480, [http://elaw.klri.re.kr/kor\\_service/main.do](http://elaw.klri.re.kr/kor_service/main.do).  
The Weather Research & Forecasting Model, 2011, <http://www.wrf-model.org/index.php>.

U.S. Environmental Protection Agency, 2017, Community Multiscale Air Quality Modeling System (CMAQ), <https://www.epa.gov/cmaq/cmaq-models-0>.