

대기질 조사(대기자동측정망)

- 도시대기 및 도로변 대기오염측정소의 상시 운영을 통하여 대기오염 문제로부터 시민의 재산과 생명을 보호하고 대기질 개선 정책의 기초자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2010년 1월 ~ 12월 매 시간 자료
- 조사지점 및 항목
 - ▷ 19개 도시대기 및 도로변 측정소
 - ▷ SO₂, NO₂, O₃, CO, PM10 5개 항목
- 대기오염 측정소 이전 설치
 - ▷ 측정소 주변 환경 변화에 따라 감전동 측정소를 공업지역 중심으로 이전 설치

이전 후 명칭	용도지역	상세위치	비고	정상가동
학장동 측정소	공업	사상구 학장동 242-1 학장초등학교 옥상	감전동 측정소에서 이전	2010년 6월 8일

○ 노후 측정장비 교체

측정망 종류	측정소	최초 설치	장비교체연도	정상가동
도시대기	광복동	1985	1999	2010년 7월 1일
도시대기	연산동	1996	2000	
도시대기	대저동	1999	1999	

- 대기오염 측정소 측정 항목 변경 : SO₂, CO 항목의 축소 및 PM2.5 추가 설치(2010년 7월)
 - ▷ SO₂, CO 측정 중단 : 연산동, 청룡동, 광안동 측정소
 - ▷ PM2.5 추가 : 광복동, 학장동, 녹산동
(기존 : 장림동, 연산동, 기장읍, 좌동 측정소 4개소 → 7개소)

2. 조사방법

○ 항목별 측정방법

항목	측정방법
아황산가스(SO ₂)	자외선형광법(Puls UV Fluorescence Method)
이산화질소(NO ₂)	화학발광법(Chemiluminescent Method)
오존(O ₃)	자외선광도법(UV Photometric Method)
일산화탄소(CO)	비분산적외선법(Non-Dispersive Method)
미세먼지(PM10)	베타선흡수법(β -Ray Absorption Method)

○ 대기환경기준

항목	대기환경기준		
	구분	국가기준	부산시기준
아황산가스(SO ₂)	연간평균치	0.02 ppm이하	0.01 ppm이하
	24시간평균치	0.05 ppm이하	0.03 ppm이하
	1시간평균치	0.15 ppm이하	0.10 ppm이하
이산화질소(NO ₂)	연간평균치	0.03 ppm이하	0.03 ppm이하
	24시간평균치	0.06 ppm이하	0.06 ppm이하
	1시간평균치	0.10 ppm이하	0.10 ppm이하
오존(O ₃)	8시간평균치	0.06 ppm이하	0.05 ppm이하
	1시간평균치	0.1 ppm이하	0.07 ppm이하
일산화탄소(CO)	8시간평균치	9 ppm이하	6 ppm이하
	1시간평균치	25 ppm이하	15 ppm이하
미세먼지(PM10)	연간평균치	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
	24시간평균치	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
납(Pb)	연간평균치	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
벤젠	연간평균치	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

※ 1시간 평균치는 999천분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 아니되고, 8시간 및 24시간 평균치는 99백분위수의 값이 그 기준을 초과하여서는 아니된다.

○ 통합대기환경지수(CAI, Comprehensive Air Quality Index)

- ▷ 대기오염도 측정치를 알기 쉽게 하고 대기오염으로부터 피해를 예방하기 위한 행동 지침을 제시하기 위하여 대기오염도에 따른 인체 위해성과 대기환경기준을 고려하여 개발된 대기오염도 표현방식.
- ▷ 각 오염물질별로 통합대기환경지수를 산정하고 5개 대기오염물질 지수점수 중 가장 높은 점수를 통합지수 값으로 사용.
- ▷ 통합대기환경지수는 0부터 500까지의 지수를 6단계로 나누어 점수가 커질수록 대기 상태가 좋지 않음을 나타냄.

지수값	지수구분	구간의미
0~50	좋음	대기오염 관련 질환자군에서도 영향이 유발되지 않을 수준
51~100	보통	환자군에게 만성 노출시 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준
101~150	민감군영향	환자군 및 민감군에게 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준
151~250	나쁨	환자군 및 민감군(어린이, 노약자 등)에게 유해한 영향 유발, 일반인도 건강상 불쾌감을 경험할 수 있는 수준
251~350	매우나쁨	환자군 및 민감군에게 급성 노출시 심각한 영향 유발, 일반인도 약한 영향이 유발될 수 있는 수준
351~500	위험	환자군 및 민감군에게 응급 조치가 발생되거나, 일반인에게 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준

표 1. 대기오염 측정소 운영 현황

측정소	구, 군	위치	현 위치 설치	장비 교체	비고
광복동	중구	광복동 주민자치 센터	1998년 10월	2010년 06월	도시대기
장림동	사하구	장림1동 주민자치 센터	2004년 08월	2004년 10월	
학장동	사상구	학장초등학교	2010년 06월	2004년 10월	
덕천동	북구	한국환경공단 영남지역본부	1988년 10월	2005년 02월	
연산동	연제구	연제초등학교	1996년 04월	2010년 06월	
대연동	남구	부산공업고등학교 공동실습관	2003년 11월	2003년 12월	
청룡동	금정구	청룡노포동 주민자치 센터	2007년 02월	2009년 06월	
전포동	부산진구	경남공업고등학교	2003년 08월	2000년 02월	
태종대	영도구	태종대 관리사무소	2007년 01월	2008년 11월	
기장읍	기장군	기장초등학교	1999년 08월	2005년 09월	
대저동	강서구	대저차량사업소	2007년 02월	2010년 06월	
부곡동	금정구	부곡2동 주민자치 센터	2000년 11월	2000년 11월	
광안동	수영구	부산광역시 보건환경연구원	2001년 11월	2001년 11월	
명장동	동래구	명장1동 주민자치 센터	2007년 02월	2002년 12월	
녹산동	강서구	(주)삼성전기 부산사업장	2003년 11월	2003년 11월	
용수리	기장군	정관면 주민자치 센터	2004년 10월	2004년 10월	
좌동	해운대구	좌1동 주민자치 센터	2005년 11월	2005년 11월	
온천동	동래구	동래지하철 맞은편	1997년 02월	2007년 07월	
초량동	동구	윤홍신장군 동상 인근	1999년 06월	2006년 09월	

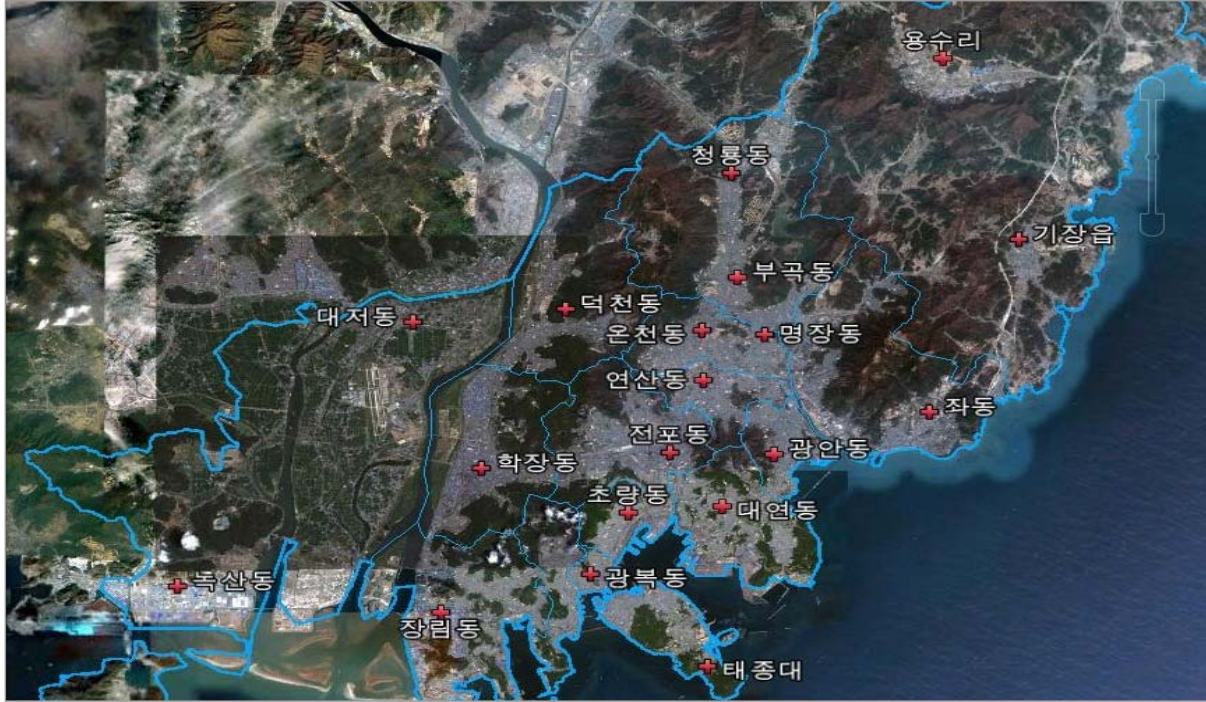


그림 1. 대기오염 측정소 위치도

3. 조사결과

○ 유효 자료 현황

- ▷ 유효자료 획득율(정상측정자료/목표측정시간(8,760)×100)은 측정소 이전과 노후장비 교체의 영향으로 학장동, 광복동, 연산동, 대저동 측정소에서 비교적 낮게 나타남. 대저동 측정소 CO가 7,913(90.33%)개의 유효자료로 가장 낮았으나 전 지점에서 90% 이상의 유효자료 획득률을 나타냄.
- ▷ 대기오염 측정소 가동율(정상측정자료/(목표측정시간(8,760)-교정 및 전원단절 시간)×100)은 장림동 측정소 NO₂가 94.67% 가장 낮았으나, 평균 가동율은 99.13%로 2009년 98.91%보다 다소 증가하였음.

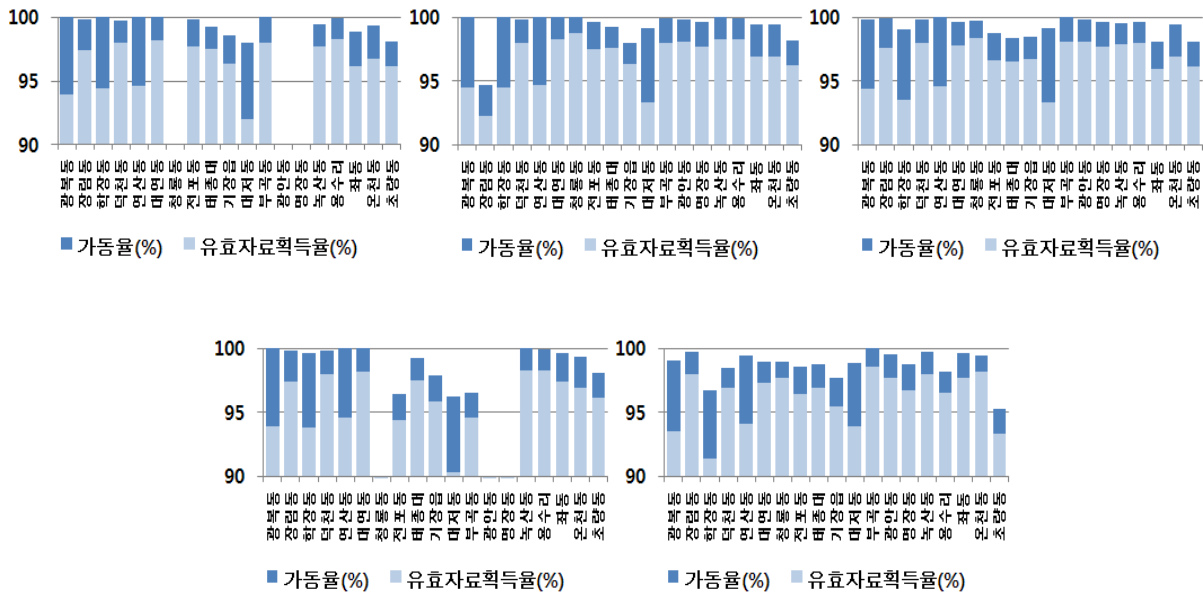


그림 2. 가동률 및 유효자료 획득률, SO₂, NO₂, O₃, CO, PM₁₀

○ 연평균 농도 변화

- ▷ 2010년 항복별 연평균은 도시대기 SO₂ 0.006 ppm, NO₂ 0.021ppm, O₃ 0.026 ppm, CO 0.4 ppm, PM₁₀ 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 도로변 SO₂ 0.007 ppm, NO₂ 0.043ppm, O₃ 0.015 ppm, CO 0.7 ppm, PM₁₀ 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타남.
- ▷ 도시대기 측정소는 전반적으로 전년과 비슷한 농도 수준을 보였으며(SO₂ 증가, O₃ 감소), 도로변 측정소는 전년과 비슷하거나 다소 증가하였음(SO₂, NO₂, PM₁₀ 증가).
- ▷ 2001년 이후 연평균 농도 변화는 도시대기 측정소의 경우 SO₂, NO₂, CO, PM₁₀은 감소하고 있는 추세이며, O₃는 다소 증가하고 있음. 도로변 측정소의 경우 SO₂가 2010년 0.007 ppm으로 다소 증가하였지만 CO, PM₁₀과 더불어 감소하는 추세이며 NO₂, O₃는 다소 증가하는 경향을 보이고 있음.

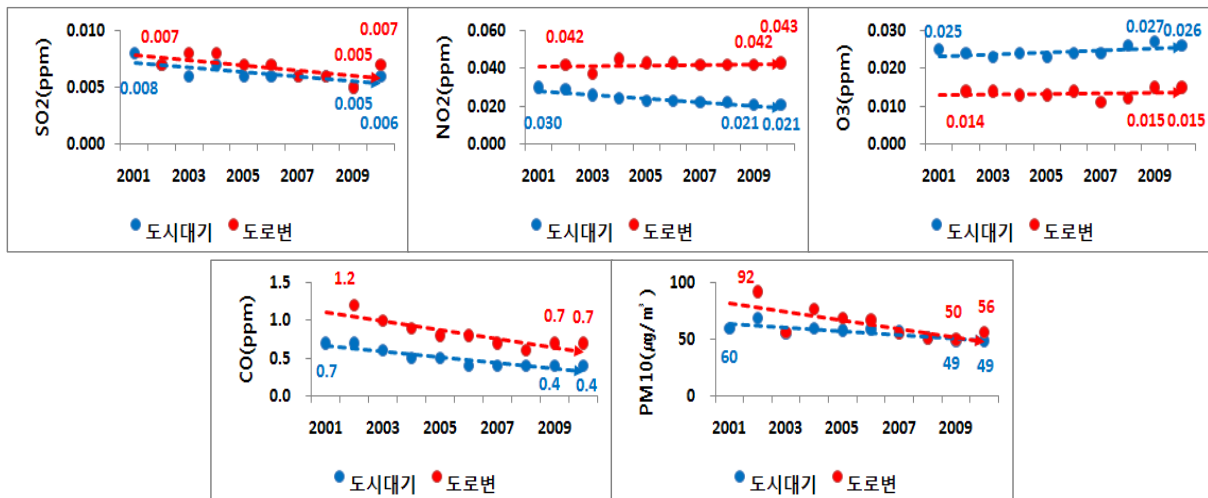


그림 3. 2001년 이후 항복별 연평균 변화

○ 도시대기 측정소 월평균 농도 변화

- ▷ SO₂ 월평균 농도는 3월 0.004 ppm에서 11, 12월 0.007 ppm의 분포로 월 변화 폭이 크지 않으며 과년도와 비교하여 1~5월간 다소 낮았고 11, 12월이 다소 높았음.
- ▷ NO₂는 전년 및 과년도와 비슷하게 7~9월 낮았고 겨울철에 증가하는 월 변화 경향을 보이나 월평균 최고 농도는 2009년 4월 0.025 ppm에서 2010년에는 11월 0.029 ppm으로 나타남.
- ▷ O₃는 4~6월간 비교적 높은 평균농도를 나타내고 7, 8월 감소되었다가 9, 10월 증가하는 경향을 보이고 있으며 2009년 4월 0.038 ppm으로 가장 높았고, 2010년은 5월이 0.036 ppm으로 가장 높게 나타남.
- ▷ PM10은 황사의 영향으로 봄철, 3~5월간 농도가 증가하고 여름철 7, 8월 감소하였다가 겨울철에 증가하는 변화를 보이며 과년도와 비교하여 11월을 제외하고 전반적으로 낮았으며, 전년과 비교하여 3, 11월 농도가 높았음.

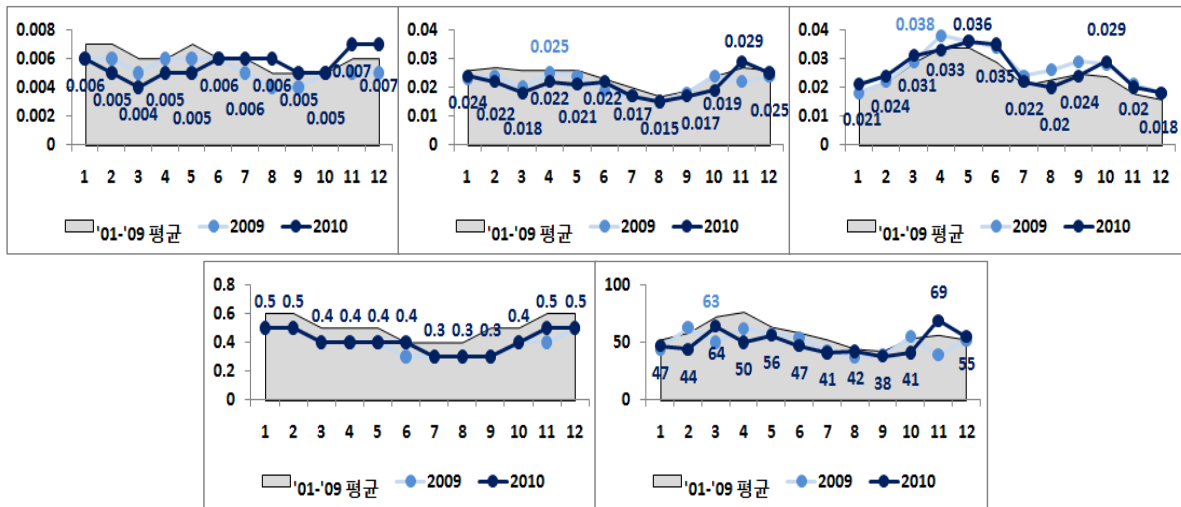


그림 4. 월평균 농도 변화, SO₂(ppm), NO₂(ppm), O₃(ppm), CO(ppm), PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

○ 지점별 연평균 농도 분포

- ▷ SO₂ 농도는 광복동 측정소에서 0.008 ppm으로 가장 높았고, 태종대, 대저동에서도 0.007 ppm으로 비교적 높았으나 지점별로 크게 차이가 나지는 않으며, 광복동(0.008 ppm), 대저동(0.008 ppm), 태종대(0.007 ppm)에서 농도가 높았던 2009년과 비슷한 공간 분포를 보이고 있음.
- ▷ NO₂ 농도는 전포동 측정소에서 0.031 ppm으로 가장 높았으며 광복동과 연산동 등 도심 내부에서 비교적 높은 농도 수준을 나타냄. 2009년에도 전포동(0.032 ppm), 광복동(0.028 ppm)에서 높은 농도를 나타내에 비슷한 공간 분포를 보이고 있음.
- ▷ O₃ 농도는 용수리 측정소에서 0.034 ppm으로 가장 높았고 좌동, 기장읍, 녹산동 등 해안지역을 중심으로 높게 나타남. 용수리(0.035 ppm), 좌동(0.032 ppm), 광안동(0.031 ppm) 측정소를 중심으로 높았던 2009년과 비슷한 분포를 유지함.

▷ PM10 연평균 농도는 학장동 측정소에서 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았으며 장림동, 녹산동, 대저동의 서부지역에서 높은 농도를 나타냄. 2009년의 경우 장림동(60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 감전동(59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 대저동(58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 녹산동(57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 측정소를 중심으로 비슷한 농도 수준을 보였으나 2010년에는 학장동 지역이 월등하게 높은 평균 농도를 나타내어 추가적인 대책이 필요함.

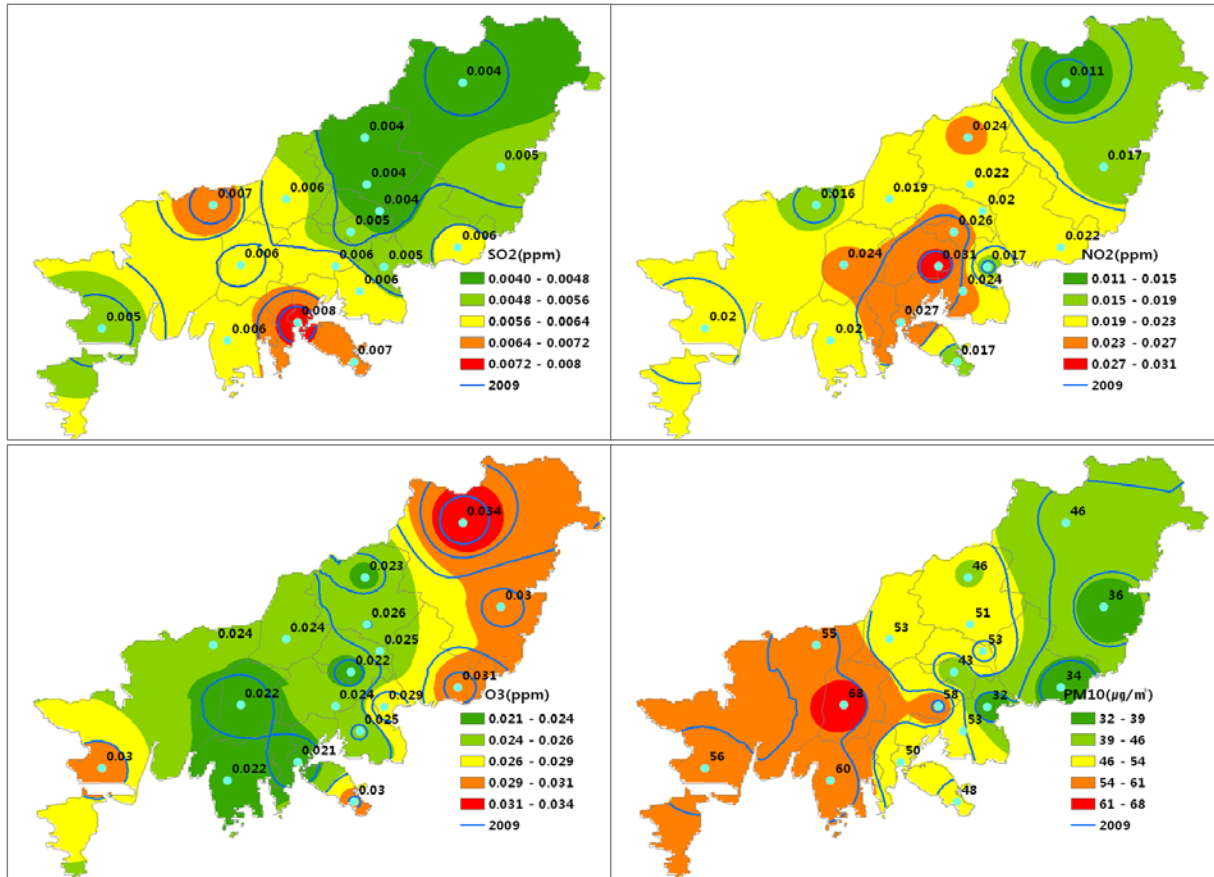


그림 5. 지점별 연평균 농도 분포

○ 환경기준 달성여부

- ▷ 도시대기 측정소는 전 항목에서 연간 환경기준을 만족하였으며, O₃ 8시간 평균 분위수 농도가 0.078 ppm, PM10 24시간 평균 분위수 농도가 142 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 각각 환경기준 0.06 ppm, 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하였음.
- ▷ 도로변 측정소의 경우 NO₂가 전 시간대의 환경기준을 모두 초과하고 있으며, PM10의 경우도 환경기준을 달성하지 못함.

표 2. 항목별 환경기준 달성 여부

	SO ₂ (ppm)			NO ₂ (ppm)			O ₃ (ppm)		CO(ppm)		PM10(μg/m ³)	
	1시간	24시간	연간	1시간	24시간	연간	1시간	8시간	1시간	8시간	24시간	연간
	999천 분위수	99백분 위수	평균	999천 분위수	99백분 위수	평균	999천 분위수	99백분 위수	999천 분위수	99백분 위수	99백분 위수	평균
도시	0.047	0.017	0.006	0.086	0.052	0.021	0.099	0.078	1.7	1.2	142	49
도로변	0.049	0.019	0.007	0.127	0.083	0.043	0.058	0.044	2.4	1.6	156	56
기준	0.15	0.05	0.02	0.1	0.06	0.03	0.1	0.06	8	25	100	50

○ 환경기준 초과 횟수

- ▷ 도로변 측정소 NO₂ 1시간 환경기준 초과는 183회(전체 16,917회) 발생하였으며 온천동 측정소에서 176회로 집중적으로 발생하였고, 24시간 환경기준 초과도 76회(전체 705회) 중 온천동 측정소에서 68회 발생하였고 11월에 많은 빈도를 나타냄.
- ▷ O₃ 1시간 분위수 농도는 0.099 ppm으로 환경기준을 초과 하지는 않았지만 총 135회(전체 143,933회) 발생하였으며 6월에 111회, 용수리 측정소에서 28회로 높은 빈도를 나타내었음. 8시간 환경기준 초과는 320회(전체 5,886회) 발생하였으며 5, 6월에 107, 82회로 집중적으로 발생하였고, 용수리 40회, 녹산동 38회, 좌동 34회로 발생빈도가 높았음.
- ▷ PM10 24시간 환경기준은 도시대기와 도로변 측정소 모두 초과하였으며 도시대기 측정소에서 248회(전체 5,972회) 환경기준을 초과하였고, 황사의 영향으로 3, 5, 11, 12월에 각각 65, 53, 51, 42회로 발생 빈도가 높았으며 공업지역인 학장동과 장림동에서 각각 37, 31회로 높게 나타남.

NO2	1시간 평균												24시간 평균												
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
광복동					3	3											1	1						1	
장림동											3													2	
학장동																									
덕천동																									
연산동											8													2	
대연동																								2	
청룡동																									
전포동				10	7				1			7	1				2	1	1				1	2	
태종대																									
기장읍																									
대저동																									
부곡동											2													1	
광안동																									
명장동																									
녹산동																									
용수리																									
좌동																									
온천동	17	21	14	9	21	15	4	7	10	6	29	23	8	9	4	9	9	8			1	1	15	4	
초량동					3	3					1						4	2				1			1

O3	1시간 평균												8시간 평균											
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
광복동						4										2	2							
장림동						1										1	7	2						
학장동																1	8		1	1	1			
덕천동						1										2	6	7	3	2	1			
연산동					1											1								
대연동						7										2	2	1				1	1	
청룡동						3										5	7	3	1	2				
전포동						3										5	2	2			3	1		
태종대						15										1	8	3		1	3	3	1	
기장읍					1	12	1									1	7	7	4	1	5		1	
대저동						3		1								1	7	3	2	1				
부곡동						11											4	9	4	2	2	2		
광안동					4	8										3	9	5			1	1		
명장동																2	6	4	2				2	
녹산동					4	9		3	4							3	10	7	3	2	7	4	2	
용수리						24	4									4	10	13	5	2	5	1		
좌동					1	10										1	7	10	7	2	1	5	1	
온천동																								
초량동																								

PM10	24시간 평균												
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
광복동				4		2						2	2
장림동	2	3	4			3						11	8
학장동	2	3	6		5	2				1		11	7
덕천동			3		4							1	2
연산동				2		1						1	2
대연동			4		4	2						3	2
청룡동			3		3							1	
전포동	2	1	4		5	2	4					3	2
태종대	1		4		2							3	3
기장읍			4		1							1	
대저동	2	3	7	1	7							5	6
부곡동			4		4	1						1	1
광안동			3									1	
명장동		1	4		5	1						1	2
녹산동	1	2	3		4							4	5
용수리			3		3							1	
좌동			3									1	
온천동	2	3	5	1	3							4	3
초량동	2	2	6		3							4	2

그림 6. 지점별 환경기준 초과횟수 분포

○ 일자별 통합대기환경지수 분포

- ▷ 각 지점별 시간자료를 바탕으로 통합대기환경 지수를 산정하고 일별로 가장 많은 빈도를 보이는 값을 해당일의 통합대기 환경지수로 결정함.
- ▷ 대기질이 가장 양호한 지역은 광안동 측정소로 연중 50.4%(184일)가 ‘좋음’의 지수를 나타내었으며 다음으로 기장읍에서 45.5%(166일), 좌동 측정소에서 43.0%(157일)로 양호한 대기질을 나타내었음.
- ▷ ‘민감균영향’ 이상의 지수는 학장동에서 17.3%(61일)로 가장 많았으며 다음으로 전포동 측정소 12.9%(47일), 대저동 11.7%(41일), 장림동 11.5%(47일) 순으로 나타남. 학장동 측정소의 경우 대부분의 원인물질이 PM10으로 나타났으며 다른 지역보다 월등히

많은 일수를 기록하여 추가적인 대책이 필요함.

- ▷ 대기질이 가장 열악했던 날은 11월 12일로 전 지점에서 ‘매우나쁨’, ‘위험’의 지수를 보였으며 최고 $911 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (태종대 측정소) 미세먼지 농도를 기록한 강력한 황사의 영향 때문임.

4. 결론 및 향후 계획

- 2010년 도시대기 측정소의 항목별 연간평균은 SO_2 0.006 ppm, NO_2 0.021 ppm, O_3 0.026 ppm, CO 0.4 ppm, PM10 $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년과 비슷한 수준이었으며 O_3 를 제외하고 전 항목에서 감소하는 추세임.
- 도시대기 O_3 8시간 환경기준 초과 횟수가 320회(전체 5,886회), PM10 24시간 환경기준 초과 수가 248회(전체 5,972회)로 환경기준 달성에 실패하였으며 O_3 는 5, 6월과 용수리, 녹산동, 좌동을 중심으로 PM10은 황사기간과 학장동, 장림동을 중심으로 발생하였음.
- 고농도 발생 지점과 물질(학장동 PM10 등)에 대해서는 추가적인 검토를 추진하여 원인 규명과 대책수립의 기초 자료를 제공할 예정임.

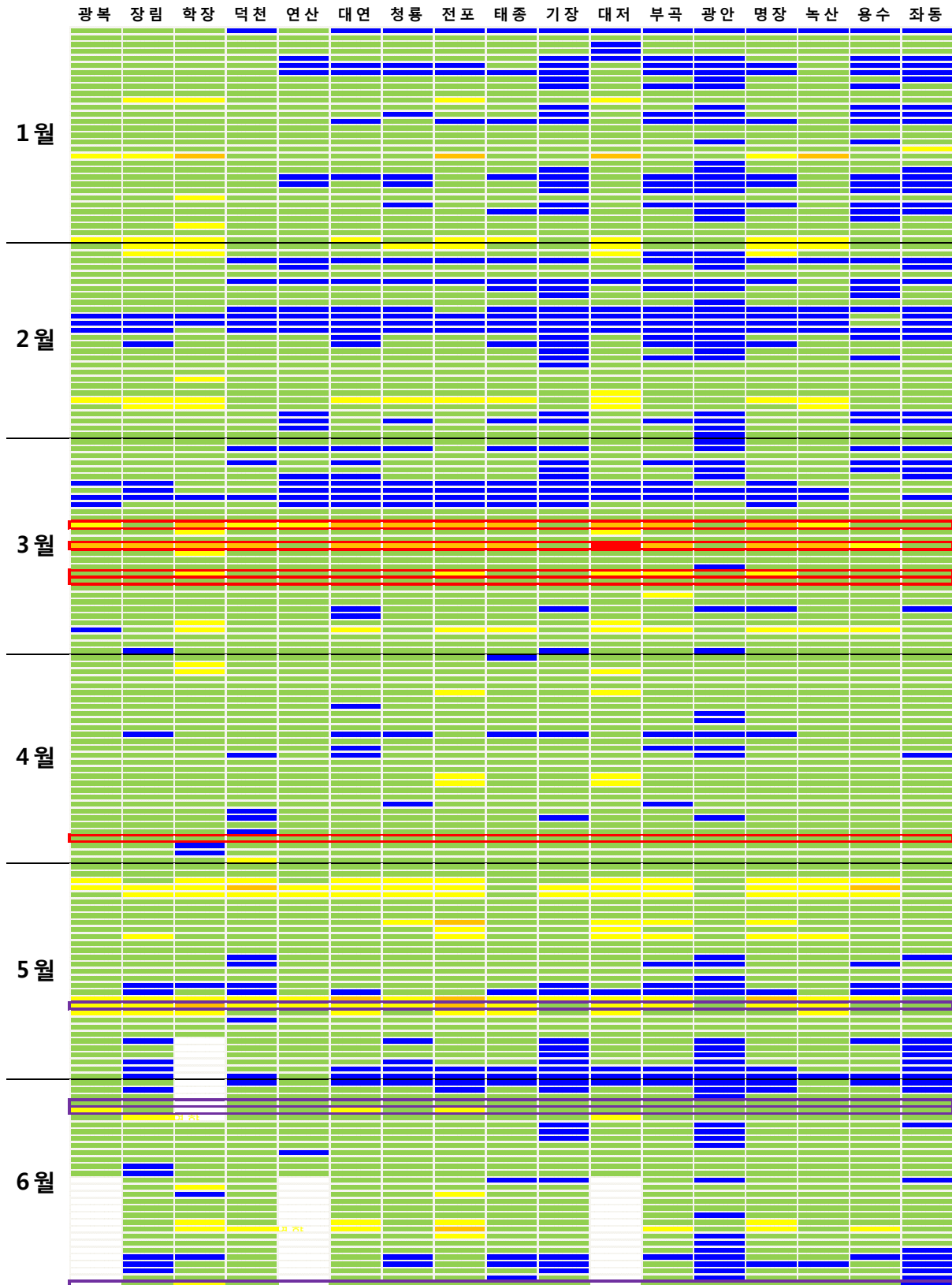


그림 7. 상반기 일자별 CAI 지수 분포, (좋음: ■, 보통: ■, 민감군영향: ■, 나쁨: ■, 매우나쁨: ■, 위험: ■),
 □ : 행사발생일, □ : 오존주의보 발생일>

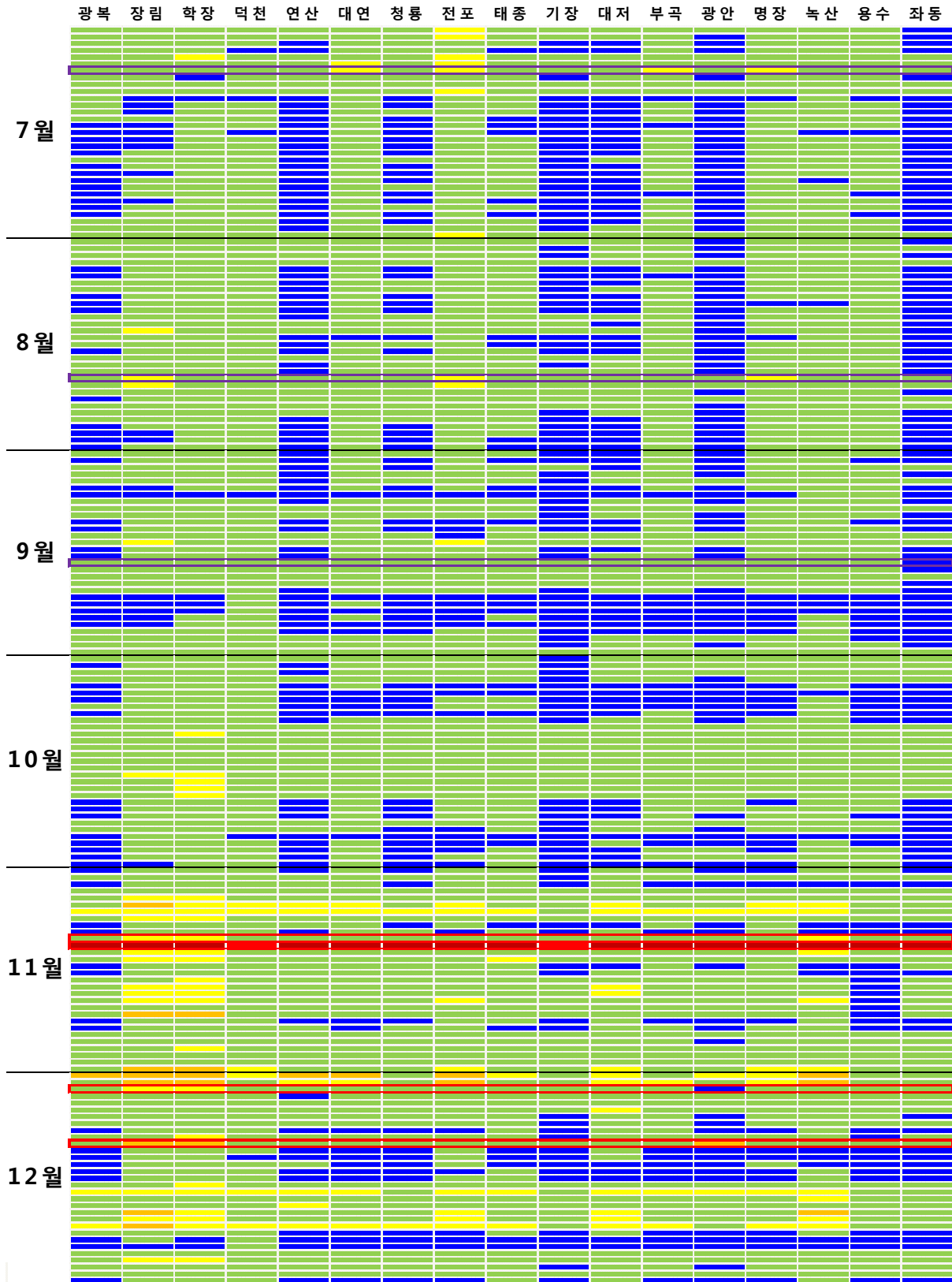


그림 8. 하반기 일자별 CAI 지수 분포, (좋음: ■, 보통: ■, 민감군영향: ■, 나쁨: ■, 매우나쁨: ■, 위험: ■),
 □ : 황사발생일, □ : 오존주의보 발생일>