

이동측정차량을 이용한 대기오염 조사

- 공단지역, 쓰레기매립장지역, 부두로지역 등 대기질의 정밀조사가 필요한 지역을 대상으로 대기오염 이동측정차량을 이용하여 측정, 분석

1. 조사개요

□ 목적

- 우리시에서 운영중인 고정식 대기측정소가 없는 지역 중 사업장밀집지역, 쓰레기매립장, 부두로지역 등 대기질의 정밀 조사가 필요한 지역을 대상으로 대기오염 이동측정차량을 이용 측정, 분석하여 대기환경개선 정책 수립의 기초자료 제공
- 법적근거 : 대기환경보전법 제3조(상시측정) 및 동법 시행규칙 제8조의2(측정망의 종류)

□ 조사지점 및 조사기간

- 조사기간 : 2007년 2월 2일 ~ 2007년 11월 28일
 - ※ 지점별 세부측정기간은 측정결과 참조
- 조사지점

표 1. 조사지점 및 조사횟수

지역 및 지점		상세 위치	조사횟수
사업장밀집지역	금사	금정구 금사동 동일고무벨트	분기 1회
	학장	사상구 학장동 학장초교	"
	신평·장림	사하구 신평2동 염색공단 체육공원	"
쓰레기매립장 지역	생곡	강서구 생곡동 생곡마을회관	"
	을숙도	사하구 하단동 을숙도매립장	"
	석대	해운대구 석대동 석대테니스장	"
인구밀집지역	화명동	북구 화명3동사무소	"
녹지지역	고리	기장군 고리 원전 사택	반기 1회
	가덕도, 강서	가덕도, 강서조정경기장	"
부두로지역	1부두	중구 부산세관 앞 도로변	"
	5부두	동구 허치슨부두 앞 도로변	"
	감만부두	남구 감만부두 LG칼텍스 내 도로변	"

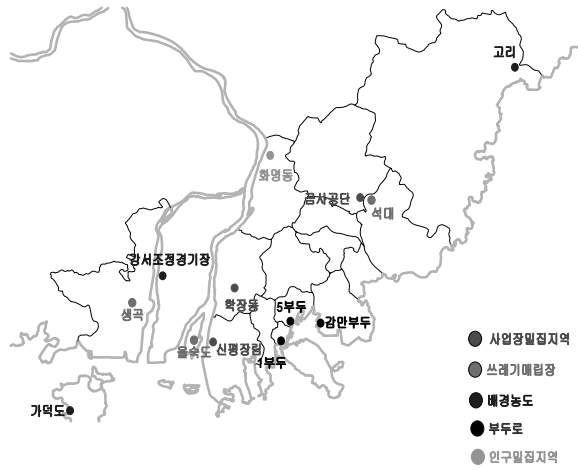


그림 1. 측정 위치도.

2. 조사방법

- 이동 측정차량을 이용하여 지점별 7일간을 기준으로 연속측정 ⇒ 1시간 평균자료 생성
- 시료채취구 높이 : 지상 약 3.5 m로, 고정식 측정소에 비해 시료채취구 높이가 일정하여 사람의 활동이 일어나는 지상의 대기질 측정가능
- 측정장비

표 2. 측정장비 현황

측정 항목	규격	제조사(최초구입일자)
SO ₂	43C-TL	TEI社(1998.08.26)
NO ₂	42C-TL	
O ₃	49C	
CO	48C-TL	
PM10	BAM1020	METONE(1998.08.26)



그림 2. 이동 측정차량 운영모습.

3. 조사결과

□ 용도지역별 평균농도

- 2007년 조사결과 분석은 기존 고정측정망의 결과와 이동차량의 동일 측정시간대 결과를 분석하여 지점특성과 측정기간별 부산 전역의 특성이 보다 잘 반영되도록 하였다.
- 2007년 용도지역별 평균농도를 살펴보면 SO₂, NO₂, CO 항목은 부두로지역, O₃ 항목은 녹지지역이, PM-10 항목은 사업장 밀집지역이 가장 높게 나타났다.
- 부두로지역의 경우 수출입 화물을 운반하는 컨테이너 수송차량과 인접 연안에서의 선박 입출항에 따른 오염물질 영향이 반영되어 주로 1차 오염물질의 고농도 현상을 나타내고 있다.
- 녹지지역의 고농도 오존현상은 인접지역 수목으로부터 이소프렌, 테르펜 등의 올레핀화합물이 생성된다는 김조천 등의 연구결과에 따라 자연 VOCs에 의한 광화학 반응(Photochemical reaction)에 의한 오존생성과 측정기간이 4, 8월에 집중되어 계절적인 영향에 의한 오존 고농도 현상이 복합적으로 작용하여 나타난 결과로 판단된다.
- 사업장밀집지역은 밀집된 사업장에서 발생하는 오염물질 영향과 측정기간 일부에 도래한 황사의 영향 및 이동 배출원에 의한 오염물질 배출이 작용하여 미세먼지(PM-10)농도가 상대적으로 높게 나타난 것으로 사료된다.
- 혐오시설로 분류되는 쓰레기매립장지역은 타 지역에 비해 양호한 대기질을 나타내고 있는데 이는 도심 및 주거지역과 이격된 지점특성에 따른 결과로 사료되며,
- 인구밀집지역인 화명동지역은 NO₂, CO 항목이 고정대기측정망에 비해 다소 높은 농도를 나타내고 있는데 주거단지의 개별난방과 인접 주거지역 도로에서 발생하는 오염물질의 영향이 반영된 결과로 판단된다.

표 3. 용도지역별 평균농도

용도지역	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
사업장밀집 지역	0.006	0.026	0.020	0.6	76
쓰레기매립장 지역	0.004	0.014	0.026	0.4	52
인구밀집 지역	0.005	0.029	0.018	0.6	57
녹지 지역	0.004	0.011	0.029	0.4	57
부두로 지역	0.010	0.038	0.018	0.7	60
2007년 2월~11월 도시대기측정망 평균	0.005	0.021	0.026	0.4	58

□ 지점별 조사결과

○ 사업장밀집지역

2007년 사업장밀집지역 조사지점은 총 3개 지점, 년 4회(분기1회)에 걸쳐 조사되었으며 결과 분석을 보다 용이하게 하기 위하여 이동차량이 조사한 시간대와 일치하는 부산지역 내에 설치된 사업장밀집지역(장림, 감전, 녹산) 고정 측정망 결과와 비교 분석하여 측정 당시의 기상상황이나 부산지역의 대기환경상태를 반영하고자 하였다.

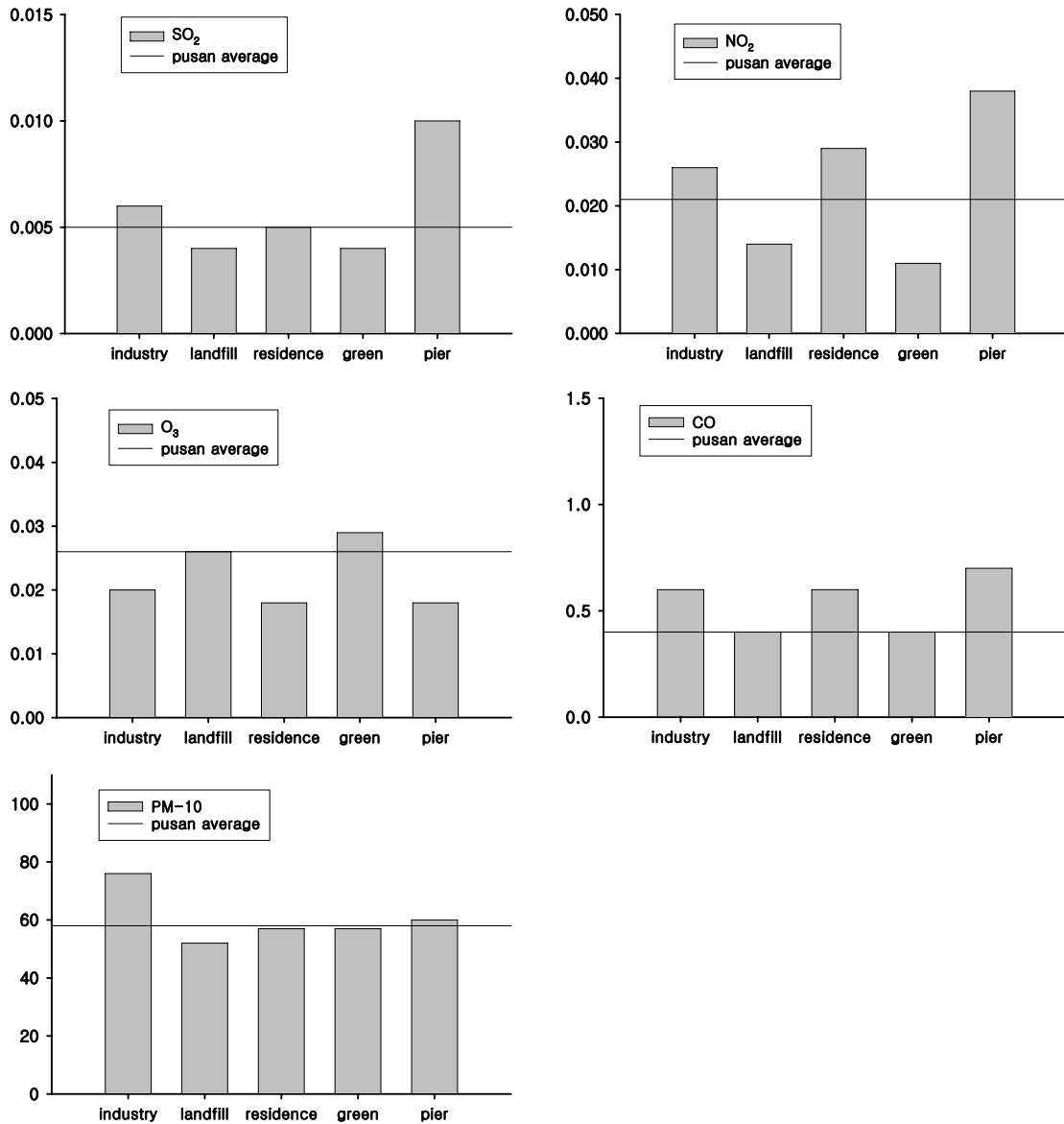


그림 3. 항목별 오염물질 평균농도.

전반적으로 이동차량을 이용한 사업장밀집지역의 결과는 동시간대의 고정 측정망의 결과와 유사한 것으로 평가할 수 있으며, 지점별로는 금사지점에서 SO₂, NO₂, CO, PM-10 항목에서 높은 농도를 나타내고 있어 지점 특성이 기존 도시고속도로와 강변도로에 근접되어 있어 이동배출원에 의한 영향이 많이 반영된 결과로 사료된다.

▷ 금사지점

2007년 금사지점의 분기별 평균농도를 그림 4에 도시하였다. 동시간대에 측정된 공업지역 측정망 평균(그림에서 점선으로 표시)과 비교하여 O₃를 제외한 전 항목에서 다소 높은 농도를 나타내고 있어 도시고속도로 및 연계된 강변도로의 차량이 주요 요인으로 추정할 수 있으며, 저 농도 O₃ 현상은 도로상에서 형성된 NO와 강한 산화력을 지닌 O₃가 빠르게 반응하여 NO₂로 전환되어 나타난 결과로 판단된다.

금사지점의 분기별 결과는 O₃ 제외 전 항목에서 4/4분기에 가장 높게 나타났고 동일 측정 시간대의 고정 측정망의 평균결과도 높은 수치를 기록하여 광역적 환경이 많이 반영되었으며, O₃ 항목은 2/4분기에 가장 높게 나타나 기상 요소에 의한 부산지역의 광역적 환경이 지점별 결과에 지대한 영향이 있다는 것을 보여 주고 있다.

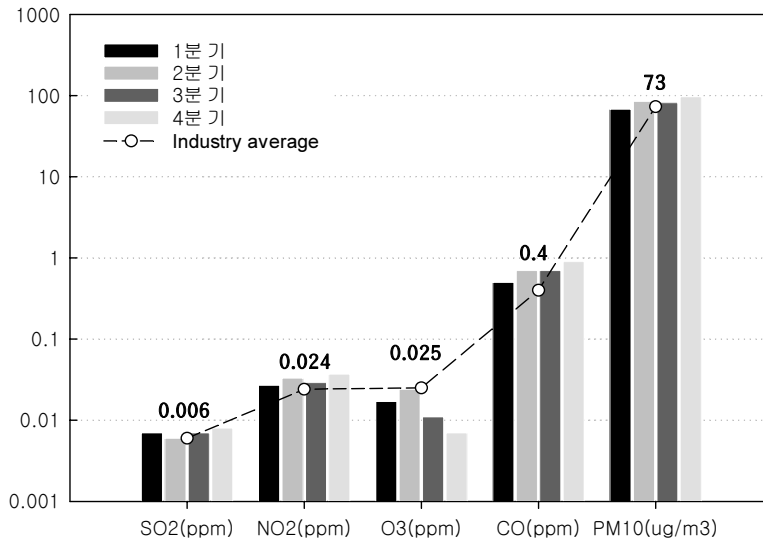


그림 4. 금사 측정기간별 평균농도.

표 4. 금사 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		2. 9. 14:00 2. 16. 10:00	5. 4. 15:00 5. 11. 11:00	7. 20. 12:00 7. 27. 10:00	11. 21. 13:00 11. 28. 10:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.007	0.006	0.007	0.008	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.019	0.016	0.021	0.023	
	최저	0.001	0.001	0.001	0.002	
NO ₂ (ppm)	평균	0.027	0.033	0.029	0.037	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.068	0.085	0.061	0.072	
	최저	0.005	0.008	0.007	0.007	
O ₃ (ppm)	평균	0.017	0.024	0.011	0.007	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.043	0.076	0.059	0.046	
	최저	0.001	0.001	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.7	0.7	0.9	1시간 25 8시간 9
	최고	1.4	1.1	1.3	1.9	
	최저	0.1	0.3	0.1	0.1	
PM-10 (μg/m ³)	평균	68	85	82	97	24시간 100 년간 50
	최고	176	159	160	233	
	최저	11	20	28	16	

▷ 학장지점

학장지점의 대기 측정결과는 동일측정시간에 측정된 고정 측정망 결과와 유사한 결과를 나타내고 있고 전년 보다는 다소 개선된 결과를 나타내고 있다.

분기별 측정결과는 1/4분기에 SO₂, NO₂ 항목에서 높은 농도를 기록하였으며, 2/4분기에 O₃, 3·4분기의 CO 및 PM-10 항목이 다소 높게 나타나 계절적인 요인과 부산지역의 광역 대기질의 영향이 반영된 결과로 사료된다.

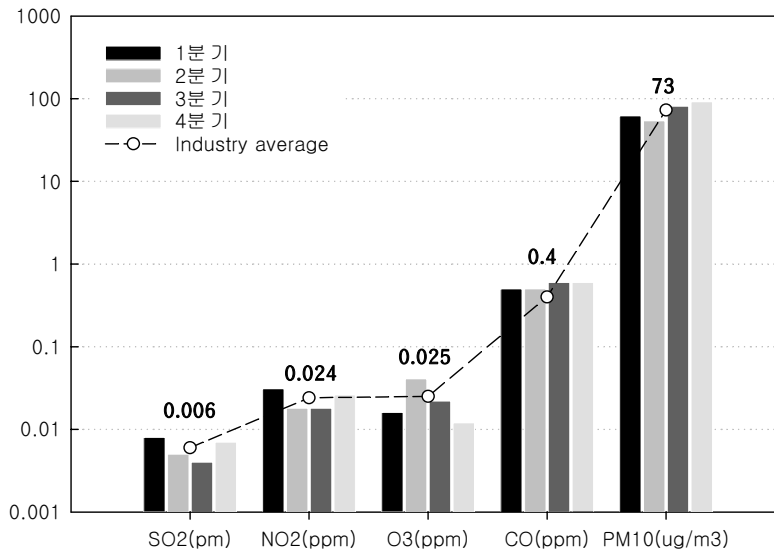


그림 5. 학장 측정기간별 평균농도.

표 5. 학장 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		2. 23. 13:00 3. 2. 10:00	5. 18. 17:00 5. 19. 11:00	7. 27. 14:00 8. 2. 11:00	10. 19. 14:00 10. 26. 12:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.008	0.005	0.004	0.007	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.039	0.013	0.018	0.047	
	최저	0.002	0.001	0.001	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.031	0.018	0.018	0.026	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.064	0.036	0.037	0.053	
	최저	0.004	0.009	0.005	0.006	
O ₃ (ppm)	평균	0.016	0.041	0.022	0.012	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.038	0.048	0.071	0.055	
	최저	0.001	0.029	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.5	0.6	0.6	1시간 25 8시간 9
	최고	1.2	1.4	1.1	1.4	
	최저	0.2	0.3	0.2	0.2	
PM-10 (μg/m ³)	평균	62	54	81	92	24시간 100 년간 50
	최고	206	94	194	184	
	최저	67	3	19	22	

▷ 신평·장림지점

신평·장림지점은 도시대기측정망 공업지역 결과와 유사하게 나타났으며 학장지점에 비해서는 다소 양호한 결과를 나타내었는데 이는 전용공업지역인 학장지점에 비해 동 지점은 사업장 밀집도가 상대적으로 낮은 지점특성으로 인한 결과로 판단된다.

분기별 결과를 살펴보면 1/4분기는 겨울철 난방 등의 영향으로 판단되는 SO₂, NO₂의 농도가 높게 나타났으며 2/4분기의 경우 계절적 요인 및 황사의 영향이 작용하여 O₃, CO, PM-10 항목의 농도가 높게 나타났다.

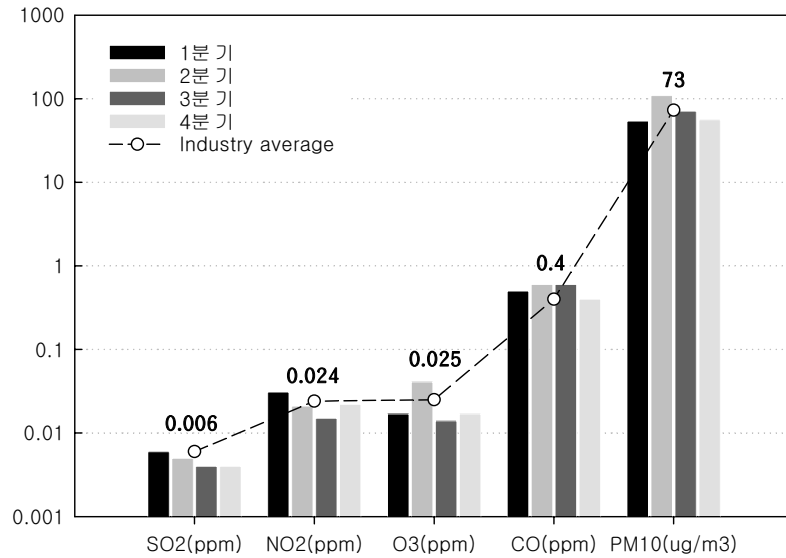


그림 6. 신평·장림 측정기간별 평균농도.

표 6. 신평·장림 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		2. 16. 13:00 2. 23. 10:00	5. 11. 14:00 5. 15. 09:00	8. 2. 16:00 8. 10. 09:00	10.26. 15:00 11. 2. 09:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.006	0.005	0.004	0.004	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.035	0.020	0.013	0.014	
	최저	0.001	0.002	0.001	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.031	0.021	0.015	0.022	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.065	0.041	0.052	0.057	
	최저	0.006	0.004	0.006	0.001	
O ₃ (ppm)	평균	0.017	0.041	0.014	0.017	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.044	0.059	0.067	0.046	
	최저	0.001	0.017	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.6	0.6	0.4	1시간 25 8시간 9
	최고	1.4	1.1	1.0	0.8	
	최저	0.1	0.4	0.1	0.1	
PM-10 (μg/m ³)	평균	54	109	71	56	24시간 100 년간 50
	최고	164	185	139	163	
	최저	13	47	15	16	

○ 쓰레기매립장지역

쓰레기매립장은 악취 등으로 인한 대표적 혐오시설로 대기질이 열악한 것으로 인식되어 있으나 실제 대기는 부산지역 평균보다 낮은 비교적 양호한 대기질을 유지하고 있으며 부산지역 고정측정망 중 녹지지역(태종대, 대저동)의 평균과 비교 다소 낮은 수준이거나 유사한 수준으로 나타나 매립장의 입지 특성이 지역적으로 도심 외각에 위치하여 주변 오염 배출원이 거의 없고 교통량 등의 영향이 다른 지점보다 적기 때문인 것으로 추정된다.

지점별로는 생곡지점은 O₃ 농도가 다소 높게 나타나 인접 수림지역 및 측정당시 기상 영향으로 파악되며, 을숙도지점은 PM-10 농도가 높게 나타나 인접지역에 시행되고 있는 명지대교 건설공사의 영향이, 석대지점은 NO₂ 농도가 높게 나타나 인근 간선도로의 이동오염원에 의한 영향과 상대적 도심에 위치한 지점특성이 일부 반영된 것으로 사료된다.

표 7. 쓰레기매립장지역 지점별 평균 농도

지점	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO(ppm)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
생곡	0.004	0.012	0.032	0.4	45
을숙도	0.004	0.015	0.021	0.4	63
석대	0.004	0.016	0.026	0.4	49
평균	0.004	0.014	0.026	0.4	52
측정기간 녹지지역 측정망 평균	0.006	0.017	0.026	0.4	54

▷ 생곡지점

생곡지점은 현재 매립이 진행되고 있는 지점으로서 매립에 따른 쓰레기 반입차량의 진입 등으로 악취 등에 의한 심미적 영향으로 대기환경이 열악할 것으로 예상되나 O₃를 제외한 전 항목에서 상대적으로 양호한 결과로 조사되었다.

O₃는 광화학반응에 의한 대기오염의 지표물질로써 자외선이 강한 상태에서 NO₂와 휘발성 유기화합물(VOCs)이 원인물질로 알려져 있어 생곡지점의 다소 높은 O₃ 농도는 NO₂ 농도에 기인하기 보다는 인접한 산림지역에서 발생하는 이소프렌, 테르펜류 등의 VOCs에 의한 오존생성과 측정당시의 기상상태에 따른 영향이 작용한 결과로 판단된다.

▷ 을숙도지점

을숙도지점은 매립이 완료된 지점으로서 현재 명지대교 건설공사가 진행 중이며 최근 에코센터가 건립되어 생태공원으로 활용 중인 지점으로 동일 시간대의 고정 녹지지역측정망과 비교, PM-10을 제외한 전 항목에서 다소 양호한 결과를 나타내었으나 매립장지역 중에서는 상대적으로 농도가 높았으며 이는 강 맞은편 지역의 신평·장림공단의 영향을 받는 지점특성과 명지대교 건설공사로 인한 차량통행 등의 영향이 다소 반영된 결과로 판단된다. 분기별 결과는 2분기 PM-10 항목 결과가 높은 농도를 나타내는데 측정 시간대에 도래한 약한 황사의 영향이 반영된 결과로 판단되며 전반적으로는 유사한 결과를 나타내고 있다.

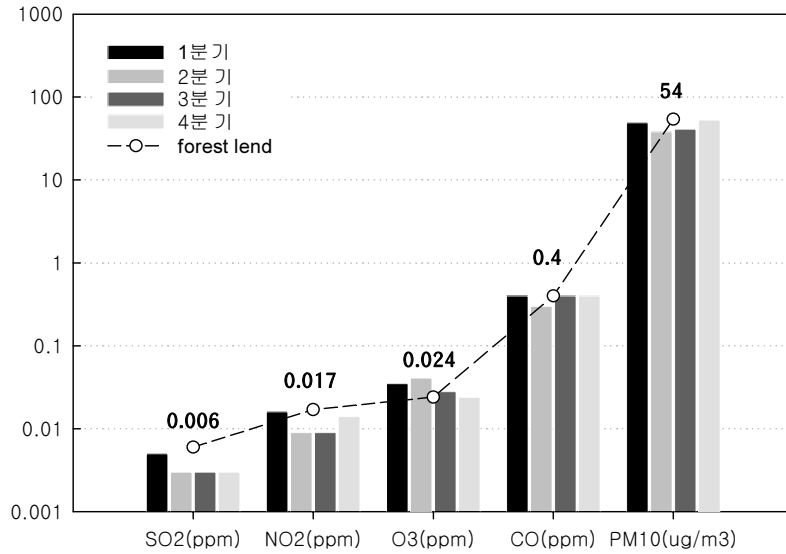


그림 7. 생곡 측정기간별 평균농도.

표 8. 생곡 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		3. 9. 12:00 3. 16. 12:00	6. 1. 14:00 6. 8. 11:00	8. 17. 13:00 8. 23. 23:00	11. 9. 12:00 11. 14. 11:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.005	0.003	0.003	0.003	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.017	0.012	0.008	0.009	
	최저	0.001	0.001	0.001	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.016	0.009	0.009	0.014	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.050	0.023	0.028	0.033	
	최저	0.003	0.003	0.001	0.002	
O ₃ (ppm)	평균	0.035	0.041	0.028	0.024	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.059	0.084	0.075	0.050	
	최저	0.005	0.016	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.4	0.3	0.4	0.4	1시간 25 8시간 9
	최고	0.9	0.6	1.0	0.9	
	최저	0.1	0.1	0.1	0.0	
PM-10 (μg/m ³)	평균	49	38	41	53	24시간 100 년간 50
	최고	124	94	82	114	
	최저	15	13	15	18	

▷ 석대지점

석대지점은 매립이 완료된 지점으로서 도심과 인접된 위치적 특성으로 인하여 대기질 측정결과 비교적 주거지역의 특징에 가까운 경향을 나타내고 있다. 또한 부산지역의 고정녹지지역측정망과 유사한 경향을 나타내고 있으며 상대적으로 높은 NO₂ 농도는 인접 주거지역과 도로의 영향이 다소 작용한 결과로 사료된다.

분기별 결과는 1/4분기의 경우 O₃를 제외한 전 항목에서 상대적으로 높은 농도를 나타냈는데 이는 동절기 난방의 영향과 동 측정기간에 건조기간이 지속되어 대기질이 악화되어 나타난 결과로 판단되며, 2/4분기의 O₃는 계절적 요인으로, 3·4분기는 측정기간 중에 강우일 수가 잦아 기상요인이 대기질 농도에 지배적으로 작용했음을 알 수 있다.

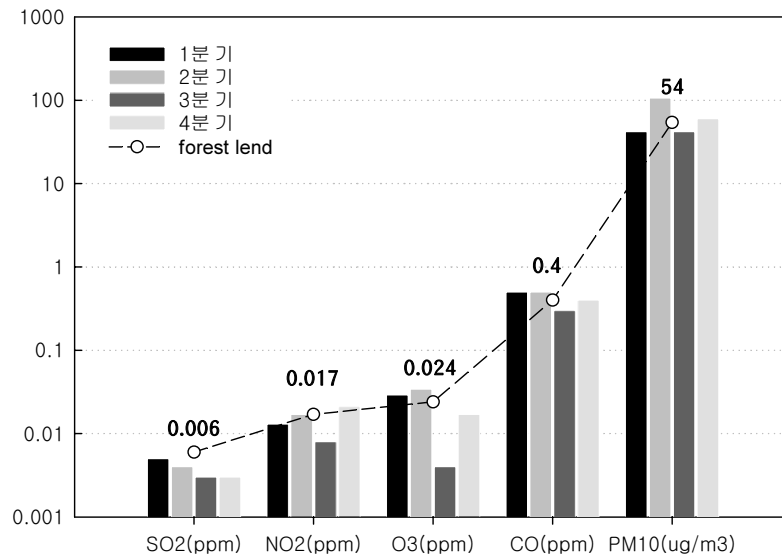


그림 8. 울속도 측정기간별 평균농도.

표 9. 울속도 분기별 조사 결과표

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		3. 2. 13:00 3. 9. 10:00	5. 25. 16:00 6. 1. 11:00	8. 10. 15:00 8. 17. 11:00	11. 02. 11:00 11. 09. 10:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.005	0.004	0.003	0.003	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.018	0.012	0.006	0.014	
	최저	0.001	0.000	0.002	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.013	0.017	0.008	0.021	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.046	0.042	0.025	0.055	
	최저	0.002	0.006	0.002	0.002	
O ₃ (ppm)	평균	0.029	0.034	0.004	0.017	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.048	0.094	0.014	0.050	
	최저	0.001	0.001	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.5	0.3	0.4	1시간 25 8시간 9
	최고	2.1	0.9	1.3	0.7	
	최저	0.1	0.1	0.1	0.1	
PM-10 (μg/m ³)	평균	42	106	42	60	24시간 100 년간 50
	최고	111	469	96	188	
	최저	13	20	12	9	

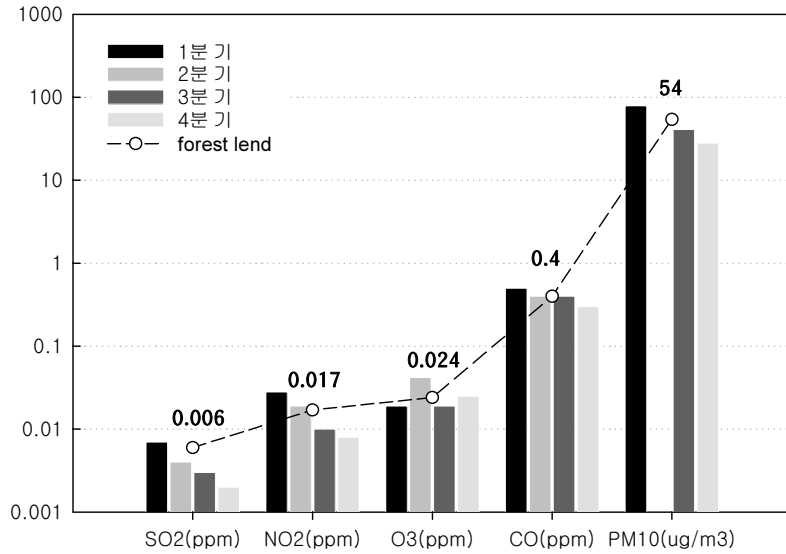


그림 9. 석대 측정기간별 평균농도.

표 10. 석대 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	환경기준
		2. 2. 15:00 2. 9. 10:00	4. 27. 12:00 5. 4. 12:00	7. 13. 14:00 7. 20. 10:00	10. 12. 16:00 10. 19. 10:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.007	0.004	0.003	0.002	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.029	0.014	0.009	0.011	
	최저	0.001	0.001	0.001	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.028	0.019	0.010	0.008	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.071	0.057	0.035	0.029	
	최저	0.006	0.002	0.001	0.001	
O ₃ (ppm)	평균	0.019	0.042	0.019	0.025	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.057	0.090	0.052	0.046	
	최저	0.001	0.010	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.4	0.4	0.3	1시간 25 8시간 9
	최고	1.2	0.8	0.9	0.6	
	최저	0.1	0.1	0.2	0.2	
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균	79	기기점검	41	28	24시간 100 년간 50
	최고	137		137	72	
	최저	17		5	6	

○ 인구밀집 지역

▷ 화명동지점

화명동 지점은 부산지역의 대표적인 주거지역으로서 북구 지역의 덕천동 측정소를 대체하는 지점으로 검토되어 측정을 실시하였으며, 상반기 측정결과는 기존 덕천동 측정소와 비교하여 측정소 이전을 위한 평가 자료로 활용하였다.

화명지점의 측정결과는 전반적으로 부산지역의 주거지역 측정망 평균과 유사하게 나타났고 분기별로는 1/4분기와 4/4분기의 측정값이 다소 높게 나타나 기온 하강에 따른 개별 난방과 인구밀집지역 배후도로의 교통량 증가 등의 원인으로 파악되며, 2/4분기의 Q는 타 지점과 마찬가지로 계절적인 요인으로 판단된다.

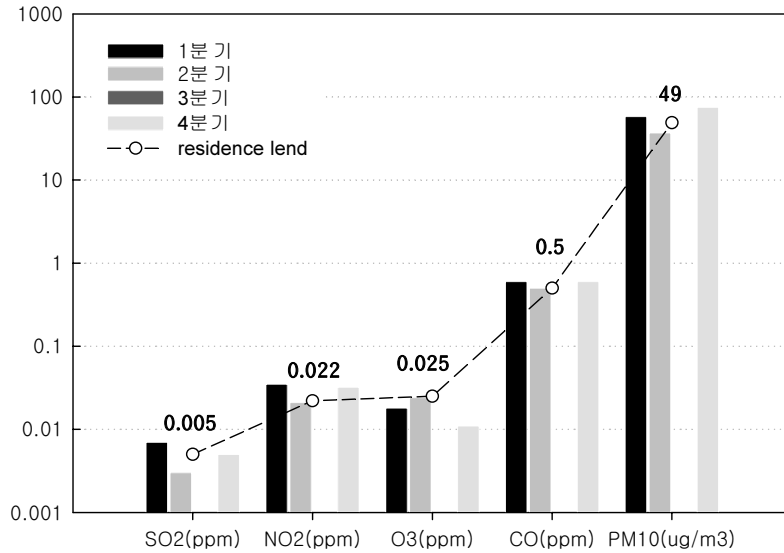


그림 10. 화명동 측정기간별 평균농도.

표 11. 화명동 분기별 조사 결과

		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평균	측정기간중 주거지역 측정망 평균
		3.16.17:00 3.23.11:00	6. 8.17:00 6.15.10:00		11.14.13:00 11.21.10:00		
SO ₂ (ppm)	평균	0.007	0.003	전원공급 불량	0.005	0.005	0.005
	최고	0.022	0.009		0.022		
	최저	0.001	0.001		0.001		
NO ₂ (ppm)	평균	0.035	0.021		0.032	0.029	0.022
	최고	0.114	0.044		0.074		
	최저	0.011	0.006		0.007		
O ₃ (ppm)	평균	0.018	0.024		0.011	0.018	0.025
	최고	0.048	0.060		0.037		
	최저	0.001	0.001		0.001		
CO(ppm)	평균	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	
	최고	1.9	1.0	1.4			
	최저	0.2	0.1	0.1			
PM-10 (μg/m ³)	평균	58	37	75	57	49	
	최고	182	82	179			
	최저	10	11	13			

○ 녹지지역

부산지역의 북동쪽에 위치한 고리지점과 남서쪽에 위치한 가덕도를 부산지역 녹지지역으로 선정 조사 계획을 수립 시행하였으며 가덕도의 경우 한전 전원공급이 불가하여 자체 발전기를 이용 대기 오염도를 측정 한 결과, 발전기의 영향이 현저하게 나타나 하반기에는 강서조정 경기장을 선정 조사하였다.

지점별로는 강서조정경기장지점의 PM-10농도가 높게 나타났는데 이는 동 측정기간에 황사의 영향이 다소 작용하여 나타난 결과로 판단되며 두지점 모두 전반적으로는 양호한 대기질을 유지하는 것으로 판단된다.

표 12. 녹지지역 지점별 평균 농도

지점	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO(ppm)	PM10(μg/m ³)
고리	0.004	0.006	0.031	0.3	30
강서조정경기장	0.003	0.016	0.027	0.5	84
평균	0.004	0.011	0.029	0.4	57
측정기간 녹지지역 측정망 평균	0.006	0.015	0.033	0.4	46

▷ 고리지점

녹지지역인 고리의 경우 부산의 동북쪽에 위치하여 고정 및 이동 배출원과 비교적 이격된 청정한 지역으로서 조사결과는 부산지역의 녹지지역 고정측정망에 비해 다소 낮은 농도를 나타내고 있다.

상반기 조사결과가 상대적으로 다소 높게 나타나 계절적 요인이 반영된 결과로 판단되며 O₃의 고농도 결과는 지역적인 특성에 의해 인접 산림지역의 VOCs 발생에 따른 광화학 반응의 영향과 측정기간 중의 기상에 의한 영향이 다소 작용한 것으로 사료된다.

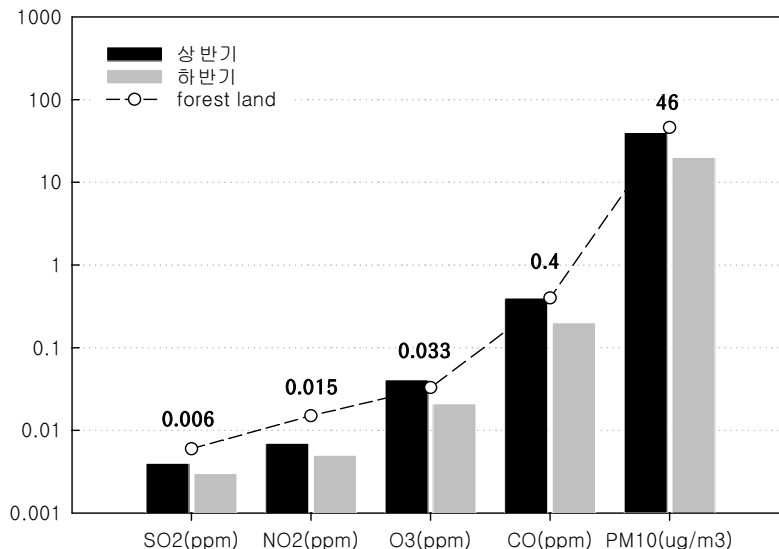


그림 11. 고리 반기별 평균농도.

표 13. 고리 반기별 조사 결과

		상반기		하반기		환경기준
		4. 3. 12:00 4. 6. 11:00		8. 31. 18:00 9. 7. 10:00		
SO ₂ (ppm)	평균	0.004		0.003		1시간 0.15
	최고	0.011		0.015		8시간 0.05
	최저	0.001		0.001		년간 0.02
NO ₂ (ppm)	평균	0.007		0.005		1시간 0.10
	최고	0.020		0.017		24시간 0.06
	최저	0.003		0.001		년간 0.03
O ₃ (ppm)	평균	0.041		0.021		1시간 0.1
	최고	0.067		0.036		8시간 0.06
	최저	0.007		0.010		
CO(ppm)	평균	0.4		0.2		1시간 25
	최고	0.7		0.3		8시간 9
	최저	0.1		0.1		
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균	40		20		24시간 100
	최고	78		49		년간 50
	최저	10		5		

▷ 가덕도·강서지점

가덕도지점은 편서풍이 불 경우 부산의 풍상 측에 해당되며, 부산 남서쪽 지역 해안의 대기질 영향을 파악코자 선정하였으나 상반기 측정결과 CO 항목 등이 매우 높게 나타나 측정지점 특성을 고려해 불 때 전원공급을 위하여 가동한 발전기 배출가스 영향으로 파악되어 하반기에는 발전기 가동이 필요 없는 강서조정경기장으로 지점을 변경하여 실시하였다. 강서지점 측정결과는 부산의 녹지지역 고정측정망 결과와 유사하게 나타났으며 하반기 PM-10 다소 높은 농도는 측정당시의 부산지역 미세먼지 농도의 영향이 반영하는 결과로 판단된다.

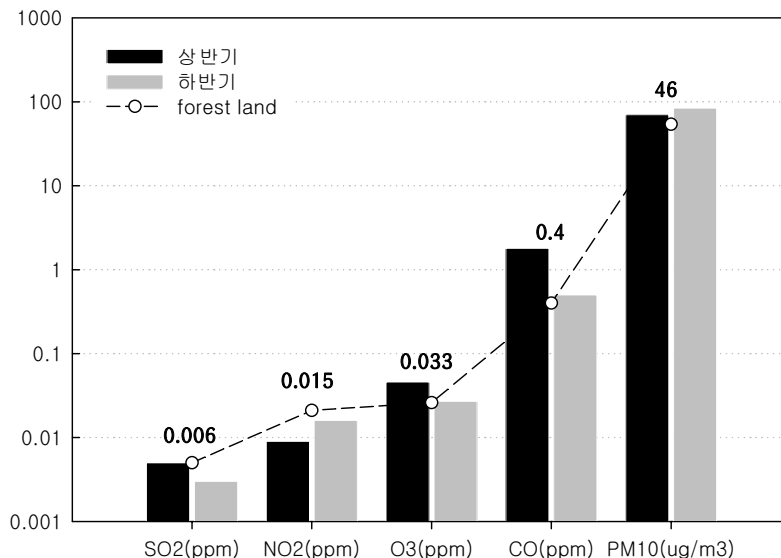


그림 12. 가덕·강서지점 측정기간 평균농도.

표 14. 가덕·강서조정경기장 반기별 조사 결과

		상반기(가덕도)	하반기(조정경기장)	환경기준
		3. 28. 13:00 3. 30. 10:00	9. 7. 14:00 9. 14. 10:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.005	0.003	1시간 0.15
	최고	0.013	0.013	24시간 0.05
	최저	0.001	0.001	년간 0.02
NO ₂ (ppm)	평균	0.009	0.016	1시간 0.10
	최고	0.022	0.057	24시간 0.06
	최저	0.003	0.001	년간 0.03
O ₃ (ppm)	평균	0.046	0.027	1시간 0.1
	최고	0.069	0.092	8시간 0.06
	최저	0.025	0.001	
CO(ppm)	평균	1.8	0.5	1시간 25
	최고	4.0	1.0	8시간 9
	최저	0.9	0.2	
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균	70	84	24시간 100
	최고	161	248	년간 50
	최저	18	29	

○ 부두로지역

부산은 우리나라 최대의 항만도시로써 입출항 선박과 화물을 운송하는 컨테이너 차량의 영향이 매우 많은 도시로서 이들 선박과 차량의 영향을 파악하여 대기정책을 수립·시행함이 부산지역의 대기환경 개선에 중요한 수단으로 작용하리라 판단되어, 전년까지의 조사결과를 참조하여 조사지점을 1개소 추가, 3개 지점으로 확대하고 전원공급방식을 자체 발전기를 대체한 한전공급방식을 채택, 자체 발생오염물질의 영향을 배제하고자 하였다.

조사결과를 고정 도로변측정망(온천, 초량)과 비교하면 SO₂, CO, O₃, PM-10 항목이 높게 나타났으며, SO₂의 경우 항만에서 이동하는 선박에서 사용하는 고 황 함량의 선박유에 의한 영향으로 추정되며 CO, PM-10은 항만과 관련된 대형차량의 배출가스에 의한 영향과 O₃는 해양과 인접한 지점특성이 반영된 결과로 판단된다.

표 15. 부두로지역 지점별 평균 농도

지점	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO(ppm)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1부두	0.012	0.041	0.016	0.8	68
5부두	0.008	0.037	0.017	0.7	50
감만부두	0.010	0.036	0.020	0.6	63
평균	0.010	0.038	0.018	0.7	60
측정기간 도로변지역 측정망 평균	0.005	0.041	0.014	0.6	47

▷ 1부두지점

1부두지점의 지점특성은 부두로와 중앙로가 교차되는 지점으로서 다른 부두로 지점에 비해 승용차량의 통행이 빈번하고 인접지역에 국제 및 국내 여객터미널과 공동여시장이 위치하여 중·소형 선박의 출입이 빈번한 지점특성을 지니고 있다.

조사결과 3개 지점 중 O₃를 제외한 전 항목에서 타 지점에 비해 높은 농도를 나타내어 지점 특성을 반영하고 있으며, 분기별로는 상반기의 농도가 높게 나타나 측정 당시의 대기 상태와 지점특성을 복합적으로 반영한 것으로 추정된다.

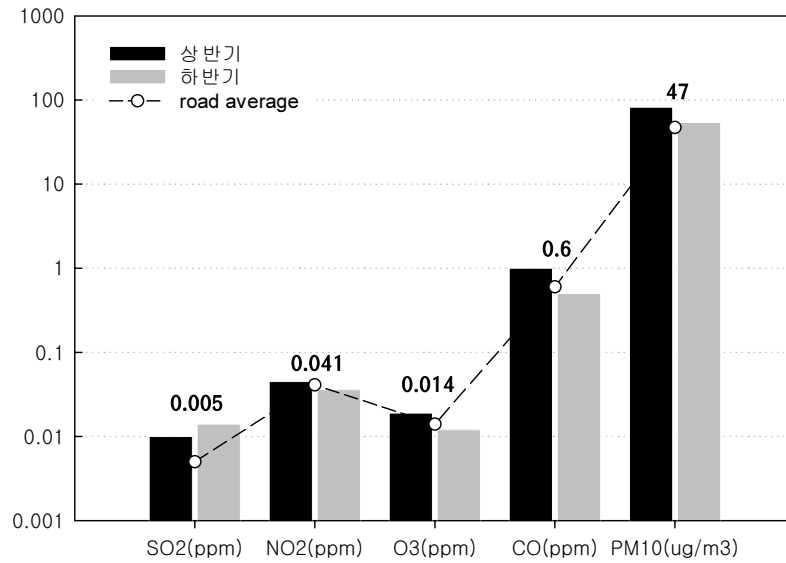


그림 13. 1부두 측정기간 평균농도.

표 16. 1부두 반기별 조사 결과

		상반기		하반기		환경기준
		4. 20. 12:00 4. 27. 09:00		10. 5. 12:00 10. 12. 10:00		
SO ₂ (ppm)	평균	0.010		0.014		1시간 0.15
	최고	0.042		0.070		24시간 0.05
	최저	0.001		0.001		년간 0.02
NO ₂ (ppm)	평균	0.045		0.036		1시간 0.10
	최고	0.098		0.062		24시간 0.06
	최저	0.013		0.003		년간 0.03
O ₃ (ppm)	평균	0.019		0.012		1시간 0.1
	최고	0.054		0.034		8시간 0.06
	최저	0.001		0.002		
CO(ppm)	평균	1.0		0.5		1시간 25
	최고	2.6		1.1		8시간 9
	최저	0.5		0.2		
PM-10 (μg/m ³)	평균	82		54		24시간 100
	최고	192		128		년간 50
	최저	23		14		

▷ 5부두지점

5부두 조사지점은 북항 부두의 중간지점으로서 컨테이너 배후도로가 시작되는 지점임과 동시에 대형차량의 통행이 가장 빈번하여 차량에 의한 오염도가 높을 것으로 예상되었다.

조사결과 예상과는 달리 타 지점에 비해 높게 나타나지 않았고 고정측정망의 도로변 결과와 유사하거나 다소 높게 나타났으나 분기별 결과는 상반기의 결과가 하반기보다 높게 나타나고 있는데 이는 하반기 조사기간이 추석 명절과 겹쳐 있어 컨테이너 차량의 통행이 현격하게 줄어든 사유로 판단되며, 이러한 조사 결과는 차량통행에 대한 대기오염 기여 정도를 보여 주는 좋은 사례로서 지속적인 조사를 통하여 기상인자 및 환경인자간의 인과관계 규명이 필요하리라 사료된다.

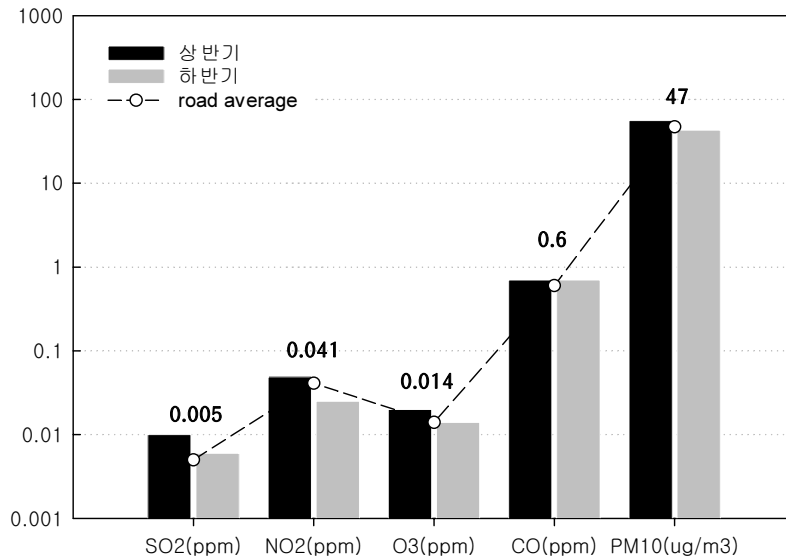


그림 14. 5부두 측정기간 평균농도.

표 17. 5부두 반기별 조사 결과표

		1차		2차		환경기준
		4. 13. 15:00 4. 20. 10:00		9. 21. 13:00 9. 28. 16:00		
SO ₂ (ppm)	평균	0.010		0.006		1시간 0.15
	최고	0.047		0.054		24시간 0.05
	최저	0.001		0.001		년간 0.02
NO ₂ (ppm)	평균	0.049		0.025		1시간 0.10
	최고	0.091		0.064		24시간 0.06
	최저	0.009		0.001		년간 0.03
O ₃ (ppm)	평균	0.020		0.014		1시간 0.1
	최고	0.063		0.041		8시간 0.06
	최저	0.001		0.001		
CO(ppm)	평균	0.7		0.7		1시간 25
	최고	1.3		1.2		8시간 9
	최저	0.1		0.1		
PM-10 (μg/m ³)	평균	56		43		24시간 100
	최고	128		89		년간 50
	최저	16		15		

▷ 감만부두지점

감만부두의 주변도로 총 차량통행량은 다른 지점에 비해 높지 않으나 컨테이너 차량통행 비율이 가장 높은 지점으로서 컨테이너 차량에 의한 대기오염 비율을 파악하고자 조사를 실시하였다.

조사결과 다른 지점에 비해 현저한 현상은 나타나지 않고 비교적 유사한 경향으로 나타났으며 반기별로는 상반기 결과가 하반기에 비해 현격하게 높은 농도를 나타내고 있어 하반기 측정 시 잦은 강우로 인한 대기세정효과가 반영된 것으로 판단된다.

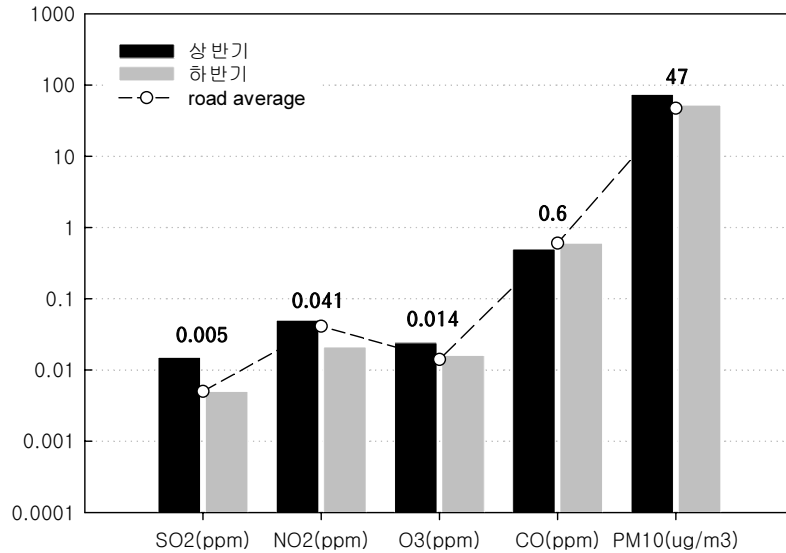


그림 15. 감만부두 측정기간별 평균농도.

표 18. 감만부두 반기별 조사 결과표

		상반기		환경기준
		4. 06. 14:00 4. 13. 13:00	9. 14. 16:00 9. 21. 10:00	
SO ₂ (ppm)	평균	0.015	0.005	1시간 0.15 24시간 0.05 년간 0.02
	최고	0.069	0.037	
	최저	0.004	0.001	
NO ₂ (ppm)	평균	0.050	0.021	1시간 0.10 24시간 0.06 년간 0.03
	최고	0.092	0.052	
	최저	0.008	0.001	
O ₃ (ppm)	평균	0.024	0.016	1시간 0.1 8시간 0.06
	최고	0.057	0.047	
	최저	0.001	0.001	
CO(ppm)	평균	0.5	0.6	1시간 25 8시간 9
	최고	1.2	0.9	
	최저	0.2	0.1	
PM-10 (μg/m ³)	평균	74	52	24시간 100 년간 50
	최고	126	81	
	최저	27	20	

4. 결론

□ 지역별 조사결과

- 조사결과는 측정 당시 부산지역의 광역적 대기환경, 기상요인 및 계절적인 영향이 배경으로 작용된 상태에서 지점별 특성에 의한 농도 차이가 다소 나타나고 있다.
- SO₂ NO₂ CO 항목은 부두로, O₃는 녹지, PM-10은 사업장밀집지역이 높게 나타났으며 부두로지역의 SO₂ NO₂ CO 상대적 고농도는 컨테이너 수송차량과 항만을 출입하는 선박에 의한 영향이 다소 작용한 것으로 사료되며, 녹지지역 O₃의 상대적 고농도는 인접 수림지역에서 발생하는 VOCs에 의한 영향이 다소 작용한 것으로 판단되며, 사업장밀집지역의 PM-10은 사업장발생물질 및 인접한 도시고속도로와 연계된 컨테이너 배후도로의 영향이 작용한 것으로 판단된다.
- 쓰레기매립장지역은 도심 및 주거지역과 이격되어 양호한 대기환경을 유지하고 있으며 인구 밀집지역은 주거단지의 개별난방 및 주거단지 내 도로의 영향이 일부 반영되어 나타난 결과로 판단된다.

□ 지점별 조사결과

- 사업장밀집지역은 금사지점의 대기오염물질이 다소 높게 나타나 인근 도시고속도로 및 연계된 컨테이너 배후도로의 이동배출원이 주요 요인으로 파악되며, 학장지점과 신평·장림지점은 고정측정망 공업지역의 대기질과 유사하게 나타났으며 상대적으로 학장지점의 농도가 높게 나타나 밀집된 사업장의 지점특성을 반영하고 있다.
- 쓰레기매립장지역은 양호한 대기질을 유지하고 있으며, 상대적으로 생곡지점의 다소 높은 O₃ 농도는 인접한 산림에서 발생하는 이소프렌, 테르펜류 등의 올레핀화합물, 즉 자연 VOCs의 광화학반응(Photochemical reaction)에 의한 축적 현상으로서 김조천 등의 연구결과와 일치하고 있으며, 을숙도 지점의 경우 PM-10 농도가 상대적으로 높게 나타나 인접 지역에서 실시하고 있는 건설공사의 영향과 측정 당시에 도래한 황사의 영향이 일부 반영된 결과로 판단되며, 석대지점은 주거지역 및 도로와 상대적으로 근접하여 상대적으로 NO₂의 농도가 높게 나타난 것으로 판단된다.
- 인구밀집지역인 화명동 지점은 부산에 설치된 주거지역 측정망 결과와 유사한 대기질을 유지하고 있다.
- 녹지지역은 양호한 대기질을 나타내었고 고리지점은 인접산림지역에서의 VOCs 영향과 계절적인 기상요인으로 인하여 O₃ 농도가 다소 높았으며 강서지점은 측정당시의 부산지역의 광역적 고농도 현상이 반영되어 PM-10 항목이 다소 높게 나타났다.
- 부두로지역의 대기오염이 조사지역 중 상대적으로 높은 농도로 조사되었으며, 측정 당시의 기상 및 대기환경 상황에 따라 고저의 차이는 있으나 동 시간대에 측정된 부산지역 고정측정망인 도로변 측정망에 비해 전반적으로 높은 농도를 나타내고 있으며, 지점별로는 1부두지점의 농도가 상대적으로 높게 나타나 컨테이너 차량의 배기가스와 입·출항 선박에서 배출되는 배기가스의 영향 및 승용 등 일반 이동 배출원의 영향이 복합적으로 작용한 결과로 판단된다.

□ 대기오염 개선을 위한 정책제언

- 사업장밀집지역의 대기오염을 개선하기 위하여 현재 시행되고 있는 기본부과금 면제 등의 정책적 시책을 확대 적용하여 도시가스 등의 청정연료로의 전환을 적극 유도하고, 배출업소 자율점검제도 및 자발적 협약제도 등의 기존 정책을 적극 활용하여 고유가 시대의 위기가 환경 개선 기회가 될 수 있다는 인식 전환을 위한 홍보 강화
- 항만지역의 대기오염을 개선하기 위하여 노후 및 매연 컨테이너 차량의 상시감시체계를 구축하여 엔진 개량 및 배기가스저감장치(DOC) 부착 등을 유도하고, 연안 운행 선박에 대하여 사용 유류의 정기 검사 및 선박엔진의 배출가스 검사 등 배출가스 검사 시스템을 구축하고 관련 법규(해양오염방지법) 등의 개정을 추진