

휘발성 유기화합물질(VOCs) 측정망 조사

- 대기오염 우심지역에 대한 VOCs 상시감시시스템 구축으로 사고 대응체계 확립
- 오염물질의 발생원 및 오존생성 원인물질의 파악

1. 조사개요

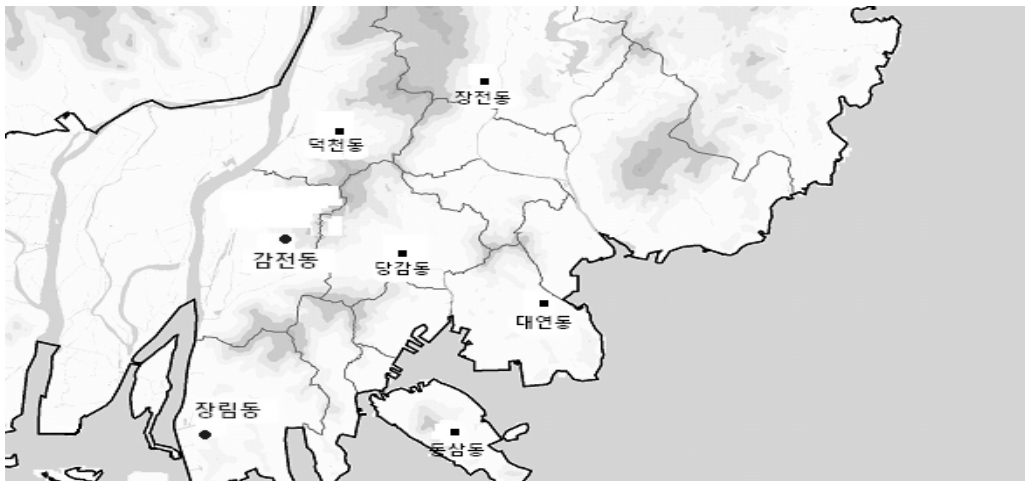
- 조사기간 : 2008. 1. ~ 2008. 12.
- 조사대상 : 감전동, 장림동 VOCs(Volatile Organic Compounds)측정소 2개 지점

2. 조사지점 및 분석방법

지 점	측정항목	분석기기
감전동 측정소	VOCs 56개항목	GC/FID
장림동 측정소		

3. 조사지점 개황

- 조사지점 위치



- 지점별 특성

▷ 감전동 : 감전동 VOCs측정망의 경우 사상공업지역 내에 위치하고 있고, 서북서 방향으로 남해고

속도로와 인접해 있기 때문에 자동차의 영향이 클 것으로 예상되어지는 지점이며, VOC 배출업소수는 구청관할 업소(국가공단지역 업소제외)가 142개소로서 부산광역시 전체 VOC 배출업소의 19.2%로 최대이며, 측정망 지역인근에 많은 자동차 정비시설, 제조업공장이 위치하고 있으며 특히 유기용제 및 페인트 제조공장이 위치하여 영향을 줄 수 있는 지점이다.

▷ 장림동

장림동 VOCs측정망 경우는 북동쪽의 산지로 인해 북쪽방향 배출원의 영향이 적고, 서쪽, 서북쪽 및 동쪽의 배출원의 영향이 있을 것으로 판단되는 지리·지형적인 특징을 갖고 있다. 장림동이 속한 사하구의 VOCs 배출업소수는 구청관할 업소가 100개소로 부산광역시 전체 VOC 배출업소의 약 13.5%로 두번째를 나타내는 구이며, 측정망 지역인근에 자동차정비시설, 주유소, 기타제조업 등이 위치하고 있어 VOCs 영향이 역시 많이 산재할 수 있는 지역이다.

4. 휘발성유기화합물질류(VOCs) 조사결과

○ 측정결과

▷ 감전동

- 감전동의 VOCs 주요검출물질은 표 1과 같다. Toluene은 농도가 연평균 11.2 ppb, 오존생성기여율은 35.2%로 가장 높게 나타났다. 그 뒤를 이어서 파라핀계열 화합물인 Propane이 8.9 ppb로 높게 검출되었으며, 방향족화합물인 m/p-Xylene, Ethylbenzene의 순으로 높게 측정되었다.
- VOCs 주요 10개 검출물질의 오존생성기여율은 78.1%, 기여율이 높은 상위 4개물질의 합산값이 60.2%로서 전체 기여율중 77.1%를 차지하여 절대적인 영향을 준다.
- 2007년과 비교시 기여율은 2.4% 증가하였으며, 2007년에 포함되지 않은 Ethylene이 1.4 ppb로 검출되었다.

표 1. 감전동 VOCs 주요 검출물질(연평균) (단위 ppb)

2008년				2007년			
항 목	평균농도	POCP	오존생성기여율(%)	항 목	평균농도	POCP	오존생성기여율(%)
Toluene	11.2	55	35.2	Toluene	9.9	55	34.1
Propane	8.9	40	9.7	Propane	8.7	40	10.3
m/p-Xylene	1.3	95	8.4	m/p-Xylene	1.2	95	8.3
Ethylbenzene	1.8	60	6.9	Ethylbenzene	1.4	60	6.2
1,2,4-Trimethylbenzene	0.5	120	4.6	n-Butane	2.3	40	3.7
n-Butane	2.6	40	3.8	1,2,4-Trimethylbenzene	0.3	120	3.1
o-Xylene	0.7	65	3.0	o-Xylene	0.7	65	3.1
Ethylene	1.4	100	2.4	n-Decane	0.6	45	2.5
n-Decane	0.5	45	2.1	Methylcyclopentane	0.8	50	2.2
Methylcyclopentane	0.8	50	2.0	n-Hexane	0.9	40	2.2
주요물질의 오존생성 기여율			78.1	주요물질의 오존생성 기여율			75.7

※ 광화학오존생성 잠재력(POCP : Photochemical Ozone Creation Potential)

▷ 장림동

- 장림동의 VOCs 주요검출물질은 표 2와 같으며 장림동 역시 Toluene의 농도가 11.5 ppb 로서 가장 높았으며 오존생성기여율은 33.5%를 나타냈다. 측정된 주요 오염 물질중 Toluene을 비롯한 Ethylbenzene, m/p-Xylene, o-Xylene등의 방향족화합물들이 높게 측정되어 기여율도 높게 나타났다.
- VOCs 주요 10개 검출물질의 오존생성기여율은 77.8%이며, 기여율이 높은 상위 4개 물질의 합산값은 62.3%로서 전체 기여율중 80.1%를 차지하여 영향이 지대함을 알 수 있다.
- 2007년과 비교시 기여율은 1.4% 감소하였으며, 2007년에 포함되지 않은 1,2,4-Trimethylbenzene, n-Pentane이 0.4 ppb, 1.0 ppb로 검출되었다.

표 2. 장림동 VOCs 주요 검출물질(연평균)

(단위 ppb)

2008년				2007년			
항 목	평균농도	POCP	오존생성 기여율(%)	항 목	평균농도	POCP	오존생성 기여율(%)
Toluene	11.5	55.0	33.5	Toluene	8.9	55.0	32.2
Ethylbenzene	2.9	60.0	10.5	Ethylbenzene	2.2	60.0	10.1
m/p-Xylene	1.6	40.0	9.5	Propane	7.8	40.0	9.7
Propane	8.7	95.0	8.8	m/p-Xylene	1.3	95.0	9.1
o-Xylene	0.9	30.0	3.6	Isopentane	2.7	30.0	4.2
n-Butane	2.5	40.0	3.3	n-Butane	2.5	40.0	4.1
1,2,4-Trimethylbenzene	0.4	65.0	3.3	o-Xylene	0.6	65.0	3.1
Ethylene	1.3	100.0	2.1	Ethylene	1.3	100.0	2.6
n-Pentane	1.0	50.0	1.6	1-Hexene	0.7	50.0	2.2
n-Hexane	0.7	40.0	1.5	n-Hexane	0.8	40.0	1.9
주요물질의 오존생성 기여율			77.8	주요물질의 오존생성 기여율			79.2

○ 월별, 계절별 변화추이

- ▷ 여름과 겨울철에 일반 대기오염물질은 독특한 계절적인 유형을 나타내는 반면 VOCs의 농도분포는 뚜렷한 계절 유형을 나타내지는 않으며, 항목에 따라 계절변동 양상이 서로 다르게 나타나는 경향이 있는데 이는 VOCs의 경우 다양한 배출원에서의 서로 다른 배출강도 및 대기 중에서의 광화학 반응성, 국지적 기상요인 등 매우 복합적인 요인에 따라 농도가 결정되고 있는바 다른 오염물질에 비해 거동양상 파악이 매우 어려운 오염물질이다.
- ▷ 그림 1, 2에서 Toluene의 경우 두 측정소에서 10월~12월에 높은 경향이며, Propane은 감전동에서 일정한 반면 장림동에서는 비교적 변화폭이 크며 10월~12월에 높은 추세를 보이고 있다. 그 밖의 물질들은 월별 변화추이가 크지 않는 것으로 조사되었다.

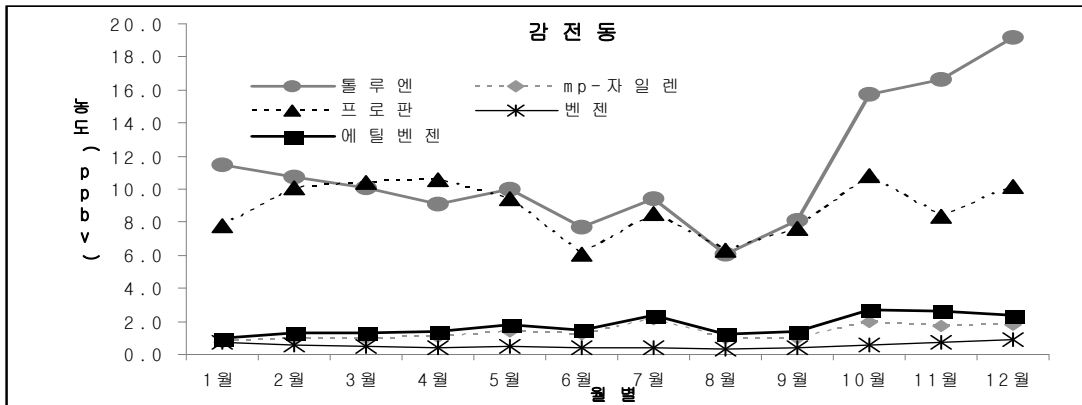


그림 1. 감전동 주요검출물질 월별 변화

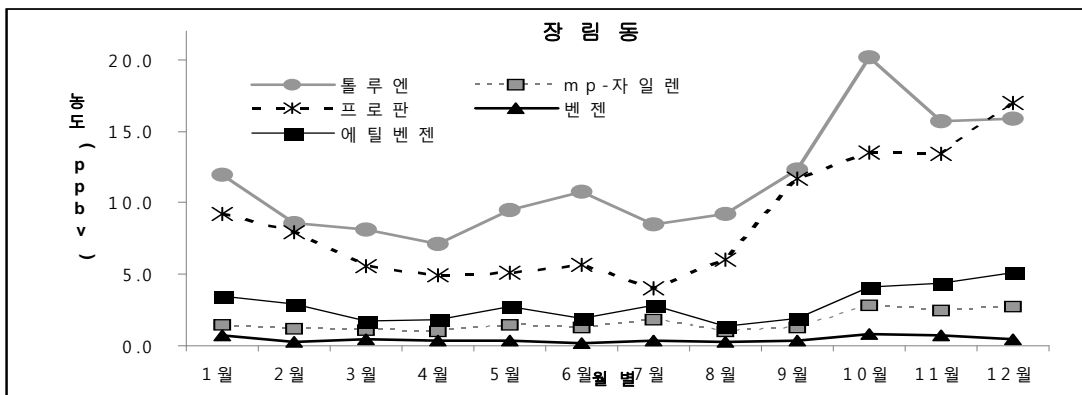


그림 2. 장림동 주요검출물질 월별 변화

○ 시간대별, 요일별 농도 변화

▷ 시간대별 농도 변화

- VOCs 등의 1차 대기오염물질의 일변화는 배출량 및 대기혼합고, 풍속, 풍향 등의 변화에 의해 좌우된다. POCP 평가에서 기여도가 가장 높은 Toluene을 선정하여 시간대별 변화를 그림 3과 4에 나타내었다.
- 그림 3에서 보는 바와 같이 시간대별 VOCs 농도 특성은 출근시간인 7시 이후 증가하여 8시~11시 사이에 최고농도를 보인 후 12시에는 강한 일사량과 활발한 대류현상으로 인하여 최저농도를 나타내었다. 배출시설이 재가동되는 13시 이후 다시 농도가 상승하기 시작하여 퇴근시간인 18시~20시까지 완만하게 높은 농도를 나타낸다.

▷ 요일별 농도 변화

- 요일별로는 차량이동과 산업활동이 거의 없는 일요일에 현저히 낮게 측정 되었으며, 토요일도 기타요일에 비해서 낮게 나타나는 경향을 그림 4에서 알 수 있다.
- 정상적인 출근으로 산업활동이 시작되는 월요일~금요일까지는 조금씩의 차이는 있지만 요일별 변화가 거의 없이 일정한 형태를 보인다.

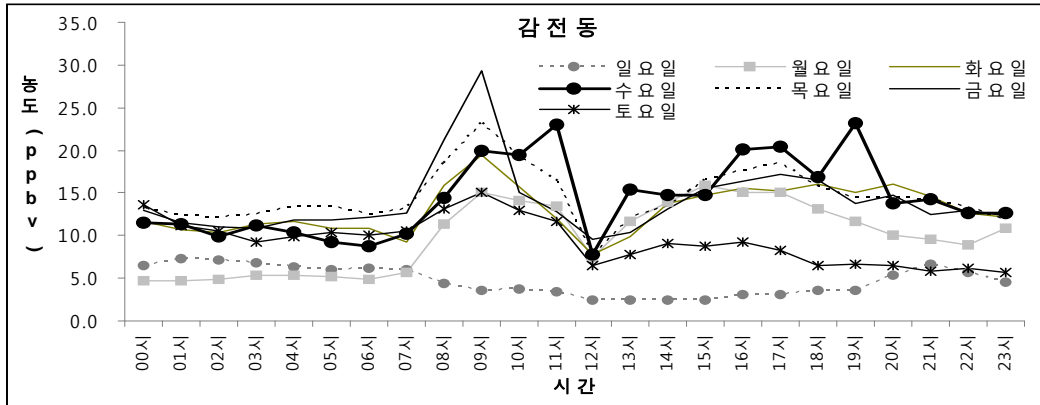


그림 3. 감전동 요일별 시간대별 Toluene의 변화

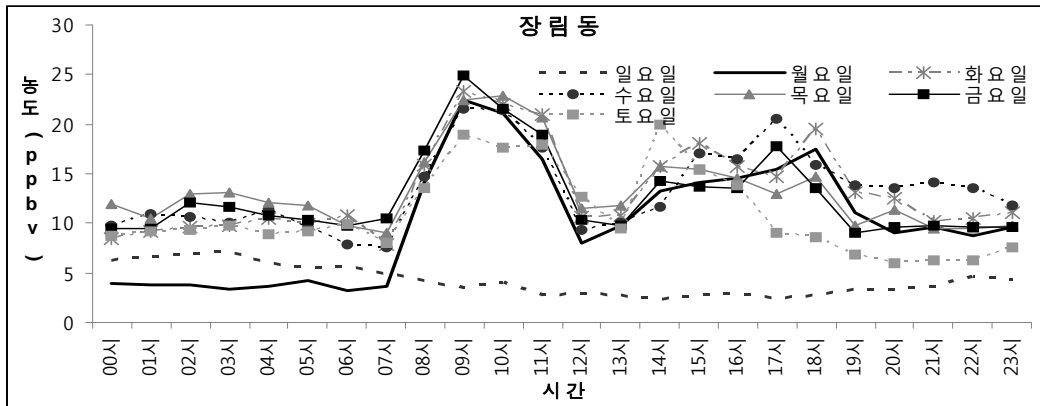


그림 4. 장림동 요일별 시간대별 Toluene의 변화

○ 환경부 운영측정망과 연구원 운영측정망 자료비교

▷ 오존생성 원인물질이면서 인체에도 유해한 VOCs(Volatile Organic Compounds)에 대한 감시 및 효과적인 대응방안 도출에 필요한 필수자료를 확보하기 위해 환경부에서는 광화학오염물질측정망을 부산지역(5개소)에 운영중이며, 주요검출물질 10종에 대하여 연구원에서 운영중인 2개 지점과 자료를 표 3에 비교(2008년 1월~6월)하였다.

- 환경부, 연구원 운영 전지점에서 Toluene, Propane, m/p-Xylene 등의 농도와 기여율이 기타물질 보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다.
- 환경부, 연구원 운영지점 비교시 농도차이율이 큰 물질은 Ethylbenzene로서 장림동 2.4 ppb, 태종대 0.1 ppb이었으며, 반면에 농도차이율이 적은 물질은 Propylene으로 장림동의 0.1 ppb보다 대연동, 당감동에서 0.4 ppb로 높게 나타났다.
- 오존생성기여율 순서는 태종대(81.6%)>대연동(81.2%)>정관면(77.1%)>장전동(73.3%)>장림동(73.0%)>감전동(72.6%)>당감동(69.9%)이었다. 장림동, 감전동의 기여율이 비교적 낮은 것은 이 지역에서 다양한 물질이 배출되는 특성을 나타냄을 의미한다.

표 3. 환경부 운영측정망 주요검출물질 10종에 대한 연구원 운영측정망과 비교

주요 VOCs	환경부 운영(부산지역) 지점										연구원 운영지점			
	태종대		대연동		당감동		장전동		정관면		감전동		장림동	
	농도	기여율	농도	기여율	농도	기여율	농도	기여율	농도	기여율	농도	기여율	농도	기여율
Toluene	0.6	16.5	1.1	19.4	3.3	25.9	1.1	17.0	1.6	26.0	9.9	35.8	9.4	34.4
Propane	2.1	18.8	3.3	17.7	4.0	9.7	2.8	13.2	1.9	9.7	9.1	11.5	6.4	8.2
Ethylene	0.5	7.9	0.9	6.8	1.5	5.6	1.1	8.4	0.9	6.6	1.6	3.2	1.4	2.9
n-Butane	0.5	6.8	1.3	8.7	1.6	4.8	1.0	5.8	0.6	4.2	2.1	3.5	1.8	3.1
m/p-Xylene	0.2	13.7	0.3	11.6	0.7	10.1	0.5	14.3	0.5	15.8	1.1	7.7	1.3	9.3
iso-Butane	0.3	2.8	0.7	3.8	0.9	2.0	0.6	2.7	0.4	1.9	1.0	1.3	0.8	1.0
Propylene	0.1	3.6	0.4	4.4	0.4	2.3	0.3	3.6	0.3	3.5	0.4	1.2	0.1	0.4
n-Hexane	0.0	1.8	0.1	1.7	0.8	4.2	0.2	2.1	0.1	1.4	0.6	1.4	0.7	1.7
Ethane	2.6	3.8	2.9	2.4	2.7	0.9	2.7	1.9	2.9	2.1	3.3	0.7	3.5	0.8
Ethylbenzene	0.1	5.9	0.2	4.7	0.5	4.4	0.2	4.3	0.3	5.9	1.4	6.3	2.4	11.2
기여율 합계	81.6		81.2		69.9		73.3		77.1		72.6		73.0	

▷ 환경부 지정 주요검출물질 10종에 대하여 오존생성기여율이 비교적 높은 4종 (Toluene, Propane, m/p-Xylene, Ethylbenzene)을 비교한 결과를 그림 5에 나타내었다.

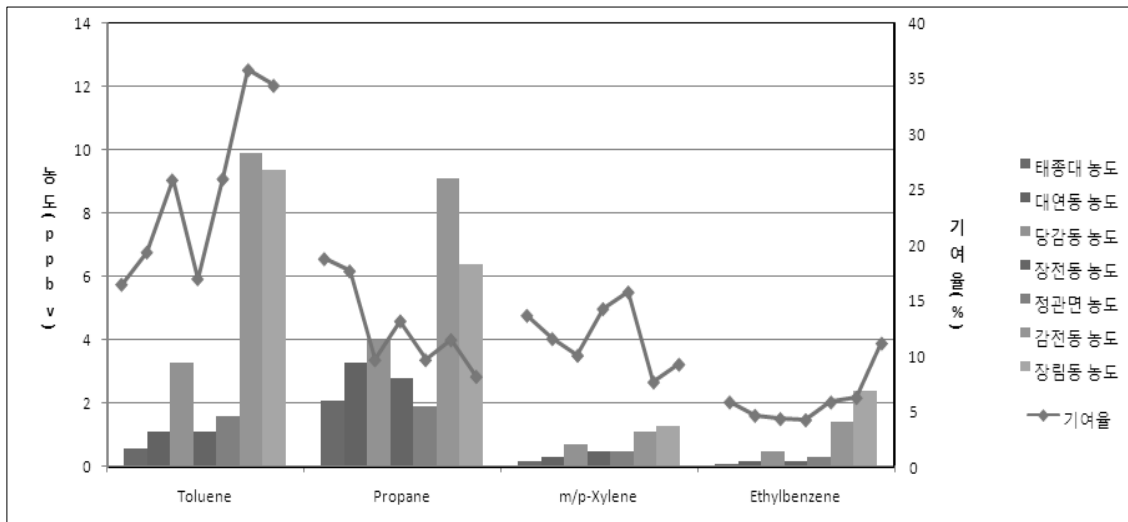


그림5. 환경부 운영측정망 주요검출물질 4종과 연구원 운영측정망 비교

- 농도는 환경부운영 5개 지점 평균보다 감전동, 장림동에서 높게 나타났다. 즉 Toluene은 6.3배가 높았으며, Propane, m,p-Xylene은 2.7배, Ethylbenzene은 7.3배로 높았다. 이는 우리원 운영 2개 지점이 대표적인 공업지역에 위치한 반면 환경부 운영지점은 녹지, 주거, 상업지역에 위치하여 지역특성상의 영향이 큰 것으로 보여 진다.
- 오존생성기여율은 감전동, 장림동에서 Toluene과 Ethylbenzene이 1.7배로 높아 주요한 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, Propane, m/p-Xylene은 0.7배, 0.6배로 낮게 나타났다.