

휘발성유기화합물 자동측정망 운영

- 대기 중 벤젠, 톨루엔 등 유해 물질 농도를 연속 측정하여 지역 오염도 평가 자료로 이용
- 오존생성 전구물질 파악과 발생빈도, 오존생성 기여도 평가 등 VOCs 오염 저감을 위한 기초 자료 확보

1. 조사개요

- 조사지점 및 운영기간
 - ▷ 감전동측정소 : 2010. 1. ~ 2010. 4.
 - ▷ 장림동측정소 : 2010. 1. ~ 2010. 10.
 - ▷ 학장동측정소 : 2010. 7. ~ 2010. 10.
- ※ 학장동(구,감전동)측정소 5/25일 이전, 6/12일 정상가동
- 조사항목 : 암모니아, 메틸머캅탄 등 악취물질 15개 항목

2. 조사방법

- 운영방법
 - ▷ 자료점검 : 측정소에 연결된 인터넷으로 실시간 운영상태 점검
 - ▷ 자료운영 : 매시간 자료생성, 매월자료 분석 및 보고서 작성
 - ▷ 자료분석 : 매월 1회 취합 및 보고서 작성
- 분석기기 : GC-FID
- 측정항목 : VOCs(Volatile Organic Compounds) 56개 항목

Benzene류	톨루엔, m/p-자일렌, 스타이렌, o-자일렌
VOC(C2~C3류)	에탄, 에틸렌, 프로판, 프로필렌, 아세틸렌
VOC(C4류)	i-부탄, n-부탄, trans부텐, 1-부텐, cis2부텐
VOC(C5류)	시클로펜탄, i-펜탄, n-펜탄, trans2펜텐, 1-펜텐, cis2펜텐, i-프렌
VOC(C6류)	22DM부탄, 23DM부탄, 2메틸펜탄, 3메틸펜탄, n-헥산, 1-헥센, MC펜탄, 벤젠, 시클로헥산
VOC(C7류)	24DM펜탄, 2메틸헥산, 23DM펜탄, 3메틸헥산, n-헵탄, MC헥산
VOC(C8류)	224TM펜탄, 234TM펜탄, 2메틸헵탄, 3메틸헵탄, n-옥탄, 에틸벤젠
VOC(C9류)	n-노난, i-P벤젠, n-p벤젠, m-E톨루엔, p-E톨루엔, 135TM벤젠, o-E톨루엔, 124TM벤젠, 123TM벤젠
VOC(C10~C12류)	n-데칸, m-DE벤젠, p-DE벤젠, n-운데칸, n-도데칸

○ 측정소위치

▷ 감전동측정소(현재 학장동으로 이전)

- 위치 : 사상구 감전동 주민자치센터(옥상)
- 지리적 특징 : 중·소규모 공장과 주거지역이 혼재한 지역에 위치
- VOCs 추정오염원
 - 측정소 서쪽에 위치한 남북 방향의 산업도로의 자동차
 - 측정소 남쪽에 위치한 동서 방향의 4차선 도로의 자동차
 - 주변 지역에 위치한 대기배출업소의 VOCs
 - 남쪽에 위치한 사상공업단지의 대기오염물질 배출업소

▷ 장림동측정소

- 위치 : 사하구 장림1동 주민자치센터(옥상)
- 지리적 특징
 - 북쪽과 서쪽에 장림공단, 남쪽 공업지역 위치
 - 동쪽과 남동방향 아파트 등 대규모 주거지역 위치
- VOCs 추정오염원
 - 북쪽, 서쪽에 위치한 신평·장림산업단지과 남쪽에 위치한 공업지역의 섬유, 제강, 제철, 기계금속 등 대기배출업소
 - 운송용 대형 화물차량에서 발생하는 배기가스

▷ 학장동측정소(구, 감전동측정소)

- 위치 : 사상구 학장동 학장초등학교(옥상)
- 지리적 특징 : 사상공업단지안에 위치
- VOCs 추정오염원
 - 사상공업단지에 위치해 있는 주물, 기계가공, 사료제조, 고무 등의 대기오염배출업소



그림 1. VOCs 측정망 위치도

3. 조사결과

○ 기상자료 조사 결과

▷ 감전동측정소(1월~5월)

- 4월까지 주풍향이 서북서로 나타났으나 5월에 남서로 나타나 5월에 남쪽에 위치한 사상공업단지 영향을 직접적으로 받았을 것으로 판단됨.

▷ 장림동측정소(1월~12월)

- 5월까지 주풍향이 서풍계열로 서쪽에 위치한 악취관리지역의 영향을 지속적으로 받다가 6, 8월에는 동풍, 7월에는 남풍으로 나타났으며 이후 8월부터 다시 서풍계열이 주풍향으로 나타났다.

▷ 학장동측정소(6월~12월)

- 6월부터 9월까지 주풍향이 서풍으로 나타났다가 10월~12월까지 동풍계열로 나타났다.

표 1. VOCs 월별 주풍향 및 평균 풍속(m/s)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	2010년
감전동	서북서	서북서	서북서	서북서	남서	-	-	-	-	-	-	-	서북서 (1~5월)
학장동	-	-	-	-	-	서북서	서북서	서북서	서북서	동	동북동	동북동	서북서 (6~12월)
장림동	서북서	서	서북서	서	서	동남동	남남서	동남동	서	서	서	서북서	서
감전동	2.3	2.4	2.8	2.6	2.6	-	-	-	-	-	-	-	2.5 (1~5월)
학장동	-	-	-	-	-	2.9	3.2	3.2	2.7	2.4	2.0	2.2	2.7 (6~12월)
장림동	2.7	2.2	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	1.9	2.0	2.2	2.2	2.6	2.2

○ 오존생성기여율 평가

▷ 휘발성유기화합물(VOCs)이 오존의 생성에 기여하는 정도는 VOCs의 농도와 VOCs 자체가 가지고 있는 광화학오존생성잠재력(POCP : Photochemical Ozone Creation Potential)의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 POCP 평가방법에는 Ethylene을 기준물질(POCP=100)로 하여 대기 중 OH-와의 반응성 정도에 의한 평가 방법이 일반적이다.

▷ 그림 2는 2010년도 오존생성기여율이 높은 10개 물질을 측정소별로 비교하여 나타내었다. 톨루엔의 기여율이 27~38%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 높은 물질은 Propane, m/p-Xylene, Ethylbenzene으로 나타났다. Toluene의 기여율은 학장동이 가장 높았으며, m/p-Xylene의 기여율은 장림동이 가장 높았다.

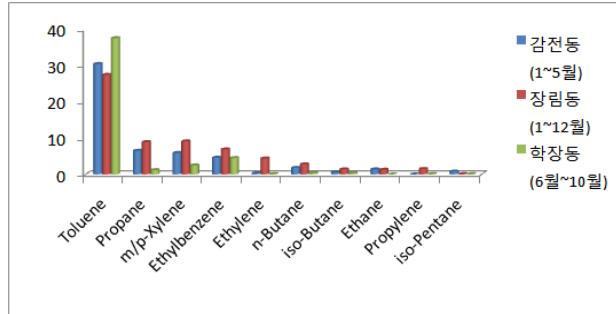


그림 2. 측정소별 오존생성기여율(단위:%)

▷ 감전동측정소(1월~4월)

- 감전동의 오존생성기여율(표 2)을 살펴보면 Toluene이 30.4%, 1-Hexene이 7.4%, Propane이 6.5%, m/p-Xylene은 5.9 %를 나타내었다. 전년도와 비교해 보면 Toluene(전년 37.2%)과 m/p-Xylene(전년 8.1%)의 오존생성기여율은 전년도보다 다소 감소하였다.
- VOCs 주요 10개 검출물질의 오존생성기여율은 76.3%(전년 76.9%)로 전년도와 비슷하게 나타났다. 또한 전년도에 주요 10개 검출물질에 포함되지 않았던 1-Hexene, n-Heptane이 새로이 추가되었으며, 전년도에 포함되었던 o-Xylene, n-Butane은 포함되지 않았다.

표 2. 감전동측정소 VOCs 주요 검출물질 평균농도 및 오존생성기여율 (농도 : ppb)

2010년(1월~4월)				2009년			
항 목	평균 농도	POCP	오존생성 기여율(%)	항 목	평균 농도	POCP	오존생성 기여율(%)
Toluene	7.1	55	30.4	Toluene	9.7	55	37.2
1-Hexene	2.1	50	7.4	m/p-Xylene	1.1	95	8.1
Propane	4.4	40	6.5	Propane	5.9	40	7.9
m/p-Xylene	0.7	95	5.9	Ethylbenzene	1.5	60	7.2
Methylcyclopentane	1.6	50	5.8	Methylcyclopentane	1.2	50	3.7
n-Hexane	1.6	40	4.7	2-Methylpentane	0.9	45	2.7
Ethylbenzene	0.9	60	4.6	o-Xylene	0.5	65	2.6
n-Heptane	0.9	55	4.2	Isoprene	0.5	100	2.5
Isoprene	0.7	100	3.8	n-Hexane	0.9	40	2.5
2-Methylhexane	0.7	50	3.0	n-Butane	1.4	40	2.5
주요물질의 오존생성 기여율			76.3	주요물질의 오존생성 기여율			76.9

※ 1) POCP(Photochemical Ozone Creation Potential) : 광화학 오존생성 잠재력

2) 오염물질의 기여도 = ppb × (분자량/22.4 m³) × 오염물질별 POCP

2) 오존생성기여율(%) = (오염물질별 기여도/ 기여도합계) × 100

▷ 장림동측정소(1월~10월)

- 장림동의 오존생성기여율(표 3)을 살펴보면 Toluene이 27.2%, m/p-Xylene이 9.1%, Propane이 8.9 %를 나타냈다. 전년도와 비교해 보면 Toluene(전년 27.5 %)은 전년과 비슷한 수준이었고 m/p-Xylene(전년 8.1 %)은 다소 증가, Propane(전년 13.1 %)은 다소 감소한 것으로 나타났다.
- VOCs 주요 10개 검출물질의 오존생성기여율은 74.6 %(전년 73.0 %)로 전년과 비슷하게 나타났다. 또한전년도에 주요 10개 검출물질에 포함되지 않았던 Methylcyclopentane, Ethylene, 1-Hexene이 새로이 추가되었으며, 전년도에 포함되었던 Ethane, isobutane, n-Hexane은 포함되지 않았다.

표 3. 장림동측정소 VOCs 주요 검출물질 평균농도 및 오존생성기여율 (농도 : ppb)

2010년 1월~10월				2009년			
항 목	평균 농도	POCP	오존생성 기여율(%)	항 목	평균 농도	POCP	오존생성 기여율(%)
Toluene	14.76	55	27.2	Toluene	6.9	55	27.5
m/p-Xylene	2.49	95	9.1	Propane	9.4	40	13.1
Propane	13.85	40	8.9	m/p-Xylene	1.0	95	8.1
Ethylbenzene	3.00	60	6.9	Ethylbenzene	1.5	60	7.6
Methylcyclopentane	3.06	50	4.7	n-Butane	2.2	40	4.1
Ethylene	4.32	100	4.4	o-Xylene	0.6	65	3.1
1,2,4-Trimethylbenzene	0.77	120	4.0	1,2,4-Trimethylbenzene	0.3	120	2.9
o-Xylene	1.36	65	3.4	Ethane	10.2	10	2.4
1-Hexene	2.06	50	3.2	isobutane	1.6	30	2.3
n-Butane	3.3	40	2.8	n-Hexane	0.7	40	1.9
주요물질의 오존생성 기여율			74.6	주요물질의 오존생성 기여율			73.0

▷ 학장동측정소(7월~10월)

- 학장동의 오존생성기여율(표 4)을 살펴보면 Toluene이 37.5%, cis-2-Butene이 28.7%, 1-Butene이 9.4 %로 나타났다. 특히 학장동 Toluene의 오존생성기여율은 감전동(30.4%), 장림동(27.4 %) 보다 다소 높은 수준을 나타내고 있었다. 또한, Biogenic sources로 알려져 있는 Isoprene은 10개 주요 검출물질에 포함되어 있지 않는 특징을 나타내고 있었다.
- VOCs 주요 10개 검출물질의 오존생성기여율은 89.9 %로 감전동(76.3 %), 장림동(74.6 %) 보다 높은 수준을 나타내고 있었다.
- 학장동에서는 감전동과 장림동의 주요 10개 검출물질에 포함되지 않았던 cis-2-Butene, 1-Butene, Cyclohexane이 비교적 높은 비율로 포함되고 있었다.

표 4. 학장동측정소 VOCs 주요 검출물질 평균농도 및 오존생성기여율

2010년 7월~12월			
항 목	평균농도(ppb)	POCP	오존생성기여율(%)
Toluene	51.5	55	37.5
cis-2-Butene	35.6	100	28.7
1-Butene	12.3	95	9.4
Ethylbenzene	4.9	60	4.5
m/p-Xylene	1.8	95	2.5
Methylcyclopentane	4.1	50	2.5
Cyclohexane	4.1	25	1.3
1,2,4-Trimethylbenzene	0.6	120	1.2
Propane	4.6	40	1.2
n-Heptane	1.4	55	1.1
주요물질의 오존생성 기여율			89.9

○ VOCs 중 주요대기오염물질 변화 추이

▷ 측정소별 농도

- VOCs는 오존전구물질로 작용하여 도심에서의 고농도 오존을 발생시키는 요인으로 작용하는 동시에 VOCs 물질 자체가 가지는 유해성으로 인하여 대기오염물질 측정의 관심의 대상이 되고 있다. 또한 우리시에 설치된 VOCs 측정망의 위치는 산업단지 내 또는 인근에 위치하고 있어 VOCs 물질 중 유해대기물질에 대한 농도 추이 분석을 통한 지역 오염도 평가가 필요하다고 판단된다.
- 현재 환경부의 '09년 4월의 「대기오염측정망 설치·운영지침」에 따르면 휘발성유기화합물(VOCs), 다환방향족 탄화수소류(PAHs), 수은과 같은 유해대기오염물질을 측정하기 위하여 “유해대기물질측정망”이 운영 중에 있다. 따라서 “유해대기물질측정망”의 대상 물질에 포함되어 있는 톨루엔, 자일렌, 스틸렌, 벤젠, 에틸벤젠을 중심으로 농도 추이와 분포를 살펴보았다.
- 특히, VOCs 중 벤젠은 '10년부터 대기환경기준(연평균 1.5 ppb 이하)의 적용을 받고 있으며, 가연성, 자극성이 강한 맹독성의 방향족 유기화합물로 WHO에서 발암성물질로 규정하는 물질이다. 벤젠의 주 배출원은 석유제품, 제철, 차량, 선박, 비행기, 소각, 연료연소시설에서 주로 배출되는 것으로 알려져 있다.
- 그림 3은 벤젠, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스타이렌의 평균 농도 및 측정소별 분포를 나타낸 그림이다. 먼저 벤젠을 살펴보면, 매시간 농도 평균은 감전동 0.25 ppb, 장림동 0.78 ppb, 학장동 0.51 ppb 로 모두 환경기준인 1.5 ppb 이하로 나타났으며, 75% 분위수에 해당하는 벤젠 농도 역시 환경기준을 넘지 않는 것으로 분석되었다.
- 측정소 별로 평균농도를 비교해 본 결과, 에틸벤젠, 톨루엔, 스타이렌은 학장동>장림동>감전동, 벤젠과 자일렌은 장림동>학장동>감전동 순으로 농도가 높게 나타났다. 학

장동은 주물과 기계가공과 같은 업종이 주를 이루는 사상공업단지 안에 위치해 있어 톨루엔의 농도가 높은 것으로 판단된다.

- 표 5를 살펴보면 감전동은 전년 대비 5개 항목 모두 감소, 장림동은 증가한 것으로 나타났다. 발암물질로 알려져 있는 벤젠은 감전동은 전년 0.34ppb에서 0.25 ppb로 감소하였고, 장림동은 0.34 ppb에서 0.78 ppb로 증가하였다.

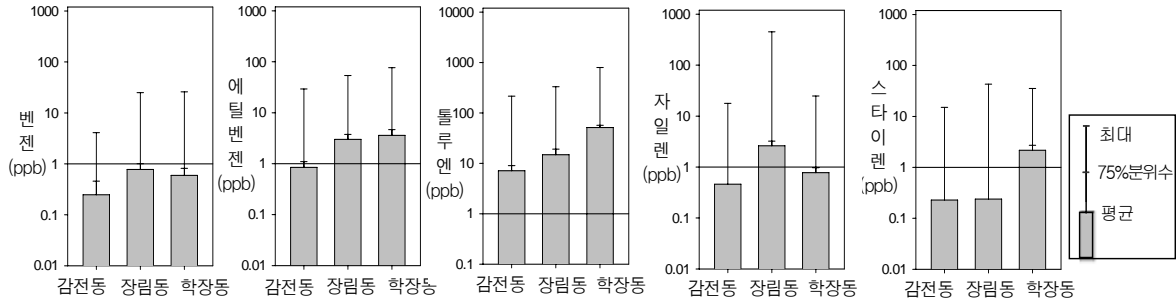


그림 3. VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 평균농도 및 매시간최대농도

표 5-1. VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 농도 변화 (단위 : ppb)

구 분		벤젠		에틸벤젠		톨루엔		m,p-자일렌		스타이렌		o-자일렌	
		'10.	'09 전체	'10.	'09 전체	'10.	'09 전체	'10.	'09 전체	'10.	'09 전체	'10.	'09 전체
감전동 (1~4월)	시간최고농도	4.11	5.27	29.34	26.24	213.94	298.70	13.10	31.76	15.12	22.43	5.88	19.89
	월평균최고	0.28	0.93	1.3	2.21	12.65	19.27	1.21	1.42	0.47	0.84	0.62	0.76
	연평균농도	0.25	0.34	0.85	2.17	7.12	10.25	0.69	1.09	0.23	0.28	0.24	0.49
장림동 (1~10월)	시간최고농도	25.01	9.45	53.8	24.81	329.92	134.33	59.80	63.72	42.95	264.43	452.28	139.03
	월평균최고	1.45	1.72	7.07	4.55	28.55	10.06	4.40	1.37	0.53	0.41	2.62	0.67
	연평균농도	0.78	0.34	3.0	2.56	14.76	5.30	2.49	0.78	0.24	0.11	1.36	0.43

표 5-2. VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 농도 변화 (단위 : ppb)

구 분	벤젠	에틸벤젠	톨루엔	m,p-자일렌	스타이렌	o-자일렌	
학장동 (6~10월)	시간최고농도	25.82	76.77	796.81	18.16	35.55	17.58
	월평균최고	1.45	7.07	28.55	4.40	0.53	2.62
	연평균농도	0.51	4.86	51.53	1.75	2.17	0.74

▷ 월별 변화 추이

- 그림 4는 VOCs 중 주요대기오염물질에 대한 월별 평균농도 변화 추이를 나타낸 그림이다. 5개 항목 모두 겨울철이 여름철보다 다소 높은 월평균 농도를 나타내고 있었다. 계절적 농도의 원인은 주로 혼합고의 변화와 온도, VOC 배출량의 증가에 의한 것으로 추정된다.



그림 4. VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 월별 변화 추이 (단위:ppb)

▷ 시간대별 농도 변화

- 그림 5는 VOCs 중 주요대기오염물질(5개 항목)에 대한 시간별 평균농도 변화 추이를 나타낸 그림으로 조업시간인 오전, 오후에 높게 나타났으며, 12시에는 다소 낮은 농도를 유지하였다. 특히 톨루엔은 이러한 일변화가 가장 뚜렷하게 나타났다.
- 이러한 시간에 따른 농도변화 패턴은 배출원의 배출농도와 기상환경(대기혼합고, 풍속, 풍향, 습도)과 관련된 것으로 오전,오후에는 배출농도가 높아 오염물질 농도가 다소 높은 것으로 판단된다. 또한 야간에는 낮아진 대기혼합고의 영향으로 일정농도 수준을 유지하고 있을 것으로 보여 진다.

▷ 최근 3년간 VOCs 중 주요대기오염물질 변화 추이

- 그림 6은 최근 3년간 VOCs 중 주요대기오염물질에 대한 월별 평균농도 변화 추이를 나타낸 그림이다. 5개 항목 모두 겨울철에 다소 높게 나타나는 패턴이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있었다. 겨울철 월평균 농도를 기준으로 살펴보면 감전동은 겨울철 월평균 농도가 최근 3년간 비슷한 모습을 보이고 있다.
- 장림동은 최근 3년동안 겨울철 농도가 다소 상승하는 모습을 보여주고 있어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

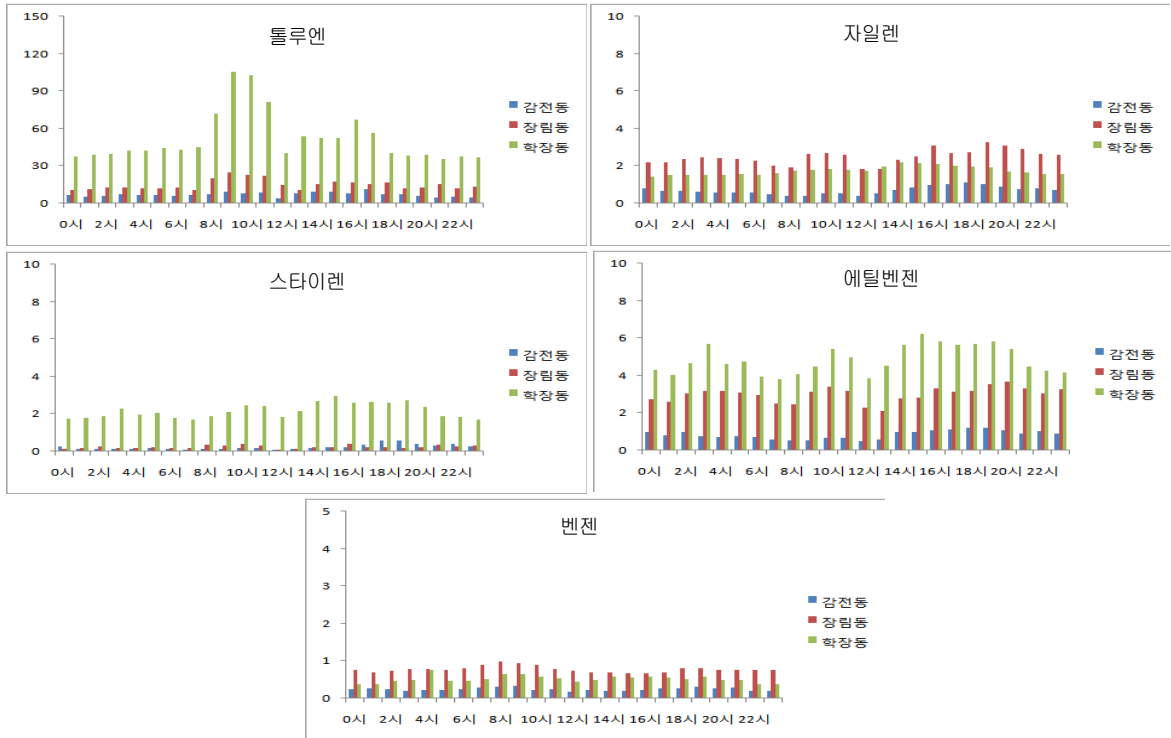


그림 5. VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 시간별 변화 추이 (단위:ppb)

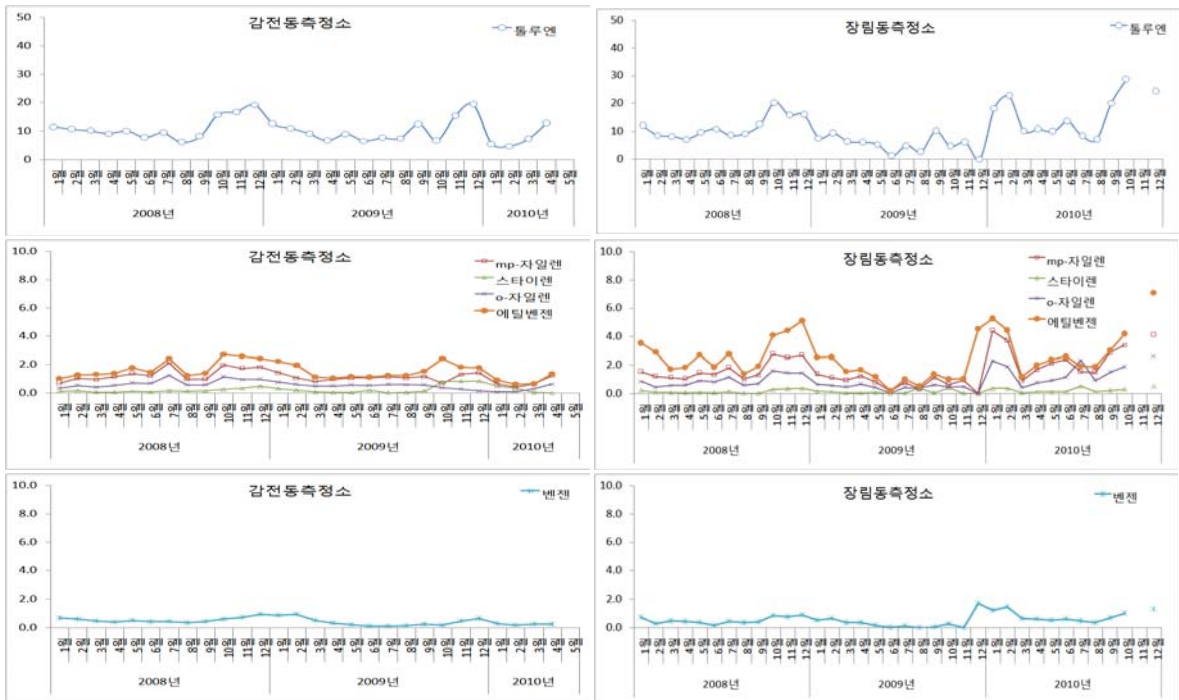


그림 6. 최근 3년간 VOCs 중 주요대기오염물질(5개항목) 추이 (단위:ppb)

○ 환경부 광화학오염물질측정망(부산지역)과 우리원 VOCs 측정망 자료비교

- ▷ 환경부의 「대기오염측정망 설치·운영지침」(’09년 4월)에 따르면 고농도 오존발생지역에서 오존전구물질인 VOCs를 측정하여 고농도 오존을 관리하기 위해 광화학오염물질측정망을 운영 중에 있다. 현재 부산지역에는 5개 측정소를 운영하고 있으며, 주요 검출물질 10종(’10. 1~9월)의 오존생성기여율 자료를 우리원 VOCs 측정망 자료와 비교하여 표 6과 그림 7과 같이 나타내었다.
- ▷ 표 6을 살펴보면 오존생성기여율이 가장 높은 항목으로 태종대는 Propane으로 분석되었으며, 우리원 측정소를 포함하여 다른 측정소는 모두 Toluene이 가장 높은 오존생성기여율을 나타내고 있었다.
- ▷ Toluene의 오존생성기여율을 비교해 보면 학장동(37.5%)>감전동(30.4%)>장림동(27.2%)>당감동(26.5%)>정관면(21.8%)>장전동(20.4%)>대연동(16.7%)>태종대(11.3%)로 나타났다. 즉 산업단지 내 혹은 인근에 위치해 있는 우리원 VOCs 측정망의 Toluene 오존생성기여율은 환경부 광화학오염물질측정망보다 비교적 높게 나타나고 있었다.
- ▷ Toluene과는 대조적으로 Propane은 우리원 측정소가 환경부 측정소보다 낮은 수준을 나타내고 있었다.
- ▷ 주요 10개 물질에 의한 오존생성기여율을 비교해보면 환경부 광화학오염물질측정망은 73.6~80.6 %의 분포를 보여주는 반면, 우리원 VOCs 측정망은 46.8~63.6 %의 분포를 나타내어, 우리원의 주요 10개 물질에 의한 오존생성기여율이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 산업단지에서 다양한 물질이 배출되는 특성에 의한 것으로 판단된다.

표 6. 주요검출물질(10종)의 오존생성기여율에 대한 환경부 광화학오염물질측정망(부산지역)과 우리원 자료 비교 (단위:%)

주요 VOCs	환경부 운영지점(’10.1.~9.)*					연구원 운영지점(’10.)		
	태종대	대연동	당감동	장전동	정관면	감전동 (1~4월)	장림동 (1~10월)	학장동 (7~10월)
Toluene	11.3	16.7	26.5	20.4	21.8	30.4	27.2	37.5
Propane	19.2	13.7	19.7	12.8	8.5	6.5	8.9	1.2
Ethylene	9.1	2.3	4.8	6.5	4.9	0.3	4.4	0.1
n-Butane	6.3	8.8	6.5	6.4	4.8	1.8	2.8	0.4
m/p-Xylene	11.6	15.0	9.8	12.8	18.0	5.9	9.1	2.5
iso-Butane	2.5	3.6	2.6	2.6	2.0	0.6	1.4	0.4
Propylene	4.8	3.6	2.6	3.2	3.2	0	1.5	0.1
iso-Pentane	2.3	3.3	2.6	3.4	1.7	0.8	0.1	0.1
Ethane	3.9	1.8	1.4	2.7	2.6	1.4	1.3	0
Ethylbenzene	4.0	4.9	4.1	4.8	6.1	4.6	6.9	4.5
기여율 합계	75	73.7	80.6	75.6	73.6	52.3	63.6	46.8

* 환경부 운영지점 자료는 2011. 1. 현재까지 공개된 자료를 참고 함

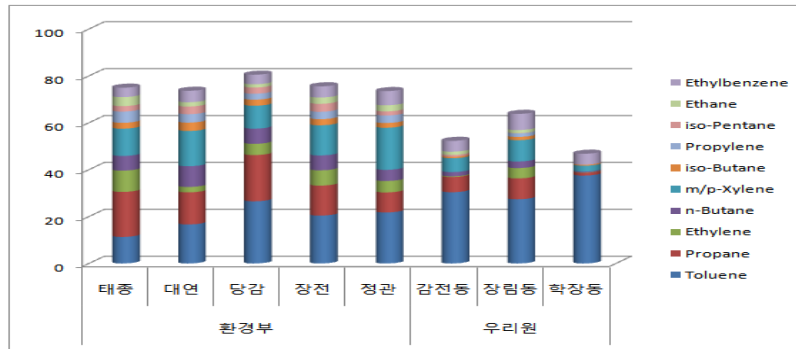


그림 7. 주요물질 10종의 POCP 기여율과 물질별 분포 비교

4. 결론

- 우리시 휘발성유기화합물 자동측정망은 학장동과 장림동에 설치되어 있으며, '10년 5/25 일 부터 학장동 측정소는 기존 감전동에서 이전하여 설치되었다.
- 오존생성기여율을 분석한 결과, Toluene의 기여율이 27~38%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 높은 물질은 Propane, m/p-Xylene, Ethylbenzene으로 나타났다. Toluene의 기여율은 학장동(37.5%)이 가장 높았으며, m/p-Xylene의 기여율은 장림동(9.1%)이 가장 높았다.
- 감전동과 장림동에서 주요 10개 오존생성기여율은 전년 대비 비슷한 수준으로 나타났다. 감전동의 톨루엔 기여율은 30.4 %로 전년대비(전년 37.2%) 감소하였으며, 장림동은 27.2 %로 비슷하게 조사되었다.
- 벤젠의 매시간 농도 평균은 감전동 0.25 ppb, 장림동 0.78 ppb, 학장동 0.51 ppb 로 모두 환경기준인 1.5 ppb 이하로 나타났다.
- 전년도와 주요대기오염물질 5개 항목의 평균농도를 비교해 보면 감전동은 다소 감소, 장림동은 다소 증가하였다. 발암물질로 알려져 있는 벤젠은 감전동은 전년 0.34 ppb에서 0.25 ppb로 감소하였고, 장림동은 0.34 ppb에서 0.78 ppb로 증가하였다.
- 측정소 별로 평균농도를 비교해 본 결과, 에틸벤젠, 톨루엔, 스타이렌은 학장동>장림동>감전동, 벤젠과 자일렌은 장림동>학장동>감전동 순으로 농도가 높게 나타났다. 학장동은 주물과 기계가공과 같은 업종이 주를 이루는 사상공업단지 안에 위치해 있어 톨루엔의 농도가 높은 것으로 판단된다.
- VOCs 중 주요대기오염물질(벤젠, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스타이렌)은 겨울철이 여름철보다 다소 높은 월평균 농도를 나타내고 있었다. 또한 이들 항목은 조업시간인 오전, 오후에 높게 나타났으며, 정오에는 다소 낮은 농도를 유지하였다. 특히 톨루엔은 이러한 일변화가 가장 뚜렷하게 나타났다.