

## 악취물질 자동측정망 운영

- 사상구와 사하구의 공단 및 주변 지역에서 발생하는 악취물질을 연속 측정하여 악취 민원 해결을 위한 참고자료로 이용 및 제공
- 장기적으로 악취물질의 발생추이와 변화를 관찰하여 악취저감을 위한 정책 자료제공

### 1. 조사개요

- 조사대상
  - ▷ 기간 : 2009. 1. ~ 2009. 12.(1년)
  - ▷ 대상 : 감전동, 장림동 악취자동측정소 2개 지점
  - ▷ 항목 : 암모니아, 메틸머캅탄 등 악취물질 15개 항목
- 감전동측정소
  - ▷ 사상구 기본현황(※ 사상구 홈페이지 참고)
    - 인구 : 93,480세대 260,897명(시의 7.3%),
    - 면적 : 36.03 km<sup>2</sup>(시의 3.6%), 공단면적 6.62 km<sup>2</sup>
  - ▷ 배출업소 : 1,965개소('09.1.1현재)
    - 대기 819개, 수질 607개, 소음진동 539개
  - ▷ 측정소위치 : 부산광역시 사상구 감전동 주민자치센터(옥상)
- 장림동측정소
  - ▷ 사하구 기본현황(※ 사하구 홈페이지 참고)
    - 인구 : 130,152세대 365,742명(시의 10.2%),
    - 면적 : 40.94 km<sup>2</sup>(시의 5.4%), 공단면적 28.15 km<sup>2</sup>
  - ▷ 배출업소 : 1,296개소
    - 대기 488개, 수질 628개, 소음진동 180개
  - ▷ 측정소위치 : 부산광역시 사하구 장림1동 주민자치센터(옥상)

### 2. 조사방법

- 운영방법
  - ▷ 자료운영 : 매시간 자료생성, 매월자료 분석 및 보고서 작성
  - ▷ 분석장비
    - 이온크로마토그래피(IC) : 암모니아, 트라이메틸아민(2개 항목)

- 고성능액체크로마토그래피법(HPLC) : 알데하이드류(5개 항목)
- 가스크로마토그래피(GC) : 8개 항목
  - PFPD검출기 : 황화수소, 메틸머captan, 디메틸설파이드, 디메틸디설파이드
  - FID검출기 : 스타이렌, 톨루엔, m/p-자일렌, o-자이렌
- ▷ 자료점검 : 측정소에 연결된 인터넷으로 실시간 운영상태 점검
- ▷ 자료분석 : 매월1회 취합 및 보고서 작성

### 3. 조사결과

○ 조사내용

▷ 기상자료조사

- 감전동측정소 주풍향 및 풍속

- 전반기 : 서북서풍(빈도 21.0%), 풍속 2.4 m/s
- 후반기 : 서북서풍(빈도 20.3%), 풍속 2.2 m/s

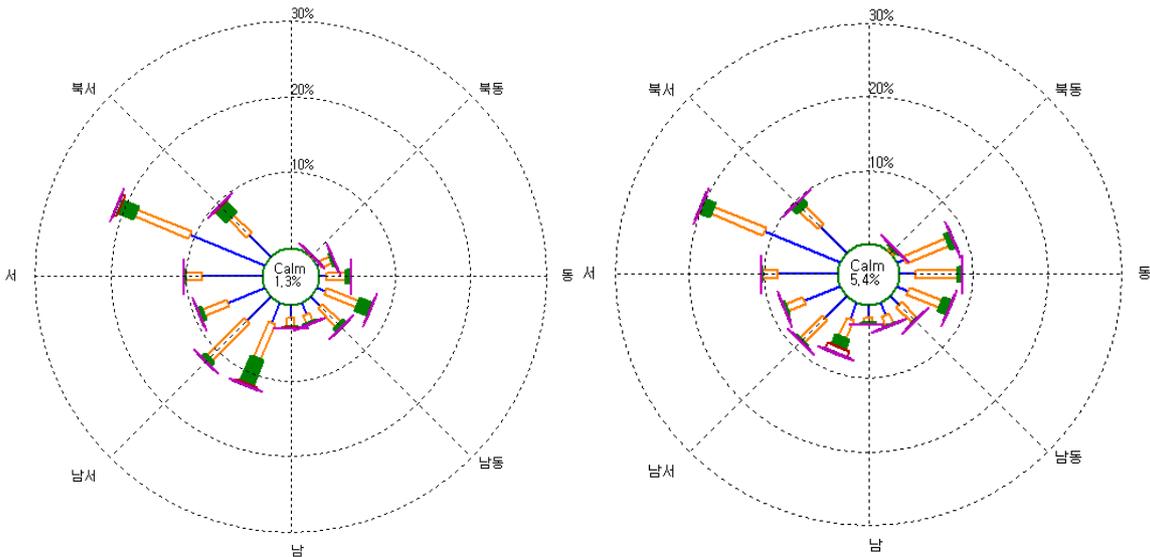


그림 1. 감전동측정소 풍배도(전·후반기)

- 장림동측정소 주풍향 및 풍속(m/s)

- 전반기 : 서풍(빈도 22.8%), 풍속 2.1 m/s
- 후반기 : 서풍(빈도 21.2%), 풍속 2.0 m/s

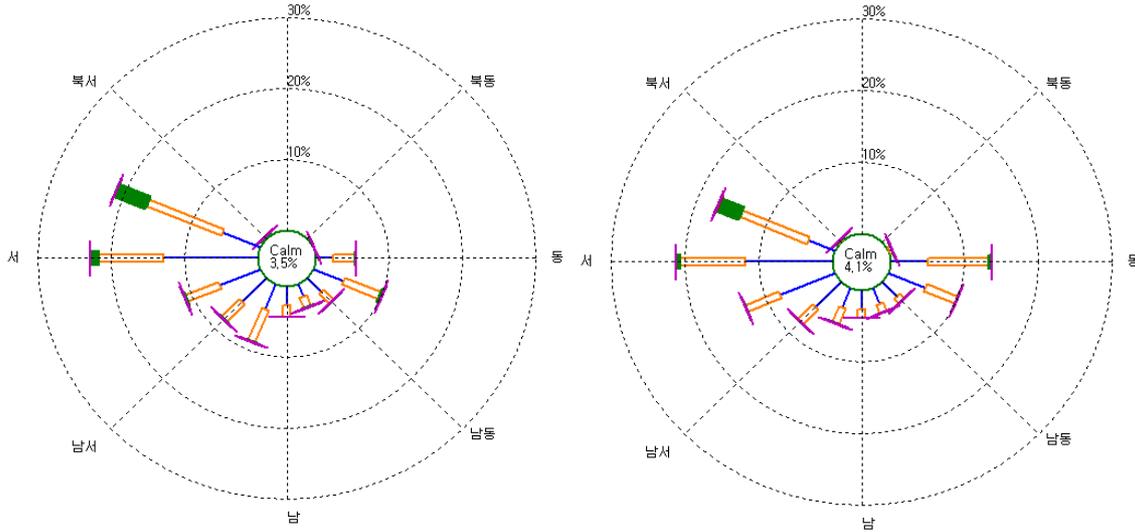


그림 2. 장림동측정소 풍배도(전·후반기)

▷ 악취물질조사

- 황화합물(황화수소, 메틸머캅탄, DMS, DMDS)

- 황화수소는 썩은 달걀냄새로 단기노출에서 구역질, 두통, 현기증을 유발하고, 장기노출시 알레르기, 식욕감퇴 등의 위해성이 있고, 메틸머캅탄은 마늘냄새와 썩은 양배추냄새로 단기노출에서 두통, 어지러움, 장기노출시 폐의 손상도 가져온다. Dimethylsulfide(DMS)와 Dimethyldisulfide (DMDS)는 썩은냄새를 나타내는 물질로 호흡기와 피부에 자극적인 물질이다.
- 감전동측정소에서 검출된 각 물질의 평균농도는 황화수소와 디메틸설파이드는 0.01 ppb, 메틸머캅탄과 디메틸디설파이드는 불검출로 나타났으며, 전년도 조사에서는 디메틸설파이드(0.01 ppb)외는 모두 불검출이었다. 사람의 코로 느낄 수 있는 최소 감지농도이상 검출횟수는 황화수소(감지농도 0.41 ppb)가 44회(전년 11회), 메틸머캅탄(감지농도 0.07 ppb) 46회(전년 12회), DMS(감지농도 3.0 ppb) 2회(전년 0회), DMDS(감지농도 2.2 ppb) 6회(전년 0회)가 있었다.
- 장림동측정소의 경우 악취 관리지역 영향물질의 매시간 측정 자료에서 연중 최고농도는 황화수소 12.49 ppb(전년 32.3 ppb), 메틸머캅탄 9.79 ppb(전년 15.5 ppb)로 각각 검출되었고, 디메틸설파이드 3.33 ppb(전년 2.2 ppb), 디메틸디설파이드 4.65 ppb(전년 3.4 ppb)로 검출되었다. 최소 감지농도이상 검출횟수는 황화수소가 82회(전년 673회), 메틸머캅탄 79회(전년 256), DMS 2회(전년 0회), DMDS 0회(전년 2회)로 나타났다.
- 최고농도 발생시간대는 감전동의 경우는 4/4분기(11~12월)의 11:00~12:00시경, 장림동은 2/4분기(4~5월)의 23:00시경으로 측정되었다.
- 2개 측정소에서 감지되는 황화수소와 메틸머캅탄은 그림 3과 같이 장림동측정소가 약 5배 정도로 높았으며, 이는 측정소에서 약 730 m 떨어진 악취관리지역의 영향에 따른 것으로 추정된다.
- 표 1은 2개 측정소의 황화합물 농도를 그림 3과 4는 월별자료를 측정소별로 비교하여 나타내었다.

표 1. 감전동 및 장림동측정소에서 황화합물의 변화

(농도 : ppb)

구 분	감전동								장림동							
	황화수소		메틸머캅탄		DMS		DMDS		황화수소		메틸머캅탄		DMS		DMDS	
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.
시간최고	4.65	4.40	3.22	2.6	2.60	2.7	1.27	0.6	12.49	32.2	9.79	15.5	3.33	2.2	2.04	3.4
월평균최고	0.08	0.04	0.00	0.00	0.05	0.0	0.02	0.0	0.14	2.4	0.09	0.1	0.08	0.2	0.03	0.0
연 평 균	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0	0.00	0.0	0.02	0.7	0.01	0.0	0.02	0.0	0.00	0.0
감지횟수	44	11	46	12	2	0	6	0	82	673	79	256	2	0	0	2

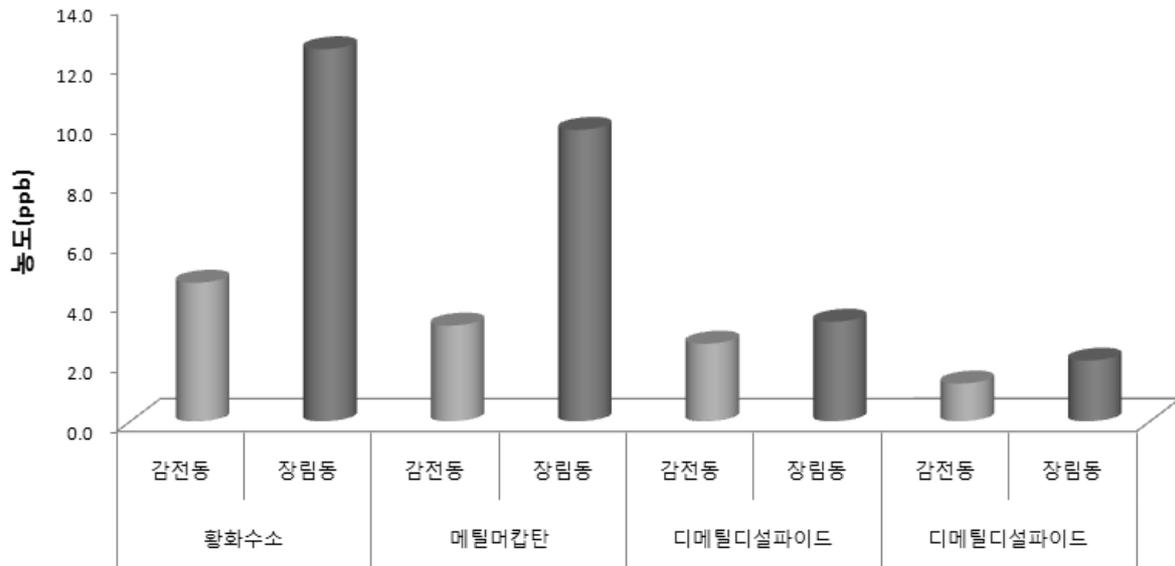


그림 3. 황화합물의 최고 농도비교

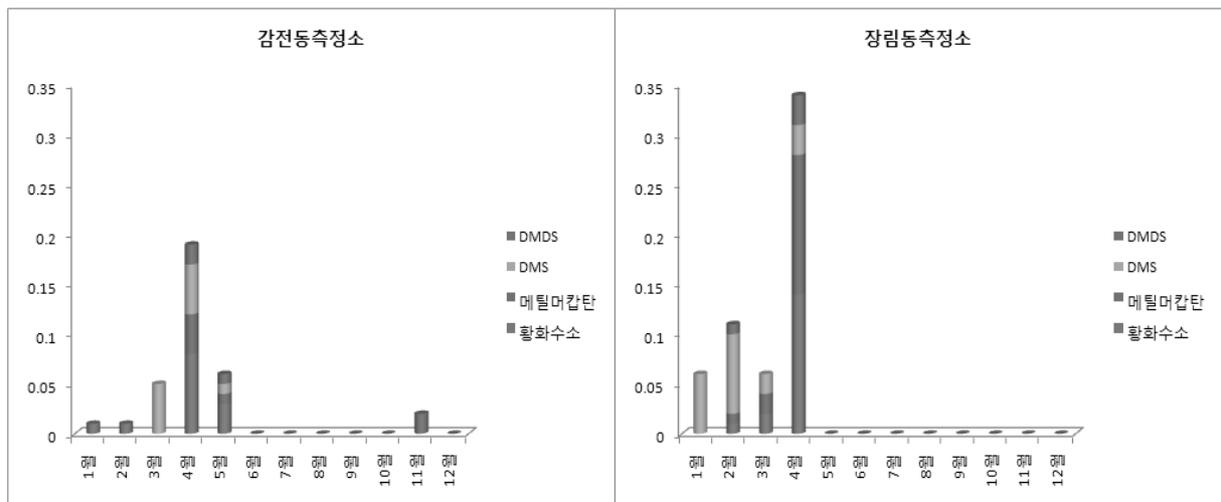


그림 4. 황화합물의 월별 조사평균 농도

- 아민류(암모니아, 트라이메틸아민)
  - 암모니아의 최소감지농도는 1500 ppb로 냄새특징은 코 점막을 자극하고, 호흡기, 피부, 눈 등에는 130~200 ppm의 농도에서 나타난다. 트라이메틸아민의 대표적 냄새특징은 생선비린내와 암모니아냄새, 썩은 냄새로 구분되며, 최소감지농도 0.1 ppb로 낮은 농도에서도 사람이 느낄 수 있고, 위해성보다 두통이나 구토 등을 유발하며, 고농도 노출시는 피부, 호흡기를 자극하는 물질이다.
  - 감전동측정소는 매시간 측정에서 암모니아의 최소 감지농도 이상 검출은 없었으며, 시간최고농도는 127.41 ppb(전년 337.0 ppb), 월평균 농도 19.52 ppb(전년 77.06 ppb), 연평균 농도 10.57 ppb(전년 21.3 ppb) 등으로 전년대비 최고 및 평균농도는 모두 낮았다. TMA의 최소감지농도 이상 검출은 484회(전년 58회)로 전년대비 증가하였으나 최고농도는 1.42 ppb로 전년도 5.99 ppb 보다 낮았다. 그러나 월, 연 평균농도는 전년도보다 높았다. 월별 농도변화는 10월을 제외하고 비슷한 농도수준을 보였다.
  - 장림동측정소는 암모니아의 감지횟수는 2회(전년 0회)로 시간최고농도 21577.75 ppb로 연평균 농도 14.06 ppb(전년 14.06 ppb)과 많은 차이를 보인다. TMA의 감지횟수도 510회(전년 374회)로 전년대비 늘었으며, 후반기로 갈수록 암모니아의 검출이 높았다.

표 2. 감전동 및 장림동측정소의 아민류 변화

(농도 : ppb)

구 분	감전동				장림동			
	암모니아		TMA		암모니아		TMA	
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.
시간최고농도	127.41	337.0	1.42	5.99	21577.75	108.9	17.51	1.6
월평균최고	19.52	77.06	0.11	0.04	77.90	18.38	0.30	0.10
연평균농도	10.57	21.3	0.11	0	14.06	11.6	0.05	0
검출횟수	0	0	484	58	2	0	510	374

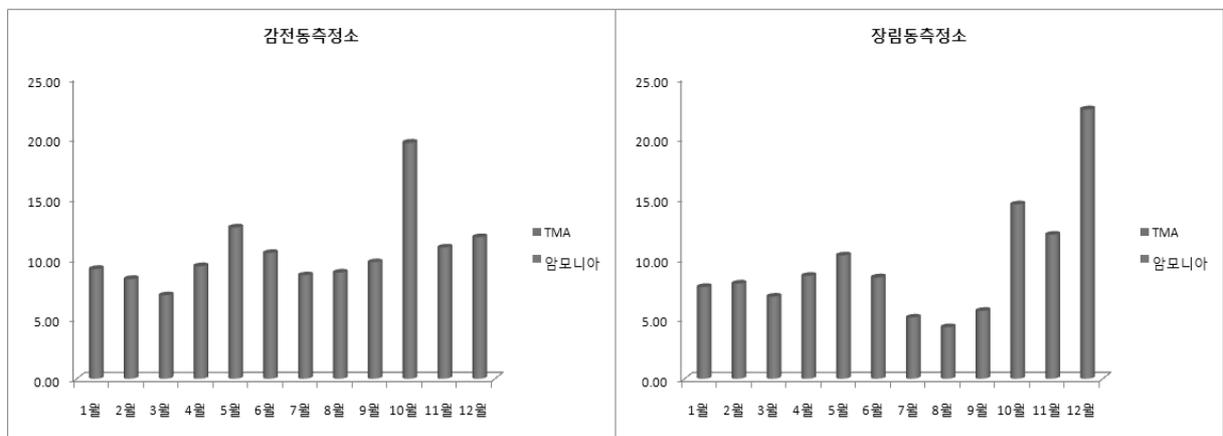


그림 5. 아민류의 월별 조사평균 농도

- 알데하이드류(acetaldehyde, propion-, butyr-, n-valer-, i-valer-)
  - 알데하이드류는 썩은 냄새, 과일냄새, 자극적인 냄새 등으로 호흡기나 피부자극, 점막손상, 중추신경 손상 등을 유발한다.
  - 감전동측정소는 장림동측정소에 비해 측정된 알데하이드류 5개 물질의 농도분포가 균일하였고, 최소감지농도 이상검출은 감전동측정소에서는 전년과 비슷한 수준, 장림동측정소는 대폭 감소하였다. 표 3은 알데하이드류의 검출결과이며, 그림 6은 알데하이드류의 월별 조사평균 농도이다.

표 3. 감전동 및 장림동측정소의 알데하이드류 변화

(농도 : ppb)

구 분	아세트		프로피온		부틴		n-발레르		i-발레르		
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	
감전동	시간최고농도	3.29	4.6	0.59	5.97	0.0	0	0.25	1	0.40	1.6
	월평균최고	0.27	0.2	0.10	0.1	0.0	0	0.07	0.1	0.11	0.1
	연평균농도	0.14	0.1	0.07	0.04	0.0	0	0.05	0.02	0.05	0.02
	감지횟수	8	10	2	6	0	0	0	5	0	1
장림동	시간최고농도	4.83	6.9	0.46	6.2	0.0	0.3	0.85	3.7	0.63	2.4
	월평균최고	0.30	2.7	0.03	3.2	0.0	0	0.07	2.1	0.11	1.7
	연평균농도	0.21	0.8	0.00	0.6	0.0	0	0.02	0.3	0.03	0.3
	감지횟수	7	288	0	89	0	0	5	110	0	68

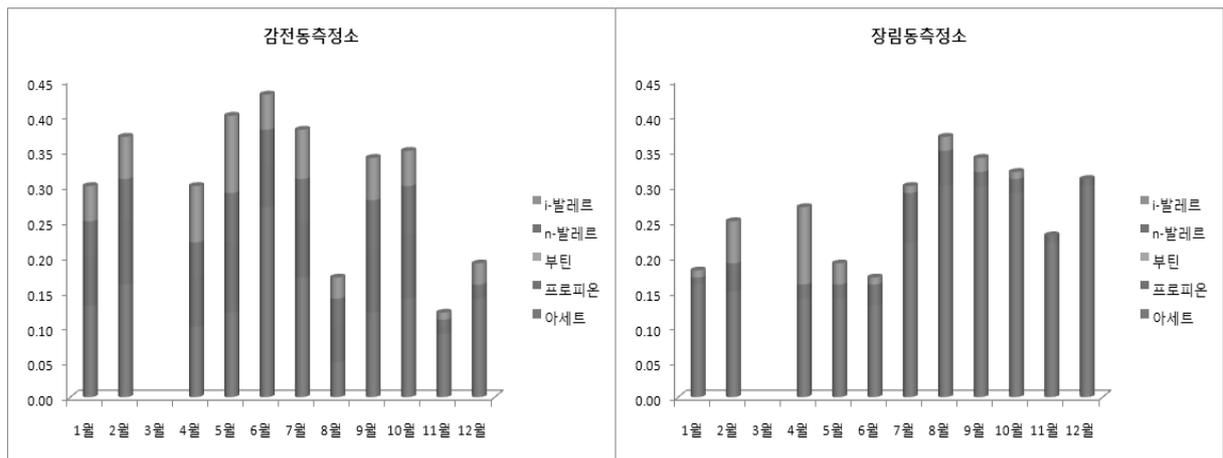


그림 6. 알데하이드류의 월별 조사평균 농도

- 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds, VOCs)
  - VOCs 중 악취물질 측정은 톨루엔, 자일렌, 스타이렌으로 냄새특징은 주로 페인트나 향긋한 냄새를 띠며, 단기노출시 호흡기, 피부, 눈, 중추신경 손상을 유발하고, 장기노출시 위통증, 생식주기 불규칙, 신경손상 등을 초래한다.
  - 감전동측정소의 톨루엔과 m,p-자일렌은 전년대비 시간최고농도는 감소하였으나 연, 월평균농도에서는 차이가 적었다. 최소감지농도 이상 검출도 m,p-자일렌이 1회 있었으나 그외 물질은 모두 감지되지 않았다.
  - 장림동측정소는 시간최고농도는 높았으나, 감지농도이상 검출은 스타이렌 1회를 제외하고 모두 감지되지 않았다.

표 4. 감전동 및 장림동측정소의 VOCs류 변화

(농도 : ppb)

구 분	톨루엔		m,p-자일렌		스타이렌		o-자일렌		
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	
감전동	시간최고농도	298.70	470.2	31.76	58.1	22.43	8.5	19.89	16.3
	월평균최고	19.27	19.2	1.42	2.1	0.84	0.5	0.76	1.2
	연평균농도	10.25	11.2	1.09	1.4	0.28	0.1	0.49	0.7
	감지횟수	0	0	1	0	0	0	0	0
장림동	시간최고농도	134.33	127.7	63.72	16.5	264.43	5.3	139.03	9.2
	월평균최고	10.06	20.2	1.37	2.8	0.41	0.4	0.67	1.6
	연평균농도	5.30	11.4	0.78	1.7	0.11	0.1	0.43	0.9
	감지횟수	0	0	0	0	1	0	0	0

▷ 악취발생 특성

- 전년대비 주요 악취물질 농도 변화
  - 악취관리지역에서 발생하는 황화합물로부터 영향을 받고 있는 장림동측정소의 최근 3년간 조사결과와 VOCs류를 그림 7.과 8.에 나타내었다.
  - 장림동측정소에서 최근 3년('07.→'08.→'09.)간 황화합물의 최고농도 변화는 황화수소 7.14→2.44→0.14(ppb), 메틸머캅탄 038→0.14→0.09(ppb), DMS 0.05→0.20→0.08 (ppb), DMDS 0.05→0.04→0.03(ppb) 이었으며, 악취관리지역에서 발생하는 2개 물질의 '07년 대비 '09년 감소율은 황화수소 98.0%, 메틸머캅탄 76.3%가 각각 감소한 것으로 나타났다.
  - 황화수소는 '07년 전반기에 최고 농도를 보인 이후 하반기에 감소하여 '08년 전반기 약간 상승하였으나 하반기 시설개선이 시작되는 시기부터 감소하기 시작한 것으로 추정된다. 계절적 요인은 하절기 보다 봄과 서풍계열이 우세한 가을에 악취농도가 증가한 것을 알 수 있었다.

· VOCs의 자일렌과 스타이렌은 최소감지농도보다 낮은 미량의 농도가 검출되고 있으며, 특히 톨루엔의 경우 2개 측정소 3년('07. → '08. → '09.)간 최고 농도변화는 감전동측정소 14.35 → 19.16 → 19.27(ppb), 장림동측정소 13.85 → 20.25 → 10.06(ppb)로 농도 변화폭이 낮았다.

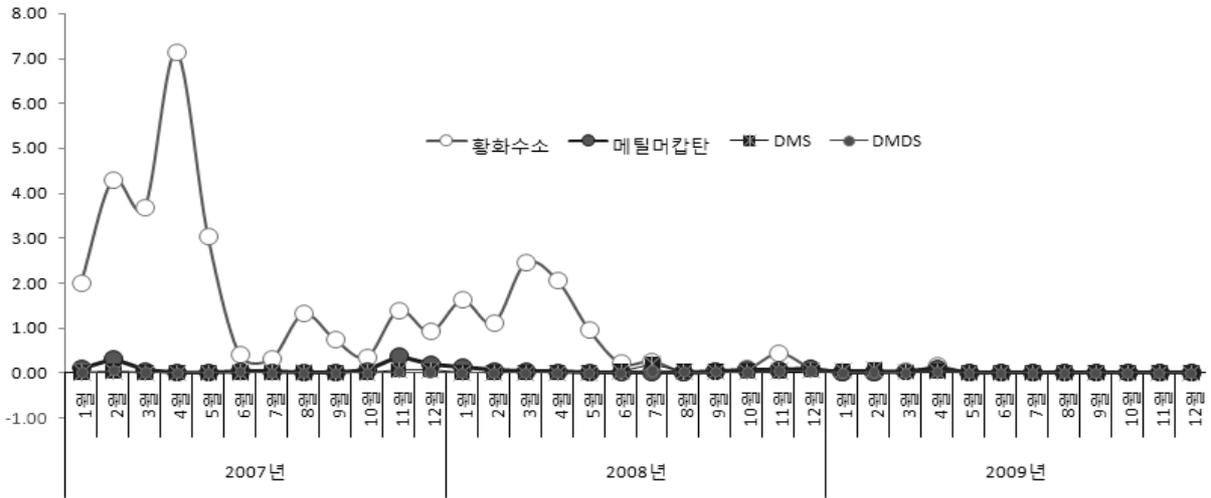


그림 7. 최근 3년간('07.~'09) 황화합물의 농도 변화(장림동)

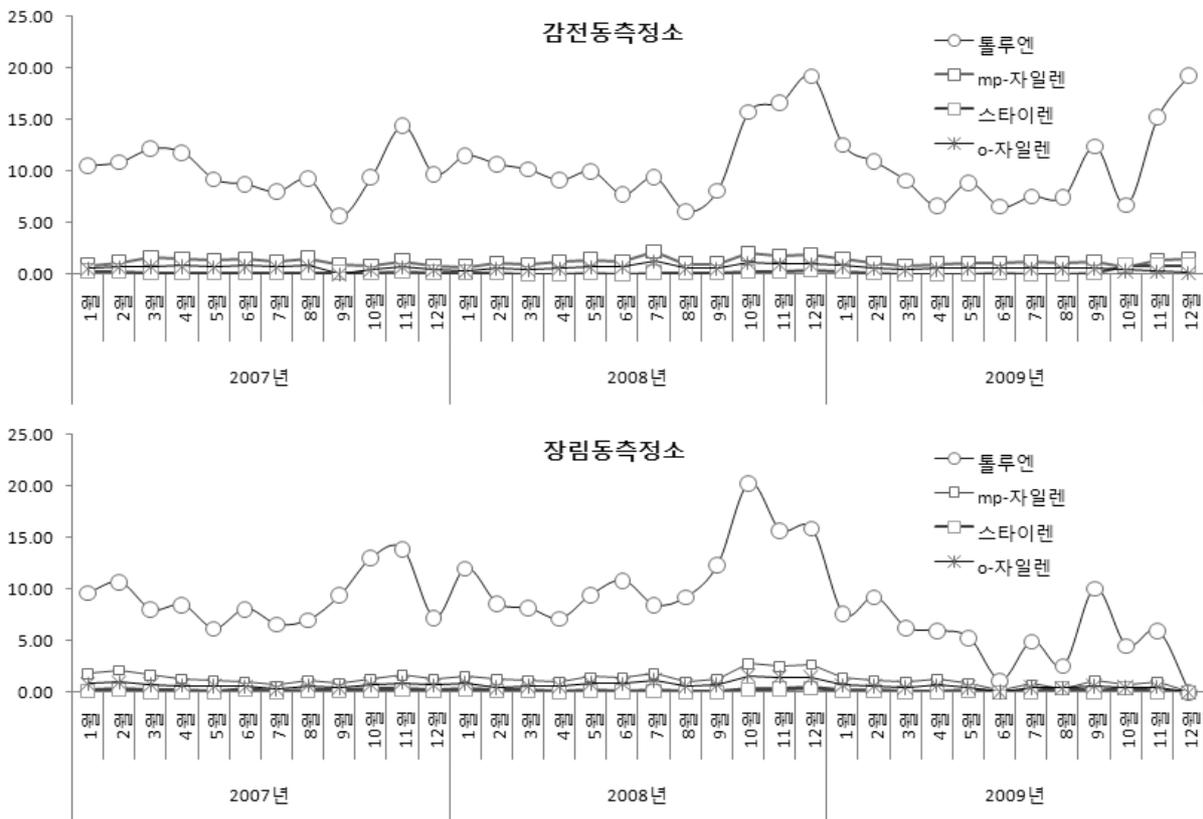


그림 8. 최근 3년간('07.~'09) VOCs의 농도변화

- 시간대별 황화수소의 농도변화

- 감전동과 장림동측정소의 '09년 황화수소의 매시간 평균 농도 변화는 그림 9.와 같으며, 감전동-주황색, 장림동-진한청색으로 나타냈다.
- 장림동측정소의 경우 기온 역전 현상이 일어나는 19:00시부터 증가하여 익일 06:00시 이후 감소하는 경향을 보였고, 02:00~05:00시 사이 높고 13:00경이 가장 낮게 나타났다. 이는 악취물질 배출원 변동으로 생성되는 변수보다 대기층의 안정도에 따라 공기 희석층이 달라 발생하는 것으로 간접적으로 추정할 수 있었다.
- 감전동측정소는 시간대별 변화가 적은 것은 주변에 오염원이 없어 대기상태에 영향을 거의 받지 않는 것을 추정할 수 있었다.

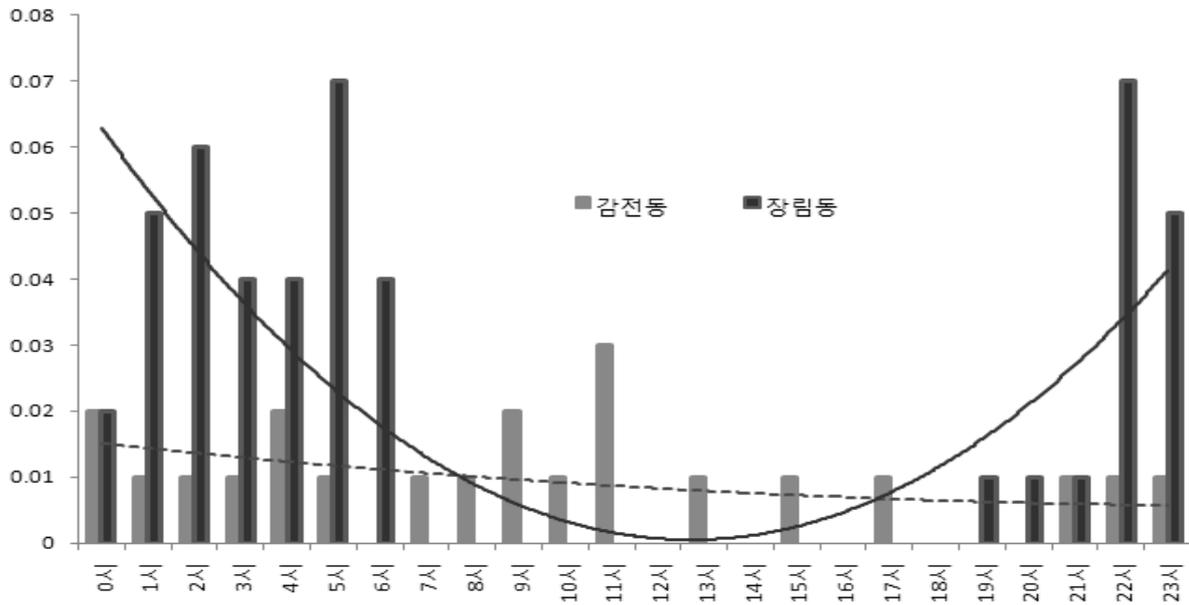


그림 9. '09년 황화수소의 시간대별 농도변화(감전동 및 장림동측정소)

- 물질별 악취발생 기여도 평가

- 악취 발생기여도란, 악취물질 농도를 최소감지농도 값으로 나눈 값의 합에서 차지하는 비율로서 평가하였으며, 감전동측정소는 악취 총 강도는 34.1(전년 37.2)로 대부분 미량내지 불검출로 평가에서 제외하였다.
- 평가데이터는 매시간 최고 값을 사용하였으며, 평가결과 '09년 악취 총 강도는 109.8로 전년 145.3 보다 32.3%가 감소하였다. 악취기여율은 황화수소 28.5%(전년 55.65%), 메틸머캅탄 44.6%(전년 43.76%), 암모니아 13.1%(전년 0%), 그 외 측정물질이 13.8%(전년 0.59%)로 '09년은 황화합물로 인한 악취강도는 감소한 것으로 나타났다.
- 측정소로부터 약 730 m 지점에 위치한 악취관리지역은 다른 조사에서도 주변의 악취도가 많이 감소된 것으로 나타나 측정소 자료의 신뢰성을 뒷받침하고 있다. 표 5.는 “악취물질의 기여도 평가”, 그림 10.은 “장림동측정소의 악취물질 기여도”를 나타내었다.

표 5. 장림동측정소의 물질별 악취발생 기여도 평가

(농도 : ppb)

구분	황화수소		메틸머캅탄		DMS		DMDS		암모니아	
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.
감지농도	0.4	0.4	0.2	0.2	3	3	2.2	2.2	1500	1500
시간최고	12.5	32.3	9.8	12.7	3.3	0.6	2	0.3	21577	6.9
악취강도	31.3	80.75	49	63.5	1.1	0.2	0.9	0.14	14.4	0
기여율	28.5%	55.6%	44.6%	43.7%	1.0%	0.1%	0.8%	0.1%	13.1%	0.0%
구분	아세트		프로피온		톨루엔		m,p-자일렌		스타이렌	
	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.	'09.	'08.
감지농도	1.5	1.5	1.0	1.0	330	330	61.8	61.8	35.0	35.0
시간최고	4.8	0.5	0.5	0.1	134.3	58.2	63.7	6.4	264.4	1.1
악취강도	3.2	0.33	0.5	0.1	0.4	0.18	1	0.1	7.6	0.03
기여율	2.9%	0.2%	0.5%	0.1%	0.4%	0.1%	0.9%	0.1%	6.9%	0.0%

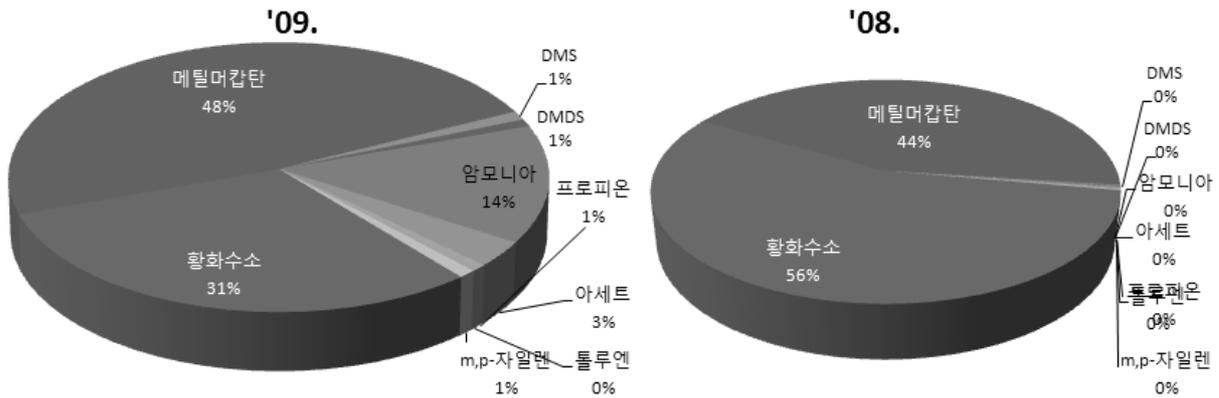


그림 10. 장림동측정소 악취물질 악취발생 기여율

#### 4. 결 론

- 장림동측정소
  - 악취유발성이 큰 물질은 황화수소, 메틸머캅탄, 암모니아로 나옴
  - 황화합물 감소로 악취강도는 전년대비 32.3% 개선
- 감전동측정소
  - 장림동측정소의 31.1% 수준으로 낮은 결과유지