

대기중 유해화합물질 조사

- 대기환경 중 벤젠등 유해화합물질 정기적 조사 및 분석
- 주변 대기질의 월별 변화추이 조사 및 발생원 추적, 저감방안 마련

1. 조사개요

- 조사기간 : 2016. 1. ~ 2016. 12.
- 조사대상

표 1. 도심지역

측정소	용도지역	주 소	위 치
연산동	주 거	연제구 연산5동 1300	연제초등학교 옥상
광안동	주 거	수영구 광안동 범바위 6길 53	(구)보건환경연구원 옥상
전포동	상 업	부산진구 전포동 561번지	경남공고 옥상
학장동	공 업	사상구 학장동 242-1	학장초등학교 옥상

표 2.조선소 주변지역

측정지점 및 위치	주 소
홈플러스 영도점 3층옥상	영도구 봉래동2가
탑마트 영도점 2층옥상	영도구 봉래동5가
봉학 초등학교 4층옥상	영도구 청학동



도심지역



조선소 주변지역

그림 1. 대기유해화합물질측정망 위치도

2. 조사방법

- 시험방법 : 대기오염공정시험기준 ES 01652.1 환경대기 중 휘발성유기화합물 - 고체흡착법
- 분석방법 : 자동열탈착장치(TD)-기체크로마토그래프/질량분석기 (GC/MS)를 이용하여 분석
- 조사항목 : 1,1-디클로로에탄, 클로로포름, 1,1,1-트리클로로에탄, 벤젠, 사염화탄소, 트리클로로에틸렌, 톨루엔, 테트라클로로에틸렌, 에틸벤젠, *m,p*-자일렌, 스타이렌, *o*-자일렌 등 12개 항목

3. 조사결과

- 도심지역 연평균 농도 변화
 - 벤젠의 평균농도는 $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 환경기준($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 9.6 % 수준이며 전년($0.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 감소하였다.
 - 톨루엔의 평균농도는 $5.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 전년($7.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 감소하였으며, *m, p*-자일렌도 $1.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년($2.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 감소하였다.
 - 에틸벤젠의 평균농도는 $1.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 전년($1.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 소폭 증가한 경향을 나타내었다.
 - 트리클로로에틸렌, 사염화탄소는 전년대비 소폭 감소, *o*-자일렌, 스타이렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 1,1-디클로로에탄은 소폭 증가하였으며 클로로포름은 유사하였다.

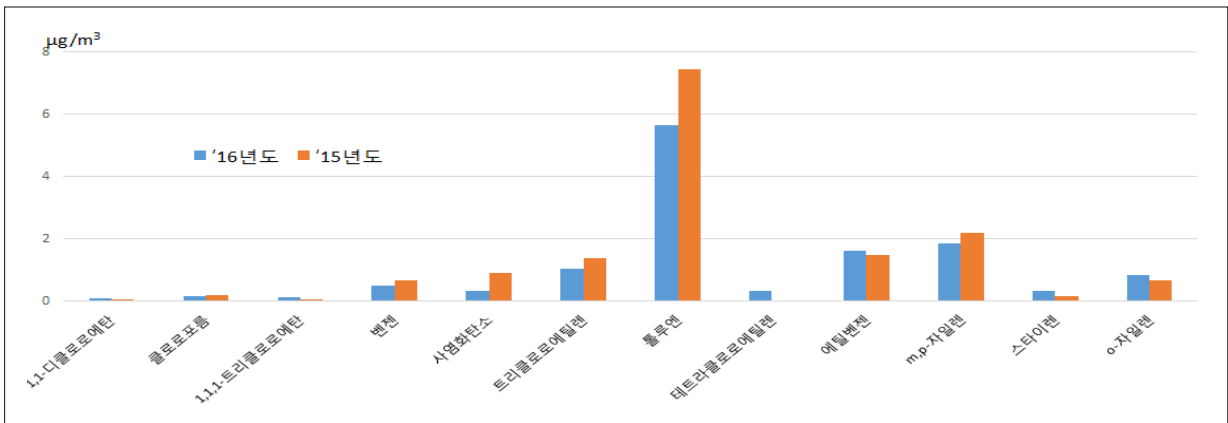


그림 2. 도심지역 항목별 연평균 농도분포

○ 도심지역 지점별 농도 변화

- 벤젠 평균농도는 공업지역인 학장동에서 $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 측정 되었으며 상업지역인 전포동이 $0.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 주거지역인 연산동은 $0.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 광안동은 $0.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 낮게 측정되었다.

표3. 도심지역 최근 3년간 벤젠 농도

(단위 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	평균	연산	광안	전포	학장
2016년	0.48	0.33	0.26	0.51	0.81
2015년	0.67	0.63	0.33	0.68	0.97
2014년	0.55	0.74	0.32	0.57	0.55

- 조사항목 중 가장 높은 농도를 나타낸 톨루엔의 지점별 평균 농도는 공업지역인 학장동에서 $13.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 평균농도의 2.3배 정도의 높은 값을 나타내었으며 나머지 3곳은 $1.90\sim 4.97\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 비교적 낮은 측정값을 나타내었다.
톨루엔은 유기합성화학에서 중요한 화합물이며, 많은 물질을 합성하는 원료로 사용되고, 용매로서도 광범위한 용도로 사용되고 있다. 특히 도료의 용제로 사용되는 시너(thinner)는 톨루엔을 주성분(65%)으로하여 아세트산에틸 등을 배합한 것이며, 그 독성은 주성분인 톨루엔에서 기인되고 있다. 따라서 이러한 물질을 많이 사용하는 공업지역에서 농도가 높게 나타난 것으로 판단된다.
- *m, p*-자일렌의 지점별 평균농도는 학장동 $3.25\mu\text{g}/\text{m}^3$, 전포동 $1.71\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연산동 $1.41\mu\text{g}/\text{m}^3$, 광안동 $0.99\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 학장동 지점에서 가장 높고 광안동 지점에서 가장 낮게 나타났다.
- 에틸벤젠의 지점별 평균농도는 학장동 $3.06\mu\text{g}/\text{m}^3$, 전포동 $1.42\mu\text{g}/\text{m}^3$, 연산동 $1.37\mu\text{g}/\text{m}^3$, 광안동 $0.68\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 학장동지점에서 가장 높고 광안동 지점에서 가장 낮았다.
- 트리클로로에틸렌은 WHO에서 발암성 물질로 관리하고 있으며, 일본에서는 대기환경기준 연평균 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 제시되고 있는 물질이다. 학장동에서는 $2.82\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았으나 일본의 대기환경기준과는 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다.
- 도심지역의 VOC 평균농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 톨루엔(5.65) > *m, p*-자일렌(1.84) > 에틸벤젠(1.63) > 트리클로로에틸렌(1.05) > *o*-자일렌(0.85) > 벤젠(0.48) > 스타일렌(0.34) > 테트라클로로에틸렌(0.33) > 사업화탄소(0.31) > 클로로포름(0.17) > 1,1,1-트리클로로에탄(0.12) > 1,1-디클로로에탄(0.10)순이었으며 이는 환경부 유해대기물질측정망의 대부분 측정소에서도 톨루엔 *m, p*-자일렌, 에틸벤젠 등이 높게 나타난 것과 유사한 경향을 보였다.
- 3년간 도심지역의 주요항목 농도 변화는 톨루엔을 제외하고는 크게 없는 것으로 조사되었으며 특히 주거지역에 위치한 광안동측정소의 농도는 다른 지점에 비해 휘발성유기화합물질 농도가 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다.

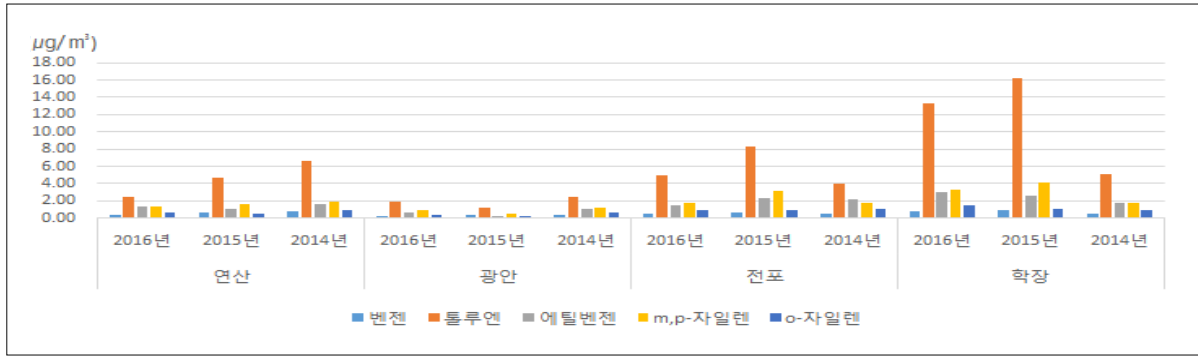


그림 3. 3년간 도심지역 주요 유해화학물질 농도분포

○ 도심지역 월별 농도변화

- 월별 변화는 4월에 가장 높은 농도를 나타내었으며 10월~12월에도 다소 높게 나타났으며 특히 학장동에서 고농도를 나타내었는데 4월 학장동 시료채취 시 풍속은 1~2 m/s로 바람은 거의 불지 않았으며 정체된 기류에 평소보다 강한 냄새가 감지되었으며 주변 산업시설로부터 영향을 받은 것으로 추정된다.



그림 4. 도심지역 월별 농도 분포

○ 타시도 벤젠 농도 비교

- 타시도와 농도 비교를 위해서는 2015년도 자료를 이용하였다. 2015년 유해화학물질측정망 운영결과 벤젠은 0.67 µg/m³이었으며 환경부에서 운영하는 유해대기측정망의 전국 평균(1.30µg/m³)보다 낮은 것으로 나타났다.

표 4. 지역별 벤젠 농도 현황(2015년 평균)

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

지역	전국	서울	부산 ¹⁾	대구	인천	광주	대전	울산
농도	1.30	1.41	0.96	1.16	0.88	0.83	0.79	4.06
지역	경남	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북
농도	0.89	0.95	0.65	1.66	1.35	1.78	2.15	1.56

※ 타도시 자료 출처 : 2015년 환경부 대기환경연보

주 1) 환경부에서 운영하는 부산 지점은 연산동과 덕천동 평균 자료임.

- 대규모 화학단지가 위치한 울산은 벤젠 농도가 $4.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 높은값을 나타내고 있으며 여천단지가 위치한 전남은 $2.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 전국 평균을 크게 상회하는 값을 나타내고 있다.
- <표 3>과 같이 우리원 유해화합물측정망과 환경부 유해대기측정망으로 각각 조사하는 연산동 측정소의 유해화합물질 농도는 다소 높낮이는 있으나 대체로 유사한 결과를 보여주고 있다.

표 5. 연산동측정소 유해화합물질 농도 (2015년 평균)

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

지점	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	<i>m,p</i> -자일렌	<i>o</i> -자일렌
우리원 측정망	0.63	4.62	1.03	1.57	0.52
환경부 측정망	0.49	5.96	1.67	1.23	0.76

○ 조선소 주변지역 연평균 농도 변화

- 2016년 벤젠의 평균농도는 $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 환경기준($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 3.6 % 수준이며 전년($0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 감소한 것으로 조사 되었다.
- 톨루엔의 평균농도는 $4.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 전년($6.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 감소하였다.
- *m, p*-자일렌은 $9.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년($2.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 큰 폭으로 증가하였으며 에틸벤젠은 $3.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년($1.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 2배 정도 증가, *o*-자일렌은 $3.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전년($1.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$)대비 3.5배 증가한 것으로 나타났다.

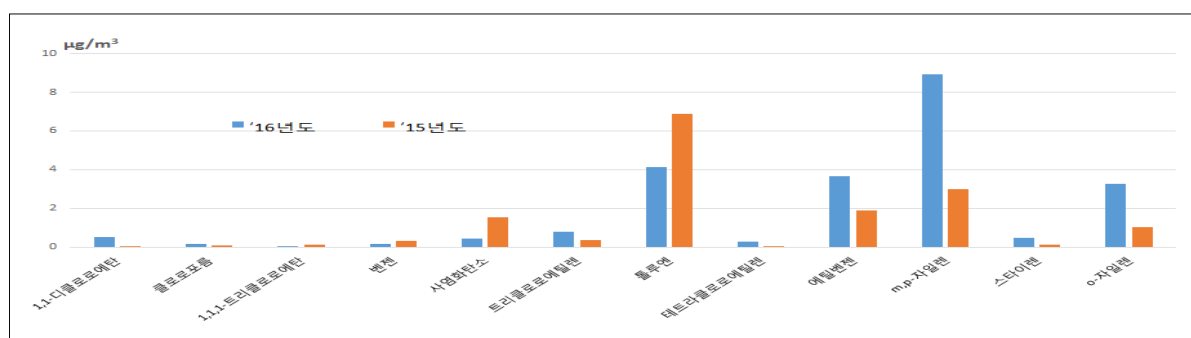


그림 5. 조선소주변지역 항목별 연평균농도분포

○ 조선소 주변 지점별 농도 변화

- 벤젠 평균농도는 흠플러스 지점에서 $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 다소 높게 나타났으며 봉학초는 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 탑마트는 $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 전반적으로 저 농도로 검출되어 지점별 큰 차이는 없는 것으로 조사되었다.

표 6. 조선소 주변지역 벤젠 평균 농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	평균	흠플러스	탑마트	봉학초
2016년	0.18	0.24	0.15	0.16
2015년	0.32	0.29	0.38	0.31

- 조사항목 중 가장 높은 농도를 나타낸 m, p-자일렌의 지점별 평균농도는 흠플러스 $13.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 봉학초 $7.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 탑마트 $5.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 순이었다.
- 조선소 주변 조사결과는 도심지역 조사결과와 조금 다른 경향으로 나타내었는데 특히 m, p-자일렌의 농도가 공업지역인 학장동($3.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)과 비교 2.7배 높은 것으로 조사 되었다.
- m, p-자일렌은 혼합물로서는 용해력이 크기 때문에 용제로 사용되며, 옥탄값이 높으므로 가솔린에 배합하여 연료로 사용되고 있다. 또한 인쇄, 고무, 가죽 산업에서 용매로서 사용된다.
- 조선소 주변지역의 VOC 평균농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 m, p-자일렌(9.01) >톨루엔(4.13) >에틸벤젠 (3.65) >o-자일렌(3.26) >트리클로로에틸렌(0.78) >1,1-디클로로에탄(0.53) >스타일렌(0.49) >테트라클로로에틸렌(0.28) >벤젠(0.18) >사염화탄소(0.17) >클로로포름(0.15) >1,1,1-트리클로로에탄(0.04)순이었다.

○ 조선소 주변 분기별 농도 변화

- 벤젠을 제외하고는 3분기에 가장 높은 농도를 나타내었는데 3분기 측정일에 주풍으로 5 m/s 이상의 북서풍 영향으로 조사지점의 북쪽에 위치한 조선소의 영향을 많이 받은 것으로 추정 된다.

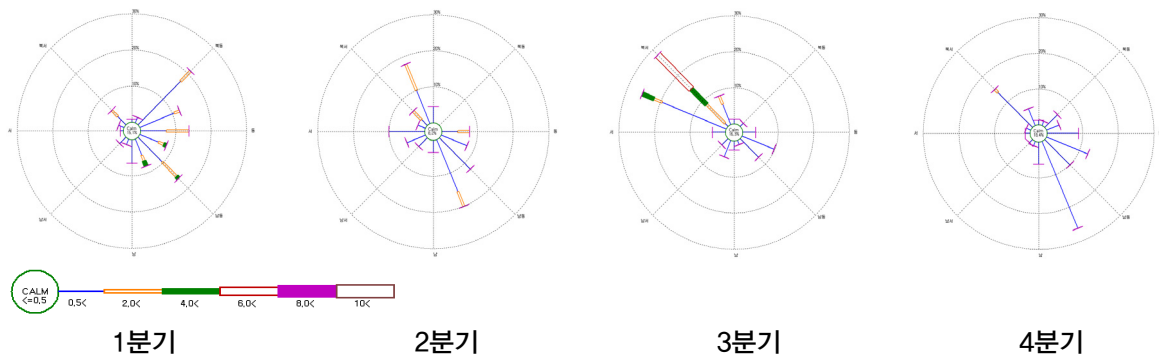


그림 6. 조선소주변지역 시료채취일 풍배도

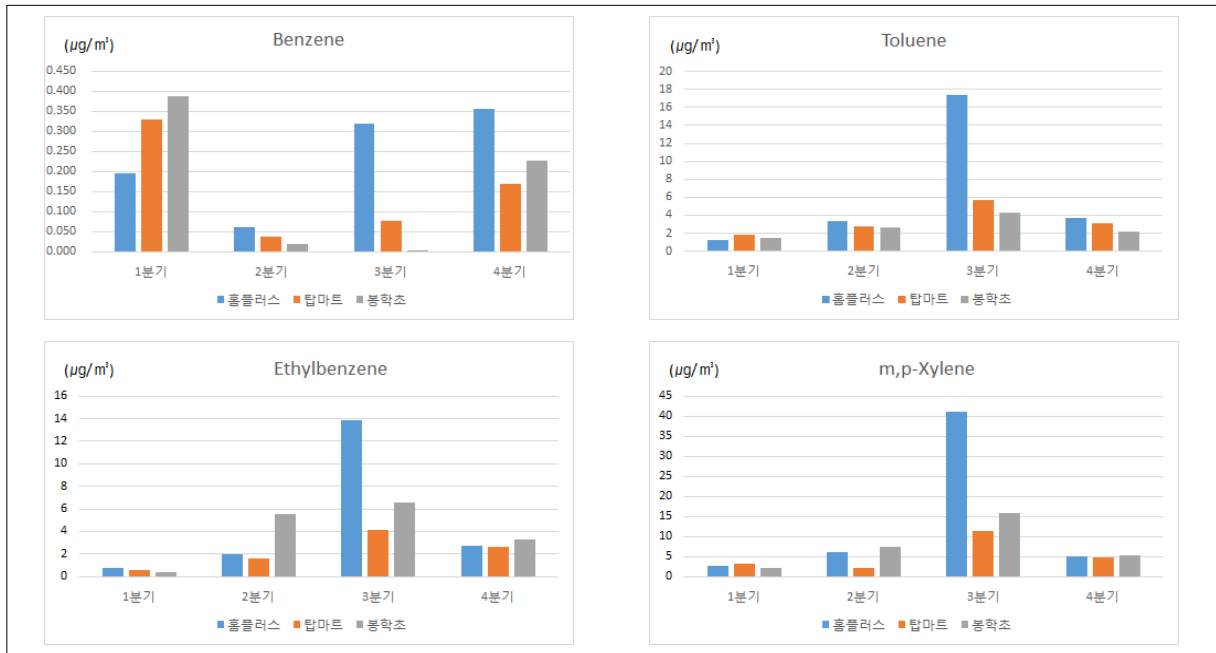


그림 7. 조선소주변지역 분기별 농도 분포

4. 활용방안

- 부산시 도심지역 및 조선소 주변의 유해화학물질 조사를 통하여 인체에 유해한 물질의 농도 추이를 파악함으로써 환경기준이 설정되어 있지 않은 항목에 대한 기준치 설정의 자료 제공

5. 기대효과

- 유해화학물질의 농도추이에 대한 다년간의 데이터 축적으로 점검방안 마련 및 대기환경 정책 수립을 위한 객관적 자료로 제공 가능