

대기 중 유해화합물질 조사

- 도심 및 조선소 주변지역 대기환경 중 유해화합물 오염도 평가 및 농도추이를 분석하여 우리시 대기 중 유해화합물의 저감방안 마련 및 대기환경 정책 수립을 위한 객관적 자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간:
 - 도심지역: 2015년 1월 ~ 12월
 - 조선소주변지역 : 2015년 3월, 6월, 9월, 12월
- 조사지점 :
 - 도심지역 4개지점 및 조선소 주변지역 3개지점

표 1. 조사지점

도심지역		조선소 주변지역	
조사지점	위치	조사지점	위치
연산동	연제초등학교 옥상	봉래동 2가	홈플러스 영도점 옥상
광안동	(구)보건환경연구원 옥상	봉래동 5가	탑마트 영도점 옥상
전포동	경남공고 옥상	청학동	봉학초등학교 옥상
학장동	학장초등학교 옥상		

2. 조사방법

- 시험방법 : 대기오염공정시험기준 ES 01652.1 환경대기 중 휘발성유기화합물-고체흡착법
- 시료채취방법 : 연속시료채취기 이용 Carbotrap300 고체흡착관 이용(50 mL/min)
- 시료채취일수 : 도심지역 3일/월, 조선소주변지역 2일/분기
- 분석방법 : 자동열탈착장치(TD)-기체크로마토그래프-질량분석기(GC/MS)를 이용한 분석
- 조사항목 : 벤젠, 1,1-디클로로에탄, 클로로포름, 1,1,1-트리클로로에탄, 사염화탄소, 트리클로로에틸렌, 톨루엔, 테트라클로로에틸렌, 에틸벤젠, m,p-자일렌, 스타이렌, o-자일렌벤젠

3. 조사결과

- 도심지역 조사결과
 - 도심지역 벤젠의 평균농도는 $0.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경기준($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 13.4 % 수준이었음

- 벤젠 평균농도(범위)는 학장동 1.07(0.06 ~ 2.08), 전포동 0.68(0.05 ~ 1.98), 연산동 0.63(0.03 ~ 1.90), 광안동 0.33(0.02 ~ 1.27)이었음
- 트리클로로에틸렌은 WHO에서 발암성 물질로 관리하고 있으며, 일본대기환경기준이 연평균 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 비해 지점별 트리클로로에틸렌 평균농도는 1.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 이는 일본 대기환경기준에 비해 매우 낮은 수준을 보였음
- 테트라클로로에틸렌은 WHO 권고기준이 연평균 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, 일본 대기환경기준이 연평균 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인데 테트라클로로에틸렌 평균농도는 0.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 지점별 평균농도는 광안동 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 학장동 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WHO 권고기준과 일본 대기환경기준에 비해 매우 낮은 수준을 보였음

○ 조선소 주변지역 조사결과

- 조선소 주변지역 벤젠의 평균농도는 0.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 환경기준(5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 6.4 % 수준으로 나타났음
- 개별물질별 평균농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 톨루엔(6.88) > m, p-자일렌(2.98) > 에틸벤젠(1.88) > 사염화탄소(1.54) > o-자일렌(1.04) > 트리클로로에틸렌(0.37) > 벤젠(0.32) > 1,1,1-트리클로로에탄(0.14) > 스타이렌(0.13) > 클로로포름(0.10) > 1,1-디클로로에탄(0.01) > 테트라클로로에틸렌(0.01) 순으로 나타났음
- 지점별로 대부분 항목이 2분기에 가장 높은 농도를 보여주고 있으나 톨루엔과 테트라클로로에틸렌의 경우 3분기에 가장 높은 농도를 나타내었음

표 2. 도심 및 조선소주변지역 월별·항목별 농도 현황 (단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구 분	1,1-디클로로에탄	클로로포름	1,1,1-트리클로로에탄	벤젠	사염화탄소	트리클로로에틸렌	톨루엔	테트라클로로에틸렌	에틸벤젠	m,p-자일렌	스타이렌	o-자일렌	
연산동	1월	0.033	0.113	0.014	0.793	0.235	0.196	1.242	0.017	0.018	0.782	0.084	0.234
	2월	-	0.059	0.009	0.567	-	0.154	2.727	-	0.670	0.851	0.029	0.240
	3월	0.041	0.131	0.064	0.855	0.584	0.933	1.795	0.024	0.256	0.407	0.022	0.149
	4월	0.344	0.586	0.049	0.346	0.094	0.192	3.034	0.119	0.832	1.745	0.432	0.738
	5월	0.009	0.056	0.009	0.202	0.342	0.853	1.812	0.016	0.220	0.330	0.010	0.123
	6월	0.095	0.713	0.060	1.444	7.258	7.465	16.306	0.019	4.417	5.471	0.771	1.637
	7월	0.001	0.025	0.001	0.046	0.430	0.080	0.789	0.004	0.018	0.023	0.003	0.011
	8월	0.034	0.098	0.005	0.366	0.198	0.725	4.547	0.023	0.583	0.840	0.032	0.302
	9월	0.000	0.006	0.001	0.028	0.149	0.014	0.178	0.000	0.010	0.015	0.000	0.008
	10월	0.010	0.095	0.005	0.662	-	0.275	7.991	-	3.051	4.146	0.006	1.617
	11월	0.001	0.013	0.001	0.371	0.062	0.053	1.960	0.004	0.344	0.594	0.013	0.211
	12월	0.000	0.016	0.305	1.904	2.357	0.407	12.891	0.010	1.957	3.605	0.000	0.978
	평균	0.06	0.16	0.04	0.63	1.17	0.95	4.62	0.02	1.03	1.57	0.12	0.52
광안동	1월	0.012	0.041	0.006	0.344	0.106	0.052	0.667	0.007	0.003	0.195	0.028	0.089
	2월	-	0.045	0.006	0.379	-	0.057	0.948	-	0.129	0.204	0.009	0.073
	3월	0.116	0.388	0.058	1.270	0.543	0.199	2.371	0.030	0.616	0.857	0.043	0.283
	4월	0.292	0.780	0.044	0.421	0.143	0.142	2.834	0.109	0.804	2.146	0.512	0.873
	5월	0.016	0.023	0.029	0.063	0.035	0.022	0.305	0.013	0.050	0.070	0.005	0.053
	6월	0.105	0.125	0.126	0.362	1.419	0.124	1.535	0.003	0.300	0.378	0.166	0.233
	7월	0.000	0.008	0.000	0.017	0.142	0.011	0.235	0.001	0.003	0.003	0.001	0.002

표 2. 계속

구분	1,1-디클로로에탄	클로로포름	1,1,1-트리클로로에탄	벤젠	시염화탄소	트리클로로에틸렌	톨루엔	테트라클로로에틸렌	에틸벤젠	m,p-자일렌	스타이렌	o-자일렌	
매우아	8월	0.029	0.088	0.005	0.403	0.219	0.394	2.490	0.025	0.423	0.582	0.016	0.207
	9월	0.000	0.003	0.001	0.017	0.145	0.005	0.040	0.000	0.002	0.003	0.000	0.001
	10월	0.003	0.040	0.001	0.124	-	0.027	0.838	-	0.126	0.136	0.001	0.040
	11월	0.001	0.010	0.001	0.085	0.022	0.024	0.649	0.004	0.188	0.351	0.022	0.132
	12월	0.000	0.000	0.318	0.546	1.409	0.037	1.367	0.000	0.258	0.415	0.000	0.036
	평균	0.05	0.13	0.05	0.33	0.42	0.09	1.18	0.02	0.24	0.44	0.07	0.17
전포동	1월	0.097	0.263	0.015	1.421	0.307	0.442	4.598	0.026	0.150	7.906	0.220	1.917
	2월	-	0.069	0.011	0.382	-	0.119	5.042	-	2.075	1.711	0.052	0.510
	3월	0.071	0.194	0.064	0.903	0.610	0.213	9.909	0.028	3.568	3.264	0.080	1.029
	4월	0.276	0.490	0.046	0.198	0.063	0.090	0.987	0.047	0.170	0.236	0.067	0.096
	5월	0.012	0.061	0.009	0.218	0.293	0.116	4.115	0.018	1.016	1.155	0.010	0.360
	6월	0.132	0.698	0.059	1.316	7.296	0.928	29.499	0.018	12.606	11.363	0.500	3.007
	7월	0.001	0.034	0.001	0.102	0.863	0.064	1.278	0.004	0.150	0.198	0.016	0.079
	8월	0.230	0.079	0.004	0.273	0.180	0.428	6.731	0.033	1.703	1.819	0.212	0.835
	9월	0.001	0.011	0.006	0.055	0.332	0.027	0.326	0.004	0.039	0.047	0.002	0.022
	10월	0.057	0.237	0.010	0.856	-	0.213	10.267	-	3.737	5.013	0.468	2.016
	11월	0.001	0.013	0.001	0.443	0.045	0.072	1.714	0.007	0.155	0.217	0.005	0.074
	12월	0.017	0.018	0.240	1.983	2.156	0.701	24.361	0.000	2.401	4.881	0.000	1.059
	평균	0.07	0.18	0.04	0.68	1.23	0.29	8.30	0.02	2.32	3.15	0.13	0.91
학장동	1월	0.177	0.330	0.012	2.085	0.272	1.227	8.291	0.108	0.248	6.566	0.610	1.877
	2월	-	0.168	0.049	0.468	-	0.860	5.494	-	1.020	1.664	0.077	0.550
	3월	0.105	0.259	0.053	1.656	0.538	0.992	15.482	0.057	2.401	5.469	0.076	1.564
	4월	0.403	1.157	0.062	0.306	0.198	0.434	15.517	0.069	0.454	0.895	0.131	0.375
	5월	0.019	0.134	0.017	0.823	0.325	3.406	18.029	0.096	2.613	3.506	0.036	1.003
	6월	0.124	0.493	0.028	1.868	3.013	27.652	49.656	0.041	12.788	13.727	2.066	3.190
	7월	0.006	0.050	0.003	0.196	1.020	2.882	10.882	0.004	0.248	0.438	0.015	0.195
	8월	0.071	0.214	0.012	1.146	0.278	3.185	18.699	0.108	2.444	3.543	0.143	1.132
	9월	0.009	0.034	0.002	0.058	0.258	0.269	2.681	0.003	0.078	0.158	0.004	0.058
	10월	0.091	0.391	0.016	1.519	-	2.576	17.270	-	6.188	7.664	0.192	3.102
	11월	0.005	0.045	0.001	1.233	0.111	2.615	12.411	0.018	0.405	0.833	0.026	0.227
	12월	0.000	0.000	0.242	1.469	1.752	3.402	18.737	0.000	0.309	0.711	0.000	0.125
	평균	0.10	0.28	0.03	0.97	0.77	4.75	16.16	0.06	2.56	4.09	0.36	1.13
전체 평균	0.06	0.18	0.04	0.67	0.91	1.37	7.44	0.03	1.48	2.20	0.15	0.66	
홈플러스영도점	1분기	0.000	0.001	0.001	0.042	0.147	0.037	0.304	0.013	1.442	2.394	0.019	1.046
	2분기	0.013	0.239	0.175	0.856	4.137	0.117	4.807	0.025	7.396	9.102	0.721	3.748
	3분기	0.004	0.013	0.000	0.267	0.147	0.075	25.039	0.041	1.316	2.446	0.044	0.802
	4분기	0.000	0.000	0.171	0.038	0.590	0.695	0.928	0.000	0.683	2.733	0.000	0.753
	평균	0.00	0.06	0.08	0.29	1.19	0.23	7.83	0.02	2.61	4.06	0.18	1.54
탑마트영도점	1분기	0.078	0.041	0.702	0.086	0.733	0.219	0.866	0.018	0.252	0.416	0.003	0.207
	2분기	0.022	0.468	0.041	0.992	5.205	0.168	2.921	0.014	3.073	3.585	0.419	1.417
	3분기	0.003	0.011	0.000	0.309	0.126	0.178	20.786	0.026	1.788	2.263	0.033	0.375
	4분기	0.000	0.000	0.273	0.130	0.912	1.520	0.910	0.000	0.769	3.493	0.000	1.207
	평균	0.03	0.13	0.25	0.38	1.74	0.52	6.37	0.01	1.47	2.44	0.11	0.80
봉학초등학교	1분기	0.004	0.013	0.070	0.098	0.436	0.134	0.925	0.013	0.878	1.203	0.010	0.533
	2분기	0.020	0.495	0.037	0.870	5.864	0.657	2.896	0.012	3.288	3.911	0.413	1.371
	3분기	0.000	0.010	0.000	0.193	0.088	0.063	20.468	0.016	1.268	1.301	0.011	0.215
	4분기	0.000	0.000	0.173	0.106	0.625	0.634	1.255	0.000	1.041	3.451	0.000	1.080
	평균	0.01	0.12	0.07	0.31	1.67	0.37	6.46	0.01	1.58	2.44	0.10	0.79
전체 평균	0.01	0.10	0.14	0.32	1.54	0.37	6.88	0.01	1.88	2.98	0.13	1.04	

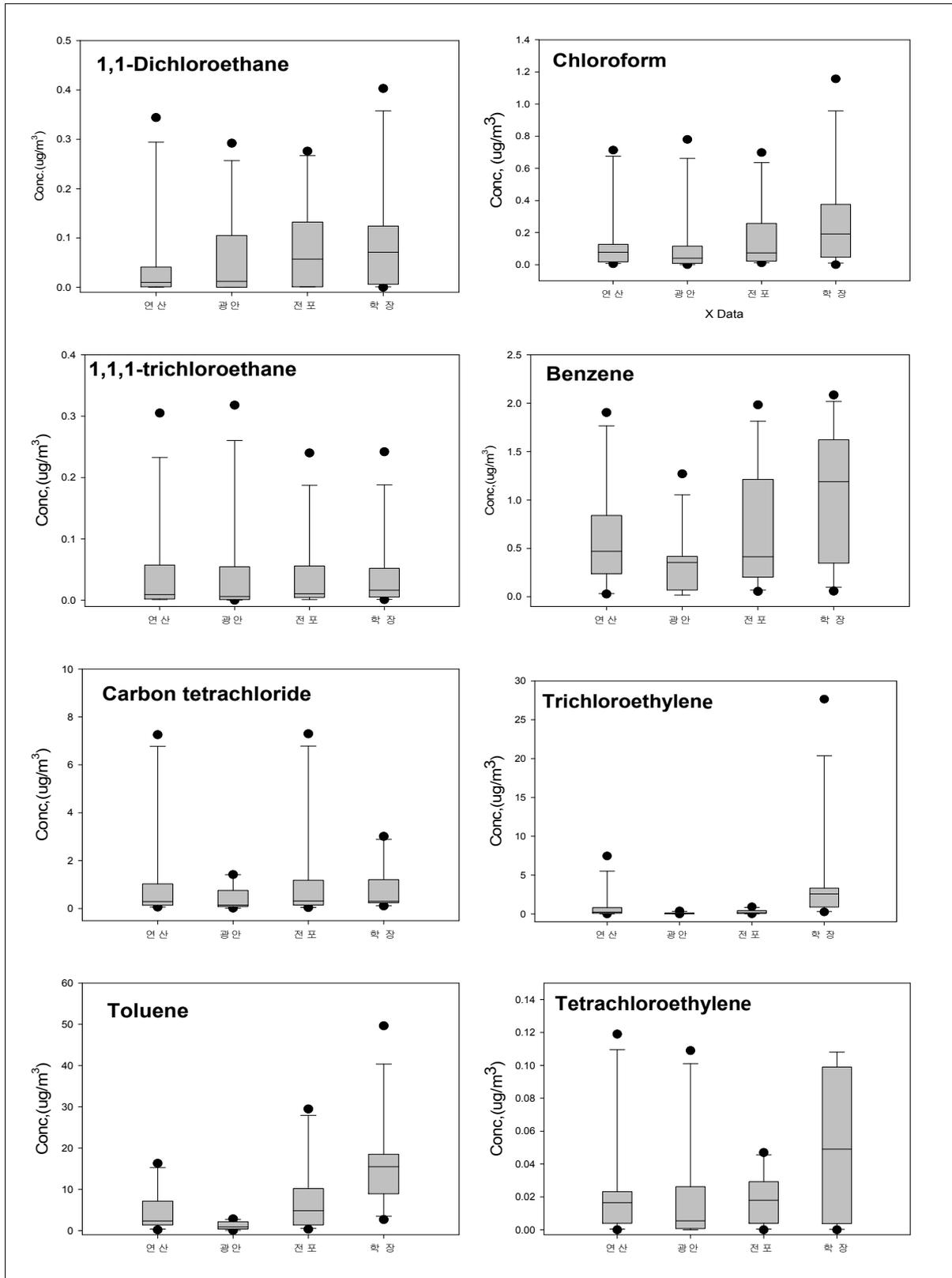


그림 1. 도심지역별 농도 비교

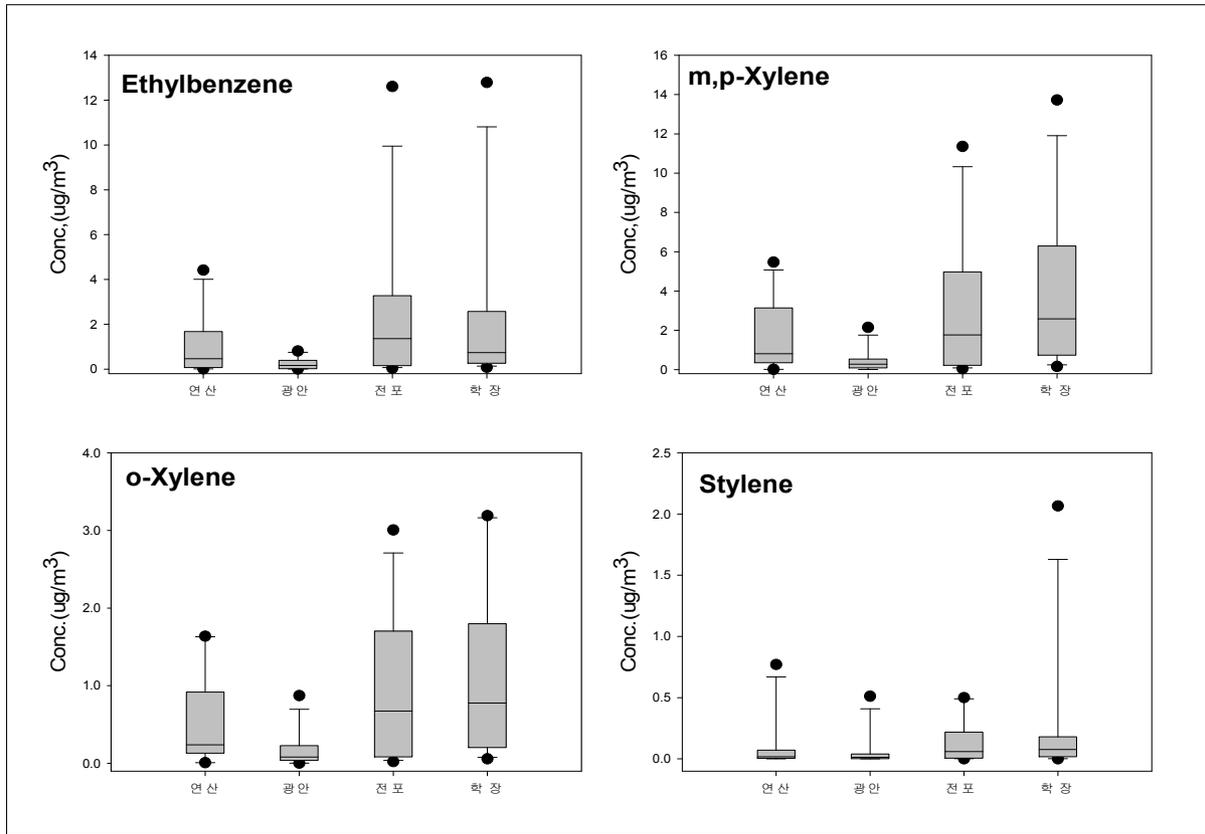


그림 1. 도심지역별 농도 비교(계속)

4. 결 론

- 2015년 도심지역 벤젠의 평균농도는 $0.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경기준(연평균 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 13.4 % 수준, 조선소 주변지역은 $0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경기준의 6.4 % 수준임
- 환경부 유해대기오염물질측정망 운영자료(2014년)와 비교 결과, 2015년 우리원에서 조사한 도심지역 벤젠 결과($0.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$)는 부산(2014년, $2.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 및 전국 평균(2014년, $1.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 낮은 수준을 나타내었음
- 도심지역의 VOC 평균농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 톨루엔(7.44) > m, p-자일렌(2.20) > 에틸벤젠(1.48) > 트리클로로에틸렌(1.37) > 사염화탄소(0.91) > 벤젠(0.67) > o-자일렌(0.66) > 클로로포름(0.18) > 스타이렌(0.13) > 1,1-디클로로에탄(0.06) > 1,1,1-트리클로로에탄(0.04) > 테트라클로로에틸렌(0.03) 순으로 나타났고, 이는 환경부 유해대기오염물질측정망의 대부분 측정소에서도 톨루엔, m, p-자일렌, 에틸벤젠 등이 높게 나타난 것과 유사한 경향을 보였음
- 조선소 주변지역의 VOC 평균농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 톨루엔(6.88) > m,p-자일렌(2.98) > 에틸벤젠(1.88) > 사염화탄소(1.54) > o-자일렌(1.04) > 트리클로로에틸렌(0.37) > 벤젠(0.32) > 1,1,1-트리클로로에탄(0.14) > 스타이렌(0.13) > 클로로포름(0.10) > 1,1-디클로로에탄(0.01) > 테트라클로로에틸렌(0.01) 순으로 나타났음