

대기 중 다이옥신 조사

- 우리 시의 지역별 및 계절별 대기 중의 다이옥신 오염특성 파악
- 지역 특성에 따른 대기 중의 다이옥신 오염도 조사연구 결과를 향후 우리 시의 중장기 대기질 개선을 위한 기초자료 활용

1. 조사개요

- 조사기간
- 2010년 1월 ~ 12월
- 조사지점
- 조사지점은 감전동 등 총 6개 지점이며, 그림 1 과 같다.⁵⁶⁾

- 공업지역 : 사상구 감전동 동사무소 (IA-1)
사하구 장림1동 동사무소 (IA-2)
- 상업지역 : 부산진구 전포동 경남공업고등학교 (CA-1)
- 주거지역 : 연제구 연산동 연제초등학교 (RA-1)
해운대구 좌동 동사무소 (RA-2)
기장군 기장읍 기장초등학교 (RA-3)



그림 1. 시료채취 지점

- 조사내용
- 2,3,7,8-치환 다이옥신류 17종을 조사하였으며, 그 독성등가계수는 표 1과 같다.
- 조사주기
- 감전동 : 월 1회
- 장림동, 전포동, 연산동, 좌동, 기장읍 : 분기 1회

표 1. 2,3,7,8-치환 다이옥신류 17종(독성등가계수, I-TEF)

Homologue		Congeners	I-TEF	Homologue		Congeners	I-TEF	
PCDFs	TCDF	2,3,7,8-TCDF	0.1	PCDDs	TCDD	2,3,7,8-TCDD	1	
	PeCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	0.05		PeCDD	1,2,3,7,8-PeCDD		0.5
		2,3,4,7,8-PeCDF	0.5					
	HxCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1		HxCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD		0.1
		1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1			1,2,3,6,7,8-HxCDD		0.1
		2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1			1,2,3,7,8,9-HxCDD		0.1
		1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1					
	HpCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01		HpCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		0.01
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01					
	OCDF	OCDF	0.001		OCDD	OCDD	0.001	

I-TEF : International Toxic Equivalent Factor

2. 조사방법

○ 시료채취

- 시료채취량 : 약 0.5 Sm³/min의 유속으로 48시간동안 약 1341 Sm³의 공기 포집
- 시료채취장비 : 하이볼륨에어샘플러를 사용하였으며, 그림 2에 나타내었다.
 - Quartz Filter : 입자상물질 포집
 - 600℃에서 5시간 동안 강열하여 불순물 제거 후 사용
 - PUF(Poly Uretane Form) : 가스상물질 포집
 - Soxhlet 추출기를 이용하여 Acetone으로 약 18시간동안 추출 후 건조시켜 사용
 - 시료채취 직전 현장에서 시료채취용 내부표준물질 ³⁷Cl-2,3,7,8-T₄CDD를 PUF에 첨가
 - 활성탄 수지 펠트 : 가스상물질 포집
 - Soxhlet 추출기를 이용하여 Toluene으로 약 18시간동안 추출 후 Acetone으로 세정한 다음 건조시켜 사용

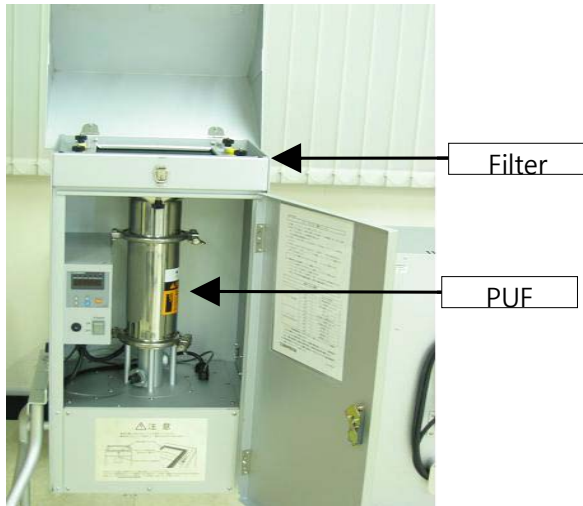


그림 2. 하이볼륨 에어샘플러(SIBATA HV-1000F, Japan)

○ 시료 전처리

- 시료의 전처리는 잔류성유기오염물질 공정시험방법에 준하여 전처리 하였으며, 전처리 절차는 그림 3과 같다.

Sampling	<ul style="list-style-type: none"> ○ Quartz fiber filter <ul style="list-style-type: none"> - 600℃에서 5시간 이상 강열하여 불순물 제거 후 사용 ○ 정제용 내부표준물질 일정량을 PUF에 첨가 (³⁷Cl-2,3,7,8-T₄CDD 2 ng)
Soxhlet Extraction	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정제용 내부표준물질 일정량 첨가 (¹³C₁₂-2,3,7,8-T₄CDD 등 15종, 100~200 ng/mL) ○ 톨루엔으로 16시간 이상 추출 ○ 혼합추출액의 일정량을 사용
Solvent Conversion	<ul style="list-style-type: none"> ○ 질소가스로 약 100 uL 이하로 농축 ○ n-헥산 약 2 mL 첨가
Multi-silica Column	<ul style="list-style-type: none"> ○ n-헥산 150mL로 용출 ○ 농축기로 약 5 mL로 농축 ○ 질소가스로 약 1 mL로 농축
Alumina Column	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2% 디클로로메탄 함유 n-헥산 100mL 용출 후 별도 보관 ○ 50% 디클로로메탄 함유 n-헥산 100mL로 용출 ○ 농축기로 약 5 mL로 농축 ○ 질소가스로 약 1 mL로 농축
Instrument Analysis	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고분해능 가스크로마토그래프/질량분석기 사용 ○ EI⁺, 선택질량이온측정법으로 분석
Quantification	

그림 3. 다이옥신 전처리 과정

○ 기기분석

- 분석장비 : 분석에 사용된 기기는 그림 4와 같이 HRGC/HRMS(Autospec Ultima, UK)를 사용하였음



그림 4. HRGC/HRMS 기기(Autospec Ultima, UK)

- 기기분석 조건 : 기기분석은 잔류성유기오염물질 공정시험방법 및 US EPA-1613 revision B에 준하여 분석하였으며, 그 조건은 표 2와 같다.

표 2. HRGC/HRMS 분석 조건

Descriptor	GC Condition	Descriptor	Mass Condition
Instrument	HP 6890	Instrument	Autospec Ultima
Column	SP-2331 (60m × 0.25mm ID× 0.2um)	Source temp.	260 ℃
Carrier gas	Helium 1.0 ml/min	Resolution	10,000 이상
Injection mode	Splitless mode	Ionization mode	EI ⁺
Inlet temp.	260℃	Selected Ion Mode(SIM)	M/M+2 or M+2/M+4
Oven ramping	Initial temp. 100℃(5min.)	Interface temp.	
	20℃/min. → 200℃(7min.)	- Capillary line 1	260℃
	5 ℃/min. → 260℃(36min.)	- Capillary line 2	260℃
Injection volumn	10℃/min. → 270℃(2min.)	- Re-entrant	260℃
	1 uL	- PFK septum	160℃

3. 조사결과

1. 다이옥신 잔류실태

□ 연도별 다이옥신 농도 변화

- 연도별 다이옥신 농도변화는 표 3 및 그림 5에 나타낸 것처럼 2005년부터 조사를 시작한 이래 2007년 이후 다소 감소하는 추세를 나타냄.
- 2007년부터는 타지역 대비 공업지역의 조사주기를 확대하여 연평균 다이옥신 농도가 높아졌으나, 2008년 이후 잔류성유기오염물질관리법의 시행에 따른 다이옥신 배출원 관리 강화 등으로 인하여 다이옥신 농도가 계속적으로 감소하는 추세를 보임.
- 2010년은 전체 평균 0.118 pg-TEQ/Sm³으로 2009년에 비해 약 6% 감소하였음.

표 3. 연도별 다이옥신 농도

(단위 : pg-TEQ/Sm³)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
n	30	50	28	32	32	32
mean	0.209	0.190	0.222	0.158	0.125	0.118
min.	0.010	0.001	0.008	0.007	0.009	0.006
max.	0.754	1.365	0.984	1.125	0.515	0.640
S.D.	14.841	24.748	13.804	15.793	14.503	14.285

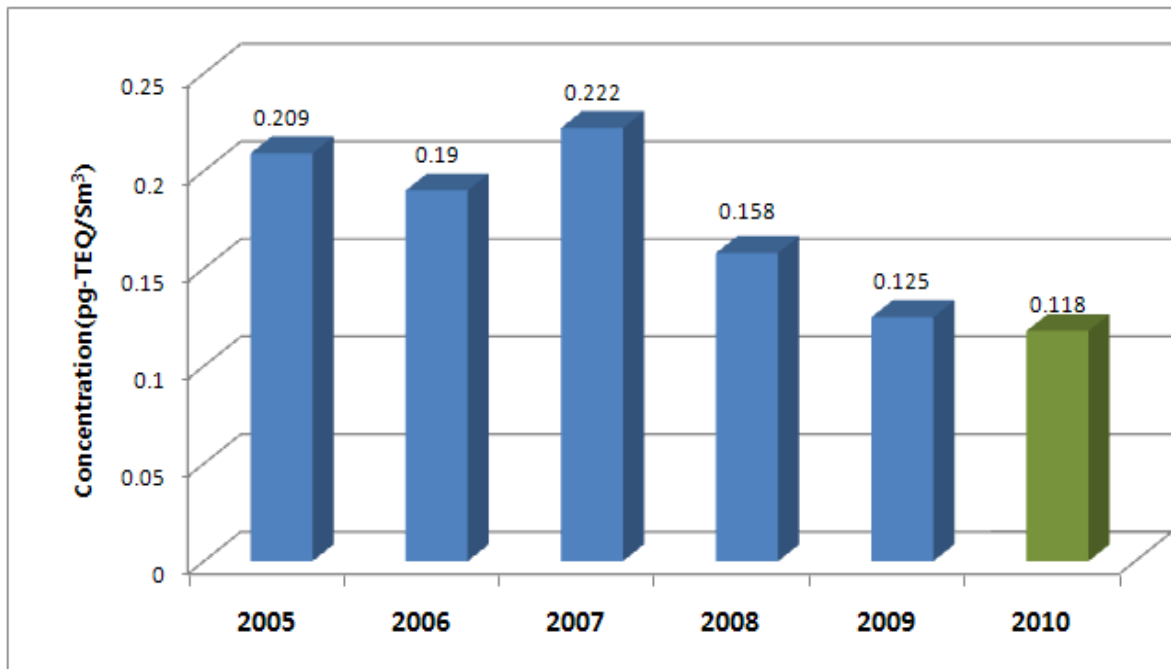


그림 5. 연도별 대기 다이옥신 분포

□ 계절별 및 용도지역별 다이옥신 농도 변화

- 2005년부터 2009년까지 5년 동안의 평균농도와 올해 농도를 비교해 보았을 때 여름을 제외한 그 외 시기에서는 전체적으로 평균농도가 감소하는 추세를 나타내고 있음.
- 2005년부터 2009년까지 4년 동안 각 계절별로 다이옥신 농도분포는 그림 6에서 나타낸 것처럼 겨울철 농도가 0.300 pg-TEQ/Sm³으로 가장 높았으며, 올해 또한 최고 농도가 0.145pg-TEQ/Sm³로 겨울철이 가장 높았는데 이는 다른 계절에 비해 온도가 낮고 대기역전으로 인해 고도가 낮아 확산이 적고 공기정체 발생이 빈번한 이유를 들 수 있고 또한 난방연료의 사용량 증가의 영향이 큼.
- 여름철의 다이옥신 농도는 각각 0.100 pg-TEQ/ Sm³으로 조사되었으며, 봄철 다이옥신 농도가 0.063 pg-TEQ/ Sm³, 가을철이 0.023 pg-TEQ/Sm³으로 가장 낮게 나타남.
- 2005년부터 2010년까지 6년 동안의 용도지역별 다이옥신 농도분포는 그림 7에 나타낸 것처럼 공업지역 두 군데의 다이옥신 농도가 각각 0.343 및 0.197 pg-TEQ/Sm³으로 조사대상 지역 중 상대적으로 높게 검출되었음.
- 기타 지역(상업지역, 주거지역, 녹지지역)은 0.029~0.089 pg-TEQ/Sm³으로 공업지역의 다이옥신 농도보다는 상대적으로 낮게 검출되었음.
- 조사대상 전 지역 모두 연평균 대기환경기준인 0.6 pg-TEQ/Sm³을 만족하였음.

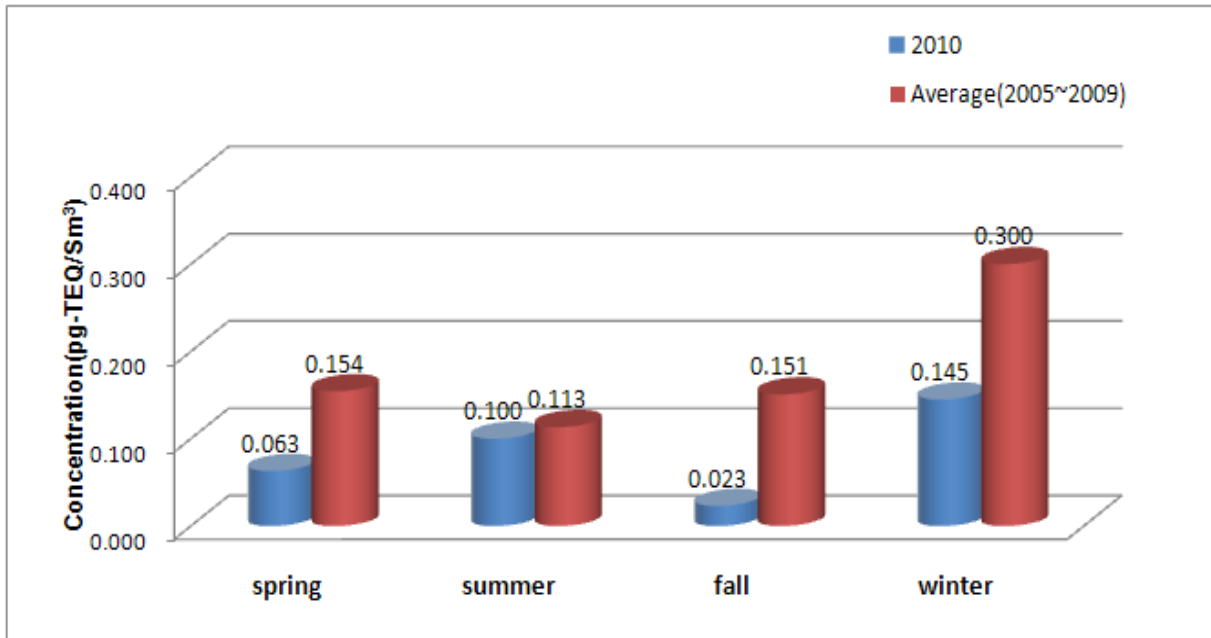
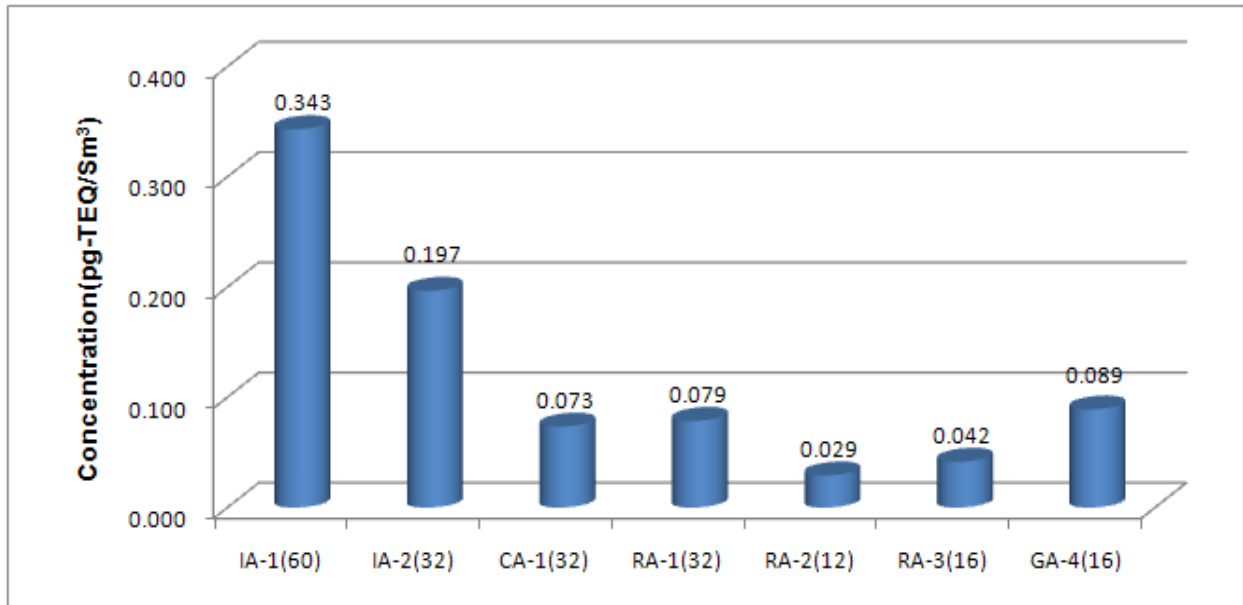


그림 6. 계절별 다이옥신 농도분포



IA : 공업지역 RA : 주거지역 CA : 상업지역 () : 지점수

그림 7. 토지용도 지역별에 따른 다이옥신 농도

□ 각 지역의 월별 및 계절별 다이옥신 농도 분포

- 2010년 공업지역 2개 지점, 상업지역 1개 지점 및 주거지역 3개 지점 등 총 6개 지점의 월별 및 계절별 다이옥신 농도분포는 표 4 및 그림 8에 나타나 있다. 공업지역 2개 지점의 다이옥신 농도가 각각 0.210 및 0.154 pg-TEQ/Sm³으로 상대적으로 타지역에 비해 높게 검출되었고,
- 공업지역인 감전동 지역의 경우 조사대상 6개 지점 중 다이옥신 농도가 가장 높게 검출되었으며, 농도범위는 0.065~0.640 pg-TEQ/Sm³(평균 0.210)으로 조사되었음.
- 특히, 5월 농도가 0.640 pg-TEQ/Sm³으로 가장 높은 농도를 보였는데, 이 영향으로 전체 평균농도 상승에 기여한 것으로 사료됨.(5월을 제외한 평균농도 0.171)
- 주거지역인 RA-2의 다이옥신 농도는 0.010~0.041 pg-TEQ/Sm³(평균 0.022)으로 가장 낮게 검출되어 다이옥신 배출원의 영향을 상대적으로 많이 받지 않는 것으로 나타났음.
- 상업지역인 CA-1 및 주거지역 RA-1 지점의 다이옥신 농도는 0.048 및 0.056 pg-TEQ/Sm³로 조사되었으며, 대조지역으로 조사한 주거지역인 RA-3 지점은 0.032 pg-TEQ/Sm³으로 조사되어 다이옥신 배출원의 직접적인 영향을 받지 않는 지역에서도 미량의 다이옥신이 검출되는 것으로 조사되었음.
- 계절별로 살펴보면 겨울>여름>봄>가을의 순으로 다이옥신농도를 나타내었으며 봄과 가을은 비슷한 농도를 보였다.
- 조사대상 전 지역에서 연평균 대기환경기준인 0.6 pg-TEQ/Sm³을 초과하는 지역은 없

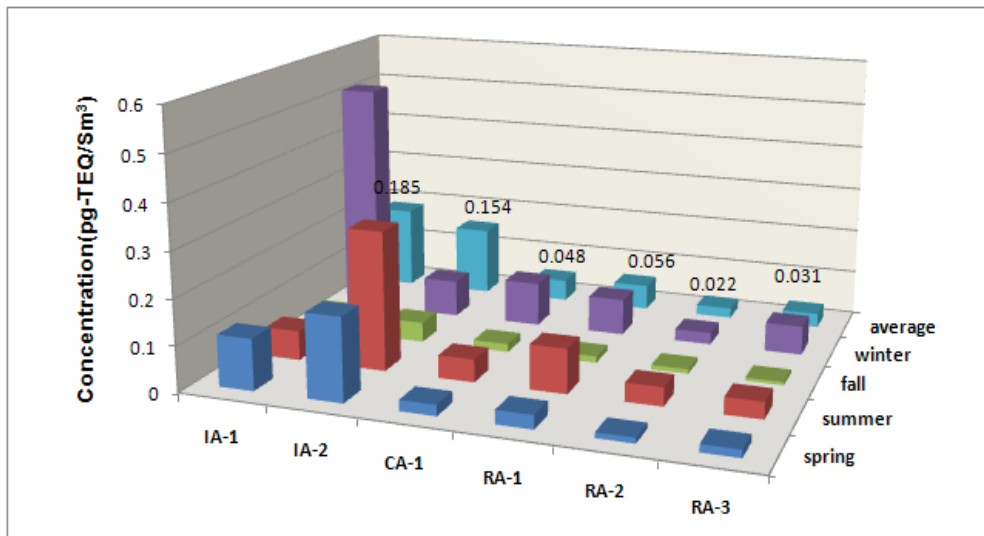
었다. 그러나 공업지역인 IA-1지점의 경우, 부산지역 대기 다이옥신 측정지점 중 가장 농도분포를 나타낸 지점으로서 올해도 5월에 대기 다이옥신의 농도가 0.640pg-TEQ/Sm³으로 연중최고농도를 보여 특히 발생원에 대한 관리조사가 필요한 것으로 여겨지며, 그의 대부분의 지역은 대기환경기준을 훨씬 못 미치는 것으로 조사되었음.

표 4. 2010년 지점별 다이옥신 농도

(단위 : pg-TEQ/Sm³)

		감전동	장림동	전포동	연산동	좌동	기장군1)
봄	2010. 3	0.187	-	-	-	-	-
	2010. 4	0.114	0.183	0.024	0.030	0.011	0.019
	2010. 5	0.640	-	-	-	-	-
여름	2010. 6	0.144	-	-	-	-	-
	2010. 7	0.065	0.306	0.050	0.098	0.041	0.037
	2010. 8	0.106	-	-	-	-	-
가을	2010. 9	0.114	-	-	-	-	-
	2010. 10	0.043	0.044	0.018	0.021	0.010	0.006
	2010. 11	0.224	-	-	-	-	-
겨울	2010. 12	0.188	-	-	-	-	-
	2010. 1	0.520	0.081	0.098	0.072	0.026	0.064
	2010. 2	0.178	-	-	-	-	-
평균 농도		0.210	0.154	0.034	0.058	0.022	0.031

1) 대조지역으로 사용



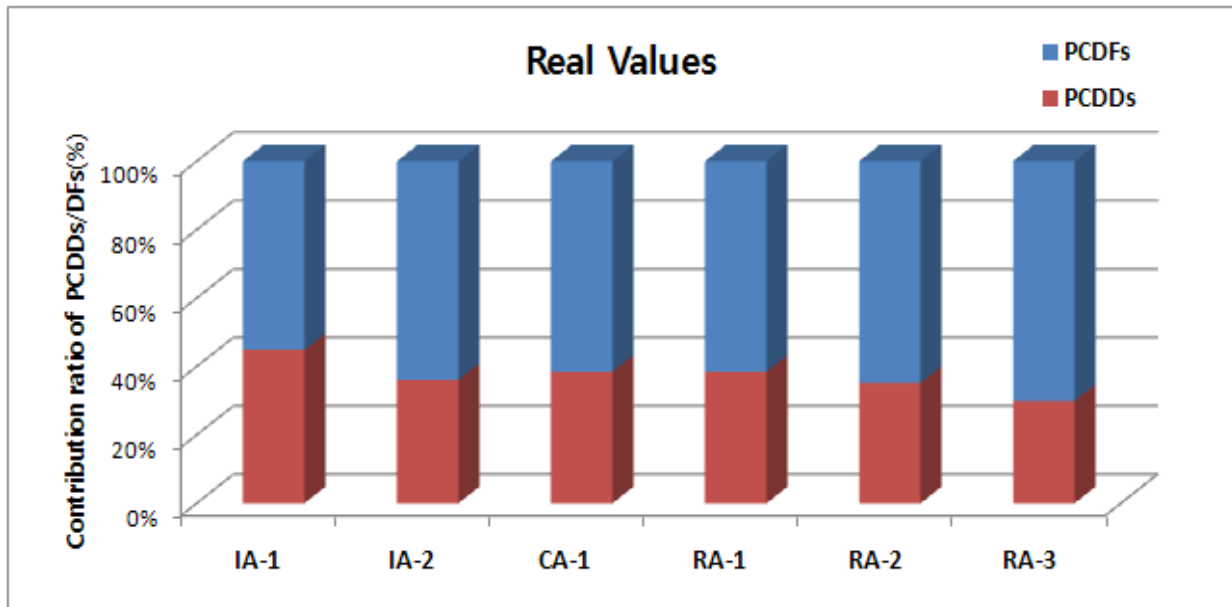
IA : 공업지역 RA : 주거지역 CA : 상업지역

그림 8. 토지용도에 따른 계절별 다이옥신 농도

2. 다이옥신 congeners 분포특성

□ PCDFs/PCDDs의 분포특성

- 공업지역 2개 지점, 상업지역 1개 지점 및 주거지역 3개 지점 등 총 6개 지점에 대한 각 지역의 연평균 다이옥신 congeners(실측값)의 기여율을 조사한 결과 공업지역을 제외한 모든 지역에서는 OCDD의 기여율이 가장 높게 나타났음(표 5 및 그림 9).
- 공업지역 중 IA-1 지점에서는 OCDF의 기여율이 21.3 %로 가장 높았으며, IA-2 지점에서는 1234678-HpCDF의 기여율이 19.3 %로 가장 높았는데 이는 작년의 결과와 유사하였음.
- 조사대상 6개 지역 모두에서 PCDDs보다는 PCDFs가 더 많이 검출되었으며, 다이옥신 농도가 가장 낮은 RA-3 지역의 경우 PCDFs 비율이 70.3 %로 조사대상 6개 지역 중 가장 높았음.
- 모든 지역에서 PCDFs 중에는 1234678-HpCDF와 OCDF의 기여율이 그리고 PCDDs 중에는 1234678-HpCDD와 OCDD의 기여율이 가장 높았음.
- PCDFs/PCDDs의 비율은 주거지역인 RA-3지점은 2이상으로 PCDFs의 비율이 높았으며, 이들 지역을 제외한 다른 지역에서는 2.0이하로 나타났음.



IA : 공업지역

RA : 주거지역

CA : 상업지역

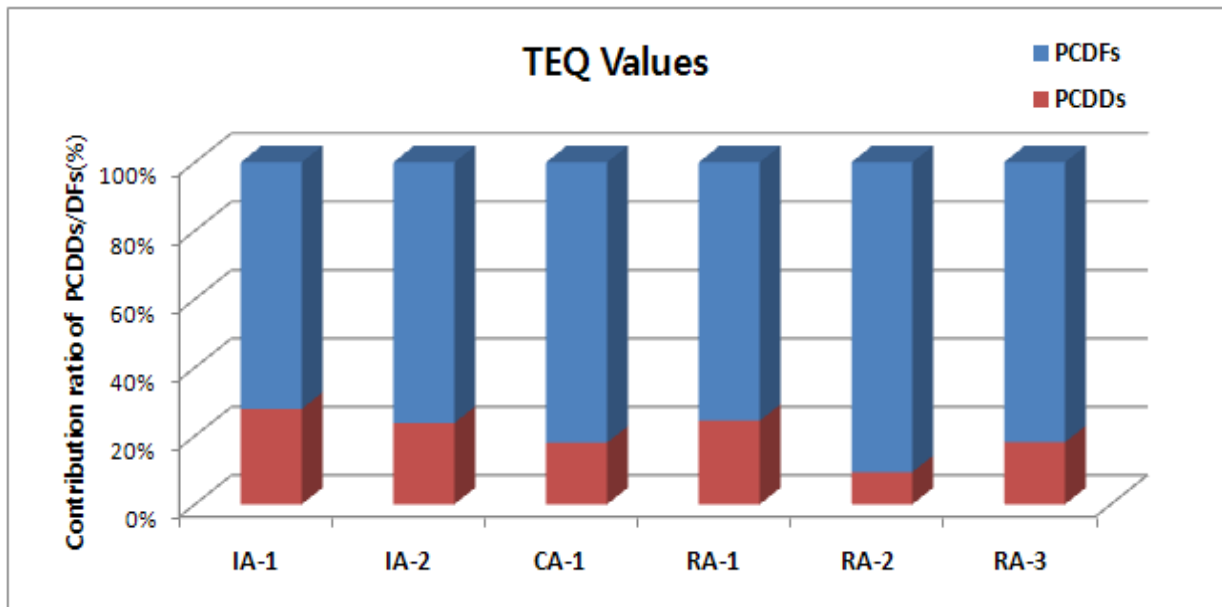
그림 9. 지역별 대기 중 PCDFs/PCDDs 비(실측값)

표 5. 지역별 2,3,7,8-치환 다이옥신 농도 및 상대적 비율(실측값)

(단위 : pg/Sm³)

No.	Chemicals	IA-1		IA-2		CA-1		RA-1		RA-2		RA-3	
		Real Values	Contribution(%)	Real Values	Contribution(%)	Real Values	Contribution(%)	Real Values	Contribution(%)	Real Values	Contribution(%)	Real Values	Contribution(%)
1	2,3,7,8-TCDF	0.041	1.44	0.055	2.52	0.022	3.34	0.020	2.71	0.009	2.53	0.037	10.28
2	1,2,3,7,8-PeCDF	0.156	5.43	0.146	6.70	0.050	7.53	0.039	5.39	0.026	7.37	0.052	14.45
3	2,3,4,7,8-PeCDF	0.128	4.46	0.109	5.00	0.038	5.65	0.041	5.59	0.020	5.67	0.024	6.77
4	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.178	6.21	0.147	6.71	0.050	7.57	0.056	7.70	0.018	5.27	0.024	6.65
5	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.163	5.69	0.147	6.74	0.043	6.51	0.054	7.36	0.026	7.40	0.023	6.43
6	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.164	5.71	0.146	6.66	0.044	6.68	0.47	6.48	0.024	6.85	0.023	6.50
7	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.017	0.59	0.007	0.33	0.002	0.31	0.002	0.31	0.000	0.00	0.000	0.00
8	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.473	16.45	0.423	19.34	0.141	21.20	0.155	21.19	0.103	29.66	0.060	16.84
9	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.069	2.39	0.042	1.92	0.004	0.55	0.008	1.07	0.000	0.00	0.000	0.00
10	OCDF	0.195	6.79	0.174	7.95	0.014	2.13	0.027	3.75	0.000	0.00	0.008	2.14
11	2,3,7,8-TCDD	0.005	0.16	0.010	0.44	0.001	0.14	0.002	0.25	0.000	0.00	0.005	1.33
12	1,2,3,7,8-PeDD	0.047	1.64	0.026	1.17	0.008	1.26	0.015	2.04	0.002	0.54	0.000	0.00
13	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.039	1.36	0.021	0.97	0.004	0.58	0.004	0.51	0.002	0.52	0.000	0.09
14	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.081	2.83	0.048	2.22	0.016	2.44	0.014	1.88	0.002	0.46	0.005	1.27
15	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.066	2.30	0.038	1.75	0.005	0.75	0.014	1.86	0.003	0.73	0.002	0.44
16	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.439	15.28	0.291	13.32	0.080	11.99	0.102	13.91	0.045	13.00	0.028	7.86
17	OCDD	0.611	21.27	0.355	16.25	0.142	21.35	0.132	17.99	0.070	20.01	0.068	18.94
ΣPCDDs		1.585	55.16	1.396	63.88	0.409	61.49	0.451	61.55	0.226	64.74	0.250	70.07
ΣPCDFs		1.288	44.84	0.790	36.12	0.256	38.51	0.282	38.45	0.123	35.26	0.107	29.93
ΣTotal		2.873	100.00	2.186	100.00	0.665	100.00	0.732	100.00	0.349	100.00	0.357	100.00

- TEQ값으로 환산하였을 경우 조사대상 6개 지역 모두에서 PCDDs보다는 PCDFs가 실측값보다 더 많은 비율로 검출되었으며, 모든 지역에서 PCDFs가 PCDDs보다 3배 이상 더 많이 검출되었음(표 6 및 그림 10).
- PCDFs/PCDDs의 비율은 농도가 가장 낮은 주거지역 1개 지점에서 9.6로 나타났으며, 나머지 지점은 2.5~4.6으로 비슷하게 나타났음.
- 독성등가값(TEF)의 영향으로 조사대상 전 지역에서 실측값보다 TEQ 환산값의 PCDFs /PCDDs 비율이 더 높게 나타났음.
- 모든 지역에서 PCDFs 중에는 23478-PeCDF의 기여율이 그리고 PCDDs 중에는 12378-PeCDD의 기여율이 가장 높았음.



IA : 공업지역

RA : 주거지역

CA : 상업지역

그림 10. 지역별 대기 중 PCDFs/PCDDs 비(TEQ 값)

표 5. 지역별 2,3,7,8-치환 다이옥신 농도 및 상대적 비율(TEQ값)

(단위 : pg-TEQ/Sm³)

No.	Chemicals	IA-1		IA-2		CA-1		RA-1		RA-2		RA-3	
		TEQ Values	Contribution(%)	TEQ Values	Contribution(%)	TEQ Values	Contribution(%)	TEQ Values	Contribution(%)	TEQ Values	Contribution(%)	TEQ Values	Contribution(%)
1	2,3,7,8-TCDF	0.004	2.23	0.006	3.59	0.002	4.67	0.002	3.56	0.001	4.01	0.004	11.58
2	1,2,3,7,8-PeCDF	0.008	4.20	0.007	4.77	0.003	5.26	0.002	3.55	0.001	5.85	0.012	8.14
3	2,3,4,7,8-PeCDF	0.064	34.50	0.055	35.60	0.019	39.51	0.020	36.75	0.010	45.03	0.012	38.16
4	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.018	9.61	0.015	9.55	0.005	10.58	0.006	10.13	0.002	8.36	0.002	7.50
5	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.016	8.80	0.015	9.60	0.004	9.11	0.005	9.69	0.003	11.75	0.002	7.24
6	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.016	8.84	0.015	9.49	0.004	9.34	0.005	8.53	0.002	10.87	0.002	7.32
7	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.002	0.91	0.001	0.47	0.000	0.44	0.000	0.40	0.000	0.00	0.000	0.00
8	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.005	2.55	0.004	2.75	0.001	2.96	0.002	2.79	0.001	4.71	0.001	1.90
9	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.001	0.37	0.000	0.27	0.000	0.08	0.000	0.14	0.000	0.00	0.000	0.00
10	OCDF	0.000	0.11	0.000	0.11	0.000	0.03	0.000	0.05	0.000	0.00	0.000	0.02
11	2,3,7,8-TCDD	0.005	2.47	0.010	6.30	0.001	1.96	0.002	3.35	0.000	0.00	0.005	15.01
12	1,2,3,7,8-PeDD	0.024	12.69	0.013	8.33	0.004	8.82	0.007	13.41	0.001	4.31	0.000	0.00
13	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.004	2.10	0.002	1.38	0.000	0.81	0.000	0.67	0.000	0.82	0.000	0.10
14	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.008	4.38	0.005	3.16	0.002	3.41	0.001	2.48	0.000	0.74	0.000	1.43
15	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.007	3.56	0.004	2.49	0.000	1.04	0.001	2.45	0.000	1.16	0.000	0.50
16	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.004	2.36	0.003	1.90	0.001	1.68	0.001	1.83	0.000	2.06	0.000	0.89
17	OCDD	0.001	0.33	0.000	0.23	0.000	0.30	0.000	0.24	0.000	0.32	0.000	0.21
ΣPCDDs		0.134	72.10	0.117	76.21	0.039	81.38	0.042	75.58	0.020	90.59	0.026	81.87
ΣPCDFs		0.052	27.90	0.037	23.79	0.009	18.02	0.014	24.42	0.002	9.41	0.006	18.13
ΣTotal		0.186	100.00	0.154	100.00	0.048	100.00	0.056	100.00	0.022	100.00	0.032	100.00

□ 입자상물질/가스상물질 분포특성

- 입자상 물질과 가스상 물질의 분포비를 보면 실측값의 경우 조사대상 6개 지역 모두 총 다이옥신 중 입자상 물질이 높게 검출되었음(그림 11).
- 지역별로는 농도가 가장 높은, IA-1 지점의 입자상물질/가스상물질의 비가 20.4로 가장 높았으며, 농도가 가장 낮은 지점인 RA-2 지점의 입자상물질/가스상물질의 비가 2.2로 가스상 다이옥신의 분포가 높은 것으로 조사됨
- TEQ값으로 환산한 값의 입자상물질/가스상물질의 비는 독성 등가값의 영향으로 실측값보다는 약간 낮았으며,
- 그 비는 IA-1 (9.9) > CA-1 (7.0) > RA-1 (3.7) > RA-2 (2.1) > IA-2 (1.4) > RA-3(0.7)

순으로 나타났는데 실측값, TEQ값 모두 작년보다 가스상 다이옥신의 농도가 상대적으로 높아진 것으로 조사되었고 특히 IA-2, RA-3는 가스상 다이옥신의 영향이 큰 것으로 나타났다.

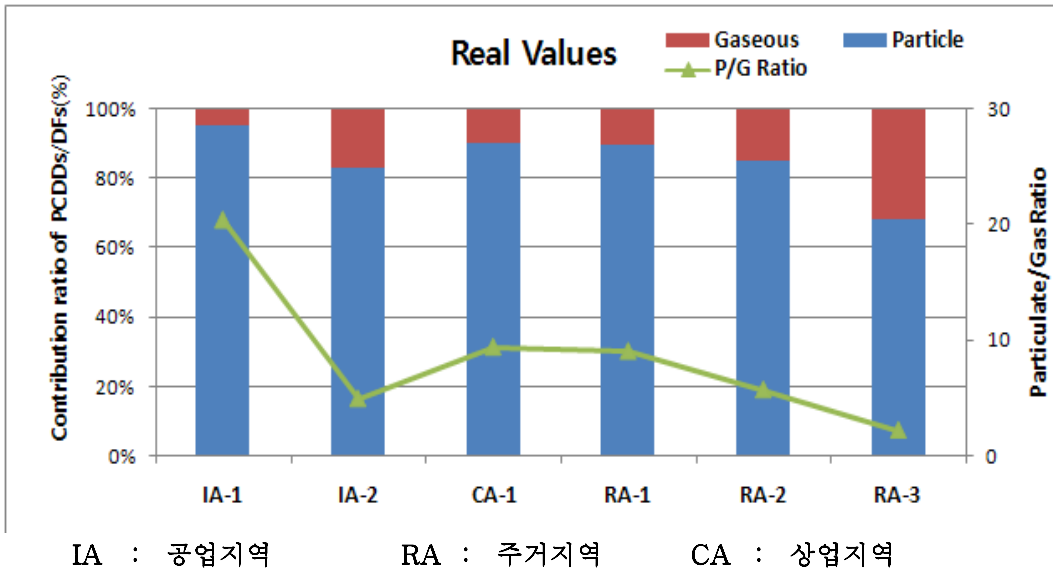


그림 11. 지역별 다이옥신 가스상입자상의 비 (실측값)

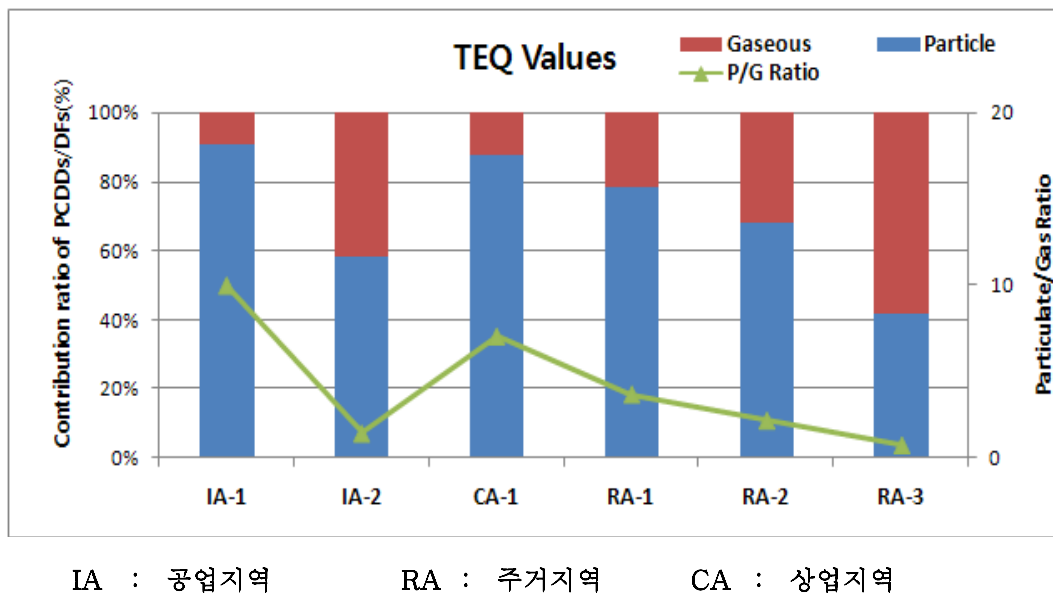


그림 12. 지역별 다이옥신 가스상입자상의 비 (TEQ 값)

3. 다이옥신 농도와 대기오염물질과의 상관분석

□ 대기오염물질과의 상관관계수

- 조사대상 지역 6개 지점의 다이옥신 농도를 구분하여 기상인자인 온도와 그 외 조사된 오염물질간의 상관성을 조사하였음(표 7).
- 다이옥신 농도와 대기오염물질간의 상관분석을 한 결과는 표 7에 나타낸 것처럼 크게 유의성 있는 관계를 가지고 있진 않았으며,
- 입자상 다이옥신의 경우 CO와 음의 상관성을 나타냄
- 총 다이옥신(TEQ)의 경우는 CO와 음의 상관성, 미세먼지(PM-10)와 상관성을 띄는 것으로 나타났음.

□ 기상조건과의 상관관계수

- 6개 지점 모두 일반적으로 잘 알려진 대로 온도와 가스상 물질과는 유의성 있는 양의 상관으로 나타났음.

표 7. 다이옥신과 대기오염물질간의 상관관계

4. 조사결과 평가

□ 년도별 다이옥신 농도 변화

- 2010년도 부산지역 다이옥신의 평균농도는 0.118 pg-TEQ/Sm³으로, 조사지점을 확대한 2007년을 제외하고는 매년 감소하는 경향을 보이고, 특히 2008년부터 시행된 잔류성유기오염물질관리법으로 인한 다이옥신 배출원 관리 강화로 다이옥신 농도가 꾸준히 감소하는 경향을 보임.
- 지역별로는 공업지역>상업지역≥주거지역 순이었으며, 계절별로 살펴보면 겨울>봄>가을>여름의 순으로 다이옥신농도를 나타내었으며 봄과 가을은 비슷한 농도를 보였다.
- 조사대상 전지역에서 연평균 대기환경기준인 0.6 pg-TEQ/Sm³을 초과하는 지역은 없었으며, 대부분의 지역은 대기환경기준을 훨씬 못미치는 것으로 조사되었음
- 2009년도 환경부에서 조사된 POPs측정망 37개 지점의 대기다이옥신 농도인 0.051 ± 0.060 pg-TEQ/Sm³보다 다소 높게 나타난 것으로 나타났다. 이는 공업지역의 높은 농도로 인하여 농도가 상승한 것으로 봄(공업지역 제외)의 평균농도 0.036)

□ 다이옥신 congeners 분포특성

- 2010년 공업지역 2개 지점, 상업지역 1개 지점 및 주거지역 3개 지점 등 총 6개 지점 각각의 연평균 다이옥신 농도는 공업지역이 가장 높게, 그리고 주거지역이 가장 낮게 검출되었으며, 다이옥신 배출원의 직접적인 영향을 받지 않는 대조지역으로 조사한 지역에서도 미량의 다이옥신이 검출되는 것으로 나타났다.
- 조사대상 6개 지점 모두에서 PCDDs보다는 PCDFs가 더 많이 검출되었으며, 실측값의 경우 PCDFs 중에는 1234678-HpCDF와 OCDF의 기여율이, 그리고 PCDDs 중에는 1234678-HpCDD와 OCDD의 기여율이 가장 높았음.
- TEQ값의 경우 PCDFs 중에는 23478-PeCDF의 기여율이, 그리고 PCDDs 중에는 12378-PeCDD의 기여율이 가장 높았음.
- 입자상물질/가스상물질의 분포비는 실측값의 경우 조사대상 6개 지점이 2.2~20.4의 범위로 총 다이옥신 중 입자상물질이 60% 이상 검출되었으며, TEQ값으로 환산한 값은 조사대상 6개 지점 모두 0.7~9.9의 범위로 독성등가값의 영향으로 인하여 실측값보다는 약간 낮는데 모두 작년보다 가스상 물질의 비가 상대적으로 높아짐.

□ 다이옥신 농도와 대기오염물질 및 기상조건과의 상관분석

- 대기오염물질과 크게 유의성 있는 상관성을 가지지 않았으며, IA-1 와 기타지점 모두 일반적으로 잘 알려진 대로 온도와 가스상 물질과는 유의성 있는 양의 상관으로 나타났다.

□ 향후 계획

- 2011년부터 공업지역 지점을 교체할 예정(감전동→학장동)

※ 타 연구결과와의 다이옥신 농도 비교 【참고자료】
 - 2009년 POPs 측정망 보고서(환경부, 한국환경공단)

(단위 : pg TEQ/m³)

측정지점	조 사 시 기 (2009)		
	PCDDs/DFs	Co-PCBs	PCDDs/DFs+Co-PCBs
서울 반포동	0.034	0.000	0.034
서울 서소문동	0.043	0.003	0.047
춘천 석사동	0.050	0.002	0.052
강릉 옥천동	0.006	0.000	0.006
안산 본오동	0.059	0.001	0.060
시흥 정왕동	0.205	0.012	0.217
성남 정자동	0.047	0.002	0.048
포천 신읍동	0.304	0.010	0.314
인천 석남동	0.130	0.009	0.139
인천 고잔동	0.127	0.007	0.134
인천 주안동	0.089	0.004	0.092
부산 초량동	0.013	0.000	0.013
대전 구성동	0.032	0.000	0.032
대구 만촌동	0.092	0.001	0.093
광주 송정동	0.055	0.001	0.056
울산 여천동	0.065	0.003	0.068
청주 내덕동	0.041	0.001	0.042
단양 매향리	0.045	0.000	0.045
서산 독곶리	0.019	0.001	0.020
태안 파도리	0.015	0.000	0.015
천안 백석동	0.056	0.006	0.062
공주 고당리	0.009	0.000	0.009
구미 공단동	0.070	0.007	0.077
포항 장흥동	0.033	0.001	0.034
안동 남문동	0.024	0.001	0.025
울릉 태화동	0.001	0.000	0.001
창원 가음정동	0.020	0.000	0.02
진주 상봉동동	0.010	0.000	0.010
군산 신평동	0.024	0.002	0.026
익산 팔봉동	0.039	0.002	0.040
광양 증동	0.001	0.000	0.001
여수 증흥동	0.034	0.002	0.036
목포 용당동	0.027	0.001	0.028
해남 성내리	0.028	0.002	0.030
장흥 용강리	0.030	0.002	0.031
순천 장천동	0.001	0.000	0.001
제주 고산리	0.001	0.000	0.001

※ PCDD : 다이옥신, PCDF : 퓨란, Co-PCB : 코플라나PCB