

2016 하계 환경연수프로그램

연구결과 보고서

소각장 주변 대기 및 혈중 다이옥신 모니터링 연구

연구실 명 : 환경융합기술연구실

지도교수 : 장윤석

연수자 : 정유나

소속 기관 : 부산대학교

1. 서론

1.1 POPs (persistent organic pollutants)

POPs는 자연환경에서 분해되지 않고 먹이사슬을 통해 동식물 체내에 축적되어 면역체계 교란·중추신경계 손상 등을 초래하는 유해물질로, 유해 물질 중에서 특히 독성이 강하면서도 분해가 느려 생태계에 오랫동안 남아 피해를 일으키는 물질이며 우리말로 잔류성 유기오염 물질이라 한다.

POPs는 다음과 같은 주요한 특징이 있다.

- 독성(toxicity) : 암, 내분비계 장애 (환경호르몬) 유발
- 잔류성(persistence) : 분해가 매우 느려 생태계에 오래 남아 피해 유발.
- 생물축적성(bioaccumulation) : 먹이사슬에서 위로 올라 갈수록 생체 내 축적 정도 증가
- 장거리 이동성(long-range transport) : 바람과 해류를 따라 수백, 수천 km 이동

1.2 스톡홀름 협약(Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants)

잔류성 유기오염물질(POPs)의 국제적 규제를 위해 2001년 5월 채택된 협약으로, 'POPs 규제협약'이라고도 한다. 스톡홀름 협약은 다이옥신, DDT, 퓨란, 올드린, 클로르덴, 딜드린, 엔드린, 헵타클로르, 마이렉스, 톡사펜, PCBs, 헥사클로로벤젠 등 모두 12개 잔류성 유기오염물질의 생산 및 사용을 금지하는 협약이다. 잔류성유기오염물질에 대한 지역별 오염도를 평가하고 아울러 협약 발효 이후 협약이행의 실효성을 평가하기 위해 국가 또는 지역단위의 모니터링 실시, 측정 자료에 대한 지역적, 지구적 차원의 공유를 요구하고 있다.

2. 본론

2.1 다이옥신(Dioxin)

다이옥신류는 서로 성질이 매우 유사한 PCDDs(Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins)와 PCDFs(Polychlorinated Dibenzo Furans)를 통칭하는 말이다.

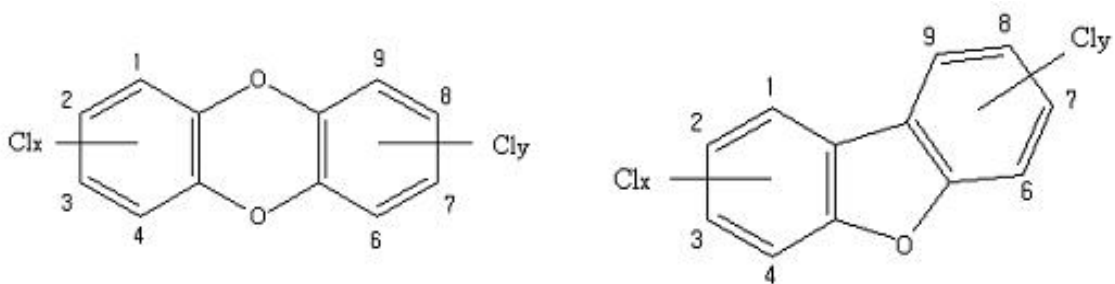


그림 1 PCDD 와 PCDF(왼쪽부터)

다이옥신류는 벤젠고리에 치환된 염소의 개수와 그 위치에 따라 다양한 동족체(congener) 및 이성체(isomer)가 존재하며 각각의 독성정도도 모두 다르다.

각 독성정도는 2, 3, 7, 8-TCDD의 농도로 환산되는데, 이때 사용되는 환산계수를 TCDD독성
등가환산계수(TCDD toxic equivalent factor, TEF)라 하며 이를 이용하여 환산한 농도를
TCDD독성등가환산농도(TCDD equivalent, TEQ)라 한다.

$$TEQ = \sum (TEF \times 2, 3, 7, 8\text{-치환이성체의 농도})$$

	Specific Isomers	Compound Name	EPA/89List	WHO/2005
Dioxin	1. 2378-TCDD	Tetrachlorodibenzo-p-dioxin	1	1
	2. 12378-PeCDD	Pentachlorodibenzo-p-dioxin	0.5	1
	3. 123678-HxCDD	Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0.1	0.1
	4. 123478-HxCDD	Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0.1	0.1
	5. 123789-HxCDD	Hexachlorodibenzo-p-dioxin	0.1	0.1
	6. 1234678-HpCDD	Heptachlorodibenzo-p-dioxin	0.01	0.01
	7. 12346789-OCDD	Octachlorodibenzo-p-dioxin	0.001	0.0003
Furan	8. 2378-TCDF	Tetrachlorodibenzofuran	0.1	0.1
	9. 12378-PeCDF	Pentachlorodibenzofuran	0.05	0.03
	10. 23478-PeCDF	Pentachlorodibenzofuran	0.5	0.3
	11. 123678-HxCDF	Hexachlorodibenzofuran	0.1	0.1
	12. 123789-HxCDF	Hexachlorodibenzofuran	0.1	0.1
	13. 123478-HxCDF	Hexachlorodibenzofuran	0.1	0.1
	14. 234678-HxCDF	Hexachlorodibenzofuran	0.1	0.1
	15. 1234678-HpCDF	Heptachlorodibenzofuran	0.01	0.01
	16. 1234789-HpCDF	Heptachlorodibenzofuran	0.01	0.01
	17. 12346789-OCDF	Octachlorodibenzofuran	0.001	0.0003
PCBs	1. 33'44'-TeCB	Tetrachlorobiphenyl (PCB 77)	0.0005	0.0001
	2. 344'5'-TCB	Tetrachlorobiphenyl (PCB 81)	-	0.0003
	3. 233'44'-PeCB	Pentachlorobiphenyl (PCB 105)	0.0001	0.00003
	4. 2344'5'-PeCB	Pentachlorobiphenyl (PCB 114)	0.0005	0.00003
	5. 23'44'5'-PeCB	Pentachlorobiphenyl (PCB 118)	0.0001	0.00003
	6. 2'344'5'-PeCB	Pentachlorobiphenyl (PCB 123)	0.0001	0.00003
	7. 33'44'5'-PeCB	Pentachlorobiphenyl (PCB 126)	0.1	0.1
	8. 233'44'5'-HxCB	Hexachlorobiphenyl (PCB 156)	0.0005	0.00003
	9. 233'44'5'-HxCB	Hexachlorobiphenyl (PCB 157)	0.0005	0.00003
	10. 23'44'55'-HxCB	Hexachlorobiphenyl (PCB 167)	0.00001	0.00003
	11. 33'44'55'-HxCB	Hexachlorobiphenyl (PCB 169)	0.01	0.03
	12. 22'33'44'5'-HpCB	Heptachlorobiphenyl (PCB 170)	0.0001	-
	13. 22'344'55'-HpCB	Heptachlorobiphenyl (PCB 180)	0.00001	-
	14. 233'44'55'-HpCB	Heptachlorobiphenyl (PCB 189)	0.0001	0.00003

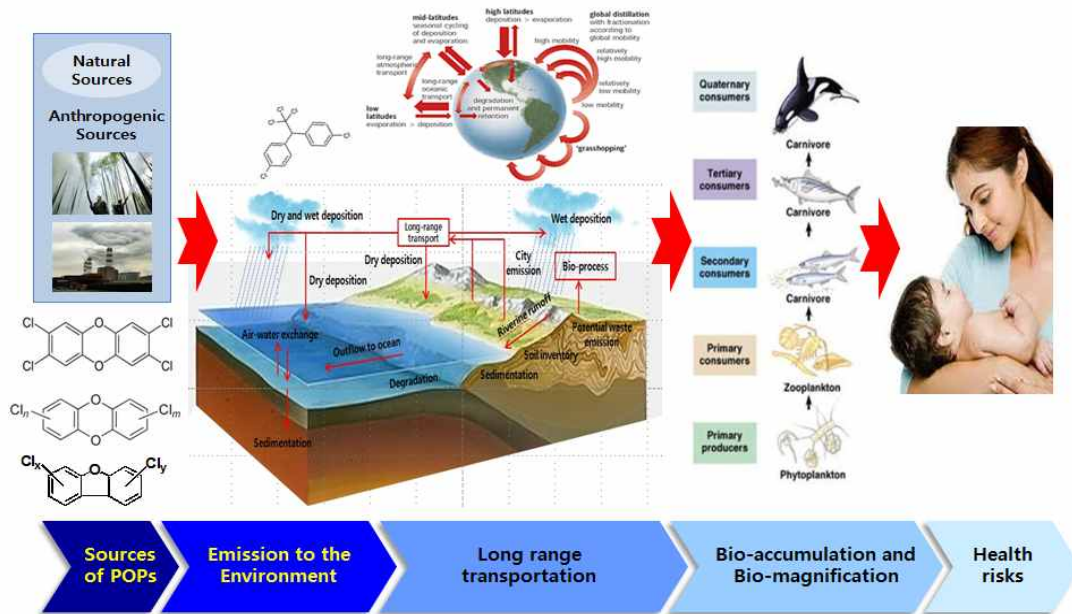
2.1 다이옥신 사고사례

발생년도	장소	원인	결과
1949년	미국	염소살균제공장 폭발	근로자의 피부질환
1963년		제초제공장 폭발	인근 주민 피부질환
1965년	베트남 전쟁	고엽제 살포	참전군인 후손의 선천적 기형, 사산 및 유산
1968년	일본	오염된 미강유(쌀겨기름) 판매	전신발진 및 손발저림, 피부와 손톱이 검게 변함.
1976년	이탈리아 세베소	제약회사 안전밸브 파열	주민 : 화상 및 피부병 가축 : 병들거나 죽음
1999년	벨기에	다이옥신 오염 동물사료	700만 마리의 닭과 6만 마리의 돼지 도살

2.2 소각장 주변 대기 및 혈중 다이옥신 모니터링 연구

연구목표: 다이옥신의 주요 배출원인 소각장에서 대기로 배출되는 다이옥신과 소각장 인근 주민들의 혈액에서 검출되는 다이옥신을 모니터링하여 소각장 인근 주민들의 불안감 해소 및 안전관리체계 구축

연구 내용:



스톡홀름협약을 통해 그 유해성을 입증받아 잔류성유기오염물질(POPs)로 규정된 다이옥신이 주요 배출원인 소각장을 통해 비의도적으로 대기 중으로 배출이 되고 다양한 환경매체로 분포 및 이동을 하며 생물체에 축적이 된다. 다이옥신은 먹이사슬을 통해 생물농축이 이루어지며, 노출된 생물들을 인간이 섭취하고 호흡을 하면서 인체에 노출된다. 본 연구에서는 소각장 주변의 대기를 포집하여 소각장에서 대기 중으로 배출되는 다이옥신을 모니터링하고 소각장 인근 주민들의 혈액을 채취하여 다이옥신 인체 노출정도와 관련 질병과의 상관관계에 대해 역학적 조사를 수행하였다.

3. 실험방법

분석 대상 : 대기(6지점), 혈액 (100명)

추출법 : 액액추출

정제 : 옥살산처리, 실리카 · 알루미나 컬럼

기기 : GC / HRMS (Jeol. 800D)

3.1 액액추출

휘발성 용매를 사용하여, 액체 속에 포함된 비휘발성분을 추출해낸다. 일정량의 용매를 넣고 흔들어줌으로서 시료와 많이 접촉하도록 하여 높은 추출효율을 얻을 수 있다. 다이옥신 추출을 위해서 휘발성용매인 헥산을 주로 사용한다.

3.2 옥살산처리

과량의 지방,불포화탄수화물,농약류에 속하는 Aldrin, Dieldrin, Endrin, Endosulfan(I,II), Endosulfan sulfate과 같은 유기화합물질 및 착색물질을 제거한다. 처음부터 진동교반을 할 경우 에멀전이 발생할 수 있으므로, 초기의 1~2회는 손으로 가볍게 흔들어서 세척작업을 행한다.

3.3 Coulm

1)Silica gel column

추출액에 남아있는 잔류농약의 제거에 효과적이며, acidic silica gel은 착색물질,PAHs,불포화탄화수소,Phthalate ester,유기화합물질을, basic silica gel에서는 PCBs 이외의 다른 극성,비극성 방해물질 및 유분을 제거한다.

2) Alumina column

저극성물질, PCDDs, PCDFs 유기염소계 농약류 물질을 제거하는 과정이다. Alumina column은 99.9%이상의 oils를 제거하고, 80%이상의 PCBs를 남긴다. 2g의 알루미늄이나 50mg의 lipid를 제거함. 실리카겔 및 플로리실 컬럼 정제를 하여도 방해물질이 존재하는 경우 사용하며, 시료 중에 존재하는 저극성물질,PCDD (Polychlorinated dibenzo-p-dioxin), PCDF (Polychlorinateddibenzofuran), PCN (Polychlorinated naphthalene), 유기염소계 농약 등을 제거하는데 효과적이다.

