

초청강연 II

농산물 및 재배환경 중 POPs 등 유기오염물질 안전성 연구

권오경

콜마BNH(주)

최근 국가마다 자국의 농업보호와 식품안전성확보를 위하여 자국민이 소비하는 농식품안전성은 국가기관이 책임지는 체계를 확립함과 동시에 관리대상 유해물질의 종류를 확대하고 규제기준을 강화하여 미국은 Zero Tolerance System을 시행하고 있고 일본과 유럽연합의 경우 PLS를 도입하는 등 농산물안전성 관련 국내외적 여건이 급속도로 변화되고 있다. 따라서 안전농산물 생산을 위한 유해물질 종합관리체계 구축이 시급해짐에 따라 농산물 중 오염물질 모니터링 및 위해성평가, 국제적 규제대상 유해물질의 관리기준과 정책적 대응방안 확립, 안전농산물 생산체계 가이드라인 설정 등을 위한 다양한 연구가 수행되고 있다.

특히, 선진국의 농산물 안전성확보를 위한 유해물질 관리기준 연구현황은 장기적 기간을 통한 위해성평가 및 관리대응 방안에 중점 추진되고 있으므로 국내 역시 잔류성유기오염물질을 비롯한 유해물질을 대상으로 연차별 장기간 잔류오염 분석에 의한 농산물 및 환경영향평가의 체계적 연구가 요구되고 있다.

잔류성유기오염물질(Persistent Organic Pollutants : POPs)의 경우 환경 중 잔류성이 매우 길고, 생물농축성 및 장거리이동성이 높아서 비살포지역의 오염유발 가능성이 높은 유기화합물로서 인간의 건강과 환경을 보호하기 위해 이러한 유기화합물의 제조와 사용을 규제하는 국제(규제(스톡홀름)협약이 2001년 5월 스톡홀름에서 채택된 이후 2004년 5월 발효되었으며 2013년 5월 현재 180 개국이 비준하였다. UNEP 지정 POPs물질은 22종으로 이 중 농약 14종, 산업용 또는 부산물이 8 종으로서 14종 농약은 모두 국내 미등록 또는 등록취소, 사용 생산금지 약제이다.

이러한 POPs 물질로부터 자연생태계의 보호가 일부 선진국가의 노력에 의해서만 이루어 질 수 없다는 국제적인 인식아래 법적 구속력이 있는 국제규제의 필요성이 제기 되었고, 범세계적 행동을 통하여 잔류성 유기 오염물질관련 화학물질의 생산 및 배출을 줄이면서 최종적으로 금지 혹은 제거하는데 목적을 둔 POPs 규제협약이 논의하게 되었다. POPs 국제규제 협약의 목적은 국가간뿐만 아니라 국가내 지역간에도 인간 및 환경에 지속적으로 잠재적 위해성을 지닌 이 물질에 대해 국제적으로 법적 구속력을 집행할 수 있는 규범을 제정하여, 배출저감 및 감축에서 최종적으로 생산·배출금지를 유도하는 것으로 명시되어 있다.

한편, 잔류성유기오염물질과 내분비계 장애물질로 지정된 다이옥신은 주요 환경오염물질 중 하나로 취급되어 분석방법 및 배출오염원 추정 및 분석방법, 저감대책, 환경에의 농도 및 영향평가를 위한 다양한 연구가 수행되고 있다.

다이옥신은 식품 및 음용수 섭취, 공기흡입, 토양접촉과 같은 2차 오염원에 의해 인체에 유입되

고 있다. 일반 환경 중 다이옥신 분포양상은 대기80%, 수계1%, 토양18%, 생산품1%의 비율로 존재하는 것으로 알려져 있으며, 이들로부터 인체노출, 즉 흡입되는 양은 사고나 작업에 의한 경우를 제외하면 대부분이 식품을 통하여 발생하고 대기, 토양, 물을 통한 경로는 매우 적는데 식품을 통한 섭취량이 전체 90%이상을 차지하고 식품별 경향은 나라별 선호도에 따라 차이가 있다. 나라마다 식품을 통한 다이옥신의 1일 평균섭취량을 토대로 평가기준을 거쳐 국가별 다이옥신 내용일일 섭취량(TDI: Tolerable Daily Intake)을 산출하여 농식품 안전관리에 적용하고 있다.

따라서 난분해성으로 동물 및 인체에 축적되어 위해성을 초래하는 가장 중요한 오염물질로 취급되고 있는 POPs에 대한 안전관리가 요구되는 시점에서 농산물 중 유해물질 관리기준 설정을 위한 정밀분석 시스템을 확립하여, 농산물 및 작물재배환경 중 유해물질의 지속적인 모니터링과 이를 근거로 한 위해성평가 연구동향과, 농식품 안전성확보를 위해 필수적이라 할 수 있는 위해요소 저감화 연구 등을 검토하였다.



농산물 및 재배환경 중 POPs 등 유기오염물질의 안전성 연구

2013. 7. 4.

콜마BNH(주) 권 오 경



발 표 순 서

I. 국내외 농식품 안전성 관리 및 연구동향

II. POPs(Persistent Organic Pollutants)

- ☐ Organochlorine Pesticides
- ☐ Dioxins & Dioxin like PCBs
- ☐ PBDE(Polybromodiphenyl Ether)

III. 유해물질 안전관리를 위한 연구추진 체계



I. 농식품 안전성 관리 및 연구동향



□ 농식품안전관리의 국제동향

식품위해요인 다양화
위해사고의 광역화·대형화

- ✱ '70~80년대 : 미생물에 의한 식중독
- ✱ '90년대 이후 : BSE, O-157, 중금속
다이옥신, 발암물질, AI 등

Codex, FAO 등 식품안전성
확보를 위한 국제규격기준

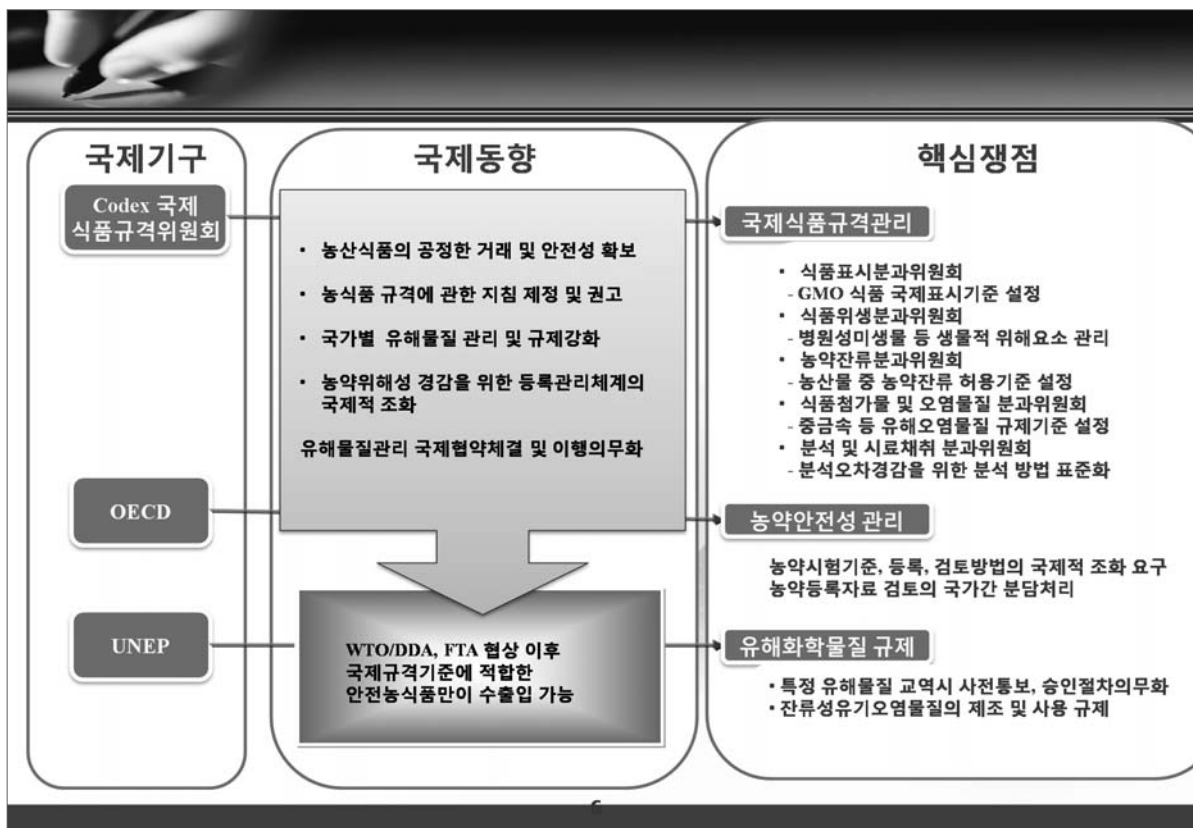
- ✱ 식품규격에 관한 지침(Codex)
- ✱ 식품체인접근법(FAO)

농장에서 식탁까지 모든 푸드
체인의 안전성확보수단 강구

- ✱ HACCP, GAP 도입
- ✱ Traceability도입(EU '05.1 의무화)
- ✱ 식품안전관리행정의 일원화

농식품안전성 관련 국제기구 쟁점 현안사항

- Codex : 식품안전성 및 규격기준의 국제적 조화
- OECD : 농약의 위해성 경감 및 GLP 시험기준 평가
- GHS : 농약 등 화학물질 분류 및 표시기준의 조화
- UNEP : 잔류성유기오염물질 관리 및 교역시 사전통보



GAP, HACCP 등 농식품 안전관리제도 정착

□ GAP는 국제기구 중심으로 규범제정 중

- FAO : 안전농식품을 환경친화적으로 생산하기 위한 방안으로 GAP 도입
 - Codex : 과일채소류 위생규범 비준('03)이후 농식품별 실행규범 마련('07)
- 선진국도 GAP 개념을 도입하여 안전농식품 생산 및 관리강화에 중점
- EU 등은 민간차원 GAP인증제도(Global GAP)실시, 전세계 확대 추세

□ 농식품안전관리 방안별 R&D동향

단 계	안전관리방안	주요 핵심 R&D
생 산	GAP	○ 농약, 비료 등 의도적 오염물질 관리 ○ 토양, 관개수 등 재배환경 오염관리 ○ 유해물질 오염 사전예방 및 경감제거
수확후 관리 (세척, 저장)	GHP	○ 식중독세균·독소 등 유해미생물 오염 사전예방 ○ 유해미생물 위험평가 및 안전관리기준 설정 ○ 관리시설, 작업지침 등 위생관리기준 설정
가 공	GMP & HACCP	○ HACCP 및 GMP설정 ○ 생물적 위해요인 제어기술 개발·산업화
유통	Traceability	○ 오염원 구명 및 오염경로 추적기술 개발 ○ 과학적 안전정보 DB구축 및 제공
소 비		

□ 국내 안전성 관리 추진 현황

생산단계 농식품 안전성조사제도 도입

- 소비자의 식품안전에 대한 의식 변화와 요구에 부응
- 도입연도:1996

인증농식품 생산 확대

- 친환경인증품 생산 확대
- 안전성이 강화된 GAP제도 시행('06)

표시제도 강화

- 소비자의 알권리 충족을 위해 원산지표시,
GMO표시관리 강화

□ 유해물질 안전성 관련 연구동향

단 계	주요 연구 내용
위해성평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작물, 환경 잔류행적(이동, 대사, 분해) 연구 ○ 유해물질 독성평가 및 다성분 동시분석법 개발 ○ 포유동물, 환경생물 독성시험기법 개발 ○ 농작업자, 소비자 및 환경생물 노출모델 개발 ○ 안전계수, 위험지수 산출기법 확립
위해관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 등록농약 인체, 환경위험 평가기준 설정 ○ 안전기준(잔류허용기준)설정 및 독성등급 분류 ○ 유해물질 경감기술개발(세척효과, IPM기술 등) ○ GAP 가이드라인 설정 및 실천모델 개발 ○ GLP 독성시험기관 평가 및 기준 준수 모니터링

잔류성 유기오염물질

□ 잔류성 유기오염물질의 장거리 오염

대기를 통해 수천 km 이동

열대와 아열대 지방의 따뜻한 지방의 따뜻한
온도에서 휘발 대기중으로 고위도 지역으로 이동

응축, 흡착, 침전

낮은 농도에서 분해속도 느림
환경내 잔류성 높음



잔류성 유기오염물질

국내에서 사용하지않은 물질도
잔류가능성이 높음

국내실태 조사사례가 없음

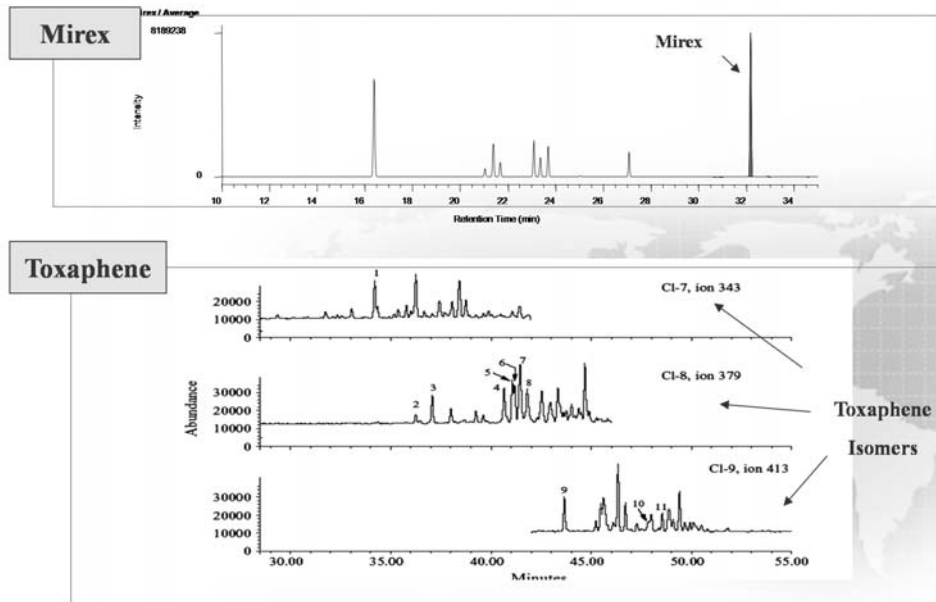
정책결정에 어려움

OECD, WHO 규제화학물질 관련 한·중·일 공동대응
☞ 일본을 중심으로한 3국 공동연구체계 구축



※ 이성질체를 통한 원인규명이 기대됨
☞ 국가간 책임문제 해결에 증거제시가능

□ 사용이력이 없는 잔류성 유기오염물질의 검출(일본)



잔류성 유기오염물질

□ 국제적 관리 동향

- POPs는 장거리 이동성, 생물농축성, 잔류성, 고휘발성이 강한 물질
- 후진국에서 많이 사용되고 있음
- 선진국가에서는 지구환경오염, 생태계 파괴 등을 이유로 규제강화 추세
- UNEP 지정 POPs(22종) : 농약 14종, Dioxins, furans, PCBs 등 8종
- 국내에서는 14종 농약 모두 등록 취소되었거나 등록된 적이 없는 농약임
- ※ 이러한 유기화합물의 제조와 사용을 규제하는 국제 협약 ⇒ 『스톡홀름협약』

잔류성 유기오염물질

□ POPs 물질 선정기준

- 잔류성 대기중 반감기 > 2일
- 물, 토양, 저니토 중 반감기 > 수개월 (2개월 ~ 수년)
- 휘발성 < 1,000 pascal, Henry's law constants or Fugacity calculation
- 장거리 이동성 : 대기·구름 이동, 철새, 해양생물 ⇒ 남·북극, 격리된 섬, 산악지대 오염
- 생물축적 : 어류에서 BCF가 1,000 ~ 5,000 ($K_{ow} > 10,000$)
- 기타 고려 항목 : 확산기작, 사용형태, 해양 이동 양상 등

잔류성 유기오염물질

■ 현 황

- POPs 관리 국가조정관 지정 : 98개국 183기관 (99. 6)
- UNEP 지정 POPs 물질 22종 : 농약 14종, 산업용 또는 부산물 8종
 - ※ 14종 농약은 모두 국내 미등록 또는 등록취소, 사용 생산금지 약제임

● POPs 관련물질 종류 및 용도

물 질 명	용 도	국내 사용여부	물 질 명	용 도	국내 사용여부
Aldrin	농 약	등록취소('69)	Mirex	농 약	미 등 록
Dieldrin	"	" ('70)	Toxaphene	"	등록취소 ('82)
DDT	"	" ('69)	Heptachlor	"	" ('79)
Endrin	"	" ('69)	PCBs	산업용	변압기용
Chlordane	"	미 등 록	Dioxins	부산물	-
Hexachlorobenzene	"	등록취소 ('79)	Furans	부산물	-

※ POPs 주가물질 10종(09, 11) : Endosulfan 등 5종 농약(국내미사용), PFOS 등 산업화학물질 5종

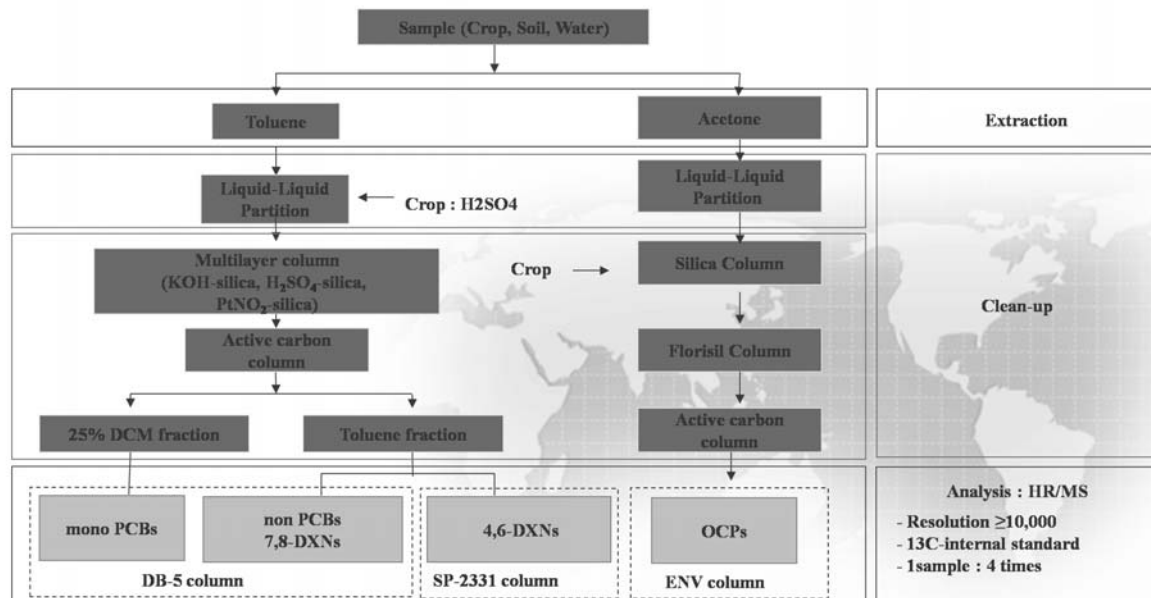
잔류성 유기오염물질

□ Analytical compounds for POPs

Class	Components	Number of comp.
OCPs	HCb, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH, Heptachlor, o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Mirex, Heptachlor Epoxide, <i>trans</i> -Chlordane, <i>cis</i> -Chlordane, <i>trans</i> -nonachlor, <i>cis</i> -Nonachlor, Oxychlordane	22
Industrial By-product	2378-TeCDD, 12378-PeCDD, 123478-HxCDD, 123678-HxCDD, 123789-HxCDD, 1234678-HpCDD, 12345678-OCDD, 2378-TCDF, 12378-PeCDF, 23478-PeCDF, 123478-HxCDF, 123678-HxCDF, 123789-HxCDF, 234678-HxCDF, 1234678-HpCDF, 1234789-HpCDF, 12345678-OCDF	17
Industrial Wastes	344'5-TeCB (#81), 33'44'-TeCB (#77), 33'44'5-PeCB (#126), 33'44'55'-HxCB (#169), 2'344'5-PeCB (#123), 23'44'5-PeCB (#118), 2344'5-PeCB (#114), 233'44'-PeCB (#105), 23'44'55'-HxCB (#167), 233'44'5-HxCB (#156), 233'44'5'-HxCB (#157), 233'44'55'-HpCB (#189)	12

잔류성 유기오염물질

□ Analysis of POPs by GC-HRMS



잔류성 유기오염물질

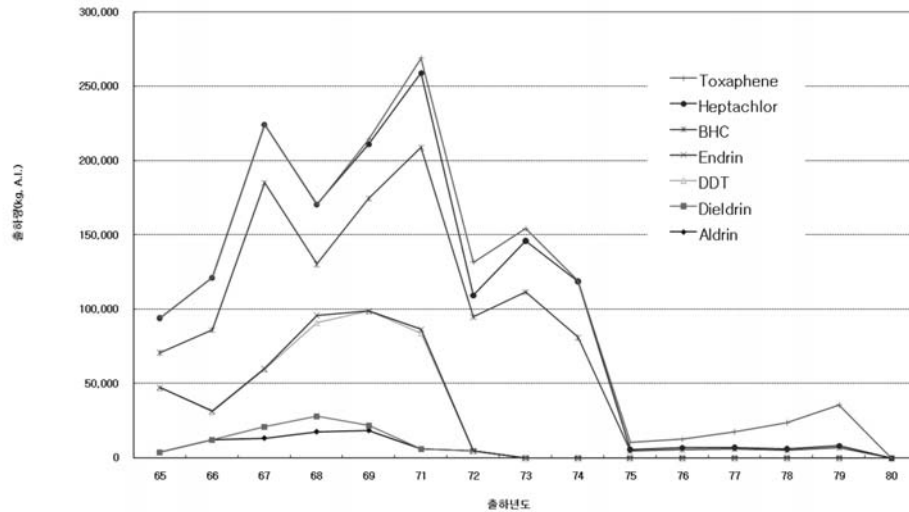
□ POPs 분석매체별 부처간 업무영역

구 분		조사 내용	추진기관
오염실태 조사	환경매체	대기, 하천수질, 토양, 하천퇴적물	국립환경과학원
		해양수질, 해양퇴적토	국립수산과학원
		농경지	농진청
		기타: 소각로 주변지역 경작지, 토양	환경부
	식품류	식품분야 총괄	식약청
		축산물	국립수의과학검역원
		붕어, 황소개구리	국립환경과학원
		수산물	국립수산과학원
		농산물	농진청
	인체	혈액, 모유	국립독성연구원
		소각로 주변지역 주민 혈액	환경부

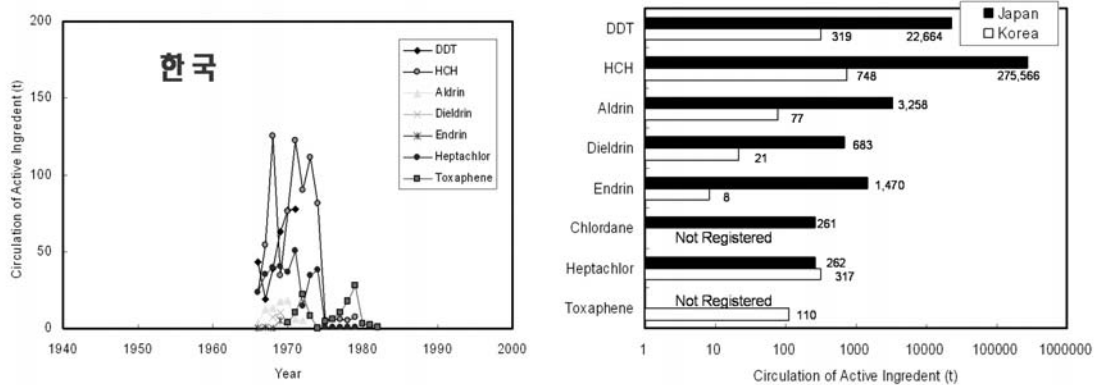
Organochlorine Pesticides

1. Organochlorine Pesticides

□ POPs 중 유기염소계 농약의 출하량

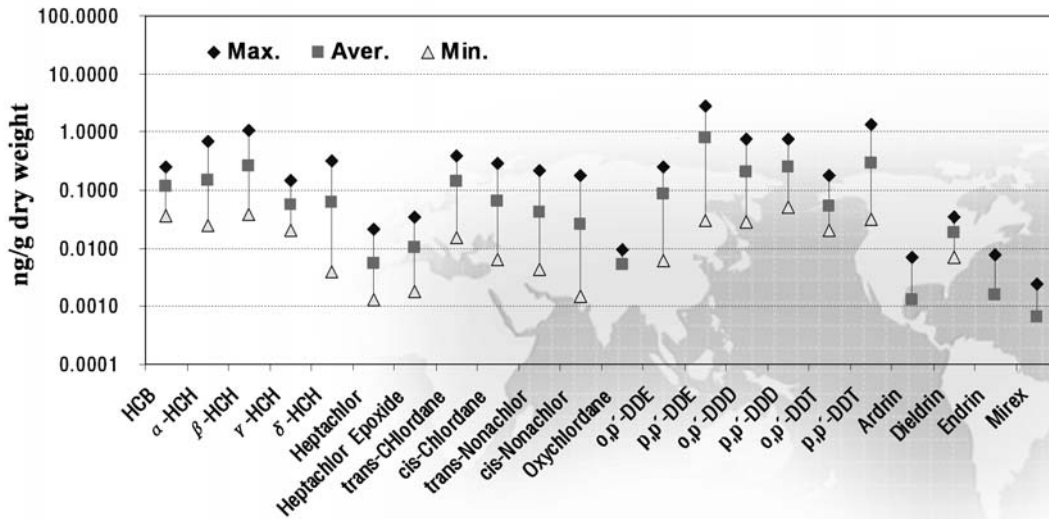


□ POPs 중 유기염소계 농약의 출하량

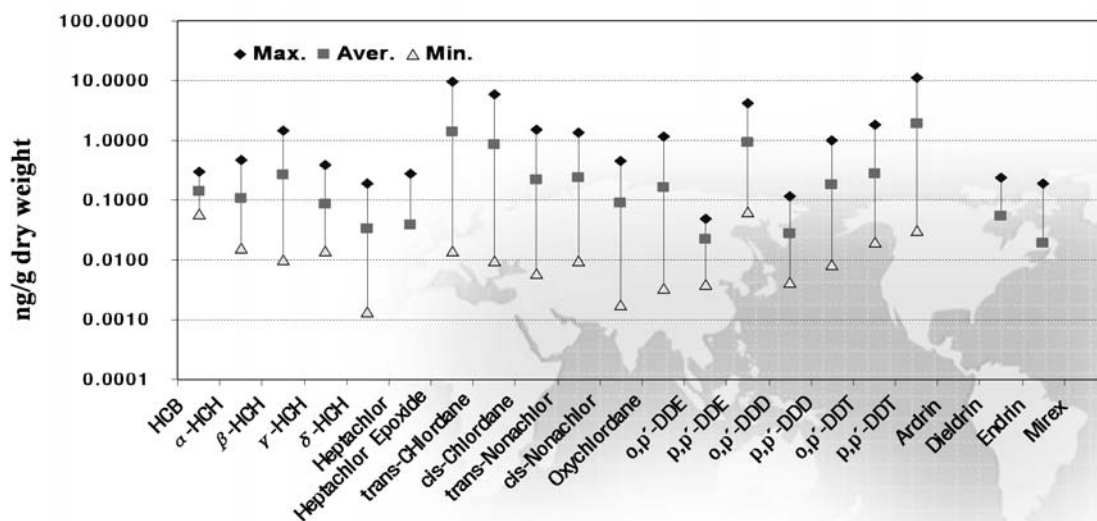


- POPs 관련 농약은 일본이 한국보다 출하량이 수십배에서 수백배 많았음.
- Mirex는 한일양국 모두 농약등록이 없었음.
- Chlordane은 일본은 등록이 있었으나 한국은 없었음.
- Toxaphene은 한국에서 1969년에서 1979년까지 출하되었음. (등록취소 1982년)
- 기타 농약의 경우 1970년대에서 1980년 전후로 등록이 취소되었음.

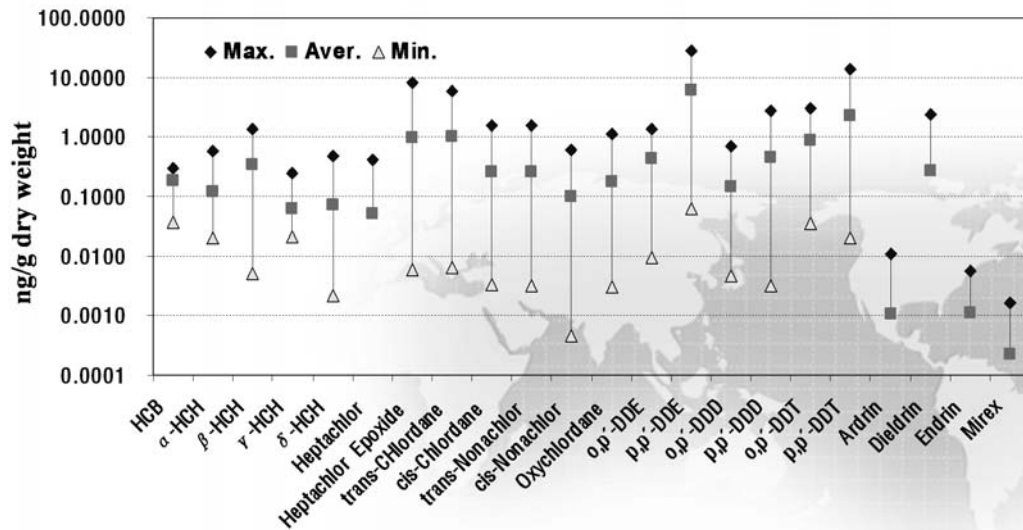
□ 논토양 중 유기염소계 농약의 잔류량 및 특성



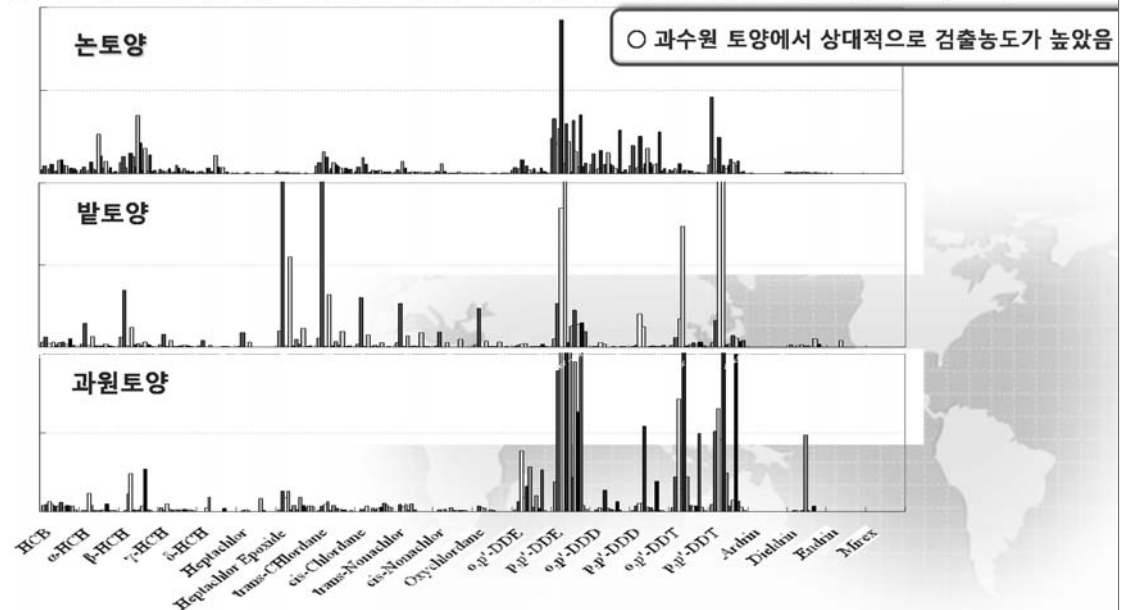
□ 밭토양 중 유기염소계 농약의 잔류량 및 특성



□ 과수원토양 중 유기염소계 농약의 잔류량 및 특성

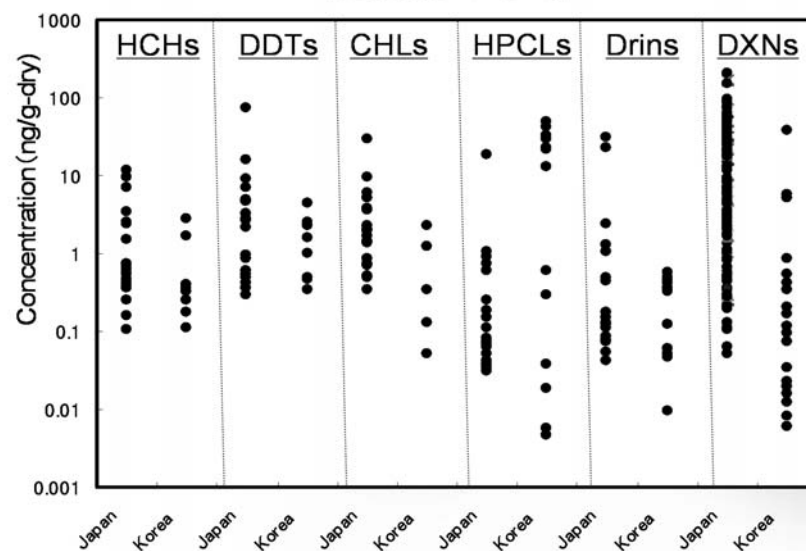


□ 경작지 토양별 유기염소계농약의 잔류특성 및 분포 (ng /g dry wt.)



□ 한·일 POPs의 검출 농도비교

[검출농도 비교]

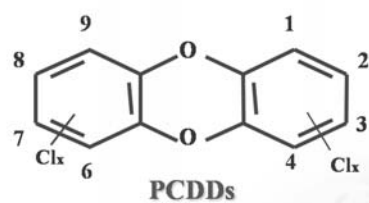


□ FDA/US action level

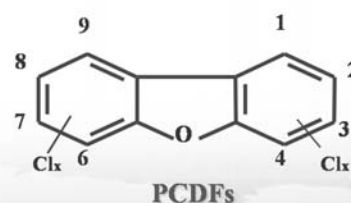
Substance	Commodity	Action level (ppb)
Aldrin & Dieldrin	Cereal grains	20
	Lettuce	30
	Pepper, spinach	50
BHC	Apples, Beans, Citrus, Lettuce, Pears, Peppers	50
Chlordane	Beans, Lettuce, Peppers	100
DDT, DDE, TDE	Cereal grains, Mushroom	500
	Corn	100
	Grape	50
Heptachlor & Heptachlor epoxide	Root and tuber vegetable	10

2. Dioxins & Dioxin like PCBs

□ 구조 및 특성



Polychlorinated dibenzo-p-dioxins



Polychlorinated dibenzofurans

- ▶ 분자량 : 322
- ▶ 용 점 : 300℃
- ▶ 분해온도 : 700℃ 이상
- ▶ 물에 대한 용해도 : 0.072ppb
- ▶ log Pow > 5

- 화학적으로 매우 안정, 생물농축성이 큰 물질로 최종적인 인체위해성 유발
- 최근 내분비계장애물질(EDs), 잔류성유기오염물질(POPs)로 지정

Dioxins & Dioxin like P

□ Dioxins & Dioxin like PCBs의 오염원

오염원분류		대상시설	발생원인
1차 오염원	인위적인 발생	화합물 제조	염화페놀 관련물질의 제조 공정(제초, 곰팡이방지, 살충제의 용도)
		폐기물 소각	도시폐기물, 산업폐기물, 의료폐기물, 슬러지의 소각에 따른 연소부출물, 비산재 및 잔재의 매립지
		펄프, 종이제조	염소화합물에 의한 표백처리 공정
		자동차	휘발류 첨가제, 포착제 사용 (2-Chloro-2-bromoethane)
		기 타	담배연기, 에너지 소비가 많은 산업시설등
	자연적인 발생		화산, 화재, 번개 및 산불 등
2차 오염원	식품섭취, 음용수 섭취, 공기흡입, 피부접촉, 토양, 하수오니, 퇴비 및 퇴적물 등		

Dioxins & Dioxin like P

□ 국가별 Dioxins 의 1일 평균 섭취량(pg/kg/day)

구분	계	식 품	음용수	대 기	토 양
한 국	0.46	0.287(62%)	0.000(0.0)	0.173(37)	0.003(0.6)
일 본	2.62	2.406(92)	0.000(0.0)	0.17(6.5)	0.044(1.6)
미 국	0.93	0.898(96)	0.000(0.0)	0.02(2.2)	0.012(1.8)
독 일	2.00	1.955(97)	0.020(1.0)	0.0245(1.2)	0.001(0.1)

□ 일 본

○ 다이옥신 1일 평균 노출량 : 2.6 pg TEQ/kg/day(식품 2.4)

○ 환경기준

대기 0.6 pg TEQ/m³

수질 1 pg TEQ/L

토양 1,000 pg TEQ/g

○ 소각시설주변 노출량 : 1.8 ~ 5.1 TEQ/kg/day

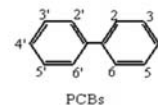
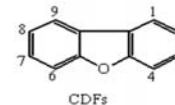
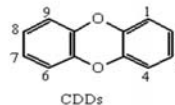
○ 소각시설 주변 농작물 재배환경 중 농도비교

(pg TEQ/g)		
작 물	토 양	농 산 물
현 미	58.6 (31.87)*	0.002 (0.001)
차	15.4 (9.75)	0.045 (0.004)
시 금 치	29.08 (25.7)	0.212 (0.019)
양 배 추	20.5 (13.22)	0.000016 (0.000079)

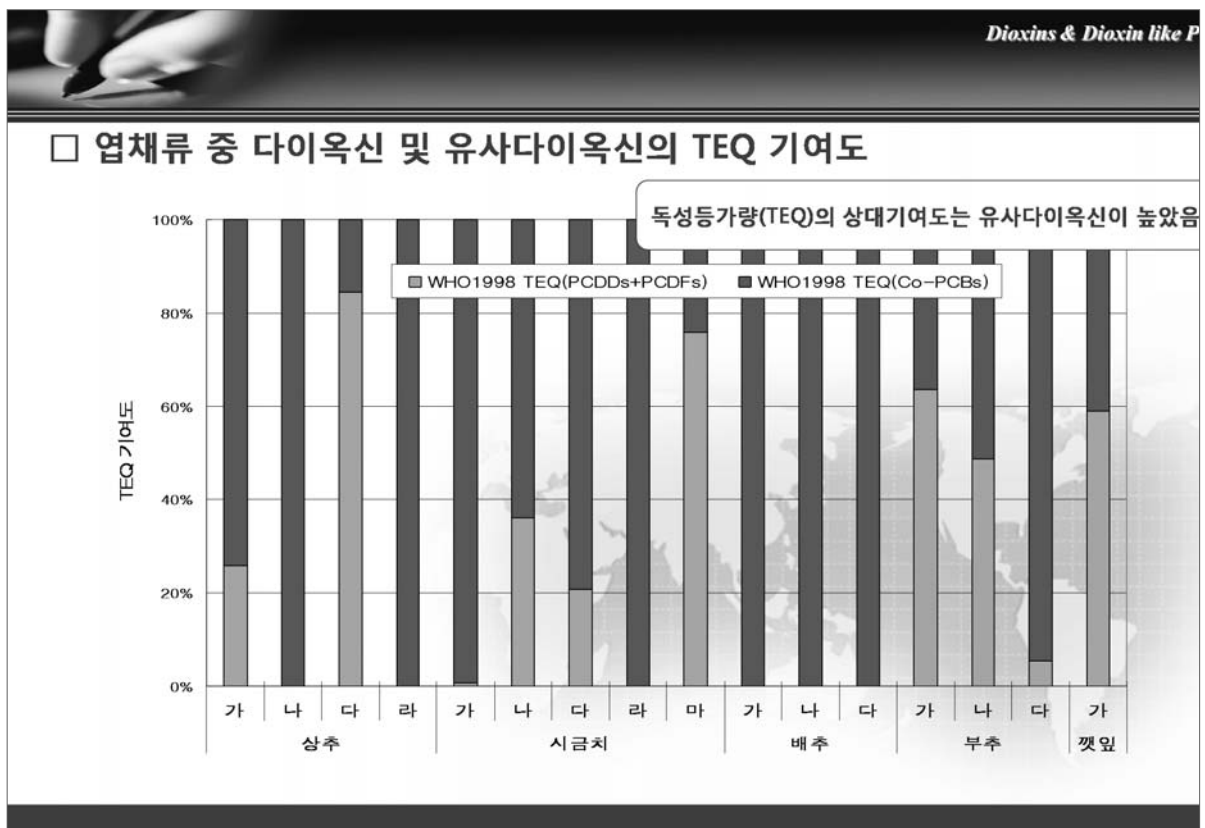
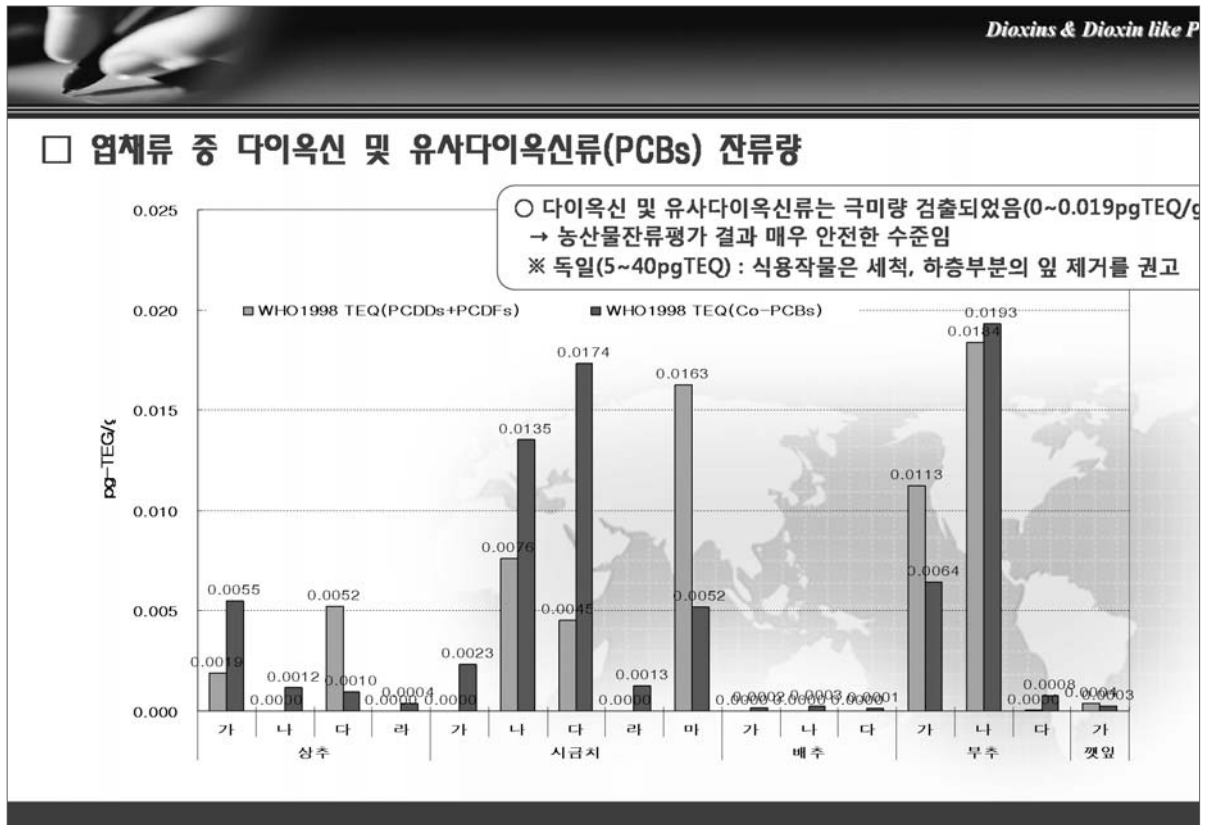
()* : 바이오염지

□ Standardized analytical methods

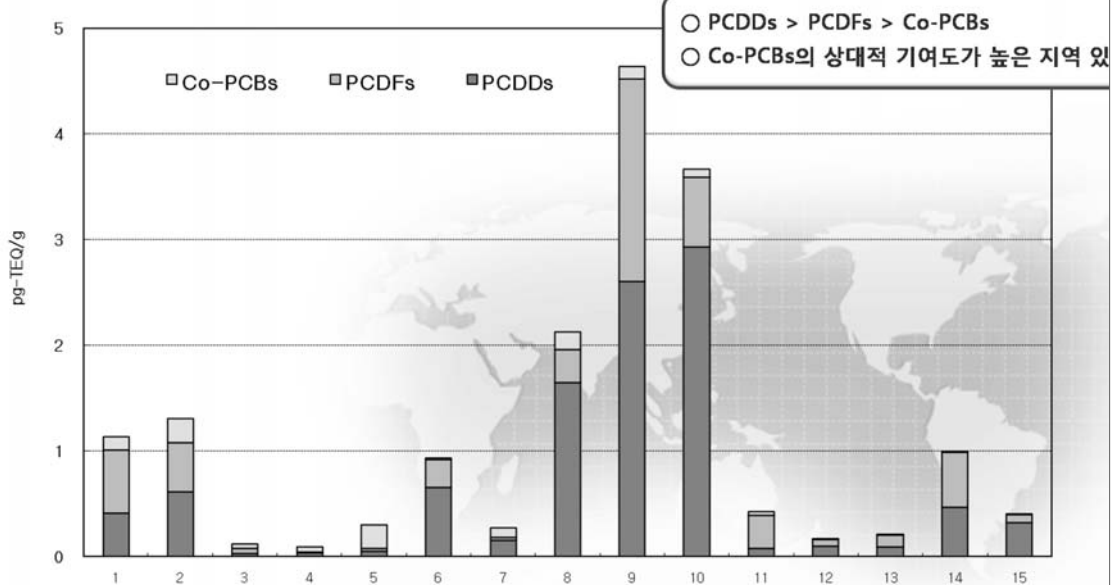
○ Dioxins & Dioxin like PCBs



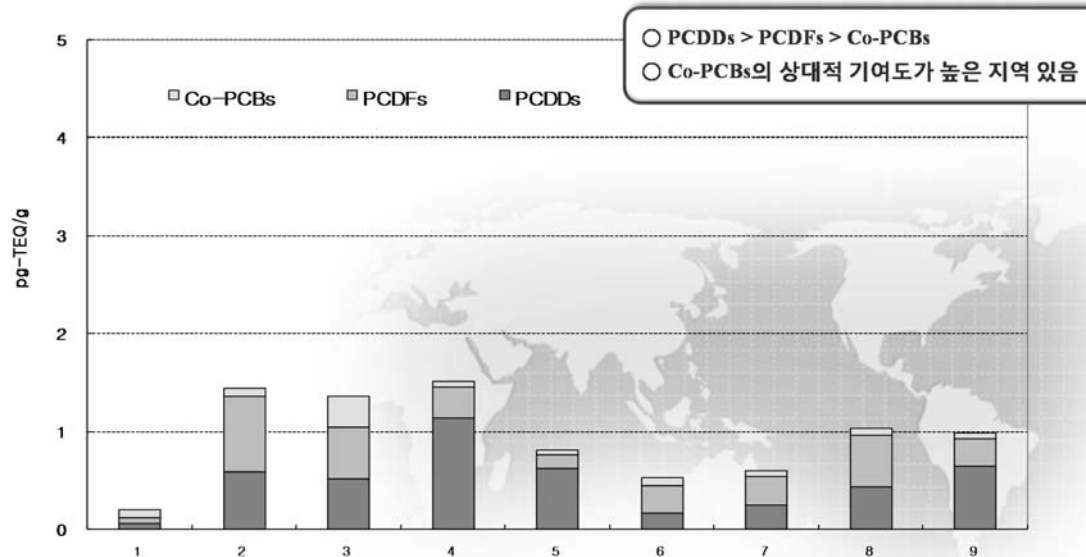
PCDDs				PCDFs			co-Planar PCBs		
CI No.	Congeners	Isomers	TEF Concern	PCDFs	Isomers	TEF Concern	Congeners	Isomers	TEF Concern
1	MCDD	2	-	MCDF	4	-	MCB	3	-
2	DCDD	10	-	DCDF	16	-	DCB	12	-
3	TrCDD	14	-	TrCDF	28	-	TrCB	24	-
4	TeCDD	22	1	TeCDF	38	1	TeCB	42	2
5	PeCDD	14	1	PeCDF	28	2	PeCB	46	5
6	HxCDD	10	3	HxCDF	16	4	HxCB	42	4
7	HpCDD	2	1	HpCDF	4	2	HpCB	24	1
8	OcCDD	1	1	OcCDF	1	1	OcCB	12	-
9	-	-	-	-	-	-	NoCB	3	-
10	-	-	-	-	-	-	DeCB	1	-
total		75	7		135	10		209	12

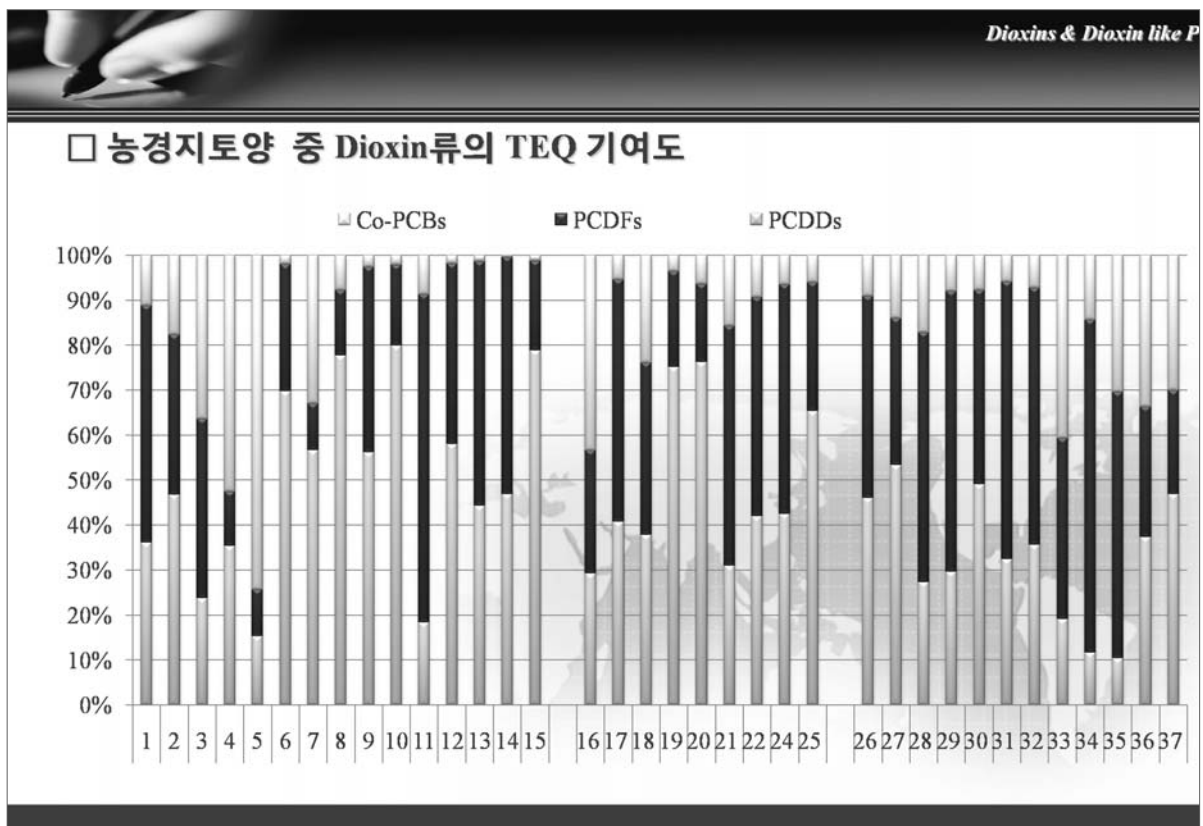
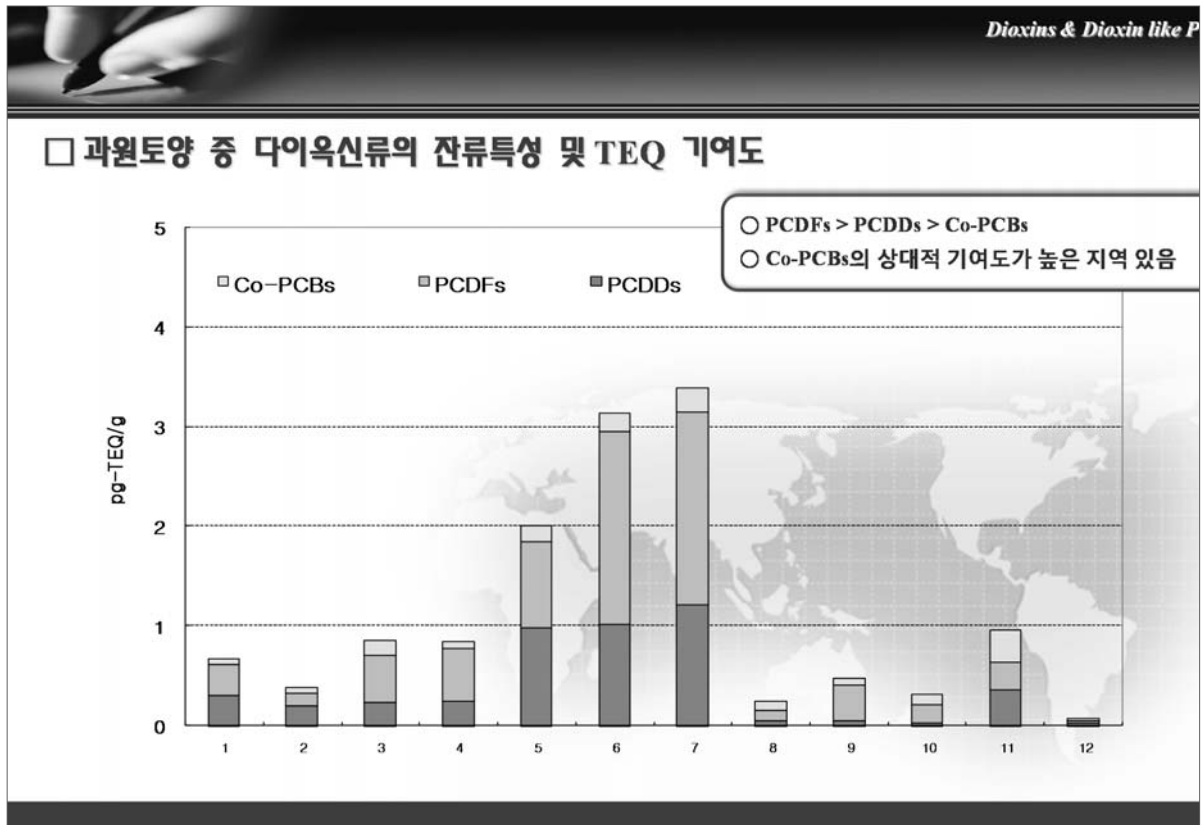


□ 농토양 중 다이옥신류의 잔류특성 및 TEQ 기여도

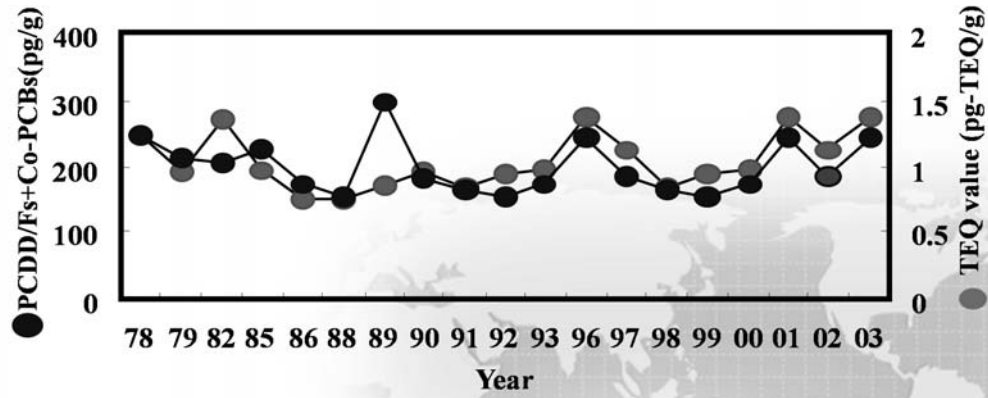


□ 발토양 중 다이옥신류의 잔류특성 및 TEQ 기여도





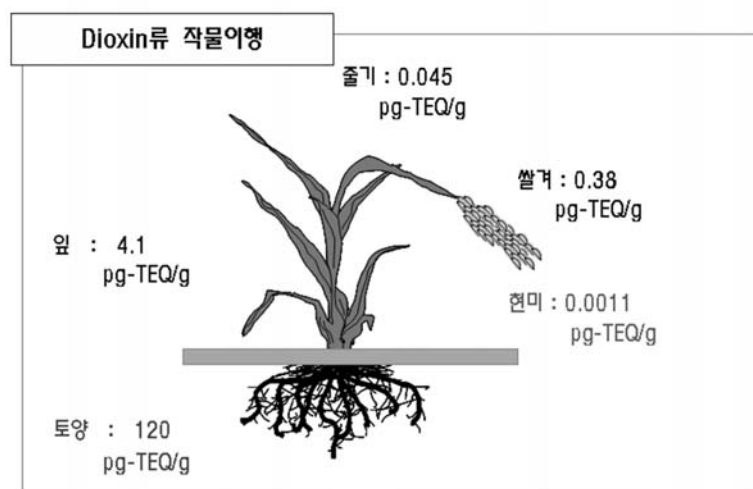
□ 장기간 농토양 중 Dioxins의 잔류량 변화

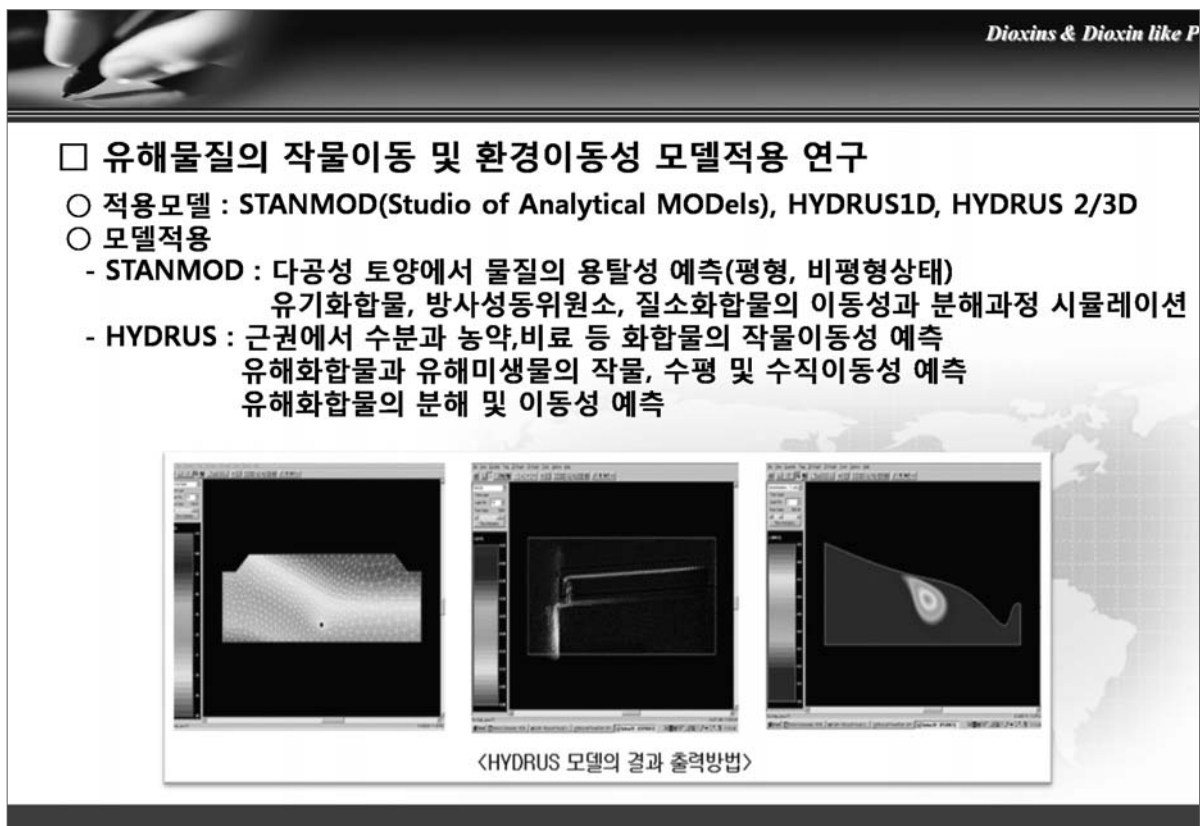
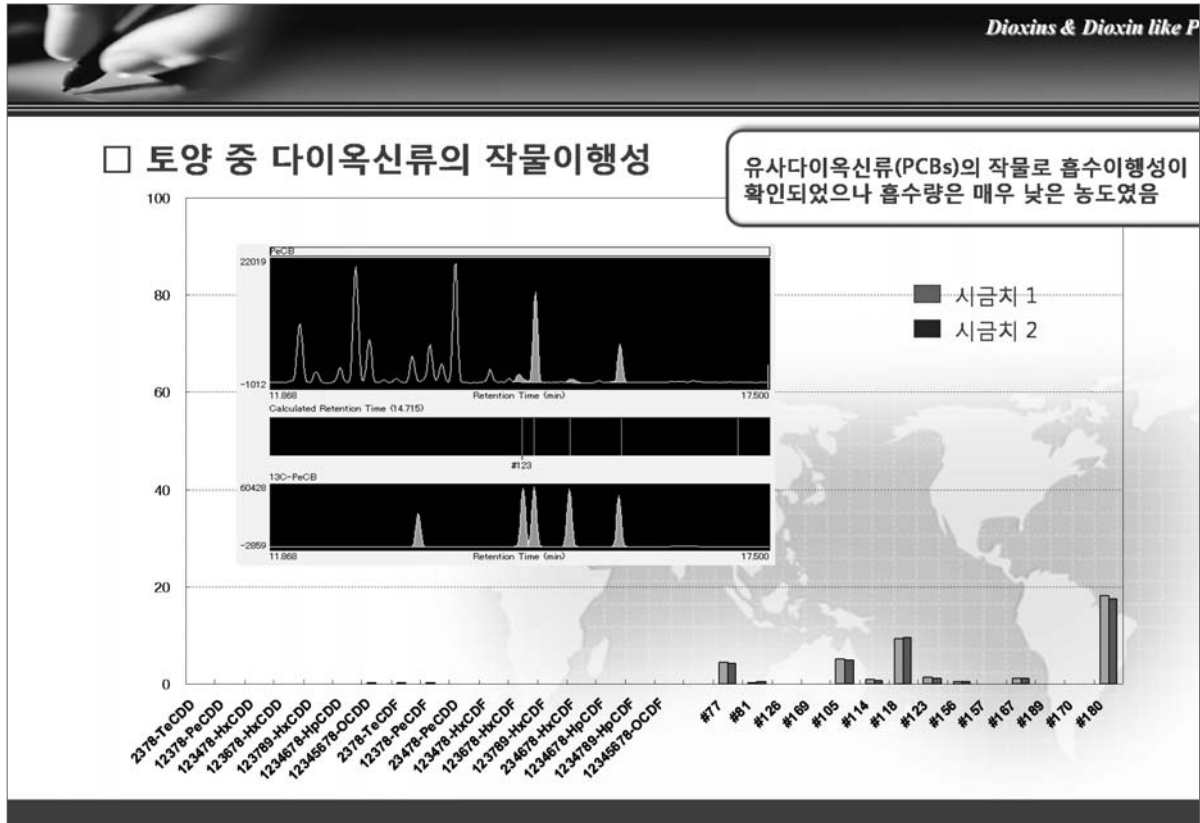


○ 국가별 농경지토양 중 다이옥신 잔류함량 비교평가

- 한국 : 1.66, 일본 : 3.80 pg - TEQ/g dry wt.

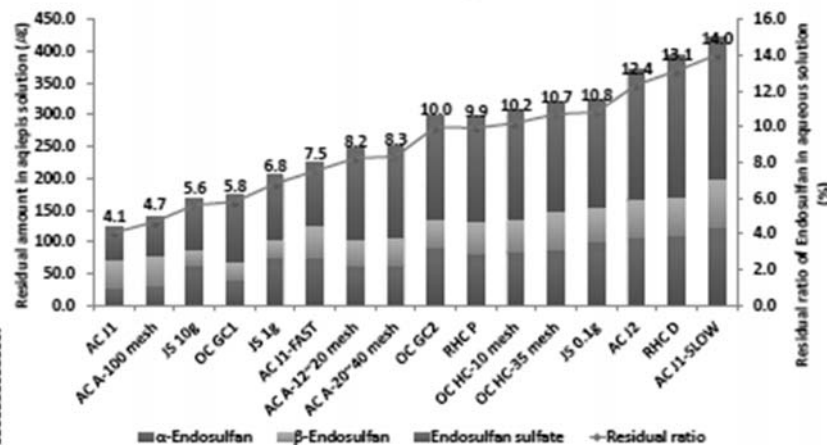
□ 토양으로부터 벼 부위별 다이옥신류의 이행분포





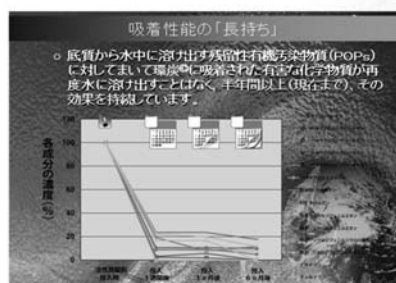
□ 활성탄계 흡착제의 수용액 중 Endosulfan 제거효율

■ Residual ratio of Endosulfan in aqueous solution

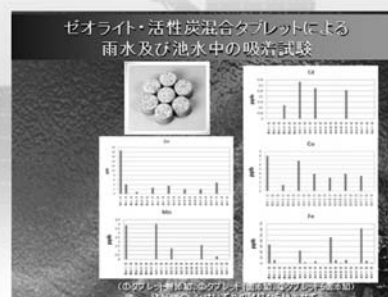


□ 정제활성탄 이용 유해물질의 저감화 연구

- 활성탄 입자크기별 표준농약 255종의 흡착량분석 : 80~100%
- 정제활성탄의 수질 중 잔류성유기오염물질 알드린 등 14종 흡착효과시험
: 수질 중 알드린 등 14종의 시간경과별 흡착효과 ⇒ 1, 2개월 경과시 80%이상,
6개월 경과시 84~100%
- 제오라이트·활성탄 혼합비율별 카드뮴 등 5종 중금속 흡착율 : 90% 이상



정제활성탄의 알드린 등 14종의 흡착효과



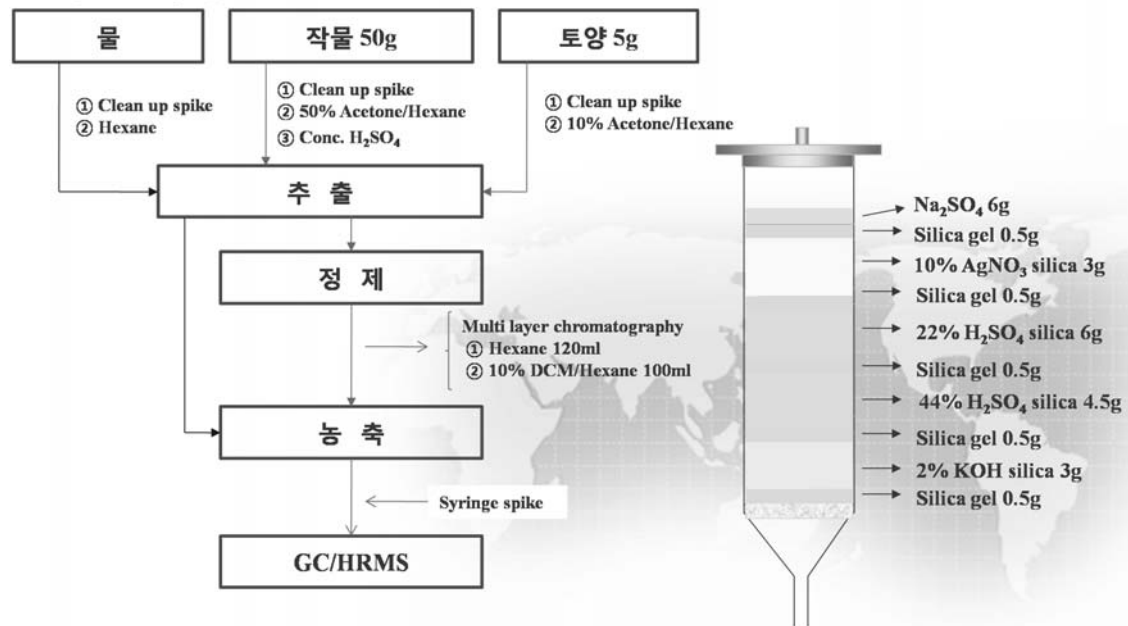
정제활성탄의 중금속5종의 흡착효과

□ 다이옥신 토양오염에 관한 관리기준

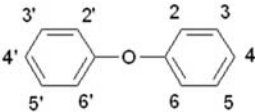
국 명		대 상		pg-TEQ/g	비 고
독 일	1998, 정부안	시가지	어린이 놀이터	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 필요에 따라 · 다른 토지이용으로 전환 · 비오염토양으로 복토, 식재 · 토양의 교환
			주택지	1,000	
			공원	1,000	
			상공업지역	10,000	
	1991, 참고치	농경지		5~40	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배출원조사와 배출원대책의 권고 ○ (5~40pg) · 우유중 다이옥신 농도조사를 권고 · 식용작물은 세정, 아래 부분의 잎 제거를 권고 ○ (40pg 이상) · 목초지로 이용하지 않도록 권고 · 작물 등에 이행되지 않음이 확인되면 제한 없음.
				40 이상	
미 국	EPA (1998)	거주지		1,000	오염부지마다 정화수준을 설정하기 위한 잠정목표
		상업지, 공업지		5,000~20,000	
	HHS/ ATSDR (1997)	거주지		1,000	처분장의 상부, 주변 거주지에서 건강조사 등 공중위생상 행동을 취해야할 수준
일 본	환경청 (1999)	거주지		1,000	일반인이 일상생활을 영위하는 장소에 대책을 취하여야 할 농도

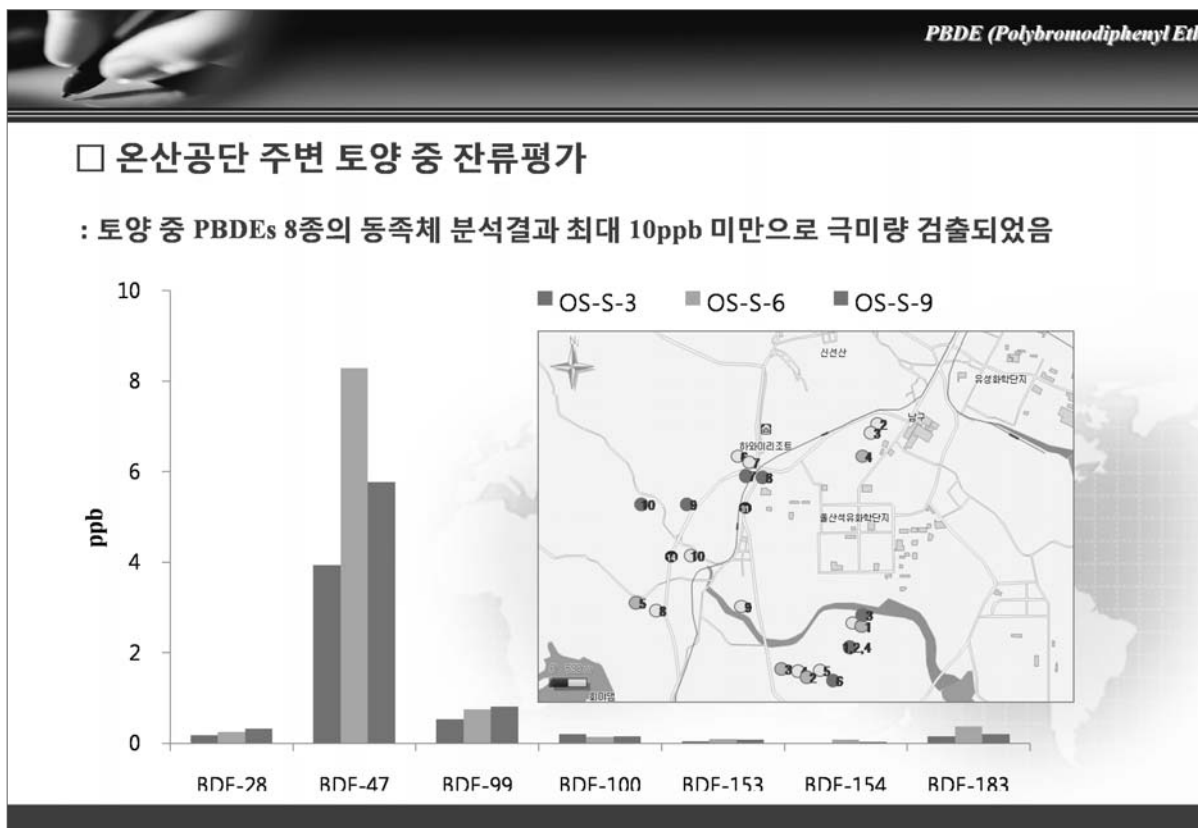
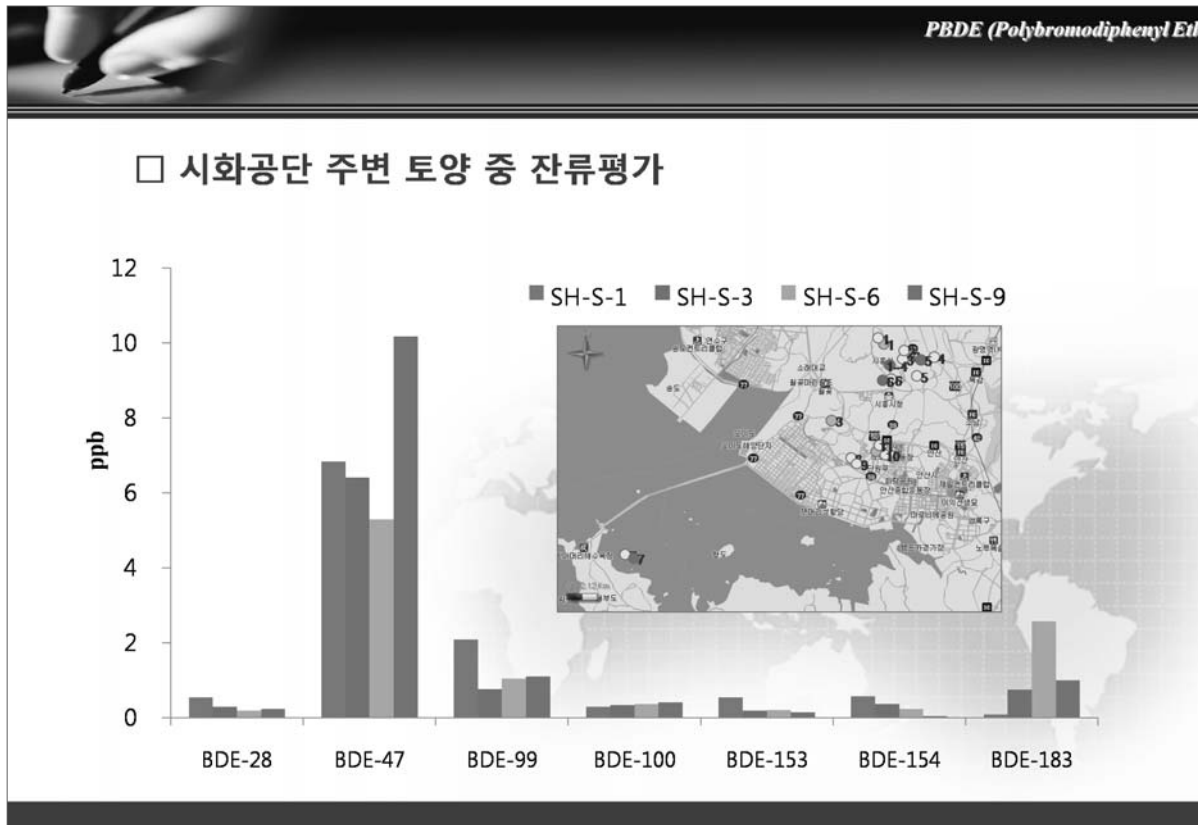
3. PBDE(Polybromodiphenyl Ether)

□ 시료전처리



□ PBDEs 이성체 분석질량 및 회수율

PBDEs		RRF	Recovery (%)	분석 분자량	
				¹² C ₁₂	¹³ C ₁₂
	2,4,4'-Tribromodiphenyl ether(28)	1.03	91.4	405.8021 407.8001	417.8424 419.8403
	2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether(47)	0.73	108.2	483.7126	495.7529
	3,3',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether(77)*	-	-	485.7106	497.7508
	2,2',4,4',5-Pentabromodiphenyl ether(99)	0.89	177.2		
	2,2',4,4',6-Pentabromodiphenyl ether(100)	0.77	102.4	563.6211 565.6191	575.6614 577.6593
	3,3',4,4',5-Pentabromodiphenyl ether(126)*	-	-		
	2,2',4,4',5,5'-Hexabromodiphenyl ether(153)	1.27	108.5	481.6970	493.7372
	2,2',4,4',5,6'-Hexabromodiphenyl ether(154)	1.03	69.3	483.6950	495.7352
	2,2',3,4,4',5',6-Heptabromodiphenyl ether(183)	1.06	97.1	561.6055 563.6035	573.6457 575.6437
	* Syringe spike				



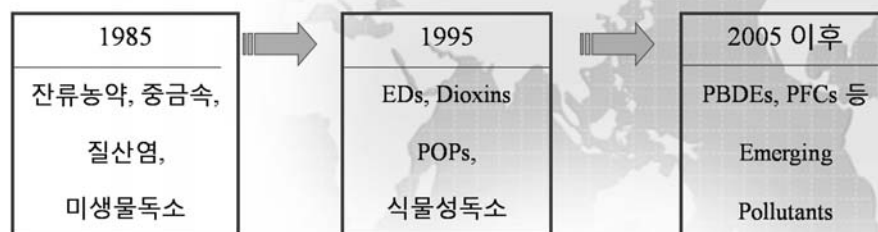
Ⅲ. 유해물질 안전관리를 위한 연구추진 체계

유해물질 안전관리를 위한 연구추진 체계

배
경

- 안전농식품에 대한 소비자 욕구 및 의혹 팽배
- 현재 농식품안전성은 수확 후 또는 유통과정에서 품질관리
- 농식품의 안전성은 생산단계부터 수확저장까지 관리 필요

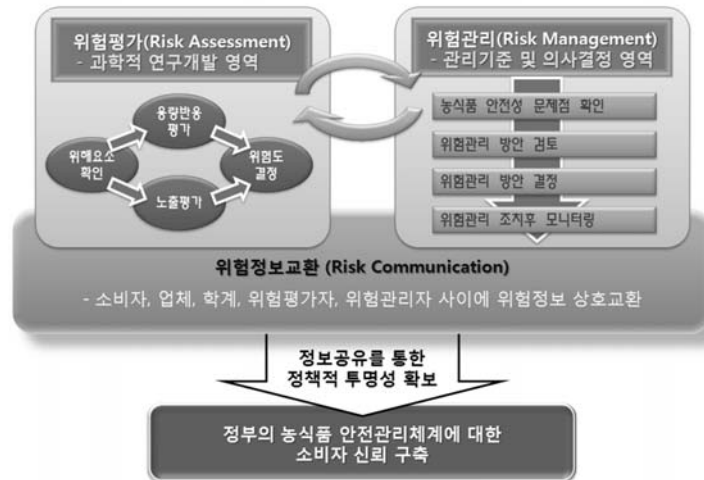
안전성 평가항목 다양화



유해물질 안전관리를 위한 연구추진 체계

□ 유해물질 위해분석 연구추진방향

: 유해물질 잔류분석 → 노출량 평가 → 위해성평가 → 관리기준 설정 → 저감화 기술개발



유해물질 안전관리를 위한 연구추진 체계

