GOVP1200509059

과제번호 M1-0001-00-0095

내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템연구

Study of Integrated Pollution Control for Risk Assessment and Management System on Endocrine Disruptors

(주)랩프런티어 부설연구소

과 학 기 술 부

제 출 문

과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 "내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템 연구 과제의 보고서로 제출합니다.

2002. 8. 13

주관연구기관명 : (주)랩프런티어 부설연구소

주관연구책임자 : 박 종 세 (책임연구원)

연 구 원 : 오 창 환, 정 옥 선 (책임연구원)
강 윤 석, 이 미 연 (선임연구원)
최 시 내, 서 영 환 〃
백 종 웅, 채 봉 수 〃
김 승 호 〃
전 미 령, 차 경 훈 (연구원)
김 민 정, 최 혜 경 〃
차 수 진, 왕 만 식 〃
김 미 경, 송 훈 〃
서 영 상 〃
홍 지 연, 한 지 연 (외부연구원)
김 효 미, 윤 영 식 〃

보고서 초록

<table>
<tr><td>과제관리번호</td><td>M1-0001-00-0095</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2000. 6. 14
~ 2002. 6. 13</td><td>단계 구분</td><td>1단계 / 2단계</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>연구사업명</u></td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">특정연구개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">국가지정연구실사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>중 과 제 명</td><td colspan="4">내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템 연구</td></tr>
<tr><td>세부(단위)과제명</td><td colspan="4">내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템 연구</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>박 종 세</td><td>해당단계
참여연구원수</td><td>총 : 22 명
내부 : 18 명
외부 : 4 명</td><td>해당단계
연구비</td><td>정부: 358,972 천원
기업: 131,865 천원
계: 490,837 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속부서명</td><td colspan="2">(주)랩프런티어 부설연구소</td><td colspan="2">참여기업명</td><td>(주)랩프런티어</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="5">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자이내)</td><td>보고서
면수</td></tr>
</table>

○ 내분비계장애추정물질 정보 DB 구축

각 물질별 위해성평가수행시 요구되는 물리·화학적성질 및 독성정보, 환경내 동태 및 잔류정보, 용량-반응관련정보, 규제관련정보등을 총망라하여 수집·가공하고, 이를 사용자환경을 구축하여 데이터베이스 시스템화함.

○ 연구대상물질 선정(연구대상 내분비계장애추정물질 및 congener 선정)

국내외 여러기관에서 내분비계장애추정물질로 제시되고 있는 물질들을 대상으로 하여 국내 유통량 및 규제내역을 조사하고, 실제 모니터링 현황을 고려하여 추후 모니터링 및 통합적 위해성평가를 위한 연구대상물질을 선정함.

○ 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구

약 70여종의 내분비계장애추정물질을 대상으로 각 물질의 환경매체를 통한 다경로 노출경로와 이의 인체유입시 인체내 대사과정을 규명함. 본 연구내용과 관련한 배출오염원과 환경내 동태기전등을 추가적으로 규명함.

○ 내분비계 장애추정물질 표준분석법 확립 및 분석 매뉴얼 제작

세계생태보전기금(WWF)에서 분류한 내분비계장애추정물질 67종(당초대상물질)과 이후 분류된 126종의 내분비계장애추정물질중 5종을 포함한 총 73종에 대한 표준분석법 제안 및 매뉴얼을 제작하였음.

○ 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구

내분비계장애추정물질의 환경내 동태관련 여러정보를 수집하고, 각 매체간 이동과 매체내 변화를 추정할수 있는 동적모델(dynamic model)의 구축기법을 개발하며, 각 관련요인들을 고려한 환경내 동태모델링 프로그램을 구축함

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	내분비계장애물질, 위해성평가, 위해도관리, 관리시스템, 모니터링
	영 어	Endocrine disruptors, Risk assessment, Risk communication, Risk management, Managing System, Monitoring

요 약 문

Ⅰ. 제 목

내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

대기, 수질, 토양 등 환경오염물질에 대한 인체위해도(Health risk)를 결정하는데 위해성평가개념이 도입되어 활발한 연구가 진행되고 있다. 위해성평가기법(Risk assessment methodology)은 오염물질로부터 인체에 직접적인 영향에 대한 위해도를 결정하고, 예측된 위해도에 근거한 환경중 유해물질관리를 체계적으로 추진하는 기반기술이다. 기술적으로 위해성평가의 기법은 여러 기관을 통해 이미 그 기법의 기본틀이 구축되었고, 국내에서도 이미 여러 매체에 존재하는 환경중 유해화학물질(Environmental hazardous chemical)에 대한 위해성평가(Risk assessment)가 수행되고 있다. 그러나 환경중 유해물질의 다양한 특성과 독성기전의 고려, 노출수준이 현저히 다른 집단의 노출량(exposure dose) 통합, multi-media/multi-pathway exposure, 시간에 따른 노출량의 변화 및 누적 노출량(accumulative exposure dose) 산정, 수용체(receptor)로서의 인체가 가지는 다양한 민감도 고려, 등 위해성평가기법 적용에 있어서의 새로운 이슈들이 계속 제기되고 있고, 이에 따른 위해성평가 기법도 지속적으로 개발되고 있다.

또한, 최근 내분비계장애물질(Endocrine disruptors)의 환경중 독성영향과 인체 독성영향이 규명되고 전세계적으로, 인류의 존속과 관련된 중대한 영향력에 대한 연구결과가 보고됨에 따라 이에 대한 국민적 관심과 이로 인한 위해성의 평가와 평가결과에 근거한 정책적 관리가 요구되어지고 있다. 내분비계장애물질은 체내 호르몬 균형에 영향을 끼침으로서 치명적이고 다양한 독성영향을 나타내고 있음이 밝혀지고 있으며, 유사한 성질을 가진 물질의 그룹이 아닌 다양한 물질에서 복합적인 영향을 나타내고, 각 물질별로 다양한 내분비계 독성영향을 나타냄으로써 위해성평가에 있어 지금까지와는 다른 평가기법의 개발이 요구되고 있는 물질이다. 이는 현재까지 개발되어 온 위해성평가 방법론을 적용하고, 위해성평가에 있어 고려되어야 할 여러

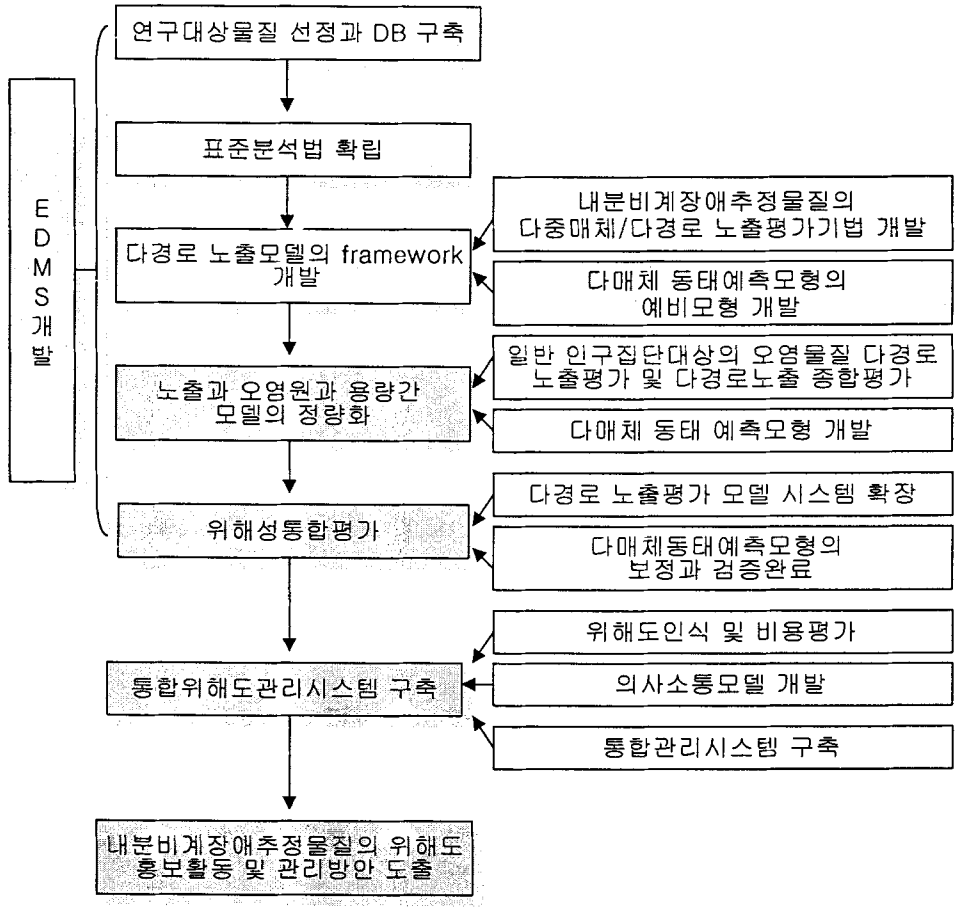
문제들을 해결해야함과 동시에 내분비계장애물질이 가진 독성학적 특성까지 고려된 위해성평가가 이루어져야 한다는 것이다. 현재 내분비계 장애물질에 대한 연구는 아직 내분비계독성영향을 나타내는 물질들의 규명과 물질들의 toxic endpoiont 설정등의 위험성확인단계와 내분비계장애물질의 환경중 분포수준을 살펴보는 노출평가의 초기단계 수준까지 진행되어 있다.

내분비계장애추정물질의 통합적 위해성평가 및 관리시스템 개발을 위한 1단계 연구에서는 현재 규명되어 있는 내분비계장애물질을 확인하고, 각 물질별 독성정보와 환경중 분포에 관한 정보, 그간 용량-반응평가를 위하여 연구되고 보고되어 온 독성기준치, 관리·규제치 등을 수집하여 위해성평가에 활용가능한 모든 정보를 통합한 데이터베이스를 구축하고자 하였다. 또한, 내분비계장애물질의 노출평가를 위하여 각 환경매체내 모니터링을 위한 내분비계장애물질의 표준분석법을 제안하고자 하였으며, 각 환경매체내 존재하는 내분비계 장애물질의 동태를 파악하고 예측할 수 있는 환경내 동태 모델을 구축하고자 하였다.

이를 바탕으로 추후 2단계 연구에서는 1단계에서 구축한 환경내 동태 모델을 완성하고, 실제 모니터링을 통한 환경내 내분비계장애물질의 수준을 파악하고, 또한, 모델을 통한 결과를 검증하며, 조사된 내분비계장애물질의 환경내 잔류수준을 토대로 인체노출량을 산정하고자 한다. 또한, 내분비계장애물질의 용량-반응평가 방법론을 구축하고, 이러한 모든 정보에 근거한 정량적 위해도를 산출하고, 이에 합리적이고 과학적인 관리대안을 제시하고자 한다.

위해성평가와 아울러, 위해도관리에 고려되어야 할 위해도인지와 이를 위한 위해도전달기법을 개발하고, 위해도 관리에 활용되어야 할 비용-편익분석등의 관리기법을 개발하고자 한다. 또한, 내분비계장애물질의 환경중 잔류수준파악을 위한 분석정보와 잔류수준에 따른 위해도결정과정 및 관련정보를 모두 통합 시스템화함으로써 내분비계장애물질의 통합 위해성정보관리 시스템(Endocrine Disruptors Risk Management System, EDMS)을 구축하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발추진전략


연구대상물질 선정과 DB 구축
표준분석법 확립
다경로 노출모델의 framework 개발
노출과 오염원과 용량간 모델의 정량화
위해성통합평가
통합위해도관리시스템 구축
내분비계장애추정물질의 위해도 홍보활동 및 관리방안 도출
EDMS 개발
내분비계장애추정물질의 다중매체/다경로 노출평가기법 개발
다매체 동태예측모형의 예비모형 개발
일반 인구집단대상의 오염물질 다경로 노출평가 및 다경로노출 종합평가
다매체 동태 예측모형 개발
다경로 노출평가 모델 시스템 확장
다매체동태예측모형의 보정과 검증완료
위해도인식 및 비용평가
의사소통모델 개발
통합관리시스템 구축

Ⅳ. 연구개발내용 및 결과

1. 내분비계장애추정물질의 평가를 위한 데이터베이스 구축

국제환경보호기금(WWF), 미국 환경청(EPA), 미국 질병관리센터(CDC), 일본 환경청, 우리나라 환경부, 식품의약품안전청등의 발표자료와 내분비계장애추정물질에 대한 위해성 및 독성정보관련 해외 데이터베이스, 모니터링자료, 규제현황, 국내 유해화합물의 사용·제조·수입현황 등의 정보를 수집하였으며, 보다 효율적인 자료활용을 위해 내분비계장애추정물질의 위해성평가 및 관리자료활용 용도에 적합한 데이터베이스를 디자인하여 구축하였다. 대상물질은 당초 연구계획상의 WWF에서 선정한 67종의 물질로 하였으며, 이에 추가로 WWF에서 선정된 물질을 포함시켜 140여종의 내분비계장애추정물질을 대상으로 본 데이터베이스를 재구축함으로써 연구범위를 확장·수행하였다.

본 데이터베이스시스템에 포함된 위해성관련정보의 수집과 선택 및 가공과정은 위해성평가 수행에서의 위험성확인단계에 해당하는 과정이다. 이는 위험성확인시 정보선택지침에 따라 선택되었으며, 이는 정성적 위해성평가단계의 영역이다. 위해성평가에 있어서는 적절한 정보의 선택이 위해성평가전체를 좌우할 수 있기 때문에 이러한 정보데이터베이스 구축은 단순한 정보의 수집이 아닌 정보의 선택과정이라 할 수 있다.

본 연구결과물을 CD-ROM으로 제작하고, 본 정보시스템의 매뉴얼을 작성하였다.

향후 본 국가지정연구실의 웹사이트에 본 정보시스템을 포함시킴으로써 활용성을 증대시키고 정보공유 네트워크를 구축하며, 2단계에 수행될 내분비계장애추정물질의 위해성평가 관리시스템의 기초자료로 활용하고자 한다.

본 프로그램은 프로그램심의조정위원회에 등록하였으며, 본 보고서에 부록(CD)으로 첨부하였다.

2. 사례연구를 위한 대상물질 선정

국제환경보호기금(WWF)에서 제시하고 있는 내분비계장애추정물질을 대상으로 국내 모니터링 현황을 조사한 결과, Polychlorinated Biphenyls(이하 PCBs라 함)는 현재 국내에서 금지된 유해화학물질임에도 불구하고 지속성이 크고 생체내 축적성이 커서 환경내 잔류량이 높은 것으로 나타났다. PCBs는 최근 내분비계장애추정물질로 알려진 여러 물질중 다이옥신과 함께 관심이 집중되고 있는 유해화학물질로서, 여러 환경매체를 대상으로 위해성평가가 이루어지고 있는 물질이다. 이는 각각의 congener들은 서로 다른 물리화

학적 성질을 가지고, 서로 다른 생물학적 영향을 나타내며, 환경중 매체내 분포와 독성정보를 다양하게 나타냄에 따라 환경중 규제 및 위해성관리를 위한 위해성평가시 PCBs는 각 물질의 독성등가지수(Toxic Equivalency Factor, TEF)를 활용하여 복합물질에 대한 위해성평가를 수행한다. 그러나, 현재 제시되고 있는 독성등가지수는 2,4,7,8-TCDD의 발암영향을 기준으로 한 것이며, 다이옥신 비유사화합물의 위해성평가 및 비발암독성영향을 대상으로 위해성평가 방법론, 특히 내분비계영향을 기준으로 한 위해성평가 방법론의 연구필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 주로 내분비계영향을 중심으로 한 비발암독성영향을 독성 endpoint로 하여 위해성평가 방법론을 제시하고, 또한 각 매체간의 이동과 동태기전에 관한 모델링 방법론 연구수행을 위하여 환경매체내 잔류성이 높은 PCBs를 연구대상물질로 선정하였다.

2단계 연구사업에서는 선정된 연구대상물질을 중심으로 한 환경내 동태기전 및 인체노출경로를 파악하여 실제 일어날 수 있는 여러 형태의 인체노출시나리오를 구축하고, 이에 따른 각 환경매체내 잔류량을 분석하고, 매체간 이동량은 모델링을 통하여 추정한다. 이를 토대로 모든 환경매체를 통한 가능한 인체노출경로를 고려하며, 내분비계장애추정물질의 생식독성 및 내분비계영향을 중심으로 한 위해성평가를 수행하고자 한다.

3) 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구

WWF에서 선정한 내분비계장애추정물질을 대상으로 각 물질의 물리·화학적 특성에 따른 환경내 거동(동태)기전과 이에 따른 매체내 분포특성을 조사하였으며, 이의 인체유입시 인체내 대사과정을 규명하였다.

본 연구는 여러 관련연구결과를 참조하고, 여러기관에서 제시하고 있는 데이터베이스 내용을 총 집대성하여 내분비계장애추정물질에 대해 각각의 내용을 정리하였다. 현재 규명된 바 있는 내분비계장애추정물질은 공통적인 물리·화학적 성질을 가짐으로써 내분비계장애영향을 나타내는 것이 아니며, 또한, 환경내 동태 현황은 각각의 물질의 특성에 따라 상당히 다양하게 나타났다. 본 연구결과를 1차년도에 구축한 위해성평가정보 데이터베이스에 수록함으로써 그 활용성을 높였다.

4) 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 및 매뉴얼 작성

세계야생보호기금(WWF)에서 선정한 67종의 내분비계 장애추정물질에 대해 인체노출경로 및 인체내 대사과정을 규명하고, 연구대상물질과 대사물질에 대해 관련국제기구 및 연구자료, 그리고 본 연구팀의 연구개발을 통해 신뢰성과 정확성을 확보

한 표준분석방법을 확립하고자 하였다. 현재 이들 연구대상물질들에 관련된 공인된 표준분석법으로는 미국 환경청인 EPA에서 제정한 방법(EPA method)과 일본 후생성에서 제정한 방법등이 있으며, 미국 EPA에서는 73종의 내분비계장애추정물질을, 일본 후생성에서는 모두 142종의 물질을 선정하여 이들에 대한 규제 및 관리를 시행하고 있는 것으로 알려져 있다. 세계야생보호기금(WWF)에서는 67종의 내분비계장애추정물질이었던 것을 1998년 총 125종으로 추가, 선정하였으나 우리나라 환경부에서는 이들 67종에 대한 분석법 확립에 주력하고자 하였다.

내분비계장애추정물질의 측정분석방법 매뉴얼의 개요에서는 67종의 내분비계장애추정물질에 대한 물질별 특성과 환경 및 인체영향등을 소개하였으며, 미국 EPA와 일본 후생성에서 공인된 시험방법등을 소개, 비교하였다. 또한, 관련국제기구와 여러 연구사례를 통해 얻어진 자료를 기반으로 본 연구팀에서 개발·확립한 표준분석법을 소개하였는데, 내분비계장애추정물질은 극미량으로 내분비계를 교란시킬 수 있으므로 낮은 검출한계, 효율성, 신뢰성을 확보할수 있는 분석법을 개발하고자 하였다. 뿐만 아니라, 각각의 연구대상물질에 대한 최근 분석동향을 다룸으로써 좀 더 효율적이고 널리 적용될 수 있는 표준분석매뉴얼을 확립하였다.

이러한 연구결과는 내분비계장애추정물질의 위해도 평가를 위한 환경노출평가시 모니터링연구의 기초가 될 것이며, 2단계 연구사업수행시 개발하고자 하는 위해성평가관리시스템의 기초연구가 될 것이다.

5) 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구

: 환경중 내분비계장애추정물질의 환경내 동태 모델링 (Environmental Fate Modeling) 연구

위해성평가에 있어서는 위해성을 일으킬 가능성이 있는 환경오염물질의 노출을 예측하기 위한 정성적, 정량적 여러 정보들이 요구되며, 이는 오염원으로부터의 물질 이동과, 시간에 따른 변화등에 따른 정보들이다. 물질의 이동과 변화는 여러 기전을 통해 이루어지며, 이러한 이동과 변화기전을 규명함으로써, 매체내 존재하는 물질의 양을 예측하여 활용하기도 한다. 실제 직접 모든 매체내의 물질 존재량을 시간별로 측정하는데 에는 한계가 있기 때문에, 모델링을 통한 예측방법이 개발되고 있다.

본 연구에서는 오염물질의 매체간 이동을 fugacity model의 개념을 활용하여 접근하였으며, 이는 각 매체내에서의 매질구성(고체상, 액상, 기체상)과 물질의 수용해도, 탄소-흡착계수, 증기압등 물리화학적 특성에 따라 이동성을 가지며, 이에 따른 물질의 이동경향성(fugacity)에 따라 물질이 이동한다는 개념이다.

Fugacity 모델은 여러 매체가 복합되어 있는 환경계에서 비이온성 유기물질의 이동 및 변화를 모델링하는데 활용되어 왔다. 개발된 fugacity와 fugacity 형태의 모델

이 이온성 유기물질과 금속을 포함한 무기물질에서도 활용되고 있다. Fugacity는 저농도에서 물질활동을 나타내는 방법이며, 어떤 한 compartment나 물리적 상태에서 물질의 부분압이나 매체로부터 이탈하려는 가능성을 나타내는 것이며, fugacity 모델들은 인접한 두 매체간에서 fugacity가 시간에 따라 변화하는 동적시스템(dynamic system)을 나타내는데 활용된다. 관심대상인 환경중에서와 같은 저농도에서 fugacity, f(Pa)는 fugacity capacity, Z(mol/m^3-Pa)와 농도사이에서 다음과 같은 직선식을 이루며, 이를 활용하여 물질의 이동을 예측한다.

이러한 fugacity model의 개념을 토대로 하여, dynamic modeling을 위해 개발된 소프트웨어 STELLA®를 활용하여 환경내동태모델링 프로그램을 구축하였다.

각 compartment에서의 물질의 존재량은 유입 및 유출량에 따른 변화이며, 이는 오염원으로부터의 유입, 물질변화(transformation) 또는 소멸(decay)에 의한 유입 및 유출, 다른 compartment로부터의 유입 또는 유출등으로 이루어진다.

이러한 유입 및 유출기전에 따른 물질의 이동예측수식을 통해 매체내 존재량을 예측할 수 있는 모델을 구축하였다.

구축된 모델을 활용하여 각 환경매체내 존재하는 유해물질의 양과 분포경향을 예측할 수 있으며, 이를 토대로 다매체/다경로 노출을 고려한 통합적 인체노출평가를 수행할 수 있다.

본 연구내용은 2차년도(1단계)와 3차년도(2단계)에 걸쳐 수행하도록 계획되어 있으며, 개발된 본 모델의 활용과 노출시나리오에 있어서의 노출인자규명이 본 연구사업의 2단계에서 수행될 예정이다.

V. 연구개발결과의 활용계획

내분비계장애추정물질에 대한 포괄적인 정보 및 자료를 제공할 수 있는 데이터베이스의 구축은 정책결정을 위한 위해성평가나 건강영향평가를 위한 자료수집·평가에 활용할 수 있으며, 앞으로 유사한 조사가 이루어질 경우 기본자료의 역할을 할 수 있으므로 시간, 경비, 연구인력 등을 절감할 수 있는 경제적 이득을 취할 수 있다. 이들 위해성평가 각 단계에서 도출되는 각 정보는 정보화 산업에 있어서 학계, 연구계, 산업계뿐만 아니라 정부의 유해물질관리에 관련된 각계부서에서 장기적으로 활용 가능한 중요한 자원이 될 수 있다.

S U M M A R Y

I. Project Title

Study of Integrated Pollution Control for Risk Assessment and Management System on Endocrine Disruptors

II. Purpose

Risk assessment methodology is a basic technique for quantitating the risks of pollutants to the human and for the systematic promotion of environmental hazardous pollutants management based on the estimated risk level. The risk assessment methodology was structured by many organization(government, academy, international agency et al.) and even in Korea, risk assessment are conducted on pollutants, which exist in environmental medium. Currently, the new issues proposed in risk assessment methodology: 1) consideration of toxicity mechanism, 2) integration of exposure dose of different groups with different level of exposures, 3) multi-media/multi-pathway exposure, 4) change in exposure dose according to the exposure duration, 5) accumulative exposure dose calculation, 6) consideration regarding diverse sensitivity of population as a receptor. The new methodologies for execution of risk assessment are continuously being developed for settling these problems.

The risk characterization to endocrine disruptors may prove to be one of the greatest challenges that the risk assessment/regulatory community has ever faced. The endocrine system is actually many systems, having complex interactions and inter dependencies.

Currently, researches about endocrine disruptors are in the initial stage of exposure assessment, which monitors about the environmental distribution level of endocrine disruptors and dose-response assessment, which set up a toxicity endpoint of endocrine disruptors considering mechanism of toxicity.

The one of purposes of this study was to identify EDCs for development of risk assessment and management system on endocrine disrupting chemicals. Also

the one of purpose was to structure a database, which unifies all information, which could be utilized in risk assessment by collecting the toxicity value(cancer potency, reference dose, benchmark dose et al.), which had been researched and reported for the dose-response assessment, toxicity of each chemicals, and information about environmental fate. Also for the exposure assessment of endocrine disruptors, we tried to propose a standard method for analysis on endocrine disruptors, to construct the monitoring within each environmental medium and to structure environmental fate model within the environment in which the transport/transformation of endocrine disruptors existing in each environmental medium could be understood and estimated.

And based on stage one, in the future study of stage two, the purpose is to complete the environmental fate model structured in stage one, to estimate the level of environmental endocrine disruptors through monitoring, and to calculate the exposure dose to human based on the level of environmental residue of endocrine disruptors monitored. Also by setting the dose-response assessment methodology of endocrine disruptors and by computing the health risk level based on all of information above, the aim of this research is to propose rational and scientific management goals.

Along with the risk assessment, the purpose is to verify risk perception to be considered in risk management, and to develop risk management methodologies such as cost-benefit analysis. Also, the purpose is to construct Endocrine Disruptors Risk Management System (EDMS) which is integrated analytical system and risk assessment/management system on EDCs.

III. Method and Results

1. Construction of database for risk assessment of endocrine disruptor

Subjected chemical is 67 endocrine disruptors proposed World Wildlife Fund (WWF) and input data is searched from research report of governmental/international agency, articles in scientific journals and database based on health information or toxicological information produced by USEPA/USFDA/USDA such as IRIS, HSDB, CCRIS, ChemIDplus, GeneTox. Database system developed by visual basic.

Presentation data of WWF, EPA of U.S.A, CDC, Ministry of Environment in Japan and Korea, and Korea Food and Drug Administration along with foreign database relevant to risk and toxic information about endocrine disrupting substances, monitoring data, current status of restriction, utilization, production and exportation situation of domestic hazardous chemical compounds were collected. And for more effective data utilization, a database appropriate for the risk assessment of endocrine disrupting substances and management data utilization purpose was designed and constructed. The subjected substances were 67 substances selected by WWF from the initial research plan and addition to those, the substances selected from WWF were included thus subjects for the reconstruction of this database were 140 types of endocrine disrupting substances. The research range was expanded and conducted by reconstructing the database.

Collection, selection, and processing procedure of the information relevant to risk included in this database system is a procedure corresponding to the danger verification stage from risk assessment procedure. It was selected according to the information selection policy upon the danger verification, and it is an area of qualitative risk assessment stage. Risk assessment could depend on the selection of suitable information thus construction of such information database is an optional procedure of information apart from simple collection of information.

The results of this research were produced into CD-ROM and registered as a program.

2. Selection of subject chemicals for monitoring

As a result of investigating about the current domestic monitoring status on the subjects of endocrine disrupting chemicals proposed by WWF, it was proven that the polycholorinated biphenyls (PCBs from hereon) remain highly in environmental media despite of the fact that it is hazardous chemical prohibited in Korea and due to a high persistency and accumulation. As a hazardous chemical, which is also a center of attention with dioxin among many substances known to be endocrine disrupting substance, PCBs is a chemicals in which risk assessment is conducted on the subjects of diverse environmental medium. Each congeners possess different physical and chemical features, show different biological effect, and represents the distribution within the environmental medium, diversely. And according to this fact, risk assessment about complex

substances is performed by utilizing the toxic equivalency factor. However, the currently proposed toxic equivalency factors are based on the carcinogenic effect of 2,4,7,8-TCDD, and the necessity of study based on the risk assessment methodology for non-analogous compounds to dioxin and risk assessment methodology for non-carcinogenic effect are proposed. Particularly, the necessity of study on the risk assessment methodology for endocrine effect are being emphasized. This study mainly proposes risk assessment methodology for non-carcinogenic effect based on endocrine effect as toxicity endpoint. Therefore, We determine PCBs as subjective chemicals for estimating health risk on EDCs.

3. Identification of environmental fate mechanism and metabolism in human body

On endocrine disrupting chemicals listed by WWF, environmental fate according to physical and chemical features of each chemical and distribution features in environmental medium were identified.

Endocrine disrupting chemicals, which has been identified presently, do not show endocrine disrupting effects by possessing common physical and chemical characteristics, and furthermore, the current environmental fate was proven to be diverse according to the characteristics of each chemicals. By recording the results of this research into the risk assessment information database constructed in the first year, it's effectiveness was increased.

4. Setup of analytical method for endocrine disruptors

This study tried to establish a standard method for analysis on 67 endocrine disrupting substances selected by WWF. Our standard method had secured the credibility and accuracy. Currently, the EPA method (a method established by EPA, Ministry of Environment of U.S.A) and the method established by Department of Health and Human Services of Japan are the certified standard analysis methods relevant to the subjects of research substances. It is known that EPA of U.S.A to have selected 73 types of endocrine disrupting substances and the Department of Health and Human Services of Japan to have selected total of 142 substances to perform restriction and management on those substances. WWF added and selected total of 125 substances in 1998 from 67 types of endocrine disrupting substances. However, Ministry of Environment of Korea tried to focus on establishing an analysis method on 67 types of substances.

The summary of Measurement Analysis Method Manual for Endocrine Disrupting Substance had introduced and compared experiment methods certified from EPA of U.S.A and Department of Health and Human Services of Japan. Also, based on the information collected through relevant international organs and many research cases, our study group had introduced a standard analytical method developed. Since endocrine disrupting chemicals could disturb the endocrine with minimum dose, we tried to develop an analysis method that can secure low detection limit, effectiveness and credibility. Furthermore, by considering the newest trend of analysis on EDCs, we have established a manual about standard method proposed. Our study result will be the foundation of environmental monitoring for exposure assessment and risk assessment on endocrine disrupting chemicals, and will be a basic study for development of risk assessment/management system.

5. Development of multi-pathway exposure model and multi-media transport/transformation model for human exposure assessment on EDCs

In terms of the risk assessment, qualitative and quantitative informations are needed to estimate the exposures of environmental pollutants, which may be potentiality of risks, and those are the information about the changes caused by the chemical transportation among environmental media and transformation in environmental media by duration.

The various fate mechanism of chemical is possible for estimation of chemical concentration in environmental media. Since there are limitations in measuring the change of chemical concentration within all medium according to the time period, estimating method through modeling are developed.

In this study, we developed environmental fate model using concept of fugacity model. Fugacity Model explain tendency of escape according to composition of environmental media(solid, liquid, and gas) within each medium, water solubility, carbon-absorption coefficient, vapor pressure, and other physical and chemical characters, and that the chemicals transport/transform according to the fugacity of the chemicals.

Based on the concept of Fugacity model, environmental fate model was constructed by utilizing the STELLA®, a software developed for the Dynamic modeling. Chemical concentration in each medium explain change of input/output doses in environmental media by transport/transformation.

We have constructed a model that can estimate the concentration within the media through the estimation of chemical fate.

IV. Further plan

Construction of a database that can provide inclusive information and data about endocrine disrupting chemicals could be utilized in data collection or assessment of risk or decision making process. And if execution of similar study in the future, it could carry out the role of basic data thus an economic profit of reduction in time, expenses and research man power could be driven. Each information driven from each stages of risk assessments could become important resources, which could be utilized throughout long periods of time in each departments of the government, academy, and industries in relevance to management of hazardous chemicals.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Section 1. Research Background 1
Section 2. Objectives 4
Section 3. Research Scheme 6

Chapter 2. State-of-the-Art

Section 1. Study Trends on EDCs 16
Section 2. Risk Assessment on EDCs 20

Chapter 3. Methods and Results

Section 1. Construction of Database for Risk Asssessment on EDCs 22
Section 2. Determination of Target compounds for EDCs monitoring 38
Section 3. Fate mechanism in Environmental media and Metabolism in human 47
Section 4. Setup of analytical method for endocrine disruptors 359
Section 5. Environmental Fate Modeling of EDCs 861

Chapter 4. Achievement of Study Goal and External Contribution 871

Chapter 5. Application Plan 876

Chapter 6. Collected Information through Execution of Project 878

Chapter 7. Reference 889

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구의 필요성 1

제 2 절 연구목적 4
가. 최종목표 4
나. 단계목표 5
다. 연차별 연구목표 및 내용 5

제 3 절 연구범위 6

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 내분비계장애물질의 관리기술개발현황 16
1. 국외기술현황 16
가. 미국 16
나. 일본 18
다. 유럽연합(EU) 18
2. 국내기술개발현황 19

제 2 절 내분비계장애물질의 위해성평가 연구동향 20

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 내분비계장애추정물질 정보 DB 디자인 및 구축 22
1. 내분비계장애추정물질의 위해성정보 데이터베이스(EDMS_DB)의 개발 개요 22
2. 내분비계장애추정물질 위해성정보 데이터베이스 내용 25
가. 위험성확인(Hazard Identification) 26
(1) 물리화학적성질(Physico-Chemical Properties) 26
(2) 위험성 순위(Hazard Ranking) 26
(3) 물질별 독성(Toxicity) 27
(4) 체내 대사기전 28

나. 노출평가 (Exposure Assesment) 29
(1) 오염원과 환경내 동태(Release pattern and Environmental Fate) 29
(2) 환경중 잔류현황(Level in Environmental media) 29
(3) 환경내 동태기전(Environmental Fate Mechanism) 30
(4) 인체노출(Human Exposure) 32
다. 용량반응평가 및 위해도 예측
(Dose-response Assessment & Risk Estimation) 33
라. 위해성관리(Risk Management) 36

제 2 절 사례연구를 위한 대상물질 선정 37
1. 선정된 연구대상물질 : Polychlorinated Biphenyls 37
가. 선정배경 37
나. 연구대상물질 선정에 따른 향후 연구방향 37
2. 내분비계 장애추정물질의 규제현황 및 유통량 38
3. 내분비계장애추정물질의 모니터링 현황 42

제 3 절. 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 47
1. 개요 47
2. 물질별 노출경로 및 대사과정 47
가. 농약류 47
(1) Alachlor 47
(2) Aldicarb 53
(3) Amitrole 58
(4) Atrazine 61
(5) beta-HCH 69
(6) Benomyl 73
(7) Carbaryl 76
(8) Chlordane 84
(9) Cypermethrin 90
(10) 2,4-D 94
(11) 1,2-dibromo-3-chloropropane(DBCP) 98
(12) DDT 105
(13) DDT metabolite : DDD 112
(14) DDT metabolite : DDE 116
(15) Dicofol 123
(16) Dieldrin 126
(17) Endosulfan 131

(18) Esfenvalerate 137
(19) Ethylparathion 140
(20) Fenvalerate 149
(21) Heptachlor 154
(22) Kepone 160
(23) Lindane 164
(24) Malathion 170
(25) Mancozeb 175
(26) Maneb 179
(27) Methomyl 183
(28) Methoxychlor 186
(29) Metiram 191
(30) Metribuzin 194
(31) Mirex 197
(32) Nitrofen 201
(33) Oxychlordane 204
(34) Permethrin 207
(35) 2,4,5-T 211
(36) Toxaphene 217
(37) Tributyltin oxide 222
(38) Trifluralin 227
(39) Vinclozolin 231
(40) Zineb 235
(41) Ziram 239
나. Phthalates 242
(1) Butyl benzyl phthalate (BBP) 242
(2) Dicyclohexyl phthalate (DCHP) 246
(3) Diethyl phthalate (DEP) 250
(4) Di-ethylhexyl phthalate (DEHP) 254
(4) Di-hexylphthalate (DHP) 261
(6) Di-n-butyl phthalate (DBP) 265
(7) Di-n-pentyl phthalate (DPP) 269
다. POPs 273
(1) Dioxin(2,3,7,8-TCDD) 273
(2) Furan 279
(3) Hexachlorobenzene 283
(4) Octachlorostyrene 287

(5) Polychlorinated biphenyls(PCBs) 290
(6) Pentachlorophenol 301
라. Benzo(a)pyrene 310
마. Bisphenol A 318
바. Heavy metals 321
(1) Cadmium 321
(2) Lead 327
(3) Mercury 334
사. 의심되는 물질 340
(1) 2,4-dichlorophenol 340
(2) 4-Nitrotoluene 349
(3) Benzophenone 352
(4) Diethylhexyl adipate 355

제 4 절 내분비계장애추정물질의 측정분석방법 359
1. 내분비계 장애추정물질의 개요 359
2. 내분비계장애물질의 표준분석법 매뉴얼
가. 농약류 (Pesticides)
(1) Alachlor 360
(2) Aldicarb 367
(3) Amitrole 372
(4) Atrazine 377
(5) Benomyl 383
(6) Carbaryl 388
(7) Chlordane 393
(8) Cypermethrin 398
(9) DDT 403
(10) DDT metabolites (DDD, DDE) 408
(11) Dicofol 413
(12) Dieldrin 418
(13) Endosulfan 424
(14) Ethylparathion 429
(15) Heptachlor 435
(16) Malathion 441
(17) Methoxychlor 447
(18) Lindane 453
(19) β-HCH 459

(20) Metribuzin 465
(21) Mirex 471
(22) Nitrofen 477
(23) Permethrin 483
(24) Trifluralin 489
(25) Toxaphene 495
(26) 2,4-D 499
(27) 2,4,5-T 504
(28) DBCP 509
(29) Chlordecone 513
(30) Heptachlor-epoxide 516
(31) Fenvalerate 521
(32) Esfenvalerate 525
(33) Methomyl 530
(34) Vinclozolin 535
(35) Metiram 541
(36) Oxychlordane 544
(37) trans-Nonachlor 548
(38) Tributyltin 553
(39) Mancozeb 558
(40) Maneb 561
(41) Zineb 564
(42) Ziram 567

나. 프탈레이트류 (Phthalates)

(1) Diethylhexyl phthalate (DEHP) 570
(2) Butylbenzyl phthalate (BBP) 575
(3) Di-n-butyl phthalate (DBP) 579
(4) Di-n-pentyl phthalate (DPP) 583
(5) Dihexyl phthalate (DHP) 587
(6) Dipropyl phthalate (DPrP) 591
(7) Dicyclohexyl phthalate (DCHP) 595
(8) Diethyl phthalate (DEP) 599

다. 펜타-노닐 페놀류 (Penta-Nonyl phenols) 603
라. 비스페놀 A (Bisphenol-A) 605
마. 스티렌 다이머 및 트리머 (Styrene dimers and trimers) 609

바. 벤조피렌 (Benzo[a]pyrene) 613
사. 잔류성 유기오염계 물질 (Persistent organohalogens)
(1) Dioxins/Furans 617
(2) Hexachlorobenzene 623
(3) Octachlorostyrene 629
(4) Polybrominated biphenyls (PBBs) 630
(5) Polychlorinated biphenyls (PCBs) 635
(6) Pentachlorophenol 640
아. 내분비계 장애물질로 의심되는 물질
(1) Benzophenone 644
(2) n-Butylbenzene 647
(3) 2,4-Dichlorophenol 651
(4) Diethylhexyl adipate 655
(5) 4-Nitrotoluene 659
자. 중금속 (Heavy metals)
(1) Cadmium 663
(2) Lead 665
(3) Mercury 668
3. 내분비계장애물질의 표준분석법 제안
가. 환경수중 다성분 농약류 분석법 I(LF_NRL_pesticides-001) 679
나. 환경수중 다성분 농약류 분석법 II(LF_NRL_pesticides-002) 699
다. 환경수중 다성분 농약류 분석법 III(LF_NRL_pesticides-003) 712
라. 환경시료중 아미트롤 분석법(LF_NRL_pesticides-004) 733
마. 환경시료중 카바메이트 농약류 분석법(LF_NRL_pesticides-005) 743
바. 어패류중 유기주석 시험방법(LF_NRL_pesticides-006) 753
사. P&T-GC/MSD를 이용한 VOCs 분석법 I(LF_NRL_VOCs-001) 761
아. P&T-GC/MSD를 이용한 VOCs 분석법 II(LF_NRL_VOCs-002) 771
자. 환경시료중 SVOCs 분석법 I(LF_NRL_SVOCs-001) 780
차. 환경시료중 SVOCs 분석법 II(LF_NRL_SVOCs-002) 799
카. 수질중의 다이옥신류 및 퓨란류 분석법(LF_NRL_Dioxins&Furans-001) 807
타. 폐기물중의 다이옥신류 및 류란류 분석법(LF_NRL_Dioxins&Furans-002) 827
파. 모유중 PCBs 분석법(LF_NRL_PCBs-001) 848
타. 환경수중 중금속 분석법(LF_NRL_metal-001) 855

제 5 절 내분비계장애추정물질의 다매체동태예측모델 개발연구 861
1. 환경내 동태모델의 연구배경 862
2. 연구내용 및 방법 863
3. 연구결과 865
가. 동태예측프로그램의 구축 865
나. 구축된 프로그램의 활용 869

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연도별 연구목표 및 평가착안점 871
2. 연구개발목표에 따른 달성도 872
가. 계획대비 달성도 872
나. 대표적 성공사례 873
다. 기타 계획하지 않은 연구성과 873
3. 관련분야의 기술발전에의 기여도 874
4. 연구사업 수행에 대한 기대성과 874
가. 기술적 측면 874
나. 경제·산업적 측면 875

제 5 장 연구개발결과의 활용계획 876

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 878

제 1 절 해외과학기술 주요수집정보 878
제 2 절 일본내 PCBs관리 동향 879
제 3 절 Speed98의 millennium version 변경 사항 고찰 882

제 7 장 참고문헌 889

표 목 차

표 1-1-1. 연구내용 및 세부 연구목표 4
표 1-3-1. 세계생태보전기금(WWF)의 내분비계 장애물질 목록 6
표 1-3-2. 우리나라 환경부의 내분비계 장애물질 9
표 1-3-3. 미국 EPA의 내분비계 장애물질 목록 11
표 1-3-4. 일본 후생성의 내분비계 장애물질 목록 13
표 1-3-5. Illinois EPA에서 선정한 내분비계장애물질 목록 15
표 2-1-1. 주요 실행단계 계획 일정 16
표 2-1-2. 정부의 중·장기 계획 주요내용 19
표 3-1-1. 내분비계장애추정물질의 데이터베이스 구축항목 23
표 3-1-2. 독성학적 종말점(end points)에 근거한 일반적인 접근법 34
표 3-2-1. 내분비계장애물질의 현 규제현황 및 유통량 조사 38
표 3-2-2. 내분비계장애추정물질의 환경중 잔류수준 42
표 3-4-1. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 505,507,525.2,64 362
표 3-4-2. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 531.1 369
표 3-4-3. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i 373
표 3-4-4. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 505, 525.2, 619 379
표 3-4-5. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 631 385
표 3-4-6. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 531.1, 553, 632 390
표 3-4-7. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 505, 508, 608 395
표 3-4-8. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 608 400
표 3-4-9. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 608, 617 405
표 3-4-10. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 608, 617 410
표 3-4-11. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 617, 8081a 415

표 3-4-12. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 505, 508, 608, 617 420
표 3-4-13. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 426
표 3-4-14. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 8141A 431
표 3-4-15. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 437
표 3-4-16. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 8141A 443
표 3-4-17. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 449
표 3-4-18. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 455
표 3-4-19. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 608, 617 461
표 3-4-20. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 633 467
표 3-4-21. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 617, 8081 473
표 3-4-22. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 8081a 478
표 3-4-23. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 608 485
표 3-4-24. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 617, 8081a 491
표 3-4-25. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 617, 8081a 497
표 3-4-26. KIST Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 515.1, 555, 615 501
표 3-4-27. KIST Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 515.1, 555, 615 506
표 3-4-28. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 502.2, 504.1, 8081a 511
표 3-4-29. EPA Method 8081a 514
표 3-4-30. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 518

표 3-4-31. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 523
표 3-4-32. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 527
표 3-4-33. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 531.1, 632 532
표 3-4-34. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 508, 617, 8081a 537
표 3-4-35. EPA Method 630.1 542
표 3-4-36. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 505, 508, 608 545
표 3-4-37. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 505, 508, 608 550
표 3-4-38. NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 554
표 3-4-39. EPA Method 630.1 559
표 3-4-40. EPA Method 630.1 562
표 3-4-41. EPA Method 630.1 565
표 3-4-42. EPA Method 630.1 568
표 3-4-43. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 572
표 3-4-44. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 577
표 3-4-45. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 581
표 3-4-46. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 585
표 3-4-47. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 589
표 3-4-48. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 593
표 3-4-49. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 597
표 3-4-50. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i, EPA Method 606, 8061A 601
표 3-4-51. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 607
표 3-4-52. 스티렌 다이머와 트리머의 이성질체 610
표 3-4-53. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 611
표 3-4-54. LF Method, NIER Method IX, Speed 98′ IX-i 614

표 3-4-55. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 508, 525.2, 608, 617 625
표 3-4-56. NIER Method IX, Speed 98' IX-i 631
표 3-4-57. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 505, 508, 8081a, 8082 637
표 3-4-58. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 525.2, 604 ... 642
표 3-4-59. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i 645
표 3-4-60. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 502.2, 504.1, 808 649
표 3-4-61. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 604, 625 653
표 3-4-62. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i, EPA Method 606, 8061A 656
표 3-4-63. LF Method, NIER Method IX, Speed 98' IX-i 660
표 3-5-1 토양중 환경오염물질 이동예측수식 867
표 3-5-2. 이동성(Fugacity, Pa)예측 수식 867
표 3-5-3. 본 연구에서 고려한 오염물질의 이동/변화 기전 869
표 6-1-1. 해외과학기술 주요 수집 정보 878

그 림 목 차

그림 1-1-1. 내분비계장애물질의 국내외 현황 3
그림 1-1-2. 내분비계장애물질의 위해성평가와 이에 근거한 정책결정과정 3
그림 2-1-1. EDSTAC의 내분비계 장애물질 연구 수행 흐름도 17
그림 3-1-1. 위해성평가 및 위해성관리의 기본과정 23
그림 3-1-2. 내분비계장애추정물질 위해성평가정보 데이터베이스의 시작 및 주메뉴화면 25
그림 3-1-3. 내분비계장애추정물질별 물리화학적 정보 27
그림 3-1-4 내분비계장애추정물질의 위험성 순위 정보 27
그림 3-1-5. 내분비계 장애추정물질의 독성정보 28
그림 3-1-6. 내분비계 장애추정물질의 체내 대사기전 28
그림 3-1-7. 환경중 배출양상 및 환경매체내 물질의 동태 29
그림 3-1-8. 내분비계장애추정물질의 환경중 잔류현황 정보 30
그림 3-1-9. 내분비계장애추정물질의 환경내 동태기전 정보 32
그림 3-1-10. 내분비계장애추정물질의 인체노출경로 및 노출수준정보 33
그림 3-1-11. 내분비계장애추정물질의 독성기준치 및 근거 용량-반응 실험자료 35
그림 3-1-12. 내분비계장애추정물질별 참고용량(Reference Dose) 및 관련동물실험자료 35
그림 3-1-13. 내분비계장애추정물질별 발암력(Cancer Potency) 및 관련동물실험자료 36
그림 3-1-14. 내분비계장애추정물질의 규제관련정보 및 관련문헌의 표기 36
그림 3-2-1. 사례연구를 위한 연구대상물질 선정과 향후 연구방향 46
그림 3-4-1. Alachlor의 분석 흐름도 364
그림 3-4-2. Aldicarb의 분석 흐름도 370
그림 3-4-3. Amitrole의 분석 흐름도 375
그림 3-4-4. Atrazine의 분석 흐름도 380
그림 3-4-5. Benomyl의 분석 흐름도 386
그림 3-4-6. Carbaryl의 분석 흐름도 391
그림 3-4-7. Chlordane의 분석 흐름도 396
그림 3-4-8. Cypermethrin의 분석 흐름도 401
그림 3-4-9. DDT의 분석 흐름도 406
그림 3-4-10. DDD & DDE의 분석 흐름도 411
그림 3-4-11. Dicofol의 분석 흐름도 416
그림 3-4-12. Dieldrin의 분석 흐름도 421

그림 3-4-13. Endosulfan의 분석 흐름도 427
그림 3-4-14. Ethylparathion의 분석 흐름도 432
그림 3-4-15. Heptachlor의 분석 흐름도 438
그림 3-4-16. Malathion의 분석 흐름도 444
그림 3-4-17. Methoxychlor의 분석 흐름도 450
그림 3-4-18. Lindane의 분석 흐름도 456
그림 3-4-19. β-HCH의 분석 흐름도 462
그림 3-4-20. Metribuzin의 분석 흐름도 468
그림 3-4-21. Mirex의 분석 흐름도 474
그림 3-4-22. Nitrofen의 분석 흐름도 480
그림 3-4-23. Permethrin의 분석 흐름도 486
그림 3-4-24. Trifluralin의 분석 흐름도 492
그림 3-4-25. Toxaphene의 분석 흐름도 497
그림 3-4-26. 2,4-D의 분석 흐름도 502
그림 3-4-27. 2,4,5-T의 분석 흐름도 507
그림 3-4-28. DBCP의 분석 흐름도 511
그림 3-4-29.Chlordecone의 분석 흐름도 514
그림 3-4-30. Heptachlor-epoxide의 분석 흐름도 519
그림 3-4-31. Fenvalerate의 분석 흐름도 523
그림 3-4-32. Esfenvalerate의 분석 흐름도 528
그림 3-4-33. Methomyl의 분석 흐름도 533
그림 3-4-34. Vinclozolin의 분석 흐름도 538
그림 3-4-35. Metiram의 분석 흐름도 543
그림 3-4-36. Oxychlordane의 분석 흐름도 546
그림 3-4-37. trans-Nonachlor의 분석 흐름도 551
그림 3-4-38. Tributyltin의 분석 흐름도 556
그림 3-4-39. Mancozeb의 분석 흐름도 560
그림 3-4-40. Maneb의 분석 흐름도 563
그림 3-4-41. Zineb의 분석 흐름도 566
그림 3-4-42. Ziram의 분석 흐름도 569
그림 3-4-43. Diethylhexyl phthalate의 분석 흐름도 573
그림 3-4-44. Butylbenzyl phthalate의 분석 흐름도 577
그림 3-4-45. Di-n-butyl phthalate의 분석 흐름도 581
그림 3-4-46. Di-n-pentyl phthalate의 분석 흐름도 585
그림 3-4-47. Dihexyl phthalate의 분석 흐름도 589
그림 3-4-48. Dipropyl phthalate의 분석 흐름도 593
그림 3-4-49. Dicyclohexyl phthalate의 분석 흐름도 597

그림 3-4-50. Diethyl phthalate의 분석 흐름도 601
그림 3-4-51. SPenta~nonyl phenols의 분석 흐름도 604
그림 3-4-52. Bisphenol-A의 분석 흐름도 608
그림 3-4-53. Styrene dimers, trimers의 분석 흐름도 612
그림 3-4-54. Benzo(a)pyrene의 분석 흐름도 615
그림 3-4-55. Dioxin/Furanes의 분석 흐름도 620
그림 3-4-56. Hexachlorobenzene의 분석 흐름도 626
그림 3-4-57. Polybrominated biphenyls의 분석 흐름도 632
그림 3-4-58. Pentachlorophenol의 분석 흐름도 643
그림 3-4-59. Benzophenone의 분석 흐름도 646
그림 3-4-60. n-Butylbenzene의 분석 흐름도 649
그림 3-4-61. 2,4-dichlorophenol의 분석 흐름도 654
그림 3-4-62. Diethylhexyl adipate의 분석 흐름도 657
그림 3-4-63. 4-Nitrotoluene의 분석 흐름도 661
그림 3-4-64. Cadmium의 분석 흐름도 664
그림 3-4-65. Lead의 분석 흐름도 666
그림 3-4-66. Mercury의 분석 흐름도 669
그림 3-5-1. 환경매체간 이동과 매체내 변화예측모델 및 다중경로 인체노출모델 861
그림 3-5-2. 다매체 통합적 위해성평가 863
그림 3-5-3. 매체내 고체/액체/기체의 각 성상간의 이동경로와 분배기전 864
그림 3-5-4. 동력학적 모델(Dynamic Model, STELLA®)을 활용한 환경 동태 모델링 866
그림 3-5-5. 주요인체노출경로(다경로/다매체 인체노출) 868
그림 5-2-1. 1단계 연구결과의 2단계 연구수행시 활용계획 877

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구의 필요성 및 목적

대기, 수질, 토양 등 환경오염물질에 대한 인체위해도를 결정하는데 위해성평가개념이 도입되어 활발한 연구가 진행되고 있다. 위해성평가기법은 오염물질로부터 인체에 직접적인 영향에 대한 위해도를 결정하고 예측된 위해도에 근거한 환경중 유해물질관리를 체계적으로 추진하는 기반기술이다. 기술적으로 위해성평가의 기법은 여러기관을 통해 이미 그 기본틀이 구축되었고, 국내에서도 여러 매체에 존재하는 환경중 유해화학물질에 대한 위해성평가가 수행되고 있다. 그러나 환경중 유해물질의 다양한 특성과 독성기전의 고려, 노출수준이 현저히 다른 집단의 노출량 통합, 여러 경로를 통한 노출을 모두 고려한 다매체/다경로 노출평가, 시간에 따른 노출량의 변화 및 누적 노출량 산정, 수용체로서의 인체가 가지는 다양한 민감도 고려 등 위해성평가기법 적용에 있어서의 새로운 이슈들이 계속 제기되고 있고, 이에 따른 위해성평가 기법도 지속적으로 개발되고 있다.

또한, 최근 내분비계장애물질의 환경중 독성영향과 인체 독성영향이 규명되고 전세계적으로, 인류의 존속과 관련된 중대한 영향력에 대한 인식이 늘어감에 따라 이에 대한 국민적 관심과 이로 인한 위해성의 평가와 평가결과에 근거한 정책적 관리가 요구되어지고 있다.

내분비계장애물질은 체내 호르몬 균형에 영향을 끼침으로서 치명적이고 다양한 독성영향을 나타내고 있음이 밝혀지고 있으며, 유사한 성질을 가진 물질의 그룹이 아닌 다양한 물질에서 복합적인 영향을 나타내고, 각 물질별로 다양한 내분비계 독성영향을 나타냄으로써 위해성평가에 있어 지금까지와는 다른 평가기법의 개발이 요구되고 있는 물질이다.

이는 현재까지 개발되어 온 위해성평가 방법론을 적용하고, 위해성평가에 있어 고려되어야 할 여러 문제들을 해결해야함과 동시에 내분비계장애물질이 가진 독성학적 특성까지 고려된 위해성평가가 이루어져야 한다는 것이다.

현재 내분비계장애물질에 대한 연구는 아직 내분비계독성영향을 나타내는 물질의 규명과 물질들의 독성 endpoiont 설정 등의 위험성확인단계와 내분비계장애물질의 환경중 분포수준을 살펴보는 노출평가의 초기단계 수준까지 진행되어 있다.

아직 내분비계장애물질의 독성 endpoint 설정에 따른 용량-반응관계 규명은 미비한 상태이며, 이로 인한 정량적 위해성평가와 위해성평가결과에 근거한 정책적 관리 역시 미흡한 실정이다.

이에 본 연구의 1단계 연구에서는 현재 규명되어 있는 내분비계장애물질을 확인하고, 각 물질별 독성정보와 환경중 분포에 관한 정보, 용량-반응평가를 위하여 연

구되고 그간 보고되어 온 독성기준치, 관리·규제치 등을 수집하여 위해성평가에 활용가능한 모든 정보를 통합한 데이터베이스를 구축하고자 하였다. 또한, 내분비계 장애물질의 노출평가를 위하여 각 환경매체내 모니터링을 위한 내분비계장애물질의 표준분석법을 제안하고자 하였으며, 각 환경매체내 존재하는 내분비계 장애물질의 동태를 파악하고 예측할 수 있는 환경내 동태 모델을 구축하고자 하였다.

이를 바탕으로 추후 2단계 연구에서는 1단계에서 구축한 환경내 동태 모델을 완성하고, 실제 모니터링을 통한 환경내 내분비계장애물질의 수준을 파악하며, 또한, 모델을 통한 결과를 검증하고, 조사된 내분비계장애물질의 환경내 잔류수준을 토대로 인체노출량을 산정하고자 한다. 또한, 내분비계장애물질의 용량-반응평가 방법론을 구축하고, 이러한 모든 정보에 근거한 정량적 위해도를 산출하고, 이에 합리적이고 과학적인 관리대안을 제시하고자 한다.

위해성평가와 아울러, 위해도관리에 고려되어야 할 위해도인지와 이를 위한 위해도전달기법을 개발하고, 위해도 관리에 활용되어야 할 비용-편익분석 등의 관리기법을 개발하고자 한다. 또한, 내분비계장애물질의 환경중 잔류수준파악을 위한 분석정보와 잔류수준에 따른 위해도결정과정 및 관련정보를 모두 통합 시스템화함으로써 내분비계장애물질의 통합 위해성정보관리 시스템(Endocrine Disruptors Risk Management System, EDMS)을 구축하고자 한다.

본 연구의 수행은 내분비계장애물질의 관리근거로서 활용될 위해성평가의 위험성확인, 노출평가, 용량-반응평가, 위해도결정의 각 단계 수행방법론을 모두 정립하고, 위해성평가 뿐 아니라 위해성관리를 위한 기법을 포괄적이고 통합적인 시스템으로 구축함으로써 위해물질관리에 있어서의 보다 합리적이고 과학적인 기술력을 확보하여, 국가경쟁력을 증대시키고, 보다 안전하고 건강한 생활을 영위하기 위한 바탕을 마련하는데 기여할 수 있을 것이다.

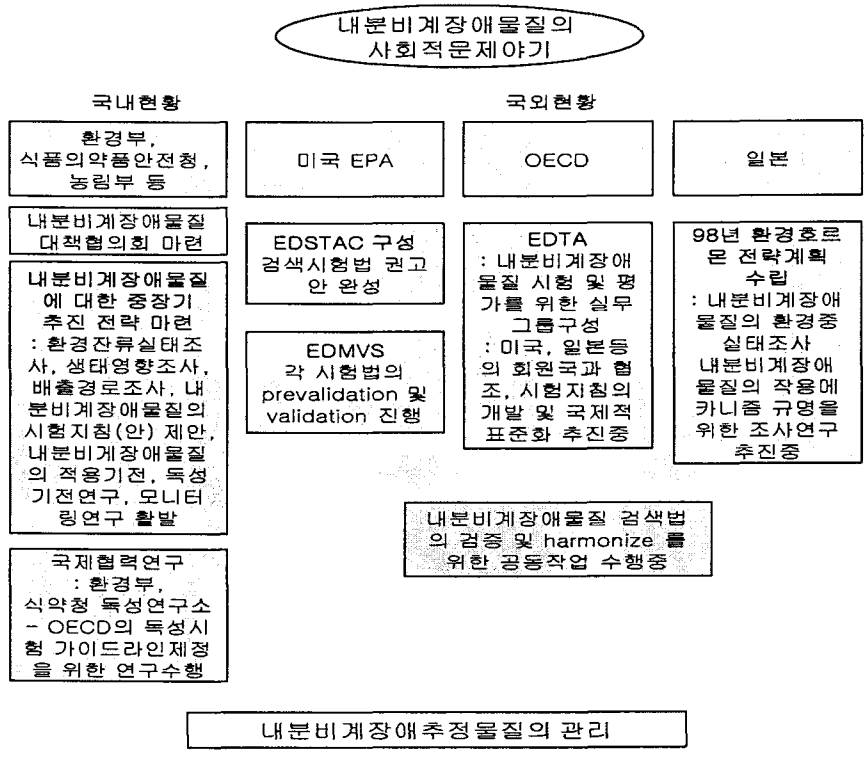


그림 1-1-1. 내분비계장애물질의 국내외 관리현황

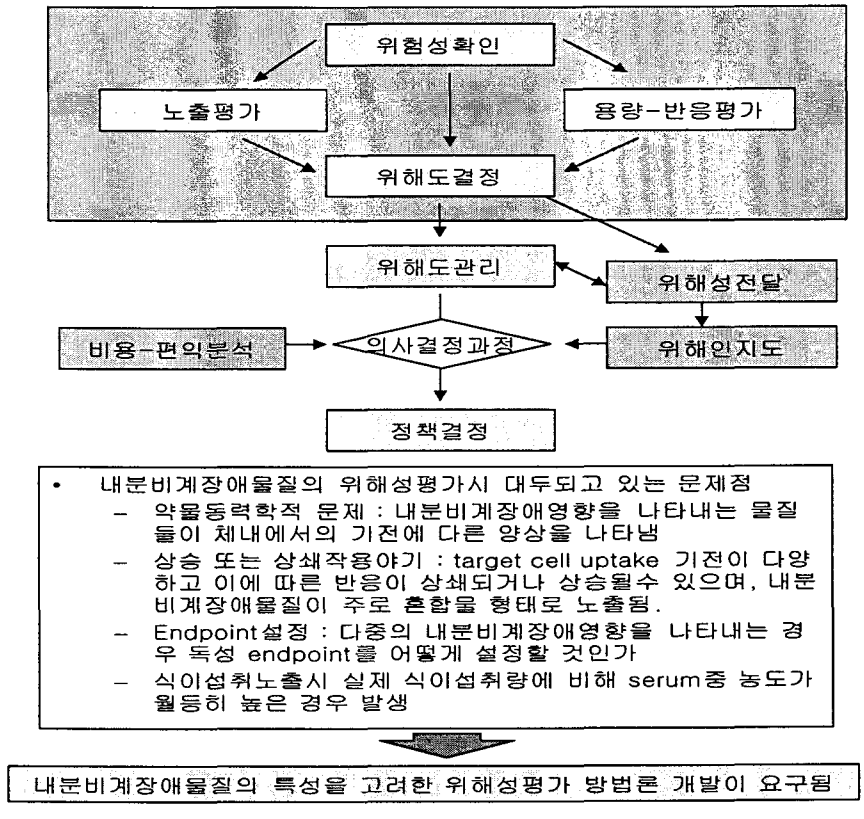


그림 1-1-2. 내분비계장애물질의 위해성평가와 이에 근거한 정책결정과정

제 2 절 연구목적

가. 최종목표

내분비계장애추정물질관련 정보 데이터베이스를 디자인·구축하고, 내분비계장애추정물질 표준분석법 확립 및 표준분석매뉴얼을 제작한다. 또한, 내분비계장애추정물질의 노출로 인한 인체피해를 최소화하기 위해 다경로노출과 다매체간 이동을 설명하는 모델을 개발하고, 이를 이용한 한국인에 적합한 위해도통합평가기법의 확립을 본 연구의 목표로 하며, 부가적으로 위해성평가에 근거한 내분비계장애추정물질에 대한 관리시스템(Suspected Endocrine Disruptor Management System, EDMS)을 개발하고자 한다. 또한, 내분비계장애추정물질에 대한 지역/국가간 공동협력방안을 제시하고, 국제적인 정보공유를 목적으로 web-site를 구축하고자 한다.

표 1-2-1. 연구내용 및 세부 연구목표

연구내용	세부 연구목표
DB 디자인 및 구축	• 세계야생보호기금(WWF), 미국 EPA, 일본 환경청 등이 선정한 내분비계장애추정물질에 대한 발암성, 독성, 모니터링자료, 사용·제조·수입량 등의 DB디자인 및 구축
연구대상 선정	• 내분비계장애추정물질 DB를 바탕으로 발암성, 독성, 모니터링자료, 사용·제조·수입량 등을 고려하여 연구대상 화학물질 선정
노출경로, 대상과정 규명	• 연구대상물질에 대한 exposure pathway, human metabolism 및 metabolite 연구
분석법확립	• 연구대상물질 및 metabolites에 대한 효율적·신뢰성 있는 분석법 확립
위험성확인	• 내분비계장애추정물질의 위험성 확인 (독성, 발암성, 모니터링자료 등)
노출평가	• 내분비계장애추정물질의 환경 및 인체노출량에 대한 모니터링 실시 및 평가
용량-반응평가	• 내분비계장애추정물질의 용량-반응평가
위해도 결정	• 한국인의 위해성평가에 적합한 내분비계장애추정물질 위해성평가 기법 확립
위해도관리의 가이드라인 제시	• 위해성관리정책 수립에 기반이 될 수 있는 내분비계장애추정물질에 대한 관리가이드라인을 제시
국제협력방안	• 내분비계장애추정물질에 대한 관리를 일본, 중국, 동남아시아 등과 공동관리토록 국제협력방안 제시
EDMS개발	• 내분비계장애추정물질 관련정보 제공(물리화학적 성질, 발암성, 유전독성, 모니터링자료, 위해성평가 자료등) • 내분비계장애추정물질 분석작업 표준화 • 내분비계장애추정물질 분석데이터와 결과의 완전성 및 소급성 확보를 통한 분석결과의 국제적 신뢰성 확립 (ISO17025 및 GLP/GALP 규정 적용) • on-line 위해성평가 • on-line 위해성관리대책 제안 • 내분비계장애추정물질의 web-site 및 정보서비스를 통한 국가간 협력방안 및 관련정보의 국제적 공유

나. 단계목표

구 분	연구개발목표
1단계 ('00~'02)	- 내분비계장애추정물질 정보 DB 디자인 및 구축 (WWF · 환경부 선정 67종) - 연구대상물질 선정(연구대상 내분비계장애추정물질 및 congener 선정) - 내분비계 장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 - 내분비계 장애추정물질 표준분석법 확립 및 분석매뉴얼 제작 - 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구
2단계 ('02~'05)	- 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구 - 통합 위해성평가 - 위해도 기반 정책결정제도 평가 및 개발 - EDMS 연구개발 - 내분비계장애추정물질에 대한 국제협력방안, 국제적 정보교류를 위한 web -site 구축

다. 연차별 연구목표 및 내용

구 분	연구목표	연구내용
1차년도 ('00)	- 내분비계장애추정물질 정보 DB 구축 - 연구대상물질 선정 - 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립	1. 내분비계장애추정물질 DB 디자인 · 구축 2. 연구대상물질 선정 3. 내분비계장애추정물질의 노출경로, 대사과정 연구(약 30종) 4. 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 (약 20종) 5. Communication(심포지움 1회개최)
2차년도 ('01)	- 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 - 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구	1. 내분비계장애추정물질의 노출경로, 대사과정 연구(약37종) 2. 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 (약 47종) 3. 다매체 동태 예측모델 개발 연구 4. Communication(심포지움 1회 개최)

제 3 절 연구범위

현재 각 기관에서 제시하고 있는 내분비계장애물질 목록을 검토한 결과 본 연구 대상물질은 WWF에서 제시한 바 있는 67종의 내분비계장애물질을 대상으로 하였으며, 본 연구수행중 WWF에서 제시한 126종의 내분비계장애물질로 본 연구의 대상물질을 확장시켰다. 이에 따라, 126종에 대한 내분비계장애물질의 위해성관련정보를 수집, 데이터베이스를 구축하고, 이러한 물질들의 사용량과 유통량, 국내오염도수준 등을 고려하여 2단계에 수행될 모니터링 및 위해성평가 및 이에 근거한 위해도 관리 사례연구 대상물질을 선정하였으며, 각 대상물질들에 대한 표준분석법을 제안하고 분석매뉴얼을 제작하였다. 표 1-3-1은 WWF에서 제시한 67종의 내분비계장애물질 목록과 이후 재선정된 126종의 내분비계장애물질을 나타낸 것이고, 표 1-3-2는 국내 환경부의 내분비계장애물질 목록, 표 1-3-3은 EPA의 내분비계장애물질 목록, 표 1-3-4는 일본 후생성에서 선정한 내분비계장애물질목록이다. 표 1-3-5은 미국 일리노이주에서 선정한 내분비계장애물질 목록이다.

표 1-3-1. 세계생태보전기금(WWF)의 내분비계 장애물질 목록

Group		WWF(67)		WWF(126)	
Pesticides	Herbicides	2,4,5-T	2,4-D	2,4,5-T	2,4-D
		Alachlor	Amitrole	Acetochlor	Alachlor
		Atrazine	Metribuzin	Amitrole	Atrazine
		Nitrofen		Bromacil	Bromoxynil
				Cyanazine	DCPA
				Ethiozin	
				Glufosinate-ammonium	
				Ioxynil	Linuron
				Metribuzin	Molinate
				Nitrofen	Oryzalin
				Oxyacetamide (FOE 5043)	
				Paraquat	Pendimethalin
				Picloram	Prodiamine
				Pronamide	Simazine
				Terbutryn	Thiazopyr
				Triclorobenzene	
Pesticides	Fungicides	Benomyl		Benomyl	Etridiazole
		Hexachlorobenzene		Fenarimol	Fenbuconazole
		Mancozeb		Hexachlorobenzene	
		Maneb	Metiram	Mancozeb	Maneb
		Tributyltin oxide		Metiram	Nabam
		Trifluralin	Vinclozolin	Pentachloronitrobenzene	
		Zineb		Triadimefon	Tributyltin
				Trifluralin	Vinclozolin
				Zineb	

표 1-3-1. 계속

Group		WWF(67)		WWF(126)	
Pesticides	Insecticides	Aldicarb	Carbaryl	Aldicarb	Aldrin
		Chlordane	DBCP	Bifenthrin	Carbaryl
		DDT	Dicofol	Carbofuran	Chlordane
		Dieldrin	Endosulfan	Chlordecone	Chlorfentezine
		Fenvalerate	Heptachlor	DBCP	
		Lindane	Malathion	DDT and Metabolites	
		Methomyl	Mirex	Deltamethrin	Dicofol
		Oxychlordane		Dieldrin	Dimethoate
		Synthetic pyrethroids		Dinitrophenol	
		Toxaphene		Endosulfan (a and ß)	
		Transnonachlor		Endrin	Ethofenprox
		Ziram		Fenitrothion	Fenvalerate
				Fipronil	
				Heptachlor and H-epoxide	
				I-cyhalothrin	
				Lindane(r-HCH)	
				Malathion	Methomyl
				Methoxychlor	Mirex
				Oxychlordane	
				Parathion (methylparathion)	
				Photomirex	Pyrethrins
				Ronnel (fenchlorfos)	
				bata-HCH	
				Synthetic pyrethroids	
				Toxaphene	Transnonachlor
				Ziram	
	Others	Esfenvalerate			
		Ethylparathion			
		h-Epoxide,			
		Kelthane			
		Kepone			
		beta-HCH			
		Cypermethrin			
		Permethrin			

표 1-3-1. 계속

Groups	WWF(67)	WWF(126)
Industrial Chemicals & Contaminants	Benzo(a)pyrene Butyl benzyl phthalate (BBP) Bisphenol A Cadmium Di-ethylhexyl phthalate (DEHP) Di-n-butyl phthalate (DBP) Di-hexylphthalate (DHP) Diethyl phthalate (DEP) Dicyclohexyl phthalate (DCHP) Di-n-pentyl phthalate (DPP) Di-propyl phthalate (DprP) Dioxins/furans Lead Mercury Penta-Nonyl Phenols PBBs PCBs Styrene dimers and trimers Pentachlorophenol Octachlorostyrene	*Metals 2 to 4-OH 2′,5′ dichlorobiphenyl 2,2′,3,3′,6,6′ hexachlorobiphenyl 2,3,4 trichlorobiphenyl 3-OH 2′,3′,4′,5′ tetrachlorobiphenyl 4-OH 2′,3′,4′,5′ tetrachlorobiphenyl 4-OH trichlorobiphenyls (2,2′,5;2′,4′,6′) 4-OH-alkylphenol 4-OH-biphenyl Aluminum* Benzopyrene Benzylbutylphthalate Bisphenol-A Cadmium* Carbon disulfide Diethylhexylphthalate (DEHP) Diisobutylphthalate Dinhexylphthalate (DnHP) Di-n-octylphthalate (DnOP) DiOHbenzoicacids (DHBA) 2,3,7,8-TCDD Furans Hydroxy (hydro)-quinones Lead* Mercury* Methylcolanthrene (MCA) Penta- to nonylphenols Pentabromodiphenyl ether Phenol Phthalates Piperonyl butoxide Polybrominated biphenyls (PBBs) Polychlorinated biphenyls (PCBs) Polychlorinated diphenyl ether Radioactive iodine Resorcinol Styrenes T-butylhydroxyanisole (BHA) Tetrachloro-benzyltoluenes Thiocyanate Vinyl acetate
Suspected	Benzophenone 2,4-dichlorophenol 4-Nitrotoluene Diethylhexyl adipate N-butyl benzene	

표 1-3-2. 우리나라 환경부의 내분비계 장애물질

분류	물 질 명(CAS No.) /	용 도
산업용 화학물질 (18종)	2,4-디클로로페놀(2,4-Dichlorophenol,120-83-2)	원료중간체
	디비피(DBP,84-74-2)	가소제
	디시에이취피(DCHP,84-61-7)	가소제
	디에이취피(DHP,84-75-3)	가소제
	디에틸헥실아디프산(Diethylhexyladipate,103-23-1)	가소제
	디이에이취피(DEHP,117-81-7)	가소제
	디이피(DEP,84-66-2)	가소제
	디피알피(DprP,131-16-8)	가소제
	디피피(DPP,131-18-0)	가소제
	벤조페논(Benzophenone,119-61-9)	의약품합성원료
	비비피(BBP,85-68-7)	가소제
	비스페놀 A(Bisphenol A,80-05-7)	가소제
	스티렌(styrene dimer, trimer)	플라스틱제조원료
	알킬(C=5～9)페놀(pent～nonylphenol)	계면활성제 원료
	티비티오(TBTO,56-35-9)	방오제
	피비비(PBBs,59536-65-1)	난연제
	피시비(PCBs,1336-36-3)	열매체
농약류	4-니트로톨루엔(4-Nitrotoluene,99-99-0)	합성중간체
	니트로펜(Nitrofen,1836-75-5)	제초제
	2,4,-디(2,4-D,94-75-7)	제초제
	디디티(DDT,50-29-3)	살충제
	디비시피(DBCP,96-12-8)	살선충제
	디엘드린(Dieldrin,60-57-1)	살충제
	디코폴(Dicofol,115-32-2)	살충제
	린단(Lindane,58-89-9)	살충제
	마네브(Maneb,12427-38-2)	살균제
	만코젭(Mancozeb,8018-01-7)	살균제
	말라티온(Malathion,121-75-5)	살충제
	메소밀(Methomyl,16752-77-5)	살충제
	메톡시클로르(Methoxychlor,72-43-5)	살충제
	메트리브진(Metribuzin,21087-64-9)	제초제
	메티람(Metiram,9006-42-2)	살균제
	미렉스(Mirex,2385-85-5)	살충제
	n-부틸벤젠(n-Butylbenzene,104-51-8)	합성중간체
	베노밀(Benomyl,17804-35-2)	살균제
	빈클로졸린(Vinclozolin,50471-44-8)	살균제
	싸이퍼메트린(Cypermethrin,52315-07-8)	살충제
	아미트롤(Amitrole,61-82-5)	제초제
	아트라진(Atrazine,1912-24-9)	제초제
	알디캅(Aldicarb,116-06-3)	살선충제
	알라클로르(Alachlor,159725-60-8)	제초제
	에스펜발러레이트(Esfenvalerate,66230-04-4)	살충제
	에이취시비(HCB,118-74-1)	살균제
	β-에이취시에이취(β-HCH,319-85-7)	살충제
	에틸파라티온(Ethylparathion,56-38-2)	

표 1-3-2. 계속

분류	물 질 명(CAS No.) /	용 도
농약류	엔도술판(Endosulfan,115-29-7)	살충제
	지네브(Zineb,12122-67-7)	살균제
	지람(Ziram,137-30-4)	살균제
	카바릴(Cabaryl,63-25-2)	살충제
	케폰(Kepone,143-50-0)	살충제
	클로르단(Chlordan,57-74-9)	살충제
	2,4,5-티(2,4,5-T,93-76-5)	제초제
	톡사펜(Toxaphene,8001-35-2)	살충제
	트렌스노나클로르(Transnonachlor,39765-80-5)	살충제
	트리플루랄린(Trifluralin,1582-09-8)	제초제
	퍼메트린(Permethrin,52645-53-1)	살충제
	펜발러레이트(Fenvalerate,51630-58-1)	살충제
	피시피(PCP,87-86-5)	살균제,방부제
	헵타클로르(Heptachlor,76-44-8)	살충제
부산물 및 대사물	디디디/디디이(DDT metabolites)	대사물
	옥시클로르단(Oxychlordane,27304-13-8)	대사물
	헵타클로로 에폭시드(Heptachlor epoxide,1024-57-5)	대사물
	옥타클로로스티렌(Octachlorostyrene,29082-74-4)	부산물
	다이옥신/퓨란(Dioxins/Furan)	부산물
	벤조(a)피렌(Benzo(a)pyrene,50-32-8)	비의도적 생성물

표 1-3-3. 미국 EPA의 내분비계 장애물질 목록

물 질 명(CAS No.)	분 류
1. Tributyltin chloride*(56-35-9)	방오제(biocide)
2. Triphenyltin acetate(900-95-8)	〃
3. Triphenyltin hydroxide(76-87-9)	〃
4. 2-Acetylaminofluorene(53-96-3)	산업유기화합물
5. Acenaphtene(83-32-9)	〃
6. Anthracene(120-12-7)	〃
7. Benzo(a)anthracene(56-55-3)	〃
8. Benzo(a)pyrene*(50-32-8)	〃
9. Benzo(b)fluoranthene(205-99-2)	〃
10. Benzo(k)fluoranthene(207-08-9)	〃
11. Bisphenol-A(80-05-7)	〃
12. Buthyl benzyl phthalate*(85-68-7)	〃
13. Buthylated hydroxyanisole(BHA, 25013-16-5)	〃
14. Buthylated hydroxytoluene(128-37-0)	〃
15. Chrysene(218-01-9)	〃
16. Dibuthyl phthalate(84-74-2)	〃
17. Indeno(1,2,3-cd)pyrene(193-39-5)	〃
18. p-Nonylphenol*(25154-52-3)	〃
19. PCBs*(1336-36-3)	〃
20. Pentachlorophenol*(87-86-5)	〃
21. Phenanthrene(85-01-8)	〃
22. Pyrene(129-00-0)	〃
23. Dimethyl mercury(593-74-8)	상업적으로 사용않음
24. Chlorothalonil(897-45-6)	살균제
25. Pentachloronitrobenzene*(82-68-8)	〃
26. Alachlor(15972-60-8)	제초제
27. Atrazine*(1912-24-9)	〃
28. 2,4-D(94-75-7)	〃
29. Metolachlor(51218-45-2)	〃
30. Simazine(122-34-9)	〃
31. Trifluralin(1582-09-8)	〃
32. Aldrin(309-00-2)	살충제
33. Allethrin(584-79-2)	〃
34. Alpha-BHC(319-84-6)	〃
35. Beta-BHC(319-85-7)	〃

표 1-3-3. 계속

물 질 명(CAS No.)	분 류
36. Chlordane*(57-74-9)	살충제
37. Chlorpyrifos*(2921-88-2)	〃
38. Cyhexantin(13121-70-5)	〃
39. Dieldrin(60-57-1)	〃
40. Endosulfan*(115-29-7)	〃
41. Endrin*(72-20-8)	〃
42. Heptachlor(76-44-8)	〃
43. Lindane(gamma-BHC)*(58-89-9)	〃
44. Oxychlordane(27304-13-8)	〃
45. p,p'-DDD(72-5-8)	〃
46. p,p'-DDE*(72-55-9)	〃
47. p,p'-DDT*(50-29-3)	〃
48. Permethrin(52645-53-1)	〃
49. trans-Nonachlor(39765-80-5)	〃
50. Vinclozolin(50471-44-8)	〃
51. Arsenic*(7440-38-2)	금속
52. Cadmium*(7440-43-9)	〃
53. Copper*(7440-50-8)	〃
54. Lead*(7439-92-1)	〃
55. Manganese*(7439-96-5)	〃
56. Mercury*(7439-97-6)	〃
57. Tin*(7440-31-5)	〃
58. 3,3,4,4,5,5-Hexachloro-biphenyl*(26601-64-9)	PCB
59. 3,3,4,4,5-Pentachloro-biphenyl*(25429-29-2)	PCB
60. 3,3,4,4-Tetrachloro-biphenyl*(32598-13-3)	PCB

* EPA NERL Endocrine Disruptor Expose Team이 평가계획중인 물질

표 1-3-4. 일본 후생성의 내분비계 장애물질 목록

가 소 제	
butylbenzyl phthalate(BBP)	diethylhexyl adipate(DEHA)
di-n-butyl phthalate(DBP)	di-n-hexyl phthalate(DHP)
dicyclohexylphthalate(DCHP)	di-n-pentyl phthalate(DPP)
diethyl phthalate(DEP)	di-n-propyl phthalate(DprP)
di(2-ethylhexyl) phthalate	
플라스틱용 화학물질	
alkylphenol ethoxylates	4-propylphenol
nonylphenol ethoxylates	4-sec-butylphenol
octylphenol ethoxylates	4-n-butylphenol
bisphenol A	2-t-butylphenol
alkylphenol	3-t-butylphenol
2-octylphenol	4-t-pentylphenol
4-nonylphenol	4-t-octylphenol
octylphenol	styrene dimers and trimers
p-octylphenol	
산업용 화학물질 및 환경오염물질	
alkylphenol ethoxylates	hexachlorobenzene
PCBs/Aroclor	tributyltin compound
benzophenone	para-nitrotoluene
benzo(a)pyrene	nonylphenol
6-bromonaphtol-2	octachlorostyrene
chlorobenzenes	PBB
chlorophenate	pentachlorophenol
dibromoacetic acid	TCDF, PCDF, furan
2,4-dichlorophenol	TCDD, PCDD, dioxin
4,4'-dihydroxybiphenyl	tributyltin oxide
4-dodecylphenol	
중 금 속	
cadmium, mercury, lead	
합성 에스트로겐	
centchroman	hexestrol
estradiol	2-hydroxyestradiol
ethynylestradiol	tamoxifen
DES(diethylstylbestrol)	raloxifene
식품 첨가제	
BHA (butylated hydroxyanisole), enterolactone, equol	
식물성 호르몬 유사물질	
phytoestrogens	daidzein
coumestrol	biochanin A
formononetin	genistein

표 1-3-4. 계속

농 약 류	
alachlor(Lasso) (제초제)	hexaconazole (살균제)
aldicarb (살선충제)	beta-hexachlorocyclohexane (살충제)
aldrin (살충제)	ioxynil (제초제)
amitrole (제초제)	iprodione (살균제)
atrazine (제초제)	kepone, chlorodecon(살충제)
azadirachtin (살충제)	lindane (살충제)
benomyl (살균제)	linuron (제초제)
carbendazim (살균제)	malathion (살충제)
carbaryl (살충제)	methomyl (살충제)
chlordanes (살충제)	methoxychlor (살충제)
chlordecon (살충제)	methyl parathion (살충제)
chlorpropham (제초제)	metribuzin (제초제)
clofentezine (제초제)	mirex (살충제)
cyanazine (제초제)	molinate (제초제)
cypermethrin (살충제)	nitrofen (제초제)
dinoseb (제초제)	oryzalin (제초제)
2,4-D (제초제)	oxychlordane (살충제)
DDE (살충제)	oxydemeton-methyl (살충제)
DDD (살충제)	parathion(ethyl phrathion) (살충제)
DDT (살충제)	pendimethalin (제초제)
1,2-dibromo-3-chloropropane (살선충제)	pentachloronitrobenzene(PCNB) (살균제)
dichlorovos (살충제)	pentachlorophenol (살균제)
dicofol(kelthane) (살충제)	permethrin (살충제)
dieldrin (살충제)	phenylphenol (살균제)
diflubenzuron (살충제)	procymidone (살균제)
endosulfan (살충제)	pronamide (제초제)
endrin (살충제)	pyrimidine carbionol family (살충제)
esfenvalerate (살충제)	simazine (제초제)
ethiozin (제초제)	synthetic pyrethroids (살충제)
ethylene dibromide (살균제)	2,4,5-T (제초제)
ethylenebisdithiocarbamate (살균제)	toxaphene, camphechlor (살충제)
(mancozeb, maneb, metiram, zineb)	hexachlorobenzene (살균제)
ethylene thiourea(ETU) (살균제)	trans-nonachlor (살충제)
fenoxycarb (살충제)	tributyltin compound (살균제)
fenvalerate (살충제)	trifluralin (제초제)
fluazifop-butyl (제초제)	triforine (살균제)
heptachlor (살충제)	vinclozoline(dicarboximides) (살균제)
heptachlor epoxide (살충제)	ziram (살균제)

표 1-3-5. Illinois EPA에서 선정한 내분비계장애물질 목록

구분	물 질 명	
EPA 선정 내분비계 장애물질 (35종)	DBCP	2,4-D
	2,4,5-T	Aldicarb
	Aldrin	Benzo(a)pyrene
	Bisphenol A	Cadmium
	Carbaryl	Chlordane
	DDT	Di-n-butyl phthalate
	Dicofol	Dieldrin
	Diethyl phthalate	Endosulfan
	Endrin	eptachlor
	Heptachlor epoxide	Hexachlorobenzene
	Lead	Lindane
	Malathion	Mercury
	Methomyl	Methoxychlor
	Methyl-parathion	Nonyl-phenol
	Parathion	PCBs
	Pentachlorophenol	PCDD, dioxin
	PCDF, furan	Toxaphene
	Tributyltin	

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 내분비계장애물질의 관리기술개발현황

1. 국외기술현황

가. 미국

미국의회는 1996년 식품품질보호법(FQPA) 및 음용수안전법(SDWA)을 통과시키며 EPA에 내분비계장애물질의 검색 및 시험프로그램을 2년내에 개발토록 하고(1998년 8월), 1999년 8월까지 시험을 수행하고, 2000년 8월까지 그 진행상황을 보고토록 지시하였다.

미국 EPA에서는 1996년 10월 내분비계 장애물질 검색 및 시험 프로그램의 개발을 자문하기 위해 정부, 기업, 민간단체 등으로 이루어진 "내분비계장애물질 검색 및 시험자문위원회(EDSTAC)"를 구성하여 86,000종의 화학물질을 대상으로 물질별 기존 독성연구결과를 참조하여 이에 따라 분류하고, 우선순위를 선정하였으며, 검색 프로그램을 개발하여 1998년 8월 검색시험법 권고안을 완성하였다. 그림 2-1-1은 EDSTAC 골격의 흐름도와 진행상황을 나타낸 것이다.

표 2-1-1. 주요 실행단계 계획 일정

Implementation steps	Estimated completion dates
EDSTAC Final Report and Recommendations	Completed
Development of EPA's EDSP	Completed
Public comment on EPA's EDSP	February 22, 1999
SAB[1]/SAP2) Peer Review Processes	April 1, 1999
HTPS[3] Demonstration	February 1999
HTPS	June 2000
EDPSD[4]	June 2000
Priority Setting for Tier 1 Phase	November 2000
Tier 1 Standardization and Validation	September 2001
Tier 1, Phase 1 TSCA5) Test Rule Notice of Proposed Rulemaking(NPRM) and FQPA6) Orders	December 2001
Tier 1, Phase 1 TSCA Final Test Rule	June 2003

1) SAB: EPA Science Advisory Board, 2) SAP: Scientific Advisory Panel, 3) HTPS: High Throughput Pre-Screen, 4) EDPSD: Endocrine Disruptor Priority-Setting Database, 5) TSCA: Toxic Substances Control Act, 6) Food Quality Protection Act

이후 EDSTAC은 해체되고 대신 국가환경정책 및 기술자문위원회(National Advisory Council for Environmental policy and Technology, NACEPT) 산하에 EDMVS(Endocrine Disruptors Screening program)을 운영하여 각 시험법의 prevalidation 및 validation을 진행하고 있다. 또한, EPA는 OECD와 내분비계장애 물질 검색법의 검증 및 harmonize를 위한 공동작업중에 있다.

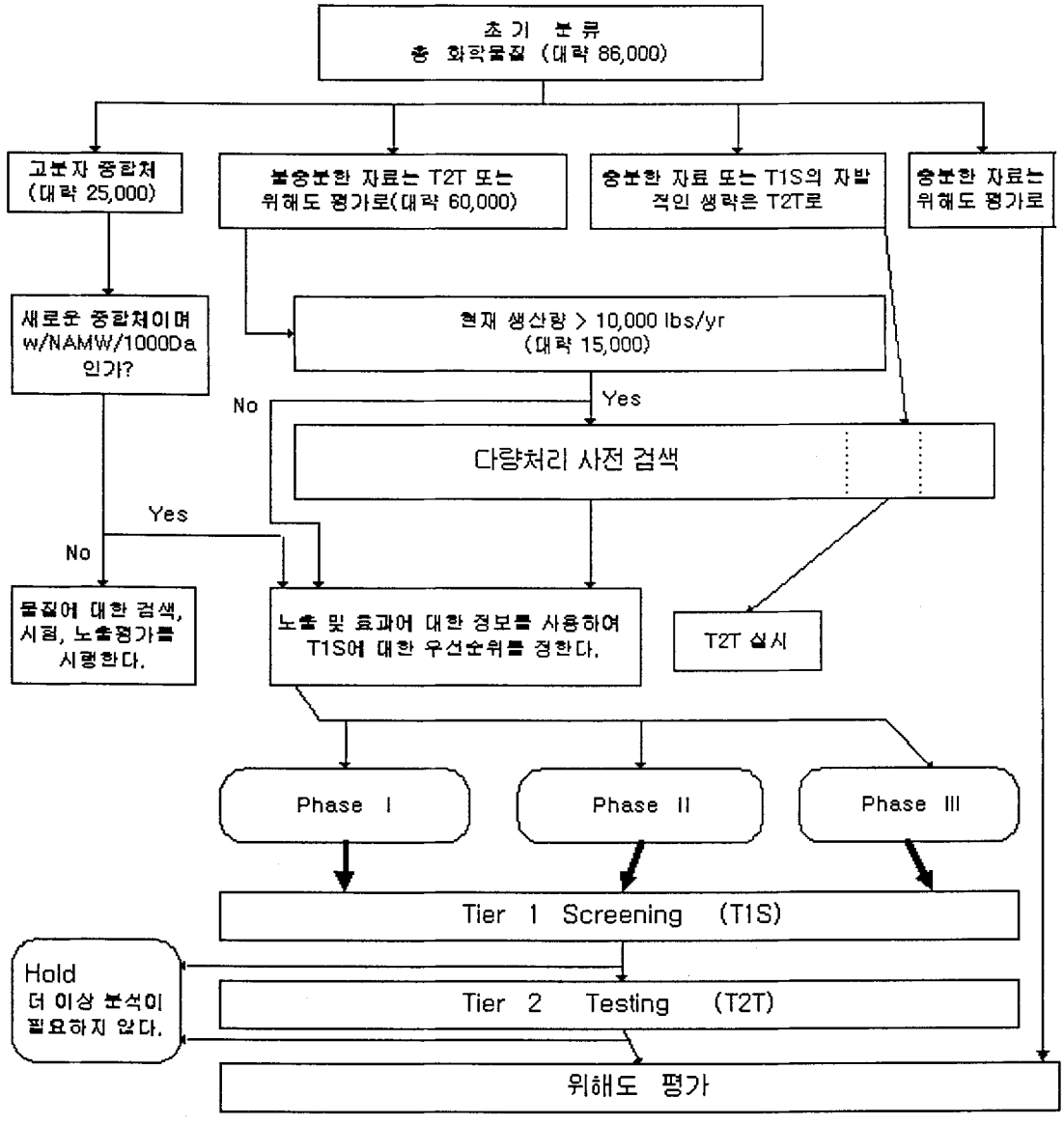


그림 2-1-1. EDSTAC의 내분비계 장애물질 연구 수행 흐름도

나. 일본

일본 환경청은 과학기술청, 후생성, 통산성, 기업연구소, 대학연구소 등과 공동으로 1998년부터 종합연구를 시작하였고, 생물에 미치는 영향에 대한 검색법 및 시험법을 개발중에 있다. 그리고 미국 EPA와 유기적인 협력체계를 갖추고 있다. 또한, 위험물질이 환경에 확산되지 않도록 규제할 수 있는 과학적인 근거자료를 마련할 방침이라고 한다. 주 연구과제는 내분비계장애물질 검색법 및 시험법 개발, 생체에 미치는 영향의 농도 평가방법 개발, 동물모델을 이용한 독성발현 기전연구, 생태계에 미치는 영향연구로서 야생생물에 미치는 영향 연구, 인간의 정자감소 실태에 관한 연구 등을 추진중에 있다.

다. 유럽연합(EU)

OECD 주최로 제 1회 OECD내분비계장애물질에 대한 시험 및 위해성평가를 위한 시험법 지침에 관한 각국 조정관 회의 및 위해성평가 자문단 합동회의(22개국 46명 참석)를 1998년 3월에 개최하여 평가를 위한 화학물질의 선정 및 검색을 위한 적절한 시험법의 구축에 관해 합의하였다. OECD에서는 98년 3월 내분비계장애물질 시험 및 평가를 위한 실무그룹(EDTA)이 구성되어 미국, 일본 등의 회원국과 협조하여 시험지침의 개발 및 국제적 표준화를 추진하고 있다.

그 동안의 연구활동사항을 요약하면,

i) 덴마크: Danish EPA에서 에스트로젠 효능이 있는 환경 화학물질과 남성생식건강(Male reproductive health and environmental chemicals with estrogenic effects) 보고서 작성(1995)

ii) 영국: 환경부의 요청에 따라 Medical Research Council's Institute for Environment and Health(IEH)가 '환경에스트로젠의 평가 - 인간의 건강과 야생생물에 대한 영향' 평가서 발간(1995). 환경부, 보건부, 농림 · 수산 · 식품부, 보건 · 안전성 행정부(Health and Safety Executive), 환경청, Medical Research Council, 화학공업협회, 영국 플라스틱 연맹, European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals Water Nature, 그 외 자연보호 단체들이 모여 1996년 환경 에스트로젠에 대하여 원탁회의를 개최하고 권고안을 제정

iii) 독일: 1995년 독일 EPA 주관으로 연방정부, 대학, 연구소, 산업 및 환경단체 연구소 과학자 회의를 개최하고 '환경에서의 내분비계 작용 화학물질' 보고서 작성(1996).

2. 국내기술개발현황

국내에서는 환경부 주관으로 국제동향파악, 연구현황조사, 중·장기 추진전략에 대한 계획을 수립하였으며, 식품의약품안전청에서는 관련 정보수집 및 검토가 현재 진행중에 있다. 또한 일부 유해독성물질의 모니터링, 표본조사 및 기존 시험방법에 따른 노출량조사를 중·장기 추진계획에 의거 실시할 예정이며, 학계 및 연구소, 기업 등의 공동참여에 의한 지속적인 연구개발을 유도중에 있다. 1998년 8월부터 1999년 1월까지 시범연구사업으로 국립환경연구원주관하에 KIST, 농업과학기술원, 식약청이 참여하여 하천수중 관찰물질 잔류현황 예비조사 및 식품캔류중 내분비계장애물질 분석시험예비조사 등이 실시되었으며, 식약청의 경우 1999년부터 생활용품에 대한 모니터링, 안전성시험 및 인체영향조사등을 실시하고 있다. 위해성평가에 관한 연구는 지난 1992년 국가선도기술개발 사업에서 대기, 수질오염물질에 대한 위해성평가가 수행되었다. 이는 단일매체에서 문제되고 있는 미규제 오염물질의 오염분포 등을 파악하고, 우선관리 대상물질을 선정하기 위한 스크리닝평가에 이용하여 왔으며 각각 단일매체에 대한 위해성평가의 구체적인 방법론을 구축하였다. 또한, 생체지표와 다경로에 대한 노출평가 등에 관한 일부 연구가 진행된 바 있으나 아직까지 수질, 대기 등의 단일매체를 통합적으로 연결하는 다경로에 대한 기초적인 노출평가는 시도되지 않았다. 민간의 경우 1998년 6월 이후부터 환경운동연합, 소비자문제를 연구하는 시민의 모임, YMCA주관으로 각각 이와 관련된 토론회 및 포럼을 개최하였으며, LG화학기술연구원에서는 내분비계장애물질에 대한 in-vivo, in-vitro시험법 확립을 1999년부터 연구하고 있다.

표 2-1-2. 정부의 중·장기 계획 주요내용

구 분	주 요 내 용
제1단계('99~2001) 실태조사	ㅇ 국내 환경중 내분비계장애물질 현황 조사 ㅇ 환경생태계에 대한 영향 연구 및 Screening ㅇ 내분비계장애물질에 대한 시험지침(안) 제정 ㅇ 국내 내분비계장애물질 목록(안) 작성
제2단계(2002~2004) 위해성평가 및 정보망 구축	ㅇ 내분비계장애물질에 대한 위해성평가기법 개발 ㅇ 내분비계장애관련 국내 역학조사 및 평가 ㅇ 환경매체중 한계농도치 권고기준(안) 설정 ㅇ 안전·예방 차원의 정보망(DB) 구축
제3단계(2005~2008) 과학적 통합관리방안 마련	ㅇ 대체물질 등 안전한 물질의 개발을 촉진하기 위한 지침(안) 개발 ㅇ 노출경로별(환경매체, 제품등) 오염도 감시체제 구축 ㅇ 내분비계장애물질의 지정 및 규제방안 마련 ㅇ 내분비계장애물질의 총량규제(안) 마련

제 2 절 내분비계장애물질의 위해성평가 연구동향

지난 1998년 이후 식품포장용기의 비스페놀A 검출에 따른 내분비계장애물질에 대한 국민적 관심증대와 함께 환경부, 식품의약품안전청, 농림부 등의 관련기관 및 전문가로 구성된 내분비계장애물질 대책협의회가 개최되고, 내분비계장애추정물질에 대한 종합적인 중·장기 추진전략과 정부차원의 대책이 마련되게 되었다. 이러한 계획에 따라 환경잔류실태조사와 생태영향조사, 배출경로조사 및 국내 환경중 내분비계장애물질 현황조사 등이 수행되고 있으며, 내분비계장애물질에 대한 시험지침(안)등이 제안되고, 현재 내분비계장애물질의 작용기전·독성기전연구, 모니터링연구 등이 활발히 진행되고 있다.

내분비계장애물질의 규제는 환경부에서 다이옥신 특정유해물질관리특별법의 제정이 추진되고 있으며, 다이옥신의 배출현황을 목록화하는 다이옥신 배출목록작성이 추진되고 있는 등 여러 가지 규제노력이 강화되어 가고 있다. 또한, 과학적이고 합리적인 규제를 위한 위해성평가 및 위해도관리 방법론이 제안되고 있으며, 현재 국내 내분비계장애물질에 대한 위해성평가는 정성적 위해성평가에 해당하는 각 물질의 독성과 물리화학적 성질에 따른 내분비계장애물질 규명을 위한 스크리닝방법론 확립 및 각 물질의 물리화학적 특성에 따른 거동특성 규명연구가 진행되고 있으며, 이미 알려져 있는 독성정보수집 등을 수행하는 위험성확인단계에서, 실제 환경매체 내 존재수준을 파악하는 환경노출평가와 내분비계장애물질의 동물실험을 통한 용량-반응평가단계에 이르러 있다.

또한, 국제협력연구로 환경부와 식품의약품안전청 독성연구소에서 OECD 회원국으로써 OECD의 독성시험 가이드라인 제정을 위한 노력에 동참하여, uterotrophic assay, hershberger assay, 28 day repeated dose toxicity study(28일 반복투여시험)을 보강한 enhanced TF407 확립작업을 수행하고 있다.

미국 EPA에서는 1996년 10월 내분비계장애물질 검색 및 시험 프로그램의 개발을 자문하기 위해 EDSTAC을 구성하여 86,000종의 화학물질을 대상으로 기존자료 분류하고, 우선순위를 선정하였으며, 검색프로그램을 개발하여 1998년 8월 검색시험법 권고안을 완성하였다. 이후 EDSTAC은 해체되고 대신 국가환경정책 및 기술자문위원회(National Advisory Council for Environmental policy and Technology, NACEPT) 산하에 EDMVS(Endocrine Disruptors Screening program)을 운영하여 각 시험법의 prevalidation 및 validation을 진행하고 있다. 또한, EPA는 OECD와 내분비계장애물질 검색법의 검증 및 harmonize를 위한 공동작업중에 있다. 또한, 일본 환경청에서는 1998년 환경호르몬전략계획을 수립하여 이에 따라 내분비계장애물질의 환경중 잔류실태등을 조사하고, 내분비계장애물질의 작용메카니즘 규명을 위한 조사 및 연구를 추진중이다. 영국 및 독일등 유럽국가들에서도 내분비계장애물질에 대한 실태조사 및 노출실태조사가 추진중에 있으며, OECD에서는 1998년 3월 내분비계장애물질 시험 및 평가를 위한 실무그룹(EDTA)가 구성되어 미국, 일본

등의 회원국과 협조하여 시험지침의 개발 및 국제적 표준화를 추진하고 있다.

이러한 규제 및 관리를 위한 근거로 활용되는 내분비계장애물질에 대한 위해성평가가 수행되고 있으며, 이에 최근 내분비계장애물질이 가지는 특성으로 인한 위해성평가시의 몇가지 문제들이 제기되고 있다. 첫째, 약물동력학적 문제로서, 대부분의 EDCs 는 자연적으로 체내에서 빠른 대사를 보이는데 비해 PCBs등은 지방조직에 축적되어 높은 지속성, 잔류성을 나타내는 등 각 물질의 체내에서의 기전이 다른 양상을 나타낸다는 것이다. 둘째는, 체내의 내분비계장애물질은 serum level과 serum protein과의 결합이 다양하여 target cell uptake의 영향이 달라지게 되어 나타나는 반응이 상쇄되거나 상승될 수 있으며, 또한 주로 혼합물의 형태로 노출됨에 따른 반응의 상쇄·상승작용 또한 야기될 수 있다는 것이다. 셋째는 PCBs나 다이옥신과 같은 다중의 내분비계영향을 나타내는 물질의 경우 독성 endpoint를 어떻게 설정할 것인가하는 문제가 제기되고 있으며, 마지막으로 식이섭취노출의 경우 실제 식이 섭취량에 비해 serum중 농도가 월등히 높은 경우가 쉽게 발생한다는 것이다.

이러한 문제점들로 인하여 위해성평가시 현재까지 활용되어오던 위해성평가방법론의 적용이 어려우며, 이로 인한 내분비계장애물질의 특성을 고려한 위해성평가방법론의 필요성이 대두되고, 그 방법론이 개발되고 있다.

그리고, 위해성평가시 노출량 예측을 위한 각 환경매체내 물질의 잔류수준 예측과 각 환경매체의 위해도관리시 우선순위를 설정하는데 있어서 내분비계장애물질의 매체내 변화 및 매체간 이동을 고려하는 각 물질의 물리화학적 특성에 따른 동태기전 파악이 요구되고 있으며, 최근 내분비계장애물질의 환경매체내 동태파악을 위하여 다이옥신을 중심으로 한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 각 환경매체 및 수용체에서의 축적경향 등에 대한 연구와 보고되고 있는 동태기전연구결과를 활용한 동태예측모델의 개발이 이루어지고 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 내분비계장애추정물질 정보 DB 디자인 및 구축

1. 내분비계장애추정물질의 위해성정보 데이터베이스(EDMS_DB)의 개발 개요

국가지정연구실사업의 최종목표로서 개발될 예정인 EDMS(Endocrine Disruptors Management System)의 기초자료로서 내분비계장애추정물질의 위해성평가관련정보를 총망라한 데이터베이스를 구축하였다.

본 데이터베이스는 위해성평가의 각 단계에 활용가능하도록 단계별로 나누어 정리하였으며, 세계야생동물보호기금(WWF)에서 선정한 126여종의 물질을 대상으로 하고, 세계야생동물보호기금(WWF), 미국 환경청(EPA), 미국 질병관리센터(CDC), 일본 환경청, 우리나라 환경부, 식품의약품안전청등의 발표자료와 내분비계장애추정물질에 대한 위해성 및 독성정보관련 해외 데이터베이스, 모니터링자료, 규제현황, 국내 유해화합물의 사용·제조·수입현황, 문헌을 통한 연구결과등을 통하여 정보를 수집하였다. 수집된 정보들은 보다 효율적인 활용이 가능하도록 내분비계장애추정물질의 위해성평가 및 관리수행의 흐름을 고려하여 데이터베이스를 디자인하여 구축하였다. 대상물질은 당초 연구계획상의 WWF에서 선정한 67종의 물질로 하였으며, 이에 추가로 WWF에서 선정된 물질을 포함시켜 140여종의 내분비계장애추정물질을 대상으로 본 데이터베이스를 재구축함으로써 연구범위를 확장·수행하였다.

건강위해성평가는 동물실험 또는 역학연구로부터 보고된 독성학적 자료와 주어진 사용조건에 따른 유해영향의 가능성이 결정되기 위한 노출가능성에 대한 정보가 결합되어 수행되는 과정이다. 이는 위험성확인(Hazard identification), 노출평가(Exposure assessment), 용량-반응평가(Dose-response assessment), 위해도 결정(Risk characterization)의 네 단계로 이루어진다(그림 3-1-1).

본 데이터베이스시스템 구축을 위한 위해성관련정보의 수집과 선택 및 가공과정은 위해성평가 수행에서의 위험성인지 및 확인을 위한 여러 정보를 수집하는 위험성확인단계에 해당한다고도 할 수 있으나, 본 데이터베이스 시스템에서 제공하는 정보는 위해성평가 전반에 걸쳐 활용가능한 포괄적 정보이다. 수집된 정보들은 가능한 신뢰성있는 기관에서 이미 검증된 자료들을 선택적으로 수용하였으며, 정보선택지침은 미국 EPA에서 제안하고 있는 위해성평가 지침(Guidance for risk assessment)을 고려하였다.

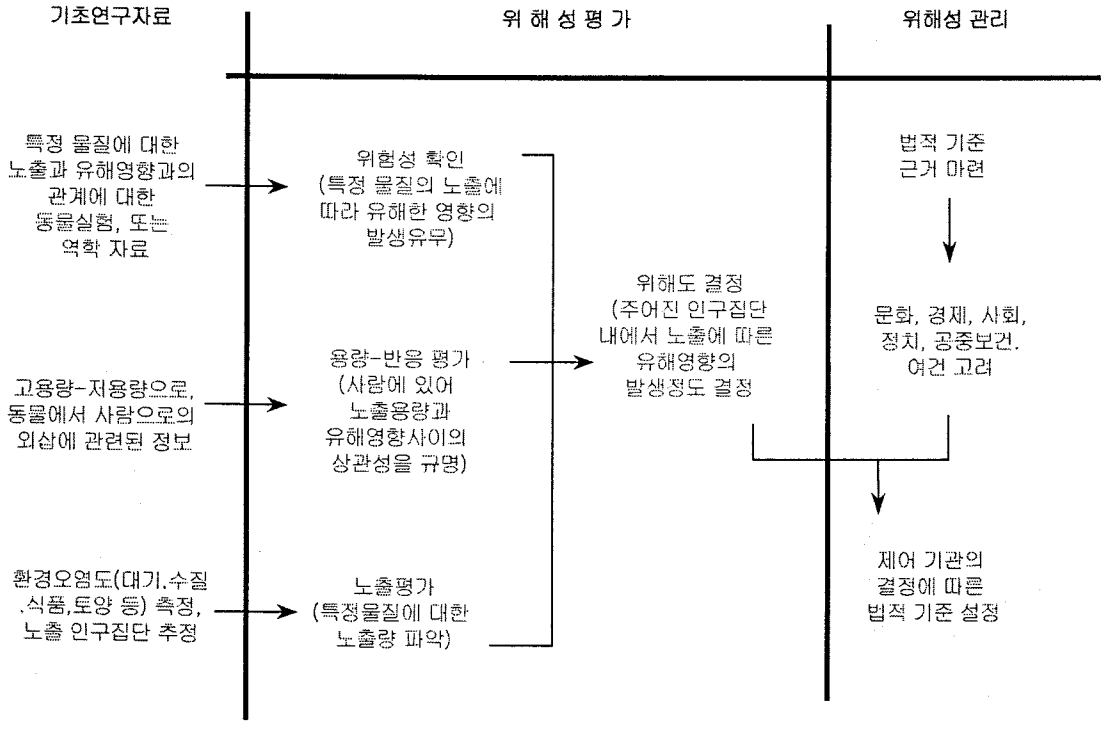


그림 3-1-1. 위해성평가 및 위해성관리의 기본과정(NRC, 1983)

본 데이터베이스내의 정보제공항목은 표 3-1-1과 같다.

표 3-1-1. 내분비계장애추정물질의 데이터베이스 구축항목

구 분		항 목
위험성확인 (Hazard Identification) 관련정보	물리화학적 성질 (Physico-chemical Properties)	CAS No. / 분자량(Molecular weight) / 분자식 (Structure)/ 성상(Appearance) / 증기압 (Vapor pressure) / 옥탄올-물 분배계수(Octanol-Water Partition Coefficient factor) / 생물농축계수 (Bioconcentration factor) / 끓는점 (Boiling point) / 인화점 (Flash point) / 녹는점 (Melting Point) / 20℃ 에서의 수용해도 (Solubility in water at 20℃) / 헨리상수 (Henry's Law Constant)
	위험성 순위 (Hazard Ranking)	IARC, U.S.EPA등의 분류내용
	독성 (Toxicity)	·급성독성(Acute toxicity) ·만성독성(Chronic toxicity) - 일반독성(General toxicity) / 생식독성(Reproductive toxicity) & 내분비독성(Endocrine toxicity) / 최기형성 (Teratogenicity) / 돌연변이원성(Mutagenicity) / 신경독성(Neurotoxicity) / 유전독성 (Genotoxicity) / 발암독성 (Carcinogenicity)
	체내 대사기전 (Metabolism)	·대사기전 및 대사물질(Metabolism & Metabolites) ·생물학적 반감기(Biological half-life)

표 3-1-1. 계속

구 분		항 목
노출평가 (Exposure Assessment) 관련정보	환경중 배출 (Release pattern) 및 환경내 동태 (Environmental Fate)	·환경중 배출(Release pattern) ·토양중 동태(Fate in soil) ·수계중 동태(Fate in water) ·대기중 동태(Fate in atmosphere)
	환경내 잔류수준 (Level in Environment)	대기(Air) / 수질(Water) / 토양(Soil) /저질(Sediment) / 식품(Food) / 모유 (Human Breast Milk) / 기타(Others)
	인체노출 (Human Exposure)	·인체노출경로(Probable routes of Human exposure) ·체내부하량 (Body Burden) ·일일평균섭취량 (Average Daily Intake) ·일반인구집단 노출(Exposure to general population) ·작업장 노출(Occupational Exposure)
	물질의 이동/변화 기전 (Environmental Fate Mechanism)	·생분해(Biodegradation) ·생변환(Biotransformation) ·무기분해(Abiotic degradation) ·토양흡착(Soil adsorption) ·물/토양 휘발(Volatilization from Water/Soil) ·생물농축(Bioconcentration)
용량-반응평가 (Dose-Response Assessment) 및 위해도 예측 (Risk Characterization) 관련정보	발암력(Cancer potency) & Dose-Response Data	·실험동물종(Experimental Animal) ·실험기간(Experimental duration) ·발암종류(Tumor type) ·노출경로(Exposure route) ·활용된 수학적모델(Mathematical model) 및 용량-반응자료(Dose- response data)
	참고용량(Reference Dose) & Dose-Response Data	·NOAEL / LOAEL ·실험동물종(Experimental Animal) ·실험기간(Experimental duration) ·독성영향(Toxicity end point) ·노출경로(Exposure route) ·불확실성 계수(Uncertainty factor) 및 조정계수(Modifying factor)
	Benchmark Dose & Dose-Response Data	·실험동물종(Experimental Animal) ·실험기간(Experimental duration) ·독성영향(Toxicity end point) ·노출경로(Exposure route) ·활용된 수학적 모델(Mathematical model) 및 용량-반응 자료(Dose-response data)
규제관련정보 (Regulatory Information)	ADI(Acceptable Daily Intake) & TDI(Tolerable Daily Intake) Regulatory Information	·ADI(Acceptable Daily Intake) & TDI(Tolerable Daily Intake) ·Regulatory Information

본 연구결과물을 CD-ROM으로 제작하고, 본 정보시스템의 매뉴얼을 작성하였다. 국내에서 그동안 물질의 물리화학적 성질이나 독성정보등의 데이터베이스시스템이 개발된 예는 많았으나, 본 데이터베이스는 위해성평가 각 단계에서 필요한 전반적인 정보를 포함하고, 위해성평가 흐름의 이해를 도우며, 이에 대한 근거정보까지 깊이있게 다루었다는 점에서 그동안 개발된 데이터베이스를 넘어서는 유용한 데이터베이스 시스템이라 할 수 있다. 이후 본 국가지정연구실의 홈페이지에서 본 정보시스템을 활용할 수 있도록하여 정보공유 네트워크를 구축하며, 2단계에 수행될 내분비계장애추정물질의 위해성평가 관리시스템의 기초자료로 활용하고자 한다. 본 데이터베이스 CD를 부록으로 첨부하였으며, 본 데이터베이스 프로그램을 프로그램심의조정위원회에 등록하였다.

2. 내분비계장애추정물질 위해성정보 데이터베이스 내용

데이터베이스의 구성은 위해성평가의 흐름에 따라 위험성확인, 노출평가관련정보, 용량-반응평가정보, 규제관련정보로 나뉘어져있다. 그림 3-1-2는 본 데이터베이스의 시작화면과 메인메뉴화면을 나타낸 것이다.

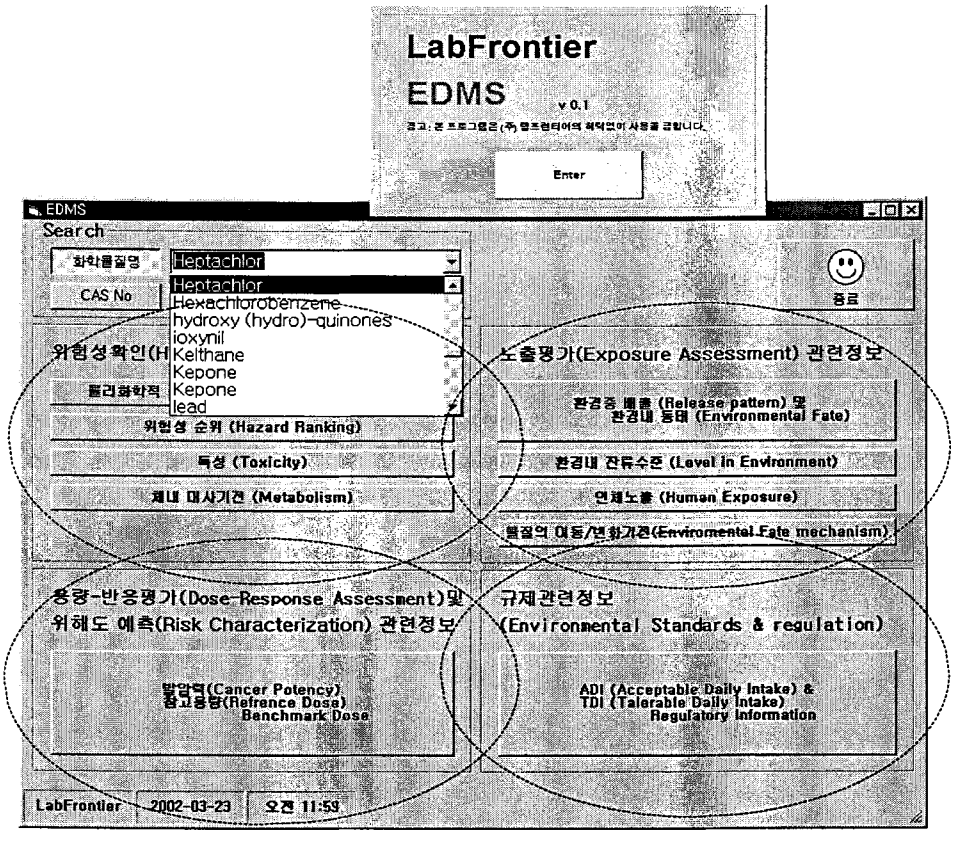


그림 3-1-2. 내분비계장애추정물질 위해성평가정보 데이터베이스의 시작 및 주메뉴화면

그림 3-1-2에서와 같이 본 데이터베이스에는 내분비계장애물질로 선정된 물질을, 물질명 또는 CAS No.로 검색하여 정보를 살펴볼 수 있도록 하였으며, 본 데이터베이스의 항목구성에 따른 상세내용은 다음과 같다.

가. 위험성확인(Hazard Identification)

위험성확인과정은 대상위험요인에 대한 위험성을 인지하고 확인하는 과정이다. 이는 대상물질이 어떤 유해영향을 일으키는가, 그리고 인체에서 일어나는 유해영향의 발생경향 및 가능성은 어떠한가에 관한 사실을 규명하는 과정이다. 이에 따라, 내분비계장애추정물질의 일반적인 물리·화학적 성질을 나타내는 항목을 조사하고, 고유하게 가지고 있는 독성을 급성독성과 만성독성으로 나누고 만성독성은 독성영향별로 나누어 각 정보를 조사·수집·정리하였다.

(1) 물리화학적 성질(Physico-Chemical Properties)

환경내 동태 예측 등의 환경노출평가 및 위해성평가의 각 단계에서 이용될 기본적인 정보로서 물리화학적 성질들을 정리하였다(그림 3-1-3).

본 데이터베이스에서 나타낸 물질의 물리화학적 성질에 관한 정보에 따라 환경내 존재양상과 주된 노출경로 등을 파악할 수 있으며, 이는 위험성확인의 시작과정이라 할 수 있다. 예를 들면, 옥탄올-물 분배계수가 높은 경우 탄소흡착계수가 높아지고 이에 따라 토양흡착율이 높아져 대체로 토양내 존재가능성이 높아진다. 이러한 기본성질에 따라 물질의 환경내 동태를 대략적으로 유추해낼 수 있으며, 위해성평가의 수행방향을 설정할 수 있다.

(2) 위험성 순위(Hazard Ranking)

국내외 여러 기관에서 제시한 바 있는 독성분류체계에 따라 살펴봄으로서 위험성 개요를 파악할 수 있도록 하였다(그림 3-1-4). 위해성평가를 주 목적으로 하여 미 환경청(EPA)에서 평가하고 제안한, 신뢰성있고 체계적인 위해성정보시스템인 IRIS(Integrated Risk Information System)와 WHO등 여러 기관에서 제시하는 물질의 알려진 위험성에 따른 분류정보등를 수록하였다. IRIS는 물질별로 신뢰할만한 독성정보와 용량-반응정보 이에 따라 EPA에서 산출한 Reference Dose(RfD), Cancer potency(q_1*, slope factor), Benchmark Dose(BMD)등의 독성기준치, 환경내 물질의 정보가 수록된 것으로서 위해성평가를 위한 데이터베이스 시스템의 대표적인 것이다.

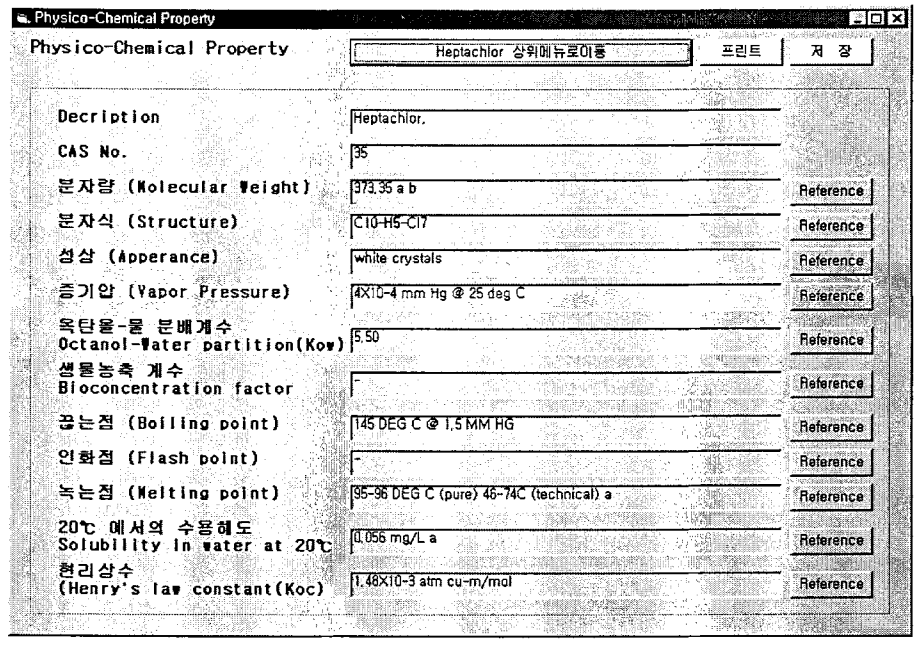


그림 3-1-3. 내분비계장애추정물질별 물리화학적 정보

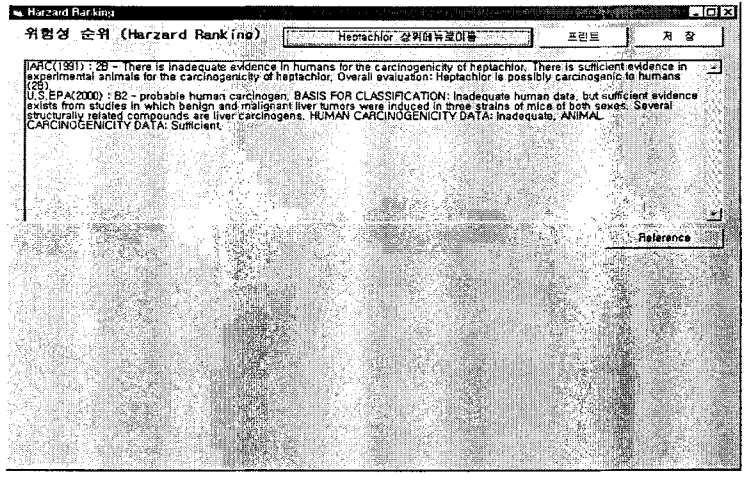


그림 3-1-4 내분비계장애추정물질의 위험성 순위 정보

(3) 물질별 독성(Toxicity)

각 물질별로 독성을 급성독성과 만성독성으로 분류하고, 만성독성으로 나타나는 일반적인 독성영향과 생식독성, 최기형성, 돌연변이원성, 신경독성, 유전독성, 발암독성에 관한 정보를 수록하였다(그림 3-1-5).

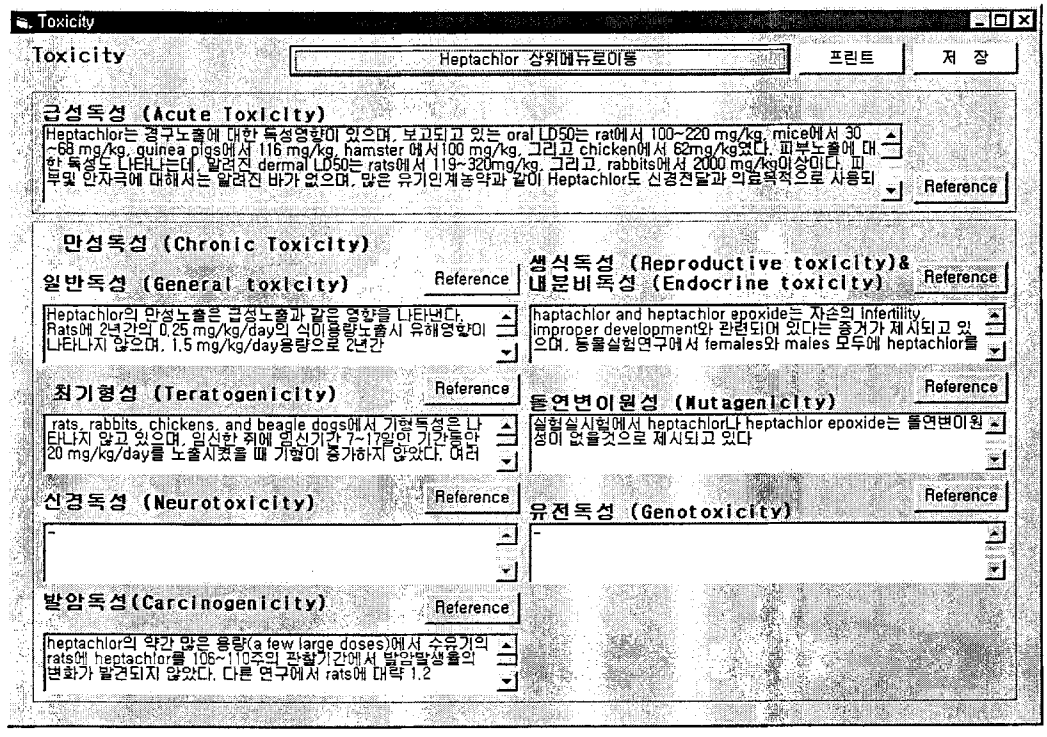


그림 3-1-5. 내분비계 장애추정물질의 독성정보

(4) 체내 대사기전(Metabolism)

물질이 체내에서 어떤 대사기전을 거쳐 인체내 조직에 어떻게 분포하는가에 관한 내용으로, 이에 따른 물질의 독성을 나타내는 기전과 체내머무름시간을 유추할 수 있다. 물질의 생물학적 반감기를 함께 수록하였다(그림 3-1-6).

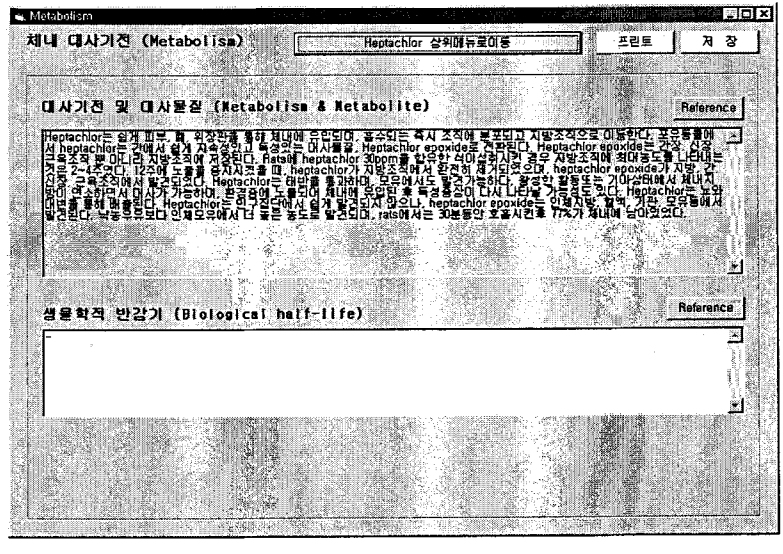


그림 3-1-6. 내분비계 장애추정물질의 체내 대사기전

나. 노출평가 (Exposure Assesment)

노출평가는 다양한 환경매체에 접한 결과로 일어나는 유해물질이 인체에 침투되는 양을 정량화하여 나타내는 과정이다 노출량의 예측에는 노출기간, 노출경로, 물질의 생물학적 유용성, 노출대상집단의 속성등의 요인이 영향을 미치며, 환경중 물질의 동태 및 환경매체내 이동을 파악하는 과정 또한 포함되어야 한다.

(1) 오염원과 환경내 동태(Release Pattern and Environmental Fate)

환경중 오염원으로부터 배출되어 각 환경매체내에 분포되는 물질의 이동 및 변화기전에 관한 정보를 각 환경매체별로 수록하였다(그림 3-1-7).

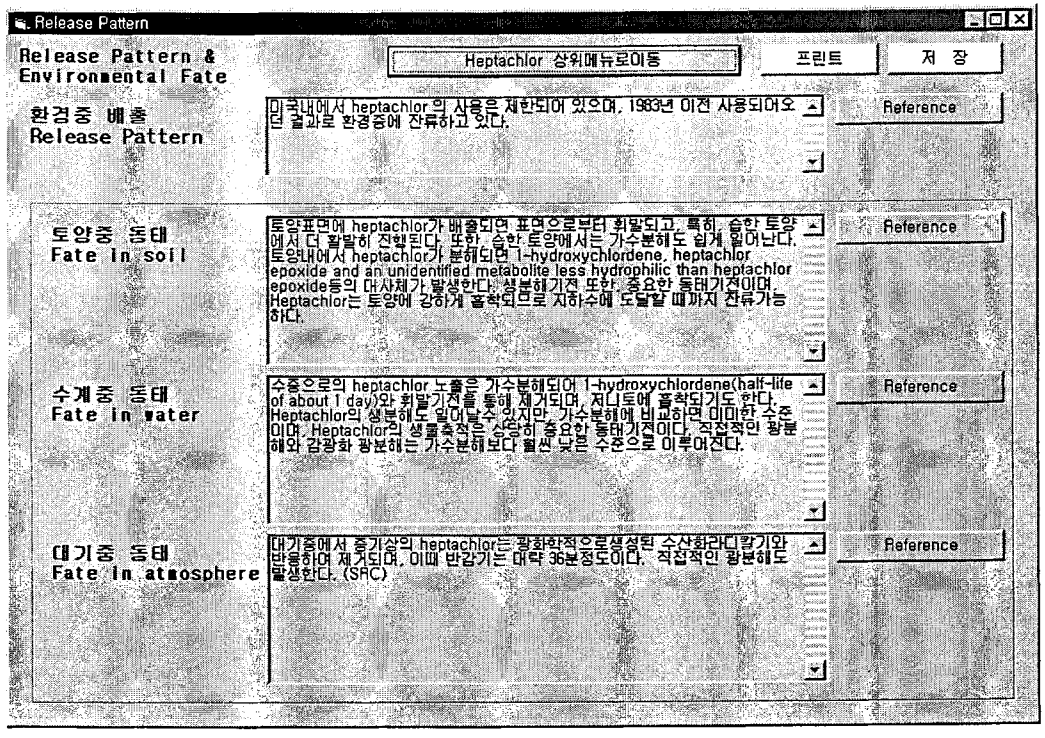


그림 3-1-7. 환경중 배출양상 및 환경매체내 물질의 동태

(2) 환경중 잔류현황(Level in Environmental Media)

기존의 모니터링자료를 검색·수집하여 매체별 환경오염현황과 background 농도수준파악에 참고할 수 있도록 하였다(그림 3-1-8).

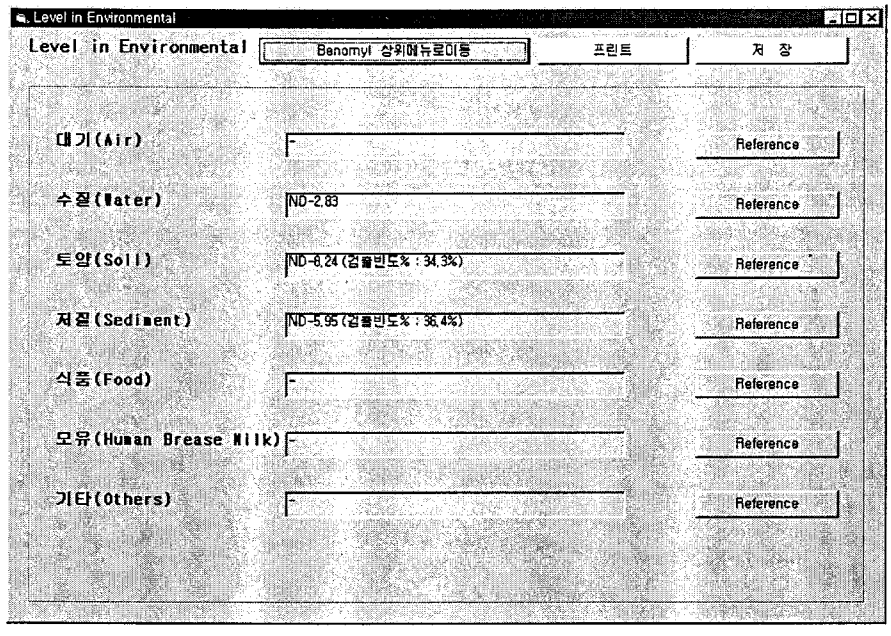


그림 3-1-8. 내분비계장애추정물질의 환경중 잔류현황 정보

(3) 환경내 동태기전(Environmental Fate Mechanism)

환경내에서 일어날 수 있는 물질별 동태기전을 규명하고 각 기전에서의 해당물질의 경향을 수록하였다. 본 데이터베이스 시스템에서는 주된 환경중 동태기전인 생물학적 분해, 무기분해, 물/토양 휘발, 생체변환, 토양흡착, 생물농축에 있어서의 물질별 특성을 수록하였다.

동태기전은 크게 이동(transport: 물리적 이동)과 변화(transformation: 화학적 이동)로 나눌 수 있다. 이동기전은 확산(diffusion), 대류(advection), 분산(dispersion), 침강(deposition), 휘발(volatilization), 흡착(adsorption), 흡수(absorption) 등이 있으며, 변화기전은 가수분해(hydrolysis), 생변환(biotransformation), 생물학적분해(biodegradation) 등이 있다.

(가) 환경내에서 일어나는 주요 동태기전

① 이동(transport)

㉮ 확산(diffusion) /대류(advection) / 분산(dispersion)

난류확산(turbulent diffusion)과 분자확산(molecular diffusion)으로 이루어진다. 난류확산은 공기나 물의 난류흐름에 따라 물질이 이동하는 것을 의미하며, 이는 Fick의 제 1법칙에 따라 물질이동량을 예측할 수 있다. 이는 공기나 물중 물질이동의

주요한 동태기전이 된다. 분자확산에 의한 물질의 이동은 주로 농도변화에 따라 고농도에서 저농도로 이동한다. 또한 대류(advection)는 주로 열에 의한 공기의 흐름에 따른 물질의 이동을 의미하며, 지하수와 같이 물의 흐름이 약한 경우, 이를 dispersion이라 한다.

㉯ 침강(deposition) / 휘발(volatilization) / 흡착(adsorption) / 흡수(absorption)

② 변화(Trasformation)

㉮ 광분해(photolysis) - 대부분의 유기물질들이 광분해에 의해 소멸되고, 이러한 과정에서 CO_2와 H_2O를 생성된다. 광변화(Phototransformation)에 의해 물질은 분열(fragmentation : 분자결합이 끊어지고 두 개의 free radical 형성) 또는 재배열(rearrangement : cis에서 trans로의 이성질체 변화와 같은 분자 재배열)됨으로서 변화된다.

㉯ 가수분해(hydrolysis) - 수중에 존재하는 유기물질의 주요한 동태기전이다. 이는 amids, esters, carbamates, organophosphates등의 functional groups을 가진 물질이 수중에 존재할 때 쉽게 변화되고, pH 조건에 따라 달라진다.

㉰ 산화 및 환원(oxidation and reduction) - 많은 무기 및 유기물질이 환경중에서 산화 또는 환원된다. 이러한 작용에 의한 물질변화는 환경내 동태와 독성을 변화시킨다. 주로 원자형태로 존재하는 무기물질은 환경조건에 따라 다른 물질로 환경매체내 존재하게 되는데, 예를 들어 비소의 경우, 주로 대기중에서는 산화된 상태인 arsenate로 존재하고, 저니토(sediment)에서는 환원된 상태인 arsenite로 존재한다.

㉱ 흡착(adsorption) / 흡수(absorbtion) - 물질의 수용해도에 따라 또는 물-옥탄올 분배계수에 따라 흡수되거나, 토양입자나 대기중 분진입자에 흡착되는 기전을 의미한다.

㉲ 생물농축(bioconcentration) / 생변환(biotransformation) - 섭취등을 통하여 생체내에 흡수되어, 체내에 축적되고 변화되는 기전이며, BCF(Bioconcentraion factor)를 활용하여 축적율을 알수있다.

㉮ 생물학적 분해(biodegradation) - 주로 미생물에 의한 분해이며, 토양중에 존재하는 유기물질과 무기물질의 변화기전이다. 미생물의 효소 capability의 수준에 따라 다르며, 많은 유기물질이 물질구성에 따라 미생물에 의한 분해시 민감도가 달라진다.

③ 본 데이터베이스에서 고려한 환경내 동태기전

각각의 내분비계장애추정물질별로 생물학적 분해와 무기분해로 나누어 동태기전을 정리하였고, 생체내변화와 생물농축기전, 토양흡착, 물/토양에서의 흡착 및 휘발 등의 기전에 대해 수록하였다(그림 3-1-9).

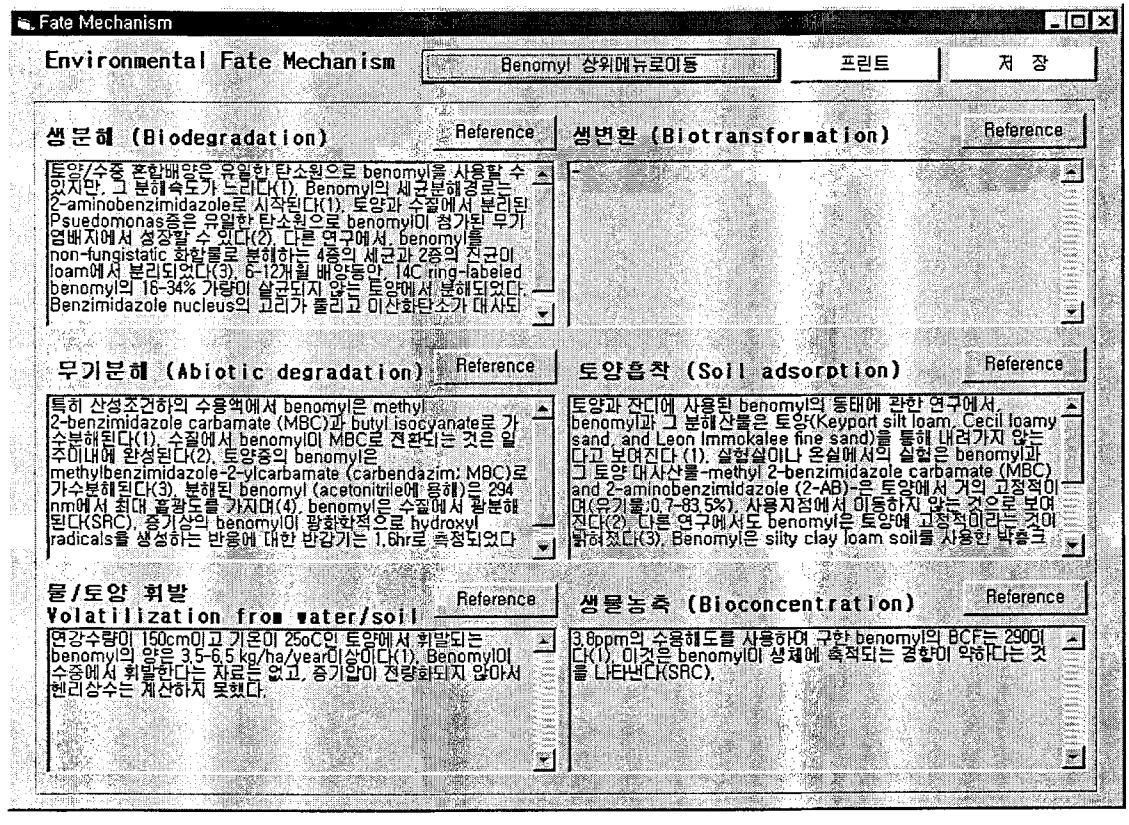


그림 3-1-9. 내분비계장애추정물질의 환경내 동태기전 정보

(4) 인체노출(Human Exposure)

각각의 내분비계장애물질별 주요인체노출경로와 연구보고되고 있는 일일평균섭취량과 체내 부하량 등을 나타내었다(그림 3-1-10).

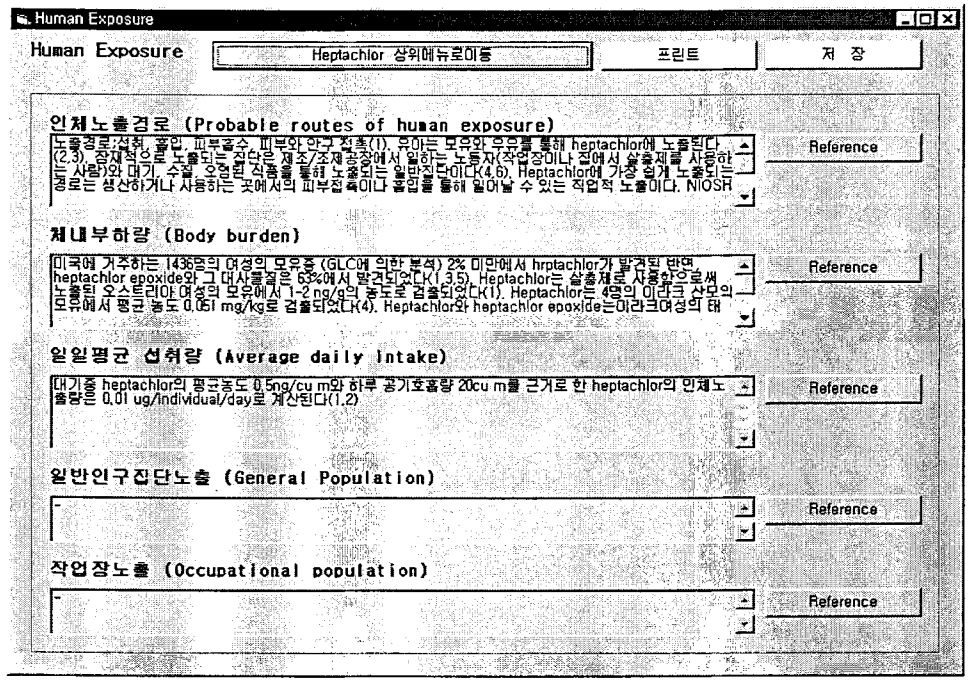


그림 3-1-10. 내분비계장애추정물질의 인체노출경로 및 노출수준정보

다. 용량반응평가 및 위해도 예측 (Dose-response Assessment & Risk Estimation)

위해도 예측에 요구되는 독성기준치를 제시하였다. 각 독성기준치와 함께 기준치 설정에 활용된 용량-반응평가 자료를 수록하였다. 발암가능성과 유전독성유무에 따라 위해도 예측방법은 역치방법론과 비역치방법론으로 나뉜다. 본 연구에서는 현재 알려져 있는 모든 독성기준치를 수록하였다.

① 용량-반응평가 방법 개요

용량-반응평가는 물질의 유해요인에 대한 용량(노출)과 관련된 생물학적 반응사이의 정량적 관계를 규명하는 과정이다(NRC, 1983). 용량-반응관계를 평가하고 독성기준을 유도하는데 있어서는 다양한 기법이 활용되고 있으며(표 3-1-2), 주로 활용되는 정보는 동물실험으로부터 유도된 것이다. 유해요인(agent)의 용량-반응관계는 대상실험종과 인구집단의 특성, 노출조건, 노출경로, 대상독성영향의 종말점 등에 따라 달라진다.

위해성평가시 용량-반응평가는 물질의 독성 endpoint에 따라 그 접근방법이 달라지며, 표 3-1-2는 독성 endpoint에 따른 접근방법을 나타낸 것이다.

대부분의 위해성평가자들은 직접 용량-반응관계를 유도하기보다는 제안된 독성기준을 사용하는데, 이미 잘 알려진 바 있는 미국 EPA의 IRIS(Integrated Risk Information System)와 HEAST(Health Effects Assessment Summary Tables)등을

통해 정보를 활용하며, 온라인서비스로는 TOXNET등이 있다. WHO의 International Program on Chemical Safety's Environmental Health Criteria Services 등도 이러한 정보들을 제공하고 있다.

용량-반응평가는 발암성, 유전독성의 유무에 따라 역치(threshold)의 존재유무를 가정하며, 이에 따라 그 방법론이 달라진다. 역치(threshold)란 역치 이하의 용량(dose)에서는 반응(response)이 zero임을 나타내는 것이다. 이에 따라 발암물질이며, 유전독성이 있는 경우에는 비역치방법론을 적용하며, 비발암물질이거나 발암물질이며 유전독성이 없는 경우는 역치방법론을 적용한다.

표 3-1-2. 독성학적 종말점(end points)에 근거한 일반적인 접근법

접근방법	방법론	독성학적 end-point
역치영향을 고려한 접근법	· NOAEL/LOAEL 및 불확실성 계수의 활용 · Benchmark dose 및 불확실성 계수의 활용	· Irritation · Non-cancer effects · Epigenetic carcinogenic effects
비역치영향을 고려한 접근법	· Linearized multistage model · 저용량-외삽모델 · 선형외삽을 활용한 Benchmark dose	· Reproductive effects · Genotoxic carcinogenic effects
비발암관련 독성치 활용방법	· 참고치(Reference Doses, RfDs, · Reference Concentrations, RfCs)	· All non-carcigenic effects except for irritation
발암관련 독성치 활용방법	· Unit Cancer Risks(UCRs) · Cancer potency factors(CPFs) · Virtually safe doses(VSDs)	· Carcinogenic effects
약물동력학적 접근법	· Physiologically based pharmacokinetic models(PBPK)	· Target organ effects
Monte-Carlo Analyis	· 여러 가지 정보와 전문가의견의 조합	· All effects

② 용량-반응평가 방법론과 독성기준치의 활용

비역치방법론에서 발암독성영향에 활용되는 발암잠재력(cancer potency)과 이에 대한 근거자료로서의 동물실험자료, 역치방법론에서 비발암독성영향에 대한 위해성평가시 활용되는 참고치(reference dose)와 이에 근거자료로서의 동물실험자료, 최근 비발암독성영향에 대해 새롭게 제시되고 있는 benchmark dose(BMD)와 관련동물실험자료를 이에 대한 출처와 함께 수록하여, 위해성평가자가 쉽게 위해성평가수행시 활용할 수 있게 하였다(그림 3-1-11).

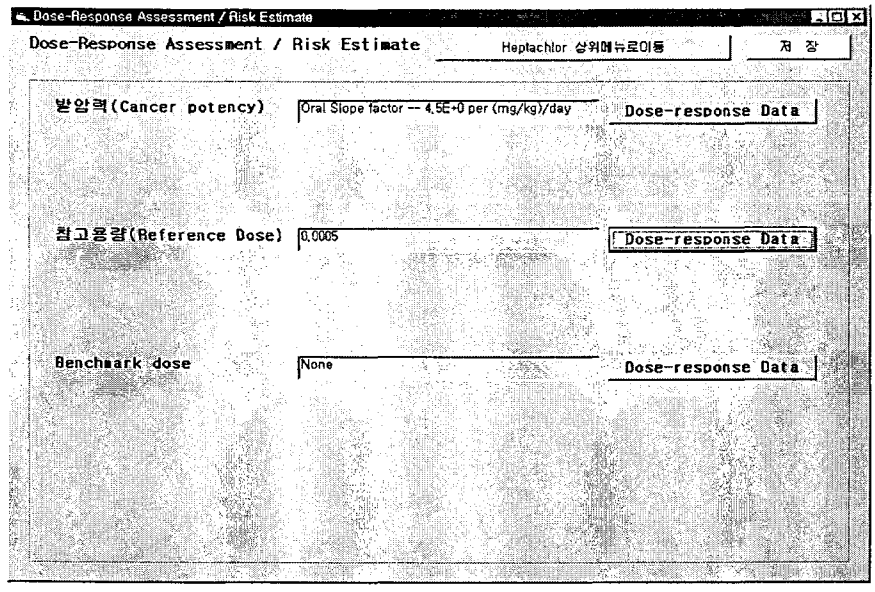


그림 3-1-11. 내분비계장애추정물질의 독성기준치 및 근거 용량-반응 실험자료

㉮ Reference Dose

역치방법론(threshold approach)으로 활용되는 참고용량(reference dose)에 대한 용량-반응 정보를 수록한 것이다. 이는 근거로 제시되는 NOAEL 및 LOAEL 과 불확실성 계수, 동물실험정보등을 포함하고 있다(그림 3-1-12).

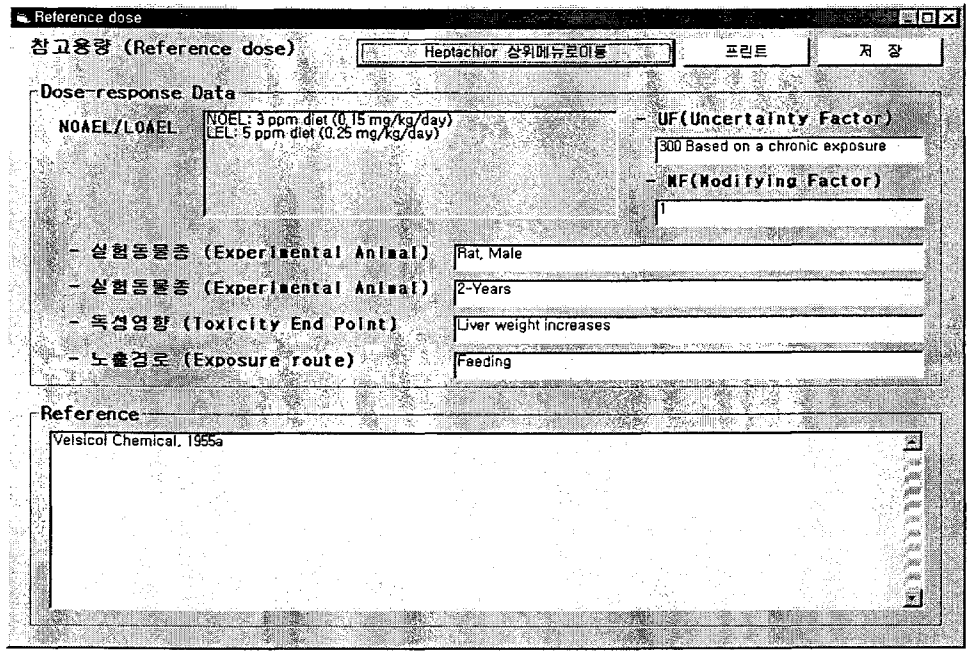


그림 3-1-12. 내분비계장애추정물질별 참고용량(Reference Dose)
및 관련 동물실험자료

㈏ Cancer Potency

비역치방법론(non-threshold approach)으로 활용되는 발암력(cancer potency)의 용량-반응정보를 나타낸 것이다. 이는 동물실험정보와 이에 활용한 수학적 모델에 대한 정보들을 수록하고 있다(그림 3-1-13).

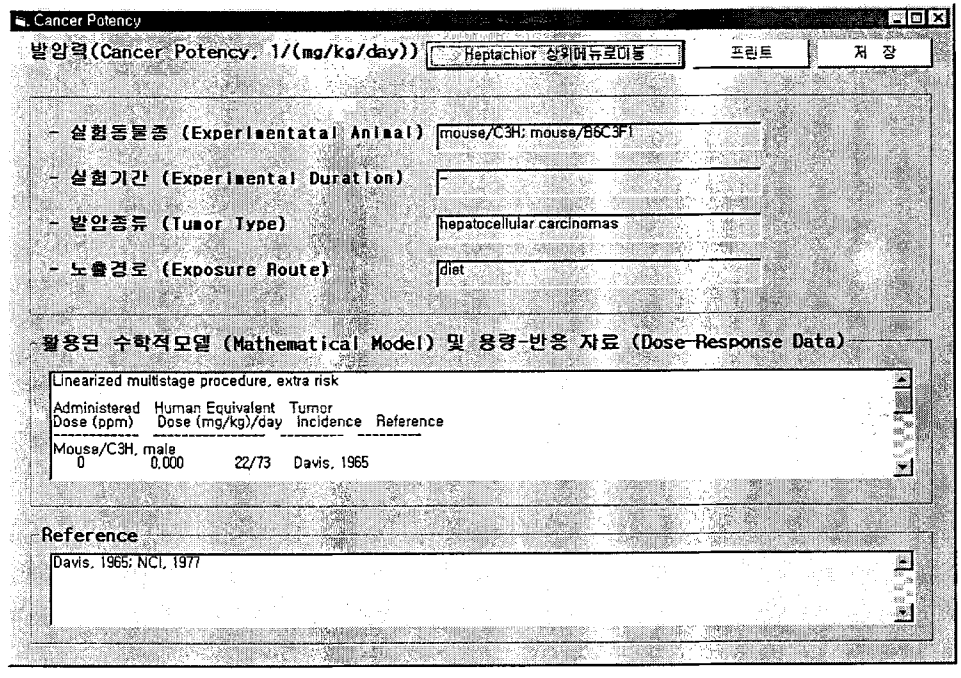


그림 3-1-13. 내분비계장애추정물질별 발암력(Cancer Potency) 및 관련동물실험자료

라. 위해성관리(Risk Management)

내분비계장애추정물질에 대한 국내외 규제현황정보를 수록하였다(그림 3-1-14).

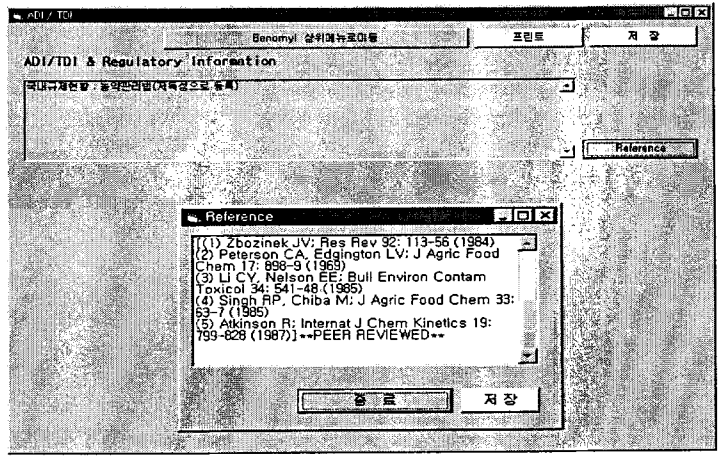


그림 3-1-14. 내분비계장애추정물질의 규제관련정보 및 관련문헌의 표기

제 2 절 사례연구를 위한 대상물질 선정

1. 선정된 연구대상물질 : Polychlorinated Biphenyls(PCBs)

가. 선정배경

국제환경보호기금(WWF)에서 제시하고 있는 내분비계장애추정물질을 대상으로 국내 모니터링 현황을 조사한 결과, Polychlorinated Biphenyls(이하 PCBs라 함)는 현재 국내에서 금지된 유해화학물질임에도 불구하고 지속성이 크고 생체내 축적성이 커서 환경내 잔류량이 높은 것으로 나타났다.

PCBs는 최근 내분비계장애물질로 알려진 여러 물질 중 다이옥신과 함께 관심이 집중되고 있는 유해화학물질로서, 여러 환경매체를 대상으로 위해성평가가 이루어지고 있는 물질이다.

이는 각각의 congener들이 서로 다른 물리화학적 성질을 가지고, 서로 다른 생물학적 영향을 나타내며, 환경중 매체내 분포와 독성정보가 다양하게 나타냄에 따라 환경중 규제 및 위해성관리를 위한 위해성평가시 PCBs는 각 물질의 독성등가지수(Toxic Equivalency Factor, TEF)를 활용하여 복합물질의 위해성평가를 수행한다. 그러나, 현재 제시되고 있는 독성등가지수는 2,4,7,8-TCDD의 발암영향을 기준으로 한 것이며, 다이옥신 비유사화합물의 위해성평가 및 비발암독성영향을 대상으로 위해성평가 방법론, 특히 내분비계영향을 기준으로 한 위해성평가 방법론의 연구필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 주로 내분비계영향을 중심으로 한 비발암독성영향을 독성 endpoint로 하여 위해성평가 방법론을 제시하고, 또한 각 매체간의 이동과 동태기전에 관한 모델링 방법론 연구수행을 위하여 환경매체내 잔류성이 높은 PCBs를 연구대상물질로 선정하였다.

나. 연구대상물질 선정에 따른 향후 연구방향

선정된 연구대상물질을 중심으로 한 환경내 동태기전 및 인체노출경로를 파악하여 실제 일어날 수 있는 여러 형태의 인체노출시나리오를 구축하고, 이에 따른 각 환경매체내 잔류량을 분석하고, 매체간 이동량은 모델링을 통하여 추정한다. 이를 토대로 모든 환경매체를 통해 가능한 인체노출경로를 고려하며, 내분비계장애물질의 생식독성 및 내분비계영향을 중심으로 한 위해성평가를 수행토록 한다.

2. 내분비계 장애추정물질의 규제현황 및 유통량

대부분의 내분비계장애물질은 현재 유해화학물질관리법과 농약관리법, 대기환경보전법, 수질환경관리법 등에 의해 관리되고 있으며, 본 연구에서 대상범위로 설정한 내분비계장애추정물질을 대상으로 관리현황을 살펴보면, 유해화학물질관리법으로 금지조처된 물질 17종, 유독물 9종, 제한 및 관찰물질로 지정된 물질 5종, 농약관리법상 폐지된 물질 12종, 농약관리법상 미등록된 물질이 7종등으로 구성되어 있으며, 농약관리법의 경우 독성수준에 따라 저독성, 보통, 고독성으로 나뉘어 관리되고 있다. 모니터링연구를 위한 대상물질로 본 연구에서 선정한 PCBs는 현재 유해물질관리법상 금지조처된 물질이나, 다음 장에서 나타난 바와 같이 최근까지 환경중 존재량이 높게 나타나고 있는 환경내 잔류성과 축적성이 높은 물질이다.

표 3-2-1은 본 연구에서 활용한 내분비계장애물질의 현 규제현황 및 유통량 조사 결과이다.

표 3-2-1. 내분비계장애물질의 현 규제현황 및 유통량 조사

일련번호	물 질 명	CAS No.	용 도	규제내용	유통량 (제조+수입)
총계	67종				349,165.32
소계	40종				4,557.94
1	Aldicarb	116-06-3	살충제	유해(금지), 농약(폐지/91년)	
2	1,2-Dibromo-3 -chloropropane	96-12-8	살충제	유해(금지), 농약(미등록)	
3	β-HCH	319-85-7	살충제	유해(금지), 농약(폐지/79년)	
4	Lindane	58-89-9	살충제	유해(금지), 농약(폐지/69년)	
5	Toxaphene	8001-35-2	살충제	유해(금지), 농약(폐지/82년)	
6	Chlordane	57-74-9	살충제	유해(금지), 농약(폐지/69년)	
7	DDT	50-29-3	살충제	유해(금지), 농약(폐지/71년)	
8	Dieldrin	60-57-1	살충제	유해(금지), 농약(폐지/70년)	
9	Heptachlor	76-44-8	살충제	유해(금지), 농약(폐지/79년)	
10	Nitrofen	1836-75-5	제초제	유해(금지), 농약(폐지/82년)	
11	Maneb	12427-38-2	살균제	농약(폐지/89년)	
12	Zineb	12122-67-7	살균제	농약(폐지/90년)	

표 3-2-1. 계속

일련번호	물 질 명	CAS No.	용 도	규제내용	유통량 (제조+수입)
13	Amitrole	61-82-5	제초제	농약(폐지/90년)	
14	2,4,5-T	93-76-5	제초제	유해(금지), 농약(미등록)	
15	PCP	87-86-5	방부제 살균제	유해(금지), 농약(폐지/91년)	
16	Endosulfan	115-29-7	살충제	유해(금지), 농약(등록,고)	846.04
17	Parathion	56-38-2	살충제	유해(금지), 농약(등록,고)	90.91
18	Trifluralin	1582-09-8	제초제	유해(금지), 농약(등록,저)	
19	Ziram	137-30-4	살균제, 가황 촉진제, 안료, 도료,잉크첨가제	유해(유독물), 농약(미등록)	20.30
20	Methomyl	16752-77-5	살충제	유해(유독물), 농약(등록,고)	107.77
21	Cypermethrin	52315-07-8	살충제	유해(유독물), 농약(등록,보통)	483.47
22	Dicofol(=Kelthane)	115-32-2	살충제	유해(유독물), 농약(등록,보통)	24.63
23	Cabaryl	63-25-2	살충제	유해(유독물), 농약(등록,보통)	62.70
24	Malathion	121-75-5	살충제	유해(유독물), 농약(등록,보통)	0.50
25	2,4-D	94-75-7	제초제	유해(유독물), 농약(등록,보통), 식품(잔류)	4.40
26	Fenvalerate	51630-58-1	살충제	유해(유독물), 농약(등록,저)	11.80
27	Mancozeb	2234562	살균제	농약(등록,보통)	1,650.40
28	Vinclozolin	50471-44-8	살균제	농약(등록,저)	
29	Esfenvalerate	66230-04-4	살충제	농약(등록,저)	6.40
30	Alachlor	15972-60-8	제초제	농약(등록,저)	968.38
31	Metiram	9006-42-2	살충제	농약(등록,저)	
32	Benomyl	17804-35-2	살균제	농약(등록,저)	236.83
33	Metribuzin	21087-64-9	제초제	농약(등록,저)	
34	Permethrin	52645-53-1	살충제	농약(등록)	43.41
35	Transnonachlor	39765-80-5	살균제	농약(미등록)	

표 3-2-1. 계속

일련번호	물 질 명	CAS No.	용 도	규제내용	유통량 (제조+수입)
36	HCB	118-74-1	살균제, 합성중간체	농약(미등록)	
37	Atrazine	1912-24-9	제초제	농약(미등록)	
38	Kepone	143-50-0	살충제	농약(미등록)	
39	Methoxychlor	72-43-5	살충제	농약(미등록)	
40	Mirex	2385-85-5	살충제	농약(미등록)	
소계	18종				344,607.38
1	PCBs	1336-36-3	변압기 절연유	유해(금지)	
2	PBBs	13654-09-6	난연제	유해(금지)	
3	TBTO	56-35-9	방오제	유해(제한)	160.10
4	4-Nitrotoluene	99-99-0	합성중간체	유해(유독물)	1,595.00
5	DEHP	117-81-7	가소제	유해(관찰)	210,940.80
6	BBP	85-68-7	가소제	유해(관찰)	392.80
7	Pentyl~Nonyl Phenols		유해(관찰)		
	Pentylphenols				
	Pentylphenol	1322-06-1			
	2-(2-Pentyl)phenol	87-26-3			
	2-Pentylphenol	136-82-2			
	3-Pentylphenol	20056-66-0			
	4-Pentylphenol	14938-35-3			
	4-tert-Pentylphenol	80-46-6			
	o-tert-Pentylphenol	3279-27-4			
	Hexylphenols				
	4-Hexylphenol	2446-69-7			
	Heptylphenols				
	4-Heptylphenol	1987-504			
	Octylphenols				
	Sec-Octylphenol	27985-70-2			
	2-tert-Octylphenol	3884-95-5			
	4-tert-Octylphenol	140-66-9	접착제, 안료, 도료,잉크첨가제		2,003.60
	Octylphenol (isomeric mixture)	27193-28-8			

표 3-2-1. 계속

일련번호	물 질 명	CAS No.	용 도	규제내용	유통량 (제조+수입)
	4-Octylphenol	1806-26-4			
	2-Octylphenol	949-14-3			
	Nonylphenols				
	Nonylphenol	25154-52-3	합성중간체, 안료,도료,잉크첨가제		7,713.67
	4-Nonylphenol	104-40-5			
	Branched 4 -nonylphenol	84852-15-3	안료, 도료 잉크첨가제		64.05
	3-Nonylphenol	139-84-4			
	2-Nonylphenol	136-83-4			
8	Bisphenol A	80-05-7	합성수지	유해(관찰)	85,871.80
9	DEP	84-66-2	가소제		20.50
10	DBP	84-74-2	가소제		31,014.30
11	DCHP	84-61-7	가소제		1.00
12	Diethylhexyl adipate	103-23-1	가소제		4,744.02
13	Benzophenone	119-61-9	생산출발물질/중간체, 안료.도료. 잉크첨가제		85.74
14	DPP	131-18-0	가소제		
15	DprP	131-16-8	가소제		
16	2,4-Dichlorophenol	120-83-2	원료중간체		
17	DHP	84-75-3	플라스틱가소제		
18	n-Butylbenzene	104-51-8	합성중간체		
소계	9종				0
1	Benzo(a)pyrene	50-32-8	불순물, 부산물		
2	Dioxins	-	부산물	대기(특정)	
3	Furan	-	부산물	대기(특정)	
4	DDT metabolite	-	DDT 대사물		
5	Heptachlor epoxide	1024-57-5	Heptachlor대사물		
6	Octachlorostyrene	29082-74-4	대사물, 부산물		
7	Oxychlordane	27304-13-8	Chlordane대사물		
8	Styrene dimer	-	불순물, 부산물		
9	Styrene trimer	-	불순물, 부산물		

※ 용어해설 : 유해(유해화학물질관리법), 금지(금지물질), 제한(취급제한유독물), 관찰(관찰대상물질), 농약(농약관리법), 고(고독성), 저(저독성), 보(보통)

3. 내분비계장애추정물질의 모니터링 현황

표 3-2-2는 내분비계장애추정물질의 환경중 잔류수준을 조사한 것이다.

본 연구에서 추후 모니터링연구 대상물질로 선정된 PCBs등이 저질과 어패류에서 높은 잔류수준을 나타내고 있다.

표 3-2-2. 내분비계장애추정물질의 환경중 잔류수준

Group	물질	단위	매체	농도 (검출빈도%)	검출한계	시료종수 (전국)	기간	참고문헌
POPs	Dioxins /furans	(pg TEQ/L)	수질	<0.50		37	99.4-00.8	1
		(pg TEQ/dry.g)	저질	0~0.98(45.5%)		8	99.4-00.8	1
		(pgTEQ/dry.g)	토양	0~22.44(88.6%)		31	99.4-00.8	1
		(pg TEQ/Nm^3)	대기	0~4.45(95.8%)		23	99.4-00.8	1
	Hexachloro-benzene	ng/Nm^3	대기	ND~0.75(95.8%)		23	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~1.80	0.1	62종	99.4-00.8	3
		ug/kg	어류	ND~0.40	0.1	62종	99.4-00.8	3
	Octachlorostyrene	〃	어류	ND	0.1	62종	99.4-00.8	3
	PBBs	〃	어류	ND		62종	99.4-00.8	3
	PCBs	〃	저질	<45.08		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
		〃	저질	<39.45		수영만 외 4	99.3	5
		〃	토양	ND~2.4		3	99.4-00.8	1
		〃	양서류	<0.47		62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	<96.60		62종	99.4-00.8	2
		〃	패류	<62.89		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
	Pentachlorophenol	ug/L	수질	0.12		1	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	0.915		1	99.4-00.8	1
Pesticides	2,4,5-T	〃	양서류	ND		62종	99.4-00.8	2
	2,4-D	〃	양서류, 어류	ND	0.029	62종	99.4-00.8	2
	Alachlor	〃	양서류	ND~2.00	0.22	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~2.30	0.22	62종	99.4-00.8	2
	Aldrin	〃	어류	ND	0.1			
	Amitrole	ug/L	수질	0.30		6	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~3.69(45.5%)		5	99.4-00.8	1
		〃	토양	ND~13.94 (42.9%)		15	99.4-00.8	1
	Atrazine	〃	양서류	ND~0.17	0.14	62종	99.4-00.8	2
	bata-HCH	〃	양서류	ND		62종	99.4-00.8	3
	Benomyl	ug/L	수질	ND~2.83		22	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~5.95(36.4%)		4	99.4-00.8	1
		〃	토양	ND~8.24(34.3%)		12	99.4-00.8	1
	Carbaryl	〃	토양	ND		62종	99.4-00.8	2
	Chlordane	〃	어류	ND~0.35	0.25	62종	99.4-00.8	3

표 3-2-2. 계속

Group	물질	단위	매체	농도(범위)	검출한계	장소(전국)	기간	참고문헌
Pesticides	Dicofol	〃	양서류, 어류	ND	0.1	62종	99.4-00.8	3
	Dieldrin	〃	양서류, 어류	ND		62종	99.4-00.8	3
	Endosulfan	〃	과채류	3.01		광주지역 5종	99.2-99.9	7
	Ethylparathion	〃	양서류, 어류	ND	0.75	62종	99.4-00.8	2
	Fenvalerate	〃	양서류	ND~1.10	1.1	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~3.10	1.1	62종	99.4-00.8	2
		mg/kg	과채류	0.13		광주지역 1종	99.2-99.9	7
	h-Epoxide	〃	과채류	ND	0.1	62종	99.4-00.8	3
	Heptachlor	〃	과채류	ND	0.25	62종	99.4-00.8	3
	Lindane	〃	과채류	ND		62종	99.4-00.8	3
	Malathion	ug/kg	양서류	ND~0.05	0.63	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND	0.63	62종		
	Methoxychlor	〃	어류	ND	0.25	62종	99.4-00.8	3
	Metribuzin	〃	양서류	6.80	0.56	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	1.40	0.56	62종	99.4-00.8	2
	Nitrofen	〃	어류	ND~2.50	0.48	62종	99.4-00.8	2
	Oxychlordane	〃	어류	ND	0.25	62종	99.4-00.8	3
	Permethrin	〃	양서류	ND~0.29	0.06	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~3.20	0.06	62종	99.4-00.8	2
	Transnonachlor	〃	어류	ND	0.1	62종	99.4-00.8	3
	Tributyltin	〃	저질	ND~5.96(9.1%)		1	99.4-00.8	1
		〃	저질	846.00		영일만 외 4	99.8	5
		〃	양서류	ND~0.96	0.1	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~27.21	0.1	62종	99.4-00.8	2
	Trifluralin	〃	어류	ND~0.26	0.2	62종	99.4-00.8	2
	Vinclozolin	mg/kg	과채류	8.83		광주지역 4종	99.2-99.9	7
Phenols	4-n-Heptyl phenol	ug/L	수질	ND~0.06(93%)		40	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	0.6~4.40(100%)		11	99.4-00.8	1
	4-n-Hexyl phenol	ug/kg	어류	ND~0.75	0.005	62종	99.4-00.8	3
	4-n-Pentyl phenol	ug/L	수질	0.0051~0.36		43	99.4-00.8	1
	4-n-Pentyl phenol	ug/kg	어류	ND~0.70	0.007	62종	99.4-00.8	3
	4-t-Octyl phenol	ug/L	수질	ND~0.33(11.6%)		5	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	6.00		62종	99.4-00.8	3
		ug/kg	어류	1.50		62종	99.4-00.8	3
	Nonyl phenol	ug/L	수질	0.04~5.88(100%)		43	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	6.0~119.10(100%)		11	99.4-00.8	1
		ug/kg	어류	ND~9.80	1.00	62종	99.4-00.8	3
Bisphenol A	Bisphenol A	ug/L	수질	0.98		43	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~5.70		7	99.4-00.8	1
		〃	토양	ND~54.10		19	99.4-00.8	1

표 3-2-2. 계속

Group	물질	단위	매체	농도(범위)	검출한계	장소(전국)	기간	참고문헌
	Cypermethrin	〃	양서류	ND~0.96	0.63	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~16.00	0.63	62종	99.4-00.8	2
		〃	과채류	0.23		광주지역 1종	99.2-99.9	7
	DBCP	〃	양서류, 어류	ND	0.7	62종	99.4-00.8	3
	DDD	〃	양서류, 어류	ND	0.1	62종	99.4-00.8	3
	DDE	〃	양서류	ND~0.17	0.1	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~4.20	0.1	62종	99.4-00.8	3
	DDT	〃	양서류, 어류	ND	0.25	62종	99.4-00.8	3
Phthalates	Butyl benzyl phthalate (BBP)	ng/Nm^3	대기	ND~5.57		12	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~206.00	2	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~106.10	2	62종	99.4-00.8	3
	Di-ethylhexyl phthalate (DEHP)	ug/L	수질	1.96		20	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~2044.96(63.6%)	ND	7	99.4-00.8	1
		ng/Nm^3	대기	14.99~898.54	14.99	24	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~301.00(100%)	21	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~573.90	21	62종	99.4-00.8	3
	Di-hexylphthalate (DHP)	〃	어류	ND~10.00	1	62종	99.4-00.8	3
	Di-n-butyl phthalate (DBP)	ug/L	수질	3.63		23	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~32.46(27.3%)		3	99.4-00.8	1
		ng/Nm^3	대기	4.09~215.57(100%)		24	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~93.80	12	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~186.40	12	62종	99.4-00.8	3
	Di-n-pentyl phthalate (DPP)	〃	어류	ND~2.32	1	62종	99.4-00.8	3
	Di-propyl phthalate (DPrP)	〃	양서류	ND~2.80	2	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~1.50	2	62종	99.4-00.8	3
	Dicyclohexyl phthalate (DCHP)	〃	양서류	ND~21.20	11	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~47.70	11	62종	99.4-00.8	3
	Diethyl phthalate (DEP)	ug/L	수질	0.54		3	99.4-00.8	1
		ug/kg	저질	ND~77.45(63.6%)		7	99.4-00.8	1
		ng/Nm^3	대기	ND~11.04(87.5%)		21	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~29.40		62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~18.70		62종	99.4-00.8	3
PAHs	Benzo(a)pyrene	ng/Nm^3	대기	0.261~2.55(100%)		24	99.4-00.8	1

표 3-2-2. 계속

Group	물질	단위	매체	농도(범위)	검출한계	장소(전국)	기간	참고문헌
Heavy metals	cadmium	ug/L	수질	0.10		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
		(mg/kg.dry)	저질	7.62		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
		(mg/kg.dry)	저질	3.74		진해만 외 6	99.8	5
		(mg/kg.dry)	저질	1.10		삼천포해역	98.10	6
		(mg/kg.dry)	패류	1.47		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
	lead	ug/L	수질	0.98		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
		(mg/kg.dry)	저질	104.26		진해만, 울산만	99.3-99.9	4
		(mg/kg.dry)	저질	63.80		마산만 외 6	99.8	5
		(mg/kg.dry)	저질	61.40		삼천포해역	98.10	6
	mercury	(mg/kg.dry)	저질	0.11		삼천포해역	98.10	6
Possible EDCs	2,4-dichlorophenol	ug/kg	저질	ND		62종	99.4-00.8	3
	4-Nitrotoluene	〃	양서류	ND~2.10	1.0	62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	ND~1.00	1.0	62종	99.4-00.8	3
	Benzophenone	〃	수질	0.05		7	99.4-00.8	1
		〃	토양	ND~0.70(5.7%)		2	99.4-00.8	1
		〃	양서류	1.00		62종	99.4-00.8	3
		〃	어류	3.00		62종	99.4-00.8	3
	Diethylhexyl adipate	ng/Nm^3	대기	ND~90.77 (95.8%)		23	99.4-00.8	1
		ug/kg	양서류	ND~12.10	4.6	62종	99.4-00.8	2
		〃	어류	ND~95.50	4.6	62종	99.4-00.8	2
	N-butyl benzene	〃	양서류	ND~0.77	0.04	62종	99.4-00.8	3

1. 최경희, 내분비계 장애물질 환경잔류 실태조사, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).
2. 정기호, 어류 및 양서류의 내분비계 장애물질 분석, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).
3. 홍종기 (기초과학지원연구소), 위탁과제 1, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).
4. 최희구 외, 연안역에서의 오염물질 거동 연구, 국립수산진흥원 사업보고서, 국립수산진흥원, 2000, 324-330.
5. 진현국 외, 해양오염측정망 및 연안 유해오염물질 동태 연구, 국립수산진흥원 사업보고서, 국립수산진흥원, 2000, 331-347.
6. 이두호 외, 삼천포화력발전소 주변해역 표층퇴적물중의 중금속원소함량 분포연구, 환경영향평가, 2000, 제9권, 1-11.
7. 김영국 외, 시중 유통 과채류 중의 잔류농약에 관한 연구, 한국식품과학회지, 2000, 제32권, 763-771

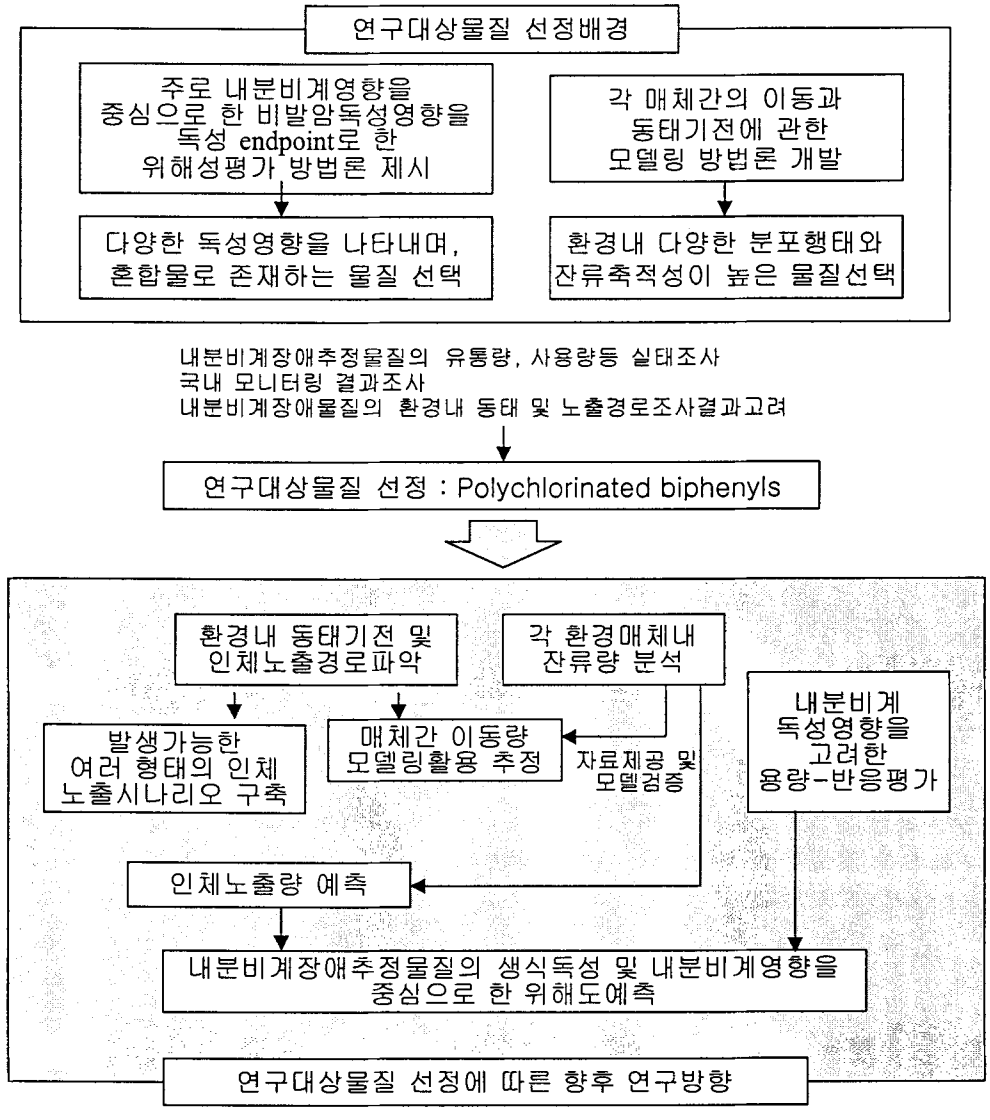


그림 3-2-1. 사례연구를 위한 연구대상물질 선정과 향후 연구방향

제 3 절 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구

WWF에서 선정한 내분비계장애물질을 대상으로 각 물질의 물리·화학적 특성에 따른 환경내 거동(동태)기전과 이에 따른 매체내 분포특성을 조사하였으며, 이의 인체유입시 인체내 대사과정을 규명하였다.

본 연구는 여러 관련연구결과를 참조하고, 여러 기관에서 제시하고 있는 데이터베이스 내용을 총 집대성하여 내분비계장애추정물질에 대해 각각의 내용을 정리하였다. 현재 규명된 바 있는 내분비계장애추정물질은 공통적인 물리·화학적 성질을 가짐으로써 내분비계장애영향을 나타내는 것이 아니며, 이에 따라 환경내 동태 현황은 각각의 물질의 특성에 따라 상당히 다양하게 나타났다. 본 연구결과를 1차년도에 구축한 위해성평가정보 데이터베이스에 수록함으로써 그 활용성을 높였다.

본 연구결과는 첨부된 CD에 수록하였다(p.47~358)

내용누락

48 - 678

제 4 절 내분계장애추정물질의 측정분석방법

1. 내분비계 장애추정물질의 분석개요

내분비계 장애추정물질에는 광범위한 산업용 합성화학물질, 살충제 및 제초제 등의 농약류, 유기 중금속류, 소각장의 다이옥신류, 식물에 존재하는 식물성 에스트로겐(phytoestrogen) 등의 호르몬 유사물질, DES(diethylstilbestrol)와 같은 의약품으로 사용되는 합성 에스트로겐류 및 기타 식품, 식품첨가물 등이 포함되는 것으로 알려져 있다. 이러한 물질들은 생체내의 민감한 호르몬계에 영향을 주기 때문에 극미량으로도 생식기능에 이상을 가져올 수 있고 급성 및 만성 독성과는 달리 차세대에 영향이 발현될 수 있다는 특징이 있으며, 생체 호르몬과는 달리 쉽게 분해되지 않고 안정하다는 성질과 인체 등 생물체의 지방 및 조직에 농축되는 성질이 있다. 또한 내분비계 장애추정물질은 대기, 수질, 토양, 식품 등 다양한 매체에 분포할 수 있기 때문에 여러 매체에서 이들을 합리적으로 분석할 수 있는 신속하고 효율적인 분석방법이 확립되어야 할 것이며, 한편으로 분석에 드는 시간과 비용을 절약하기 위해서는 동시에 많은 성분을 분석할 수 있는 분석법을 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구결과는 내분비계장애추정물질의 위해도 평가를 위한 환경노출평가시 모니터링연구의 기초가 될것이며, 2단계에 연구사업수행시 개발하고자 하는 위해성평가 관리시스템의 기초연구가 될 것이다.

2. 내분비계장애물질의 표준분석법 매뉴얼

내분비계장애추정물질의 측정분석방법 개요에서는 67종의 내분비계장애추정물질에 대한 물질별 특성과 환경 및 인체영향 등을 소개하였으며, 미국 EPA와 일본 후생성에서 공인된 시험방법 등을 소개, 비교하였다. 또한, 관련국제기구와 여러 연구사례를 통해 얻어진 자료를 기반으로 본 연구팀에서 개발·확립한 표준분석법을 제안하였다. 본 분석방법 제안에 있어서, 내분비계장애추정물질은 극미량으로 내분비계를 교란시킬 수 있으므로 낮은 검출한계, 효율성, 신뢰성을 확보할 수 있는 분석법을 개발하고자 하였다. 뿐만 아니라, 각각의 연구대상물질에 대한 최근 분석동향을 다룸으로써 좀 더 효율적이고 널리 적용될 수 있는 표준분석매뉴얼을 확립하였다. 분석법 매뉴얼은 부록(CD)에 수록하였다(p.359~678).

3. 내분비계장애물질의 그룹별 표준분석법 제안

내분비계장애물질을 그룹별로 나누어 표준분석법을 제안하였다(CD수록, p.679~860).

내용누락

680-860

제 5 절 내분비계장애추정물질의 다매체동태예측모델 개발연구

위해성평가 수행에서는 잠재적 위해성을 지닌 환경오염물질에 대한 노출수준과 이에 따른 유해영향의 발생가능성을 예측하기 위한 정성적, 정량적 여러 정보들이 요구된다. 이 때, 노출의 정량적 수준을 예측하기 위해서는 오염원으로부터의 물질 이동과, 시간에 따른 변화등에 따른 정보들이 필요하다. 환경중에서 일어나는 물질의 이동과 변화는 다양한 물리적, 화학적 동태기전을 통해 이루어지며, 이러한 이동과 변화기전을 규명함으로써, 매체간 물질의 흐름을 파악하고, 각 매체내 유해물질 존재수준을 예측하며, 이를 토대로 인체 또는 생태계 노출수준을 파악한다. 이 때, 실제로 모든 매체내의 시간에 따른 물질 존재량을 직접 측정하는 데에는 한계가 있으므로, 모델링을 통한 예측방법이 개발되고 있다.

그림 3-5-1은 각 매체간의 물질의 흐름과 이에 따른 인체노출경로를 간략히 도식화하여 나타낸 것이다.

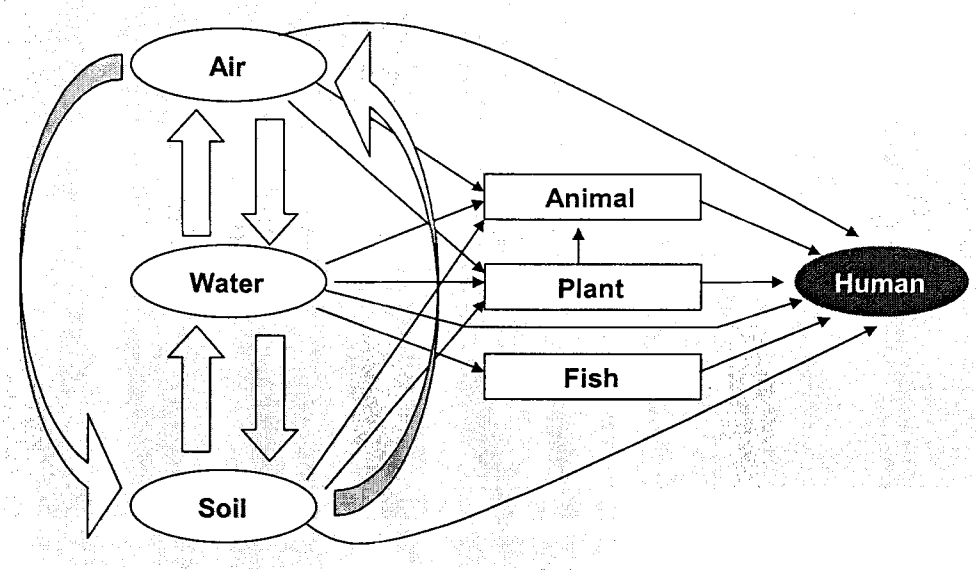


그림 3-5-1. 환경매체간 이동과 매체내 변화예측모델 및 다중경로 인체노출모델

1. 환경내 동태모델의 연구배경

1950년대 이후 대기, 토양, 채소류, 식품섭취를 통한 이동을 고려한 인체노출을 평가하기 위한 다매체 인체노출이 평가되기 시작하였으며, 1979년 Thiobodeaux에 의해 'chemodynamics' 용어가 사용되었고, 유기화합물의 매체간 이동을 평가하기 위한 통합적 방법론이 제시되었다. 이후 Mackay(1979)에 의해 유기화합물의 다매체간 이동 및 변화예측모델로서 처음 fugacity model이 제시되었다.

Fugacity는 저농도에서의 물질이동성을 표현하는 것으로, 이러한 이론을 근거로 개발된 모델은 MCM model(Cohen and Ryan, 1985), SMCM(spatial multimedia compartment model, Cohen et al., 1990), GEOTOX(multimedia screening model, MaKone and Layton, 1986; McKone, et al., 1987)등이 있으며, 최근 California EPA에서 CalTOX를 개발하여 제시한 바 있다.

내분비계장애물질의 동태연구로서는 다이옥신의 동태연구가 활발히 이루어지고 있으며, 최근 앞서 언급한 fugacity 이론을 그 기반으로 한 동력학적 환경내 동태모델이 fugacity level IV model(Harner et al. 1995)과 Monte-Carlo Analysis를 활용하여 구축되었고(Noriyuki, et al, 2000), Monte-Carlo Simulation을 활용한 수계 내 TCDD 잔류수준변화의 추이파악연구가 수행된 바 있다(Bansidhar S. Giri et al, 1999). 또한, 환경 내 동태 과정 중 분해과정으로서의 광분해, 생물학적 분해과정만을 고려한 TCDD의 분해율을 조사하고 이에 따른 반감기규명을 위한 방법론이 제안되었다(Sinkonen and Paasivirta, 2000)

캐나다에서는 Benzene과 Chlorobenzene의 환경 내 동태연구가 다음의 4단계, 즉, 화학물질 분류과정, 배출율과 환경내 잔류수준의 정량화, 동태평가, 지역내 물질이동 모델링(mass balance modeling)과정을 통하여 수행되었다(McLeod and Mackay, 1999)

환경내 동태연구를 기반으로 한 다매체 통합적 위해성평가(Cowen et al, 1995)를 나타내면 그림 3-5-2와 같다.

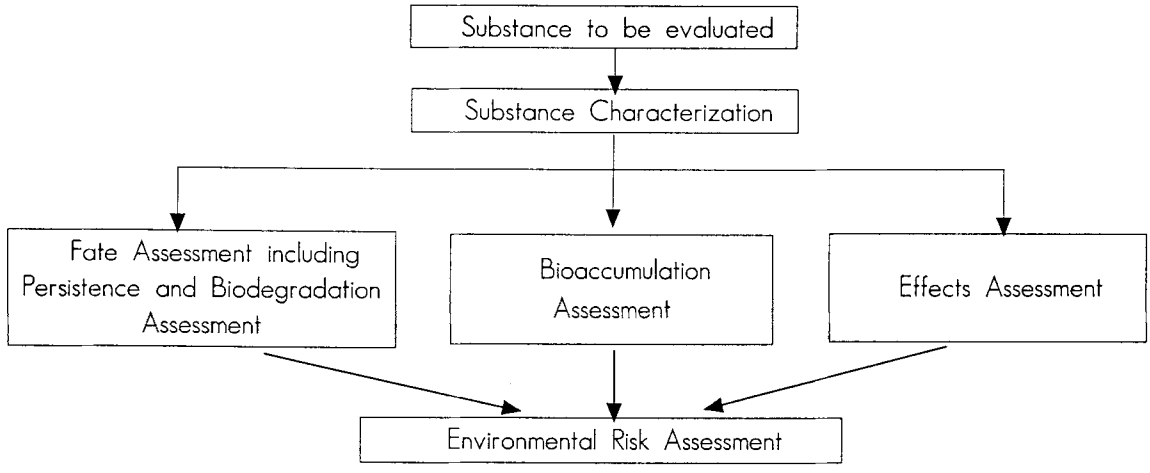


그림 3-5-2. 다매체 통합적 위해성평가

국내의 경우 하천수의 수리학적 물질이동모델링과 대기의 확산모델링연구는 이미 활발히 진행되어 있지만, 내분비계장애물질에 대한 이동/변화의 모델링연구가 중점적으로 이루어진바는 아직 매우 미미한 수준이다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 오염물질의 매체간 이동을 fugacity model의 개념을 활용하여 접근하였으며, 이는 각 매체내에서의 매질구성(고체상, 액상, 기체상)과 물질의 수용해도, 탄소-흡착계수, 증기압등 물리화학적 특성에 따라 다른 이동성을 나타내며, 이에 따른 물질의 매체내/매체간 이탈경향(fugacity)에 따라 물질이 이동한다는 개념이다. 이러한 개념을 도식화하여 나타내면 그림 3-5-2와 같다.

Fugacity model

Fugacity 모델은 여러 매체가 복합되어 있는 환경계에서 비이온성 유기물질의 이동 및 변화를 모델링하는데 활용되어 왔으며, 최근에는 이온성 유기물질과 금속을 포함한 무기물질에서도 활용되고 있다. Fugacity는 저농도에서 물질활동을 나타내는 방법이며, 어떤 한 compartment나 물리적 상태에서 물질의 부분압이나 매체로부터의 이탈하려는 가능성을 나타내는 것이다. 두개이상의 매체에서 평형상태인 경우, 물질의 이탈경향(fugacity)은 모든 상태에서 동일하다. fugacity에 근거한 모델링의 특징은 수학적으로 분배를 계산함으로써 물질의 매체내 분포를 설명한다는 것이다. fugacity 모델들은 인접한 두 매체간에서 fugacity가 시간에 따라 변화하는 동적시스템(dynamic system)을 나타내는데 활용된다.

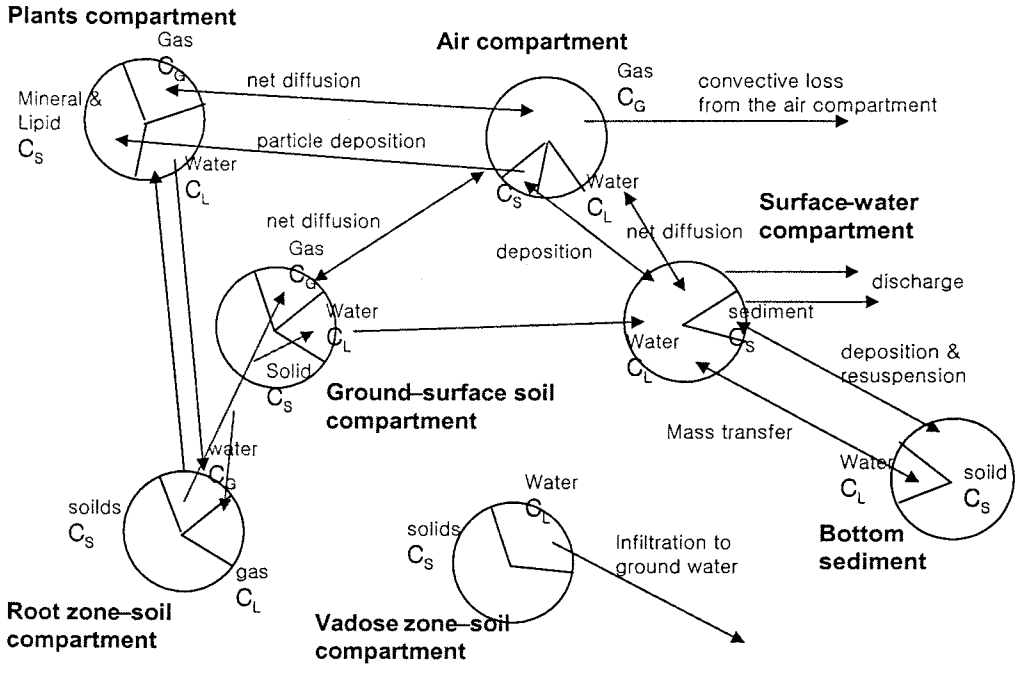


그림 3-5-3. 매체내 고체/액체/기체의 각 성상간의 이동경로와 분배기전

관심대상인 환경중에서와 같은 저농도에서 fugacity, f(Pa)는 fugacity capacity, Z(mol/m^3-Pa)와 농도사이에서 다음과 같은 직선식을 이룬다.

$$C = fZ$$

Z는 온도, 밀도와 같은 성상 관련요인과 물질의 물리, 화학적 성질에 의존한다. Fugacity가 평형상태에서는 동일하다는 성질은 분배계수로부터 Z값을 단순히 결정할수 있게 한다. 예를 들면, 평형상태에서 두 phase I 과 phase II 성상은 다음과 같다.

$$C1/C2 = fZ1 / fZ2 = Z1/Z2 = K12$$

C1, C2 : 각 phase에서의 농도
Z1, Z2 : 각 phase에서의 fugacity capacities
K12 : dimensionless partition coefficient

fugacity 모델의 주요 장점은 서로 다른 성상간의 이동과정에서 확산(diffusion)과 대류(advection)를 나타내는 것이 용이하다는 것이다. fugacity model에서 매체간 총 확산 유량(mol/m^2-day)은 다음과 같이 구해진다.

$$flux = Y12(f1-f2)$$

Y12 : medium1과 medium2간의 경계에서 fugacity mass-transfer coefficient (mol/(m^2-Pa-d))
f1 : 매체(medium) 1에서 fugacity
f2 : 매체(dedium) 2에서 fugacity

3. 연구결과

가. 동태예측프로그램의 구축

Fugacity model의 개념을 토대로 하여, dynamic modeling의 tool로 개발된 소프트웨어 STELLA®를 활용하여 환경내동태모델링 프로그램을 구축하였다. 구축된 모델의 기본골격은 각 환경매체를 모두 8개의 compartment로 나누고 각 compartment에서의 물질유입과 유출을 fugacity에 근거하여 예측한 것이다.

각 compartment에서의 물질의 존재량 예측수식은 다음과 같으며, 이는 유입 및 유출량에 따른 변화로서, 오염원으로부터의 유입, 물질변화(transformation) 또는 소멸(decay)에 의한 유입 및 유출, 다른 compartment로부터의 유입 또는 유출등을 고려한 것이다.

$$\frac{d}{dt} N_i(t) = -R_i N_i(t) - \sum_{j=1, j\neq i}^{m} T_{ij} N_i(t) - \sum_{j=1, j\neq i}^{m} T_{ji} N_j(t) + S_i(t) - T_{io} N_i(t)$$

- $-R_i N_i(t)$: transformation에 의한 제거
- $-\sum_{j=1, j\neq i}^{m} T_{ij} N_i(t)$: i compartment에서 j compartment로의 이동
- $-\sum_{j=1, j\neq i}^{m} T_{ji} N_j(t)$: j compartment에서 i compartment로의 이동
- $+S_i(t)$: i compartment에 존재하는 오염원
- $-T_{io} N_i(t)$: i compartment에서 landscape system의 point outside로의 이동

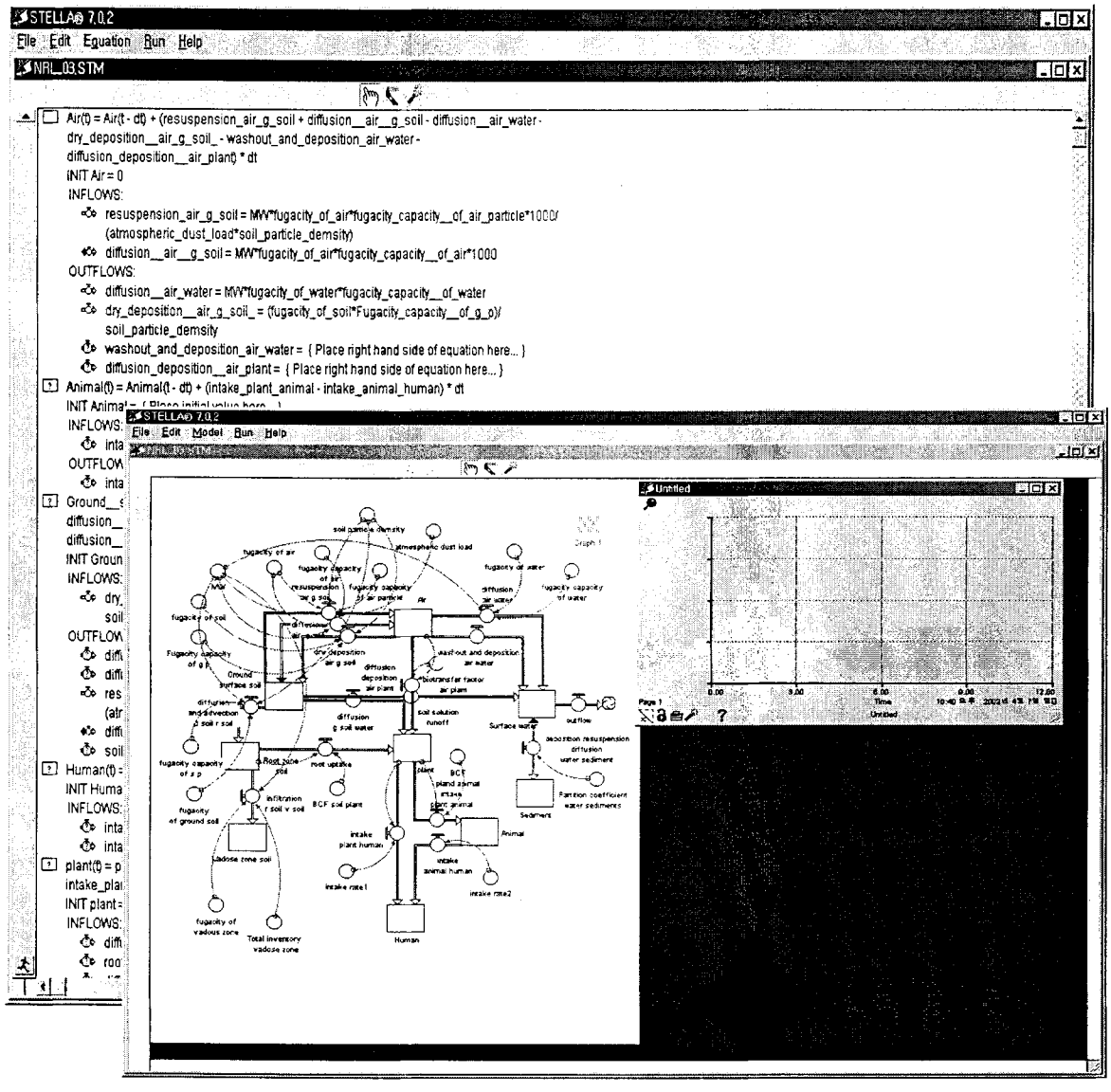


그림 3-5-4. 동력학적 모델(Dynamic Model, STELLA®)을 활용한 환경 동태 모델링

이러한 개념으로 예측되어지는 각 환경매체내의 농도는 각 물질의 분자량과 매체의 비중을 고려한 매체내에서의 이동성(fugacity), 이동가능용량(fugacity capacity)에 따른 것으로, 기본수식을 나타내면 다음과 같다.

각 환경매체에서의 농도
= 분자량 × fugacity × fugacity capacity

토양중 오염원이 존재할 때 각 환경매체로의 이동예측수식을 예로 하여 나타내면 다음과 같다.

표 3-5-1. 토양중 환경오염물질 이동예측수식

Environmental media, concentration unit	Equation
Air (gases), mg/m^3	[MW×fa×Zair×1000][1]
Air (dust), mg/m^3	[MW×fa×Zap/rhos_g×rhob_a×1000][2]
Ground soil, mg/kg	[fg×Zgp×MW×1000/rhos_g][3]
Root soil, mg/kg	[fs×Zsp×MW×1000/rhos_s][4]
Ground water, mg/L	[MW*Nv/Zv/Vv*Zwater][5]
Surface water, mg/L	[MW*fw*Zwater][6]

1. if OSD(Distance off-site for air exposure) > 0, Off-site air concentration(gas)
2. if OSD(Distance off-site for air exposure) > 0, Off-site air concentration(particle)
3. if OSD(Distance off-site for air exposure) > 0, Off-site surface soil concentration(particle)
4. if OSD(Distance off-site for air exposure) > 0, Off-site root soil concentration(particle)
5. if Distance to first well=0, off-site ground-water dilution=0
6. if OSD(Distance off-site for air exposure) > 0, Off-site surface water concentration

* MW : Molecular weight, g/mol
f : fugacity, Pa
Z : fugacity capacity, [mol/m^3]/Pa]
rho : density, kg/m^3

이 때 활용되는 매체간/매체내 이탈경향(Fugacity)을 각 매체별로 나타내면 예측수식은 다음과 같다. 이는 fugacity capacity와 compartment의 volume을 고려한다.. 이때 fugacity capacity는 물질고유한 물리화학적 여러 특성을 고려하여 예측된다.

표 3-5-2. 이동성(Fugacity, Pa)예측 수식

Environmental media	Equation
Air(fa)	Na/Za/Va
Plants(fp)	Np/Zp/Vpp
Soil [Surface-Ground zone] (fg)	Ng/Zg/Vg
Soil [Root zone] (fs)	Ns/Zs/Vs
Soil [Vadose zone] (fv)	Nv/Zv/Vv
Water(fw)	Nw/Zw/Vw
Sediment(fd)	Nd/Zd/Vd
Groundwater(fq)	Nq/Zq/Vq

N : Total Inventory in media (moles)

본 연구에서는 U.S.EPA/California에서 개발된 CalTOX에서 활용되고 있는 compartment의 default값을 volume 수치로 하여 모델링하였으며, 이에 대한 우리나라의 지형적 특성에 맞는 재구성이 요구된다.

참고) U.S.EPA/California에서 개발된 CalTOX에서 활용되고 있는 compartment의 default값

Compartment Volumes (m^3)
Air compartment(Va)=3.5E+03
Plants compartment(Vpp)=7.3E+00
Ground-soil compartment(Vg)=9.5E+00
Root-zone compartment(Vs)=8.5E+02
Vadose compartment volume(Vv)=3.2E+04
Water compartment(Vw)=2.4E+02
Sediment compartment(Vd)=2.4E+00
aquifer compartment(Vq)=3.0E+03

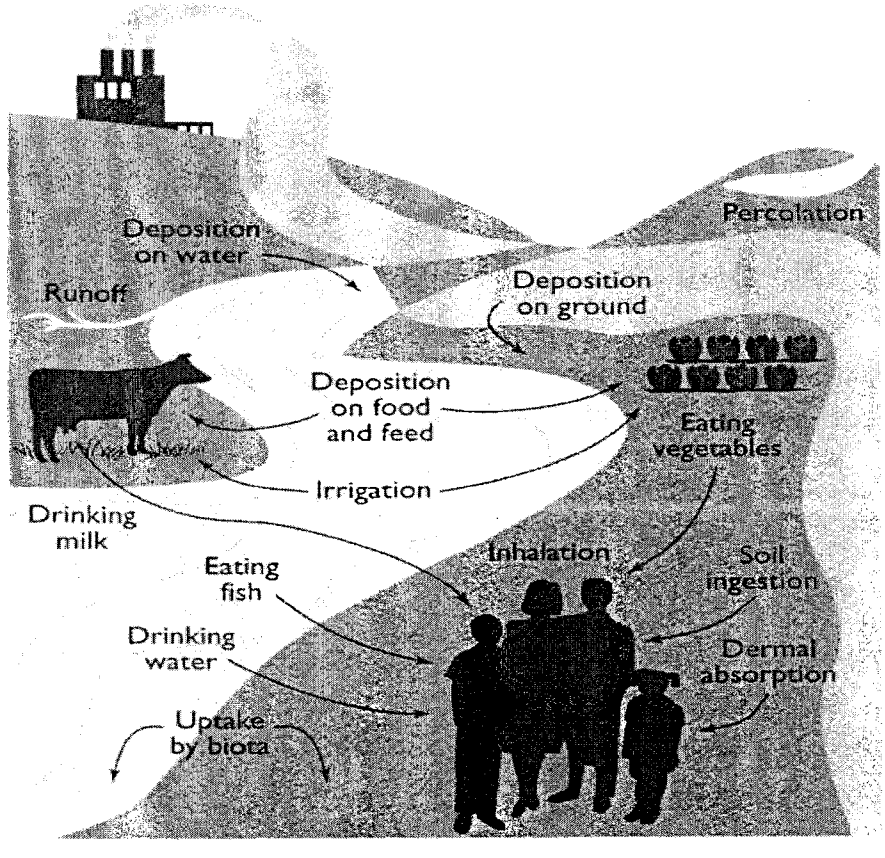


그림 3-5-5 . 주요인체노출경로(다경로/다매체 인체노출)

본 연구에서 고려한 노출기전은 다음과 같다.

표 3-5-3. 본 연구에서 고려한 오염물질의 이동/변화 기전

Compartment	Gains	Lossses
Air	diffusion from soil diffusion from plants diffusion from surface water resuspension of deposited soil particles	diffusion to ground-surface soil diffusion to surface water diffusion to plants deposition to soil deposition to plants deposition to surface water chemical/physical transformation
Surface Water	diffusion from air deposition of atmospheric particles diffusion of sediment sediment resuspension	sediment deposition diffusion of vapors to air diffusion to sediment surface-water outflow chemical/physical transformation
Ground-Surface Soil	diffusion from air diffusion from root-zone soil dry deposition from air	diffusion to air diffusion to root-zone soil resuspension of soil particles chemical/physical transformation
Root-zone Soil	diffusion from ground-surface soil	diffusion to ground-surface soil infiltration to vadose-zone soil chemical/physical transformation
Vadose-zone Soil	infiltration from root-zone soil	infiltration to ground-water zone
plants	deposition of particles from air root-uptake	diffusion from leaf surfaces
Sediment layer	diffusion from surface water sediment deposition from surface water	diffusion to surface water sediment resuspension chemical/physical transformation

나. 구축된 프로그램의 활용

PCBs의 노출관련인자들을 적용하여 PCBs의 매체내 오염도를 입력한 후 각 환경매체내에서의 잔류수준과 이에 따른 인체노출량 산출을 위한 연구를 진행하고 있다.

(참고) Fugacity Capacities, [mol/m^3]/Pa

Zap=166150.4(fugacity capacity of air particles in mol/m^3[s]-Pa)
=IF(H="n/a",Kd_s*rhos_g*Zwater/1000,1/(IF(Tm<Temp,VP,EXP(LN(VP)-6.81*(1-Tm/Temp))))*3000000/(Rgas*Temp))

Zgp=554.0783(fugacity capacity of ground soil compartment particles in mol/m^3[s]-Pa)
=Kd_s*rhos_g/1000*Zwater

Zsp=554.0783(fugacity capacity of root zone compartment particles in mol/m^3[s]-Pa)
=Kd_s*rhos_s/1000*Zwater

Zvp=49.86705(fugacity capacity of vadose zone compartment particles in mol/m^3[s]-Pa)
=Kd_v*rhos_v/1000*Zwater

Zwp=5910.169(fugacity capacity of suspended sediment in surface water in mol/m^3[s]-Pa)
=Kd_d*rhos_d/1000*Zwater

Zdp=5910.169(fugacity capacity of bottom sediment particles in mol/m^3[s]-Pa)
=Kd_d*rhos_d/1000*Zwater

Zqp=1846.928(fugacity capacity of aquifer solids in mol/m^3-Pa)
=IF(AR24="n/a","n/a",Kd_q*rhos_q/1000*Zwater)

Zpr=12.4236(fugacity capacity of plant roots)
=Kps*((alpha_s*Zair)+(beta_s*Zwater)+Zsp*(1-alpha_s-beta_s))*rho_p/rhos_s/(1-alpha_s-beta_s)

Zphl=0.049755(fugacity capacity of phloem)
=0.9*Zwater

Za=0.000421(fugacity capacity of air compartment in mol/m^3-Pa)
Zair+Zap*rhob_a/rhos_g

Zp=1240.808(fugacity capacity of above-ground plant biomass)
=IF(Zair>0,Kpa*rho_p*Zair+Kpa_part*rho_p*Zap*rhob_a/rhos_g,Kpa_part*rho_p*Za)

Zg=347.4145(fugacity capacity of ground soil compartment in mol/m^3-Pa)
=(alpha_g*Zair)+(beta_g*Zwater)+Zgp*(1-alpha_g-beta_g)

Zs=356.3532(fugacity capacity of root-soil compartment in mol/m^3-Pa)
=(alpha_s*Zair)+(beta_s*Zwater)+(pr_vol*Zpr)+Zsp*(1-alpha_s-beta_s-pr_vol)

Zv=27.44243(fugacity capacity of vadose-zone compartment in mol/m^3-Pa)
=(alpha_v*Zair)+(beta_v*Zwater)+Zvp*(1-alpha_v-beta_v)

Zw=0.251544(fugacity capacity of water compartment in mol/m^3-Pa)
=(1-(rhob_w/rhos_d))*Zwater+Zwp*(rhob_w/rhos_d)

Zd=4728.146(fugacity capacity of sediment compartment in mol/m^3--Pa)
=(beta_d*Zwater)+Zdp*(1-beta_d)

Zq=1477.553(fugacity capacity of aquifer compartment in mol/m^3-Pa)
=IF(AR24="n/a","n/a",(beta_q*Zwater)+Zqp*(1-beta_q))

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연도별 연구목표 및 평가착안점

구분	연구목표	연구내용	평가착안점
1차년도 ('00)	- 내분비계장애추정물질 정보 DB 구축 - 연구대상물질 선정 - 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립	- 내분비계장애추정물질 DB 디자인·구축 - 연구대상물질 선정 - 내분비계장애추정물질의 노출경로, 대사과정 연구(약 30종) - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 (약 20종) - Communication (심포지움 1회개최)	- WWF 선정 67종에 대한 DB 구축 - 대상물질선정타당성 - 노출경로 및 대사과정의 규명물질수 - 표준분석법 개발물질수 - 심포지움 수행계획에 대한 완료건수
2차년도 ('01)	- 내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구 - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 - 다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구	- 내분비계장애추정물질의 노출경로, 대사과정 연구(약37종) - 내분비계장애추정물질의 표준분석법 확립 (약 47종) - 다매체 동태 예측모델 개발 연구 - Communication (심포지움 1회 개최)	- 노출경로 및 대사과정의 규명물질수 - 표준분석법 개발물질수 - 예측모델개발 연구진행율 - 심포지움계획대비 수행율

2. 연구개발목표에 따른 달성도

가. 계획대비 달성도

번호	세부연구개발목표 (연구계획서상에 기술된 연구목표)	달성내용	달성도 (%)
1	내분비계장애추정물질 정보 DB 구축	각 물질별 위해성평가수행시 요구되는 물리·화학적성질 및 독성정보, 환경내 동태 및 잔류정보, 용량-반응관련정보, 규제관련정보등을 총망라하여 수집·가공하고, 이를 사용자환경을 구축하여 데이터베이스 시스템화함.	150
2	연구대상물질 선정 (연구대상 내분비계장애추정물질 및 congener 선정)	국내외 여러기관에서 내분비계장애추정물질로 제시되고 있는 물질들을 대상으로 하여 국내 유통량 및 규제내역을 조사하고, 실제 모니터링 현황을 고려하여 추후 모니터링 및 통합적 위해성평가를 위한 연구대상물질을 선정함.	110
3	내분비계장애추정물질의 노출경로 및 대사과정 연구	약 70여종의 내분비계장애추정물질을 대상으로 각 물질의 환경매체를 통한 다경로 노출경로와 이의 인체유입시 인체내 대사과정을 규명함. 본 연구내용과 관련한 배출오염원과 환경내 동태기전등을 추가적으로 규명함.	120
4	내분비계 장애추정물질 표준분석법 확립 및 분석 매뉴얼 제작	세계생태보전기금(WWF)에서 분류한 내분비계장애추정물질 67종(당초대상물질)과 이후 분류된 126종의 내분비계장애추정물질중 5종을 포함한 총 73종에 대한 표준분석법 제안 및 매뉴얼을 제작하였음.	110
5	다경로/매체간 노출에 의한 위해성평가기법 연구	내분비계장애추정물질의 환경내 동태관련 여러 정보를 수집하고, 각 매체간 이동과 매체내 변화를 추정할수 있는 동적모델(dynamic model)의 구축기법을 개발하며, 각 관련요인들을 고려한 환경내 동태모델링 프로그램을 구축함.	100

나. 대표적 성공사례

(1) 내분비계장애추정물질의 데이터베이스 구축완성

본 연구사업에서는 내분비계장애추정물질의 위해성평가 각 단계수행에 필요한 여러정보들을 항목별로 정리하고 수집하여 데이터베이스를 구축하였다. 이는 위해성평가의 각 단계인 위험성확인, 노출평가, 용량-반응평가, 위해도결정의 각 단계에서 활용되는 정보를 총망라하고 있으며, 위해성평가의 각 단계를 이해하고, 수행하는데 있어 길잡이가 되고자 하였다 본 데이터베이스는 visual basic을 활용하여 사용자환경을 쉽고 용이하게 하고, 여러 독성 및 위해성평가 관련 데이터베이스와 문헌등을 통한 정보를 수집·정리함으로써 관련 산·학·연의 활용도를 극대화하였다.

(2) 내분비계장애추정물질의 표준분석법 제안 및 매뉴얼 제작완료

내분비계장애추정물질에 대한 표준분석법을 제안하고 이에 대한 분석자 누구나 쉽게 접근하고 익힐수있도록 내분비계장애추정물질의 표준분석매뉴얼을 제작하였다. 이는 기존의 내분비계장애추정물질들에 대한 분석방법을 고찰하고, 실제 분석을 통해 가장 적절한 분석방법을 세계야생동물보호기금(WWF)에서 제안한 67종을 포함한 73종의 내분비계장추정애물질을 대상으로 제안하고자 한 것이다. 본 매뉴얼은 내분비계 장애물질의 물리·화학적 특성, 최근 분석동향, 개발 확립된 분석법의 제안등 실제 측정·분석에 필요한 모든 정보를 제공하였다.

(3) 내분비계장애추정물질의 환경내 동태 모델(Environmental fate model) 개발

내분비계장애추정물질의 환경내 동태의 예측기법을 개발하였다. 이는 물질별 각 매체간 이동과 매체내 변화기전을 연구하고, 이를 토대로 하여 동적모델링(Dynamic model) 소프트웨어를 활용하여 환경내 동태모델링 프로그램을 개발하였다. 이는 위해성평가시 노출평가를 수행하는데 있어, 노출가능한 모든 매체를 고려한 통합적 위해성평가시 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

다. 기타 계획하지 않은 연구성과

당초 제안하였던 본 연구범위인 67종의 내분비계장애추정물질을 최근 WWF에서 제안된 126종의 물질을 대상으로 데이터베이스를 확장하였으며, 대사기전 및 노출기전연구를 통해 얻어진 연구결과물들도 모두 데이터베이스에 실음으로써 1차년도에 구축한 내분비계장애추정물질 위해성정보시스템을 한층 강화시켰다. 또한, 표준

분석법 확립에 있어서도 연구계획서상의 67종 물질이외에 WWF에서 지정한 126종 물질을 고려한 추가 분석법 확립이 이루어졌다.

또한, 내분비계장애물질의 독성기전 및 독성 endpoint의 규명등의 1단계 연구수행에 따른 정성적 위해성평가(위험성확인단계)가 이루어지면서, 이러한 독성영향에 따른 위해성평가방법론으로 MOE(Margin of Exposure)를 활용한 발암위해도평가, Benchmark dose를 활용한 비발암 위해도평가등에 대한 방법론 연구가 수반되어 수행되었다.

3. 관련분야의 기술발전에의 기여도

내분비계장애추정물질로 선정된 물질은 널리 알려져 있는 농약류와 프탈레이트류 등 환경중의 유해화학물질들이다. 이러한 물질들에 대한 표준분석법을 제시함으로써 이러한 물질들에 대한 연구에 필요한 모니터링연구의 바탕을 마련하였다.

또한, 이러한 물질들의 내분비계장애영향에 대한 위해성평가정보 데이터베이스는 내분비계장애영향이외의 다른 endpoint에 대한 위해성평가시 활용가능한 관련정보들을 모두 다루고 있어 관련연구수행에 기여할 것으로 기대된다.

4. 연구사업 수행에 대한 기대성과

가. 기술적 측면

현재 미국, 일본 등 선진국에서는 내분비계 장애물질에 대한 독성연구, 위해성평가 등 다양한 분야에서 장기적인 연구계획에 따라 연구가 진행되고 있으며, 국내에서도 관련연구가 진행되고 있다. 그러나, 입안검토, 실태조사 및 현황파악 수준에 머무르고 있으며, 과학적인 위해성 평가와 관리기법이 도입·응용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 내분비계 장애물질에 대한 위해성평가기술개발은 관련분야의 국제동향에 대응할 뿐 만 아니라 국제 협력연구에 동참할 수 있게 하는 근간이 될것이다. 또한 내분비계 장애물질에 대한 적합한 시험법을 개발하고, 개발된 시험법 및 미량물질 분석에 따른 시료 및 분석 과정의 추적 및 복잡한 데이터 처리를 가능하게 하고, 생산된 분석 결과를 토대로 위해성 평가등의 다음 단계를 가능하게 하는 수치 통계 작업을 지원할 수 있는 내분비계장애물질 전용의 EDMS 시스템이 개발된다면 해당 분야에서는 가장 앞선 관리 시스템을 보유할수 있게 된다. 이외에도 내분비계장애물질 분석 실험실의 업무 자동화 및 분석 과정을 투명하게 함으로써 신뢰성을 확보하는 효과가 있다. 또한, 내분비계장애물질전용 관리 시스템을 최초로 개발하고 시스템 내에 내분비계장애물질 정보를 계속적으로 축적시킴으로써 국내/

외 내분비계장애물질 연구 기관들의 연구에 효과적으로 사용가능하며, 정책기반결정을 위한 위해성평가연구에 활용될 수 있는 핵심 시스템이 될 것이다.

나. 경제·산업적 측면

이 과제는 공공기술분야의 과제로서 사업성이나 상업화를 목표로 하는 기술분야이기 보다는 공공기술에 대한 실용화 및 제도를 최종목표로 하고 있다. 따라서 그 결과의 1차적인 활용은 공공기술의 수요자인 정부기관이 될 것이나 부차적으로 연구결과의 각 단계에서 도출되는 각 정보는 정보화 산업에 있어서 학계, 연구계, 산업계 등 내분비계장애물질관리와 관련된 모든 분야에서 장기적으로 활용 가능한 중요한 자원이 될 수 있다.

또한, 환경오염으로 인한 인체의 위해도를 줄이기 위하여 취하는 여러 가지 대처방안들은 경제적이나 기술적으로 많은 투자가 필요하다. 그러나 현재는 목표의 설정, 대책의 우선순위, 효과분석 등이 이루어지지 않은 상태에서 경제산업적으로 큰 낭비를 가져올 요소가 많다. 따라서 인체의 오염물질에 대한 다경로 노출을 종합평가하고 이를 토대로 통합위해도를 산출하는 기법이 완성되면 내분비계장애물질에 대한 안전성확보를 위한 위해도 저감목표의 설정과 가장 효과적이고 효율적인 대처방안을 마련함으로써 정책이나 행정의 시행착오를 방지하여 사회적, 경제산업적 낭비를 방지할 수 있으며, 향후 우리 기업들이 국제 무대에서 경쟁하는데 새로이 대두하는 무역 방벽인 이른바 그린 라운드에 대처하는 유용한 방안이 될 수 있을 것이다. 즉, 내분비계 장애물질의 위해성평가기술 개발은 국가간 무역과 환경을 연계시키려는 국제적 동향에 대하여, 국내 산업체가 능동적으로 대처할 수 있는 기술력 확보에 기여할 것이다.

또한, EDMS 시스템의 활용에 따른 신뢰도 높은 분석 데이터 생산 및 데이터를 토대로 한 통계 자료는 환경, 보건과 연관된 산업체 및 국가 기관의 환경 및 보건 정책을 수립하는데 있어 과학적이고 정확한 기본 데이터를 제공할 수 있어 부적절한 분석 데이터의 제공에 따른 금전적, 시간적, 정책적 손실을 획기적으로 감소시킬 수 있다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 연구개발결과의 활용가능성

본 연구는 내분비계장애추정물질에 대한 다매체 노출경로(대기, 수질, 토양, 식품)를 고려하여 인체의 노출정도를 통합적으로 평가하고 이를 관리하기 위한 통합적 위해성평가 시스템을 구축하며, 고 이를 통해 과학적 근거를 제시할 수 있는 위해성 관리에 대한 방안을 제시하고자 한다. 본 연구를 통한 내분비계 장애추정물질의 통합적 위해성 평가와 관리방안 제시는 인간과 환경 및 산업과 경제에 대한 영향 등을 동시에 고려한 환경기준 마련에 적극 활용할 수 있으며, 이를 기초로 해당 내분비계 장애추정물질의 환경기준을 유지하기 위한 우리 나라 고유의 공학적 처리기술, 분석 기기의 발달과 소프트웨어의 개발을 촉진시켜 계속적으로 2,000년대 유망사업인 환경산업의 발전이 가능해져 경제적 효과를 가져올 수 있다.

또한, 내분비계 장애추정물질에 대한 포괄적인 정보 및 자료를 제공할 수 있는 데이터 베이스의 구축은 정책 결정이나 건강영향평가를 위한 자료수집·평가에 활용할 수 있으며 앞으로 유사한 조사가 이루어질 경우 기본자료의 역할을 할 수 있으므로 시간, 경비, 연구인력등을 절감할 수 있는 경제적 이득을 취할 수 있다. 이들 위해성평가 각 단계에서 도출되는 각 정보는 정보화 산업에 있어서 학계, 연구계, 산업계뿐만 아니라 정부의 유해물질관리에 관련된 각계 부서에서 장기적으로 활용가능한 중요한 자원이 될 수 있다.

위해성평가 및 관리시스템인 EDMS를 통해 표준화된 작업절차를 제공하여 신뢰성있는 데이터 및 통계자료를 산출함으로써 보다 내분비계 장애추정물질의 위해성 평가에 대한 과학적인 근거를 제시하여 정부기관의 환경관리정책에 활용할 뿐만 아니라 국민에 대한 적극적인 홍보자료로 활용할 수 있다.

2. 1단계 연구결과의 2단계 활용계획

내분비계장애추정물질의 1단계에서 수행된 연구결과는 2단계 연구수행의 기반으로서 활용될 예정이다. 각 연구결과와 2단계 연구목표를 연계하여 나타내면 그림 5-2-1과 같다.

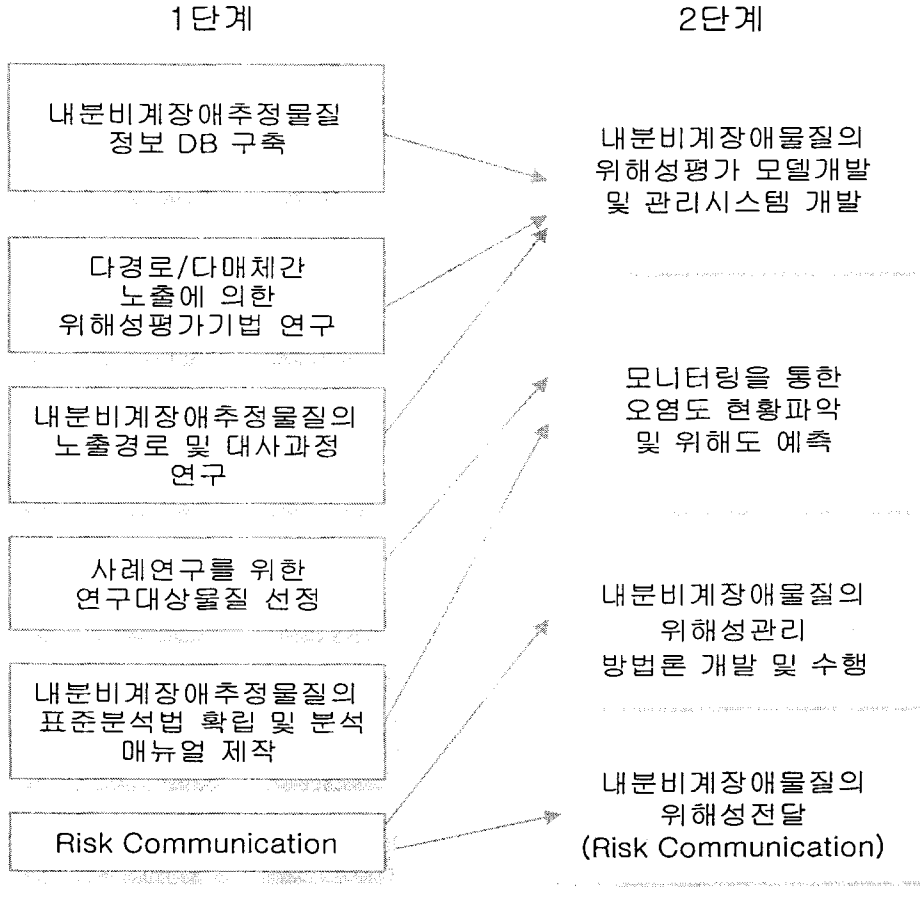


그림 5-2-1. 1단계 연구결과의 2단계 연구수행시 활용계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 1 절 해외과학기술 주요수집정보

본 연구사업의 수행과정에서 내분비계장애물질에 대한 해외과학기술정보를 국제학회 및 워크샵 참석, 국제심포지움 개최등을 통해 수집하였으며, 자문가활용을 통해 국제연구동향을 파악하였다.

해외과학기술정보로 수집된 내분비계장애물질관련 해외과학기술정보는 내분비계장애물질의 모니터링을 위한 분석법개발동향과 내분비계장애물질의 독성기전을 고려한 위해성평가 방법론 개발동향이다.

표 6-1-1. 해외과학기술 주요 수집 정보

해외과학기술 정보 내용	수집자료	비고(출처)
내분비계 장애물질의 분석법개발 관련정보	Analyzing Risk : Science, Assessment and Management (위해성평가 습득을 위한 교육교재)	Havard School of Public Health (Education Course)
	52nd annual Pittsburgh conf. and Exposition on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy (최근 분석화학 동향 파악)	Pitt Conf. 2001 (학회참석)
	다이옥신의 최근연구동향 파악 및 최신 모니터링 및 위해성평가 기법 습득	Dioxin 2000 Dioxin 2001 (학회참석)
내분비계 장애물질의 위해성평가 및 관리규제 관련정보	위해성평가 최신기법 습득 및 위해성평가연구의 최신연구동향 파악	Society for Risk Analysis
	내분비계장애물질에 대한 최근 이슈와 이에 따른 연구동향 파악과 최신연구결과 수집	International Symposium in Environmental Endocrine Disruptors 2000
	일본내 PCBs관리 동향	전문가 자문관련 (동경대, 임태규 박사)
	Speed98의 2000년 11월 갱신에 대한 주요변화내용	

제 2 절 일본내 PCBs관리 동향

화학물질에 대한 환경조사의 개요

1. 화학물질환경안정성 총 점검조사
 가. 화학 물질 환경 안전 총 검검조사와 화학물질의 조사및 제조등의 규제에 관한 법률
  - 화학물질의 조사및 제조등의 규제에 대한 법률의 개요
  - 기존화학물질의 안전성확인]
  - 총검사조사의 경위]
 나. 총검사조사 시스템
2. 비의도적생성화학물질오염실태추적조사
3. 지정화학물질등검사조사

1. 화학물질환경안전성총검사조사

가. 화학물질환경안전성총검사조사와 화학물질의 검사및 제조등의 규제에 관한 법률

(1) 화학물질의 심사및 제조등의 규제에 관한 법률의 개요

PCB에 의한 환경오염문제를 계기로서, 1973년 10월에「화학물질의 심사및 제조등의 규제에 관한 법률」(이하 「화심법」)이 제정됐다(1974년4월 실시). 이 법률에 의해 신규화학물질에 대해서는 자연적작용에 의해 화학적변화를 일으키기 어렵고(난분해성), 생물체내에 축적하기쉽고(고축적성), 또한, 계속적으로 섭취하는 경우, 인간의 건강을 해칠우려(만성독성) 가 있는지없는지를 제조전이나 수입전에 심사함은 물론이고(신규화학물질의 사전심사), 그것의 성상을 가지고 있는 모든 화학물질(제1종특정화학물질)에 대해, 제조, 수입, 사용등의 규제가 이루어지도록 되어있다.

(2) 기존화학물질의 안정성확인

화심법의 공포시점에 이미 생산, 사용되고 있는 화학물질(기존화학물질)은, 이 법을 기준으로 하는 심사의 대상에서 제외함, 단, 원칙적으로 안정서의 확인을 할 필요가 있으면 제1종특정화학물질등에 지정하는 것으로 되어있다. 이를 위해, 기존화학물질에 대해, 통상산업성은 미생물에 의한 분해성, 어패류에의 농축성을, 후생성

은 독성을, 또한 환경청은 환경중의 화학물질의 잔류상황에 대해 조사, 점검을 진행하고 있다. 2000년 11월말 현재, PCB, PCN, HCB, Aldrin, Chlordane, TBTO, DDT, Dieldrin, Endrin의 9물질이 제1특정화학물질에지정되어있다.또한1990년4월에 Trichloroethylene,Tetrachloroethylene등 4염소탄소3물질이 제2종 특정화학물질에 지정되었다. 그 후, 1992년 1월에 Triphenyltin화합물 7물질, 같은해 9월에 Tributyltin 화합물13물질이 추가되어, 2000년 10월말 현재, 23물질이 제2종특정화학물질에 지정되어 있다. 더우기, Chloroform등313물질이 지정화학물질로 지정되어 있다.

(3) 총점검조사의 경위

환경청에서는, 1974년이후 상기의 기존화학물질의 안전성점검을 일환으로 화학물질의 환경중의 잔류상황을 조사해 왔다. 즉, 수만종의 기존의 화학물질을 효율적, 체계적으로 조사해서, 환경에서의 안정성을 평가하기 위해, 1979년부터 1988년까지 10년계획의 제1차 화학물질환경안정성총점검조사(이하 「제1차총점검조사」)를 실시했다. 더우기, 지금까지의 총점검조사의 실시를 계속하는 가운데 얻은 성과와 밝혀진문제점을 근거로 해서 1989년부터 새로운 제2차 총점검조사를 실시하고 있다.

나. 총점검조사의 시스템

이 조사는 3개의 스텝으로 점검이 이루어지고 있다.

제 1스텝은 환경중에 잔류되어 있을 가능성이 높다고 예상되는 화학물질의 선정(Screening)을 행함.

제 2스텝은, 이러한 물질에 대해 환경조사를 함으로써, 잔류의 실태를 조사함.

제 3스텝은, 잔류성화학물질중에서, 요주의화학물질을 선정해서, 생물모니타링을 행함.

1986년부터는 가스크로마토그래피/질량분석계를 이용한 수질, 강이나 바다의 밑바닥의 모니타링을 함께 조사하고 있다.

2. 비의도적 생성화학물질오염실태추적조사

최근, 다이옥신과 같은 화학물질의 제조, 폐기등의 인위적과정이나 환경중에서의 반응등의 자연적과정을 거쳐서 의도적이 아니고 생성되는 유해화학물질에 의한 환경오염이 사회문제되고 있다. 이러한 직접적인 화심법의 대상이 되지않는 비의도적으로 생성되는 유해물질에 대해서도, 적절한 조사를 할 필요성이 대두되고 있다.

환경청에서는 이런한 상황에 대해, 인간의 건강이나 생태계에 영향을 끼친다고 생각되어지는 비의도적생성화학물질에 대해, 환경중의 존재를 조사해서, 해당화학물질에 의한 환경오염을 미연에 방지하기 위해 효과적인 대책의 입안을 세우는 것을 목적으로 1985년부터 「유해화학물질오염실태추적조사」를 개시했다. 또한, 본조사

가 비의도적생성화학물질의 환경잔류성을 파악하는 것을 목적으로 하고있는 것으로부터, 1993년도에 조사명을 「비의도적생성화학물질오염실태추적조사」로 개명을 했다.

3. 지정화학물질등검사조사

화심법에 기초를 두고있는 지정화학물질은, 환경중에 잔류상황에 의해 유해성조사의 지시가 내려져, 그 결과에 의해 유해성이 인정되면, 제2종특정화학물질로서 지정된다. 또한, 제2종 특정화학물질은, 제조, 수입예정수량의 사전 서류제출이외에, 필요에 따라 제조, 수입량의 제한등이 이루어지고 있다.

이를 위해, 환경청은 지정화학물질등에 대해, 환경중의 잔류상황을 파악하는 것을 목적으로, 「지정화학물질등환경잔류성검토조사」를 1988년부터 하고있다. 더우기, 1992년도부터 새로운 폭로경로조사(일상생활에 있어서, 인간과 관계가 있는 매체별의 화학물질의 양에 대한 조사)를 개시함과 동시에, 조사명을 「지정화학물질검토조사」로 개명했다.

제 3 절 Speed98의 millennium version의 변경 사항 고찰

1. 내분비교란화학물질문제에 대해 연구체제

내분비교란화학물질(소위 환경호르몬)은, 사람이나 야생생물의 내분비작용을 교란해서, 세대를 넘어 심각한 영향을 가지게되는 위기가 지적이 되어, 환경보건의 중요과제로 되고 있다.

환경청에서는 1997년7월에 「외인성내분비교란화학물질문제에 관한 연구반」에 의한 중간보고서를 기반으로 내분비교란화학물질에 대한 환경청의 기본적 생각과 구체적인 대응방침등을 수록하기 위한 수단으로「환경호르몬전략계획SPEED98」을 1998년5월에을 발표했다. 이 보고에 의하면 「내분비교란작용을 나타내는 화학물질」로서 list up되어있는 67물질은, 앞으로도 우선적으로 조사연구를 계속해가는 대상으로 선정되어 있지만, 간혹 「환경호르몬」으로 오해를 불러일으키고 있는 상황이다. 환경청에서는 이 물질을 중심으로 전국 일제 조사를 실시하는 등의 체제를 계속해가고 있고, 정부의 millennium project의 일부분으로서 내분비교란 화학물질에 대해 시험연구가 진행되고 있다. 또한 1998년, 1999년 에는 Kyoto, Kobe에서 국제심포지움을 개최해서,국제적인 학술토의를 추진하고 있으며, 일본과 영국간의 일영국제공동연구의 실시를 결정하는등, 국제협력, 협조를 추진하고 있다. 한편으로, 경제협력개발기구(OECD),미국환경보호청(EPA),구주위원회(EU)등과도 시험법의 개발등에 대해 진행되고있어, 내분비교란화학물질에 대한 새로운 지견이 모아지고 있다. 이와같이「환경호르몬전략계획SPEED98」를 기반으로한, 각종대책이 구체적으로 실시되면서 2년이 경과했다. 더우기, 2000년도부터는 millennium project에 의해 Risk평가등이 실시되고 있다. 환경청으로서는, 시험연구나 기술개발을 계속 추진, 국제적으로 협조,연휴해가면서, 급속하게 늘어날 전망의 새로운 과학적지견을 바탕으로, 행정적수단을 지체하지 않고 강구하기 위한 체제를 위해 준비하고 있다. 특히, 국제적인 시험방법의 개발에 참가하면서, 내분비교란작용의 의심이 되는 물질에 대해 우선적으로 환경실태조사와 환경리스크평가등의 실시하고 있다.

2. 「환경호르몬전략계획SPEED98」(2000년11월갱신)의 개요.

「환경호르몬전략계획SPEED98」에는, 내분비교란물질작용의 유무, 강약, 메카니즘등을 해명하기 위해 조사연구를 추진하는 것을 제안하고 있다. 구체적으로는, 이하의 4점에 대해 중점적으로 추진하도록 하고 있다.

가. 환경중의 검출상황, 야생생물등에의 영향에 미치는 실태조사의 추진
나. 시험연구및 기술개발의 추진
다. 환경리스크평가, 환경리스크관리및 정보제공의 추진
라. 국제적 네트워크강화를 위한 노력

3. 환경모니터링의 실시

1998년에는, 내분비교란작용이 의심되는 물질을 중심으로, 대기, 수질, 저(底)질, 토양, 수생생물, 야생생물의 6곳에 대한 농도상황을 전국2430지점에 대해 조사했다. Nonylphenol, Esterphthal류 등이 넓은 범위에 걸쳐 검출된것 이외, 야생생물중에 식물연쇄에서 상위에 위치하는 고래류나 맹수류에게, PCB등의 축적을 볼 수 있었다. 1998년에 이어서1999년에도 환경모니터링조사를 계속하고 있었다. 또한, 사람이나 야생생물에의 폭로(曝露)경로와 폭로량을 파악하기 위해, 환경중의 화학물질의 거동이나 생산, 사용량등의 일본국내에서의 부하량에 대해 조사를 실시하고 있다.

4. 환경리스크평가의 실시

환경모니터링조사의 결과와 내분비교란물질작용에 대한 과학적지견을 근거로하여 환경리스크평가를 개시했다. 구체적으로는 2000년도부터 millennium project로서 3년간 40물질이상에 대해서 그 우선순위를 정하고, 유해성평가를 개시하고 있다. 우선순위의 높은 물질의 선정에는, 문헌조사, 각종의 screening시험을 이용하고 있다. 2000년도에 우선적으로 리스크평가를 실시하는 물질로서, Tributyltin, 4-Octylphnol, Nonylphenol, Di-n-butylphthalate, Octachloroethylene, benzophenon, Dicyclohexyl phthalate, Di-2-ethylhexyl phthalate등 8물질이 이미 결정되었다.

5. 국제공동작업에의 참가

OECD를 중심으로한 선진각국이 협력분담으로 진행하고있는 screening 시험법의 개발에 일본도 참가함과 동시에, 2000년 12월부터 내분비교란물질의 생태영향에 대해 일영국제공동연구를 개시하고 있다. 또한, 일본과 한국간에 각각의 국립환경연구기관간의 공동연구를 2000년부터 개시하고 있다.

6. 이 문제에 대한 환경청의 대응상황과 금후의 방향성에 대해서

가. 개요

일본에서의 내분비교란화학물질대책으로서 본격적인 조사연구에 착수한 것은 1998년도로서, 현재까지 과학적으로는 불명한 점이 많은 상태임. 이 문제에의 대응에 대해, 후세대에 안전한 환경을 확보하는것을 목표로, 내분비교란작용이 의심되고 있는 물질의 유해성평가를 하고, 유효한 대책을책정하는 것을 기본으로 한다.

이를 위해 2000년부터는 정부의 millennium project의 일환으로, 시험연구를 가속

적으로 추진해서, 내분비교란작용의 의심이 있는 물질중에 우선해서 risk평가에 집어넣어야할 물질에 대해 유해성평가를 행함과 동시에 이 물질의 환경중의 거동을 조사하고, 한편으로는, 국제공동연구나 국제symposium등 학술적인 forum하에 과학적연구를 가속적으로 추진을 계속해서, 각국과 협조, 연휴해가면서, 미래 급속적으로 늘어날 새로운 과학적지견을 바탕으로 행정적수단의 정체없이 체재를 정비하는 것으로 되어 있다. 2002년1월부터는 환경청에서 환경성으로 승격, 국민의 기대에 응하기 위해서라도, 이하의 점을 충분의 유의해서 본문제의 대책을 세우는 것이 바람직 하다고 생각이 된다.

(1) 내분비교란화학물질의 측정과 행정조치

본 문제의 해결에는 현재 OECD를 중심으로 하는 선진각국에 의해 진행되고 있는 Screeing시험법의 개발, 검증을 통해, 화학물질에서의 내분비교란작용의 유무, 정도를 해명하는 것은 물론, 이 물질의 내분비교란작용 메카니즘등의 해명에 대해서도, 본문제에 대해 진행하고 있는 각 관공서의 협력을 바탕으로,시험연구기관, 대학 또는 민간기업,단체등에 의해 빠르고 효율적으로, 기초적, 응용적연구를 추진할 수 있도록 지원을 계속하고, 또한 환경중의 검출상황이나 야생생물에의 영향등의 조사를진속하게 진행해가면서, 이 조사, 연구성과를 지체하지 않고, 행정조치에 반영하도록 노력함.

(2) 관계부서와의 협조, 연계

현재, 본문제의 해결을 위해, 관계부서가 각종대책에 착수해 있고, 1998년4월에 설치한 「내분비교란 화학물질문제관계청사담당자연락회의」(나중에,「내분비교란화학물질문제관계청과장회의))를 활용하는등의, 지금까지의 각 청을 연계해서 본문제에 대책에 참여하게끔 되어 있다.

환경청은 각종의 환경모체를 통해서 사람이나 생태계에도 위험성이 있느 환경risk를 관리하는 관점으로 부터 본문제에의 대응을 주체적으로 추진해야할 의무를 가지고 있지만, 식픔, 음료수등의 안전성의 확보, 화학품의 안전한 사용등, 환경risk의 관리에 밀접하게 관련하는 분야의 행정을 담당하는 성, 청과의 긴밀한 연계를가져, 상호간의 정보교환을 촉진함과 함께, 대책간의 조정을 꾀하기 의한노력이 필요.

(3) 국제협력및 정보네트워크의 강화

본문제의 해결에는 많은 분야에서의 조사, 연구가 일층강화, 충실할 필요성이 있고, 각국의 협력, 협조가 불가결한 국제적인 인식으로부터, 조사, 연구분야의 협력, 교류를 포함한 2국 또는 다국간이나 국제기관을 통한 국제협력체제의 계속 강화해

서, 행정적조치의 검토를 추진.

나. 환경청의 현 상황과 금후의 대응방침

환경청은 1997년3월에 전문가에 의한「외인성내분비교란화학물질문제에 관한 연구반」을 설치해서, 내외의 과학적문헌등의 review결과및 금후의 과제를 정리한 중간보고를 같은해 7월에 공표했다. 이 중간보고중에는 과학적으로 확인된것이 아니라도 지금까지 내외의 문헌에 내분비교란작용의 의심이 있는 물질(군(群))이 약70정도 있다고 보고했다.

환경청으로서는 이물질에 대해서, 우선적으로 내분비교란물질의 유무, 강약, 메카니즘등을 해명하기 위해 조사연구를 추진하는 것을 1998년5월에 발표된「환경호르몬작전계획SPEED'98」에서 제안했다.

이물질은 내분비교란작용의 유무, 강약, 메카니즘등이 확실히 밝혀지지는 않았지만, 우선적으로 조사연구를 진행해갈 필요성이 높은 물질군으로써, 금후, 조사연구과정에서 증감될 것이 예상되고, 또한, 금후의 조사, 연구의 추진에 의해 교란작용의 강약 또는 유무가 확실히 밝혀지는 것이 기대되고 있다.

여기서는, 이것들 약70물질을 중심으로한 환경청의 현 상황과 금후의 대응방침을 정리했다.

(1) 환경중의 검출상황, 야생생물등에의 영향에 대한 실태조사의 추진

(가) 환경중의 검출상황및 환경에의 부하원의 파악

① 환경실태조사 1998년5월에 환경청이 보고한 「환경호르몬전략계획SPEED'98」에 기재된 내분비교란작용을 가지고 있다고 의심되 는 약70의 화학물질(우선물질)을 중심으로, 1998년부터 일반 환경중(대기, 수질, 저질, 토양, 수생생물)의 검출상황을 전국규모로 조사함과 동시에

② 부하물조사 생산, 사용량, 환경에의 부하량에 대한 조사를 실시하고 있다.

③ 폭로경로조사 1999년부터 환경중에 우선물질의 거동을 파악하기 위해 조사등을 추진하고 있고, 금후에는 이것들의 조사결과를①, ②의 조사결과와 병행해서 해석해서, 사람이나 야생생물에의 폭로경로및 폭로량을 추정하는 것으로 하고 있다.

(나) 야생생물에의 영향실태조사의 추진

① 야생생물영향실태조사 1998년도부터, 우선물질에 의한 야생생물의 축적상황을 전국적인 규모로 조사해서, 병행해서 형태조사 (육안해부), 병리조사, 혈액검사등에 의한, 해당생물의 생식기능등의 이상의 발생와 관련성을 검토함과 함께,

② 야생생물폭로경로등조사 우선물질의 환경모체를 통한 야생생물에의 이행경로등을 추정하기 위해 2001년도부터는 장소를 국한해서 생태계의 폭로상황조사, 혈액중의 Vitellogenin농도등의 조사를 실시할 예정에 있다.

③ 야생생물감시시스템의 구축 1999년부터는 1998년도의 조사결과을 기본으로 해서 야생생물의 대표지표를 선정해서, 생식기능이상등에 대해 경년적이 변화를 조사하고 있다.

(다) 건강영향surveillance의 실시

① 정자조사; 1998년도 부터, 유체등으로부터 이미 얻을 정보로서 성인남자의 정소중량및 정소중의 정자의 형성상태를 조사해서, 경년적인 변화를 조사하고 있고, 금후는 이것과 우선물질등의 폭로량과의 관계에 대해 분석, 평가를 하는 것을 목표로 하고 있다.

② 탯줄조사 1998년도부터, 태아기의 폭로의 지표로서, 임산부의 승인을 얻어 수집한 탯줄의 일부에 대해, 우선물질등의 농도를 측정하고 있다.

③ Surveillance; 1998년도부터, 의료기관등의 협력을 계속얻어, 정류 (停留), 정소(精巢), 이분척추등의 선천이상, 정소암등의 발생상황을 조사하고 있다.

(2) 시험연구및 기술개발의 추진

(가) 시험연구의 추진

기반연구로서 우선순위가 높은 순의 과제를 중심으로, 과학기술청, 문무성을 중심으로하는 각 관공서가 시험연구를 하고 있다. 환경청으로서,①을 중심으로 연구가 진행되고 있다.

① 세포레벨이나 동물실험에 의한 작용메카니즘의 해명
② 태아기의 폭로에 의한 영향발현의 해명
③ 야생생물에의 폭로와 영향의 정도를 측정하기 위한 bio marker의 개발, 실용화
④ 사람에의 폭로와 영향의 정도를 측정하기 위한 bio marker의 개발, 실용화
⑤ 내분비교란화학물질의 복합영향의 해명
⑥ 식물estrogen의 작용의 해명
⑦ 오염된 환경의개선, 수복등의 이차적예방을 위한 기술개발

(나) 시험법, 검사법의 검증, 개발, 실용화

화학물질이 내분비교란작용의 유무를 판정하기 위해 시험방법등을 국제적인 협력

하에 검증, 개발하는 것으로, 일본의 후생성, 통상산업성, 환경청, 농림수산성을 중심으로하는 각기관이 사람의 건강과 생태계에 대해, 이하와 같은 연구항목에 대해 연구를 하고 있다.

① 구조활성상관에 의한 해석수법의 개발
② 시험세포에 의한내분비교란작용을 판정하는 screening수법의 개발, 실용화
③ 동물실험에 의한내분비교란작용을 판단하는 screening수법의 검증, 개발, 실용화
④ 화학품의 다세대영향을 파악하기 위해 시험방법의 개발, 실용화
⑤ 내분비교란화학물질의 환경오염농도의 간이 측정법의 개발, 실용화
⑥ 내분비교란화학물질의 고감도분석법등의 계측기술의 개발, 실용화

(3) 환경risk평가, 환경risk관리및 정보제공의 추진

(가) 환경리스크평가의 추진

환경중의 검출현황, 환경부하원정보, 사람이나 야생생물에의 폭로경로및 폭로량의 추정결과를 기반으로해서, 내분비교란작용에 대한 과학적지견을 근거로하여, 환경리스크평가를 추진한다. 구체적으로는 2000년부터 millennium project에 의한 약70종의 우선물질을 중심으로 우선순위가 높은 것부터 유해성평가를 조사한다. 우선순위의 높은 물질의 선정에는, 문헌조사나 신뢰성평가, 시험세포에 의한 screening수법을 이용한다. 이후, 동물실험에 의한 screening 수법이나 실험방법을 가지고 유해성평가를 실시.

금후는 ㄱ.의 환경조사나 식사조사, ㄴ.의 시험연구를 통해 체내동태를 파악하는 것에 대해 폭로평가를 행함과 함께, 작용메카니즘의 해명에 대한 연구를 추진함으로써, 환경리스크평가를 실시함,

또한, 2000년 7월및 10월의「내분비교란화학물질문제검토회 (좌장 스즈끼 동경대학명예교수)」에서, 1998년5월에 보고한 「환경호르몬작전계획SPEED'98」에 기재된 약70종의 물질중, 2000년도에 우선해서 리스크평가를 실시하는 8물질을 선정해서, 문헌조사, 신뢰성평가, estrogen과 같은 작용을 검증하기 위한 시험을 실시한 결과 2물질에 대해서는 현시점에서 리스크를 평가할 필요가 없다고 판단했다. 하지만, 이것들의 우선 물질의 작용의 유무, 강약은 금후의 연구에 의해밝혀지는 것에 대해 유의 할 필요가 있다.

(나) 환경리스크관리의 추진

① 현행법령을 기반으로해서 처치의 재검정 현행의 환경오염방지를 위해 법령

등에 의해 사용이 제한되어온 화학물질의 관리를 철저히 함과 함께, 내분비교란화학물질대책으로서의 충분성의 재검증을 행함. 또한, 환경리스크평가의 결과를 근거로해서 사업활동및 소비활동에의한 환경부하량의 증감을 계산하기 위해 필요한 처치를 사회경제적인 관점을 포함해서 검토, 실시함.

② 무해화기술, 대체품개발 환경리스크평가의 개발에 의해, 어떤규제등 처치에 의해 이미 국내의 생산, 수입, 사용실태가 없어도 현 시점에서 환경중에 존재하는 물질에 대해 관계청과 연휴해가면서, 그 유해화기술, 대체품의 개발을 추진해서, 이것의 물질의 리스크가 충분히 낮아지도록 노력함.

③ PCB등의 처리및 다이옥신대책의 추진 사용이 중지된 후 보관되어 있는 PCB등의 적정처리의 촉진, 다이옥신류 대책특별처치법의 착실한 추진을 하고 있다.

④ PRTR제도의 도입 유해성이 있는 화학물질의 환경중에의 배기량및 폐기물에 포함되어 있는 이동량을 등록해서 공표하는 방법인 PRTR제도의 안착을 위해 노력함

(다) 계속적인 정보의 공표, 제공을 추진

조사연구에 의해 얻어진 새로운 정보를 적시, 적절하게 공표하는 것은 물론, 본문제에 관한 정확한 이해를 촉진하기 위해 지방공공단체, 대학연구실이나 관련학회, 환경NGO등의 협력을 계속 얻어, 팜프렛의 간행. 강연회및 심포지움의 개최를 함.

(4) 국제적 네트워크강화를 위해 노력

1997년 5월 8국환경장관회합에서 결의된어린이 환경보건에 관한 선언을 근거로해서, OECD에서 추진중인 Test guideline의 작성을 적극적으로 지원하는 등 국제적인 연휴, 협력하에 조사연구를 하고 있다. 또한 1998 년 12월부터는 「내분비교란화학물질문제에 대한 국제심포지움」의 개최, 1999년 12월부터는 본 분야에 적극적인 조직을 추진하고 있는 영국과의 공동조사연구등을 추진하고 있고, data의 비교평가를 하거나 인적교류를 하고 있다. 또한 도상국에의 관련하는 정보의 제공등에 전진하고 있다.

더우기, 잔류성유기오염물질(POPs)에 관한 조약의 합의, 선택에 노력함과 함께, 지구규모의 모니타링활동에 적극적으로 공헌을 함. 유해한 화학물질및 농약의 국제무역에서 사전 통보, 합의수속에 대한 조건 (로텔담 조약)에 대해는 이 비준에 맞춰 진행중임.

제 7 장 참고문헌

Abad, E., Llerena, J. J., Caixach, J. and Rivera, J. :Polychlorinated Dibenzo-p-dioxis, Dibenzofurans and Co-planar Biphenyls in Foodstuffs Sample from Catalonia (Spain), Organohalogen Compounds, 47, 306-309, 2000

Abdullah, AR et al, Environ Toxicol Chem 16 59-70, 1997

Adams, WJ et al, Chemosphere 15, 1503-11, 1986

Adhya, TK et al, J Agric Food Chem 29 90, 1981a

Adhya, TK et al, Pest Biochem Phys 16 14, 1981b

Adrian, NR and Suflita JM, Environ Toxicol Chem 13, 1551-7, 1994

Agnihotri, NP et al, J Entomol Res 13 131-6, 1989

Ahel, M, Bull Environ Contam 47, 586-93, 1991

Ainsworth, CC et al, Soil Sci Soc Amer 58, 1615-23, 1994

Aizawa, H. Metabolic Maps of Pesticides. New York, NY Academic Press, 1982

Al-Omar, LA and Preston MR, Environ Pollut 46, 177-86, 1987

Al-Omar, MA et al, Environ Pollut Series A 42 79-91, 1986

Albanis, TA et al, Toxicol Environ Chem 19 171-78, 1989

Alberts, JJ and Giesy JP, pp. 333-47 in Aquatic and Terrestrial Humic Materials. RF Christman, ET Gjessing eds. Vol 16. Ann Arbor,MI, Ann Arbor Science, 1983

Alberts, JJ et al, Mar Chem 28, 77-87, 1989

Alexander, M and Aleem MIH, J Agric Food Chem 9, 44-7, 1961

Alexander, M and Lustigman BK, J Agric Food Chem 14, 410-3, 1966

Alexander, M, Biotech Bioeng 15 611-47, 1973

Alexander, M, Science 211 132-8, 1981

Alhajjar, BJ et al, Wat Sci Tech 22 87-94, 1990

Allen, Gil SM et al, Environ Toxicol Chem 16, 733-41, 1997

Allen, R, Walker A, Pestic Sci 18 95-111, 1987

Allen, R, Walker A, Pestic Sci 22 297-305, 1988

Alley, EG et al, J Agric Food Chem 22 442-5, 1974

Alloway, BJ et al, Sci Tot Environ 75, 41-69, 1988

Alonso R. M., Barcelo D., Nunes G. S., Ribeiro M. L. : Determination of aldicarb, aldicarb sulfoxide and aldicarb sulfone in some fruits and vegetables using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 888, 113-120, 2000

Alonso, M. C., D. Puig, I. Silgoner, M. Grasserbauer, D. Barcelo, Determination of priority phenolic compounds in soil samples by various extraction methods followed by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 823, 231-239, 1998

Altschuh, J et al, Chemosphere 39 1871-87, 1999

Aly, MI et al, Alexandria J Agric Res 27 689, 1979

Aly, MI et al, Soil Sci Soc Am J 44 1213-15, 1980

Aly, OM and Faust SD, J Agric Food Chem 12, 541, 1964 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, 2,4-Dichlorophenol p.C-4, EPA 440/5-80-042, 1980

Aly, OM, El-Dib MA, pp 469-93 in Organic Compounds in Aquatic Environ. NY, NY Marcel Dekker, Inc, 1971

Aly, OM, El-Dib MA, Water Res 5 1191-1205, 1971

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 5th ed. Cincinnati, OH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 115, 358, 575, 1986

Ames, RG et al, Am Ind Hyg Assoc J 50 446-472, 1989

Anadon, A et al, Toxicol Appl Pharmacol 110 1-8, 1991

Anderson, HA, Environ Health Perspect 60 127-31, 1985

Anderson, JW et al, Sources, Fates, and Effects of Aromatic Hydrocarbons in the Alaskan Marine Environment with Recommendations for Monitoring Strategies. NTIS PB86-168-291/AS, Washington,DC, USEPA, 1986

Anderson, PR and Christensen TH, J Soil Sci 39, 15-22, 1988

Anderson, RL, Defoe DL, Environ Pollut Ser A 22 111, 1980

Anderson, TA et al., Chemosphere 28 1551-57, 1994

Andrade, PSL, Wheeler WB, Bull Environ Contam Toxicol 11 415-6, 1974

Andrews, P Chemosphere 32, 6 1043-1053, 1996

Ankley, G.T., Johnson, R.D., Folmar, L.C., Detenbeck, N.E. and Bradbury, S.P. : Development of a research strategy for assessing the ecological risk of endocrine disruptors. Rev. Toxicol. Ser. B. : Environ. Toxicol., 1997.

Antonsson, AB et al, Chemosphere 19, 1-6, 699-704, 1989

Aprea, C et al, J Toxic Environ Health, Part A 53 101-119, 1998

Apte, SC, Rogers HR, Sci Total Environ 132 313-25, 1993

Archer, TE, Bull Environ Contam Toxic 12 202-203, 1974

Arimoto, R et al, J Geophys Res 90, 2391-408, 1985

Armbrust, KL, Crosby DG, Pacific Science 45 314-20, 1991

Armstrong, DE et al, Soil Science Soc Amer Proc 31 61-6, 1967

Arndt Asperger, Jurgen Efer, Therese Koal, Werner Engewald, On the signal response of various pesticides in electrospray and atmospheric pressure chemical ionization depending on the flow-rate of eluent applied in liquid chromatography-tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 937, 65-72, 2001

Arnold, S. : Dioxins and Health, 1994

Artiola-Fortuny, J and Fuller WH, Soil Sci 133, 218-27, 1982

Arvin, E et al, Int Conf Physiochemical Biol Detox Hazard Wastes 2, 828-47, 1989

Asperger A., Efer J., Koal T. : On the signal response of various pesticides in electrospray and atmospheric pressure chemical ionization depending on the flow-rate of eluent applied in liquid chromatography- tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 937, 65-72, 2001

ASTDR, Toxicological Profile For Alpha, Beta, Gamma, and Delta Hexachlorocyclohexane. ASTDR/TP-93/09, 1993

Atkinson, R Atkinson R, J Inter Chem Kinet 19, 799-828, 1987

Atkinson, R et al, Environ Sci Technol 21 64-72, 1987

Atkinson, R, Chem Rev 85 69-201, 1985

Atkinson, R, Environ Toxicol Chem 7 435-42, 1988

Atkinson, R, et al, Chem Rev 84 437-70, 1984

Atkinson, R, Internat J Chem Kinetics 19 799-828, 1987

Atkinson, R, J Chem Phys Ref Data Monograph 1, 1989

Atlas, E et al, Environ Sci Technol 16 283, 1982

ATSDR, Toxicological Profile for Chlordane. Agency Tox Subst Dis Reg US Pub Health Ser p. 77, 1989

ATSDR, Toxicological Profile For DDT, DDE and DDD. Atlanta, GA Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology/Toxicology Information Branch, 2000

ATSDR, Toxicological Profile for Mercury p. 312, 319-20 Research Triangle Institute 205-93-0606, 1998

ATSDR, Toxicological Profile for Mercury p. 324, 327 Research Triangle Institute 205-93-0606, 1998

Augustijn-Beckers, PWM et al, Rev Environ Contam Toxicol 137, 1-82, 1994

Awad, TM et al, Bull Environ Contam Toxicol 32, 4 377-82, 1984

Bacci, E et al, Chemosphere 21 525-35, 1990

Bachmann, A et al, Appl Environ Microbiol 54 143-49, 1988

Badri, MA and Aston SR, Environ Pollut B 6, 181-93, 1983

Bahadir, M et al, Chemosphere 16 1311-7, 1987

Baker, MD et al, Water Res 14, 1765-71, 1980

Ballschmiter, K, Wittlinger R, Environ Sci Technol 25 1103-11, 1991

Banerji, SK et al, Water Air Soil Pollution 69, 149-63, 1993

Bank, S, Tyrrell JR, J Agric Food Chem 32 1223-32, 1984

Bargagli, R and Baldi F, Chemosphere 13, 9, 1059-72, 1984

Barron, MG et al, Toxicol Appl Pharmacol 98, 49-57, 1989

Barroso S. R., Delgado M. J., Polodiez L. M., Tostado T. F. : Stability studies of carbamate pesticides and analysis by gas chromatography with flame ionization and nitrogen-phosphorus detection. J. Chromatogr. A, 921, 287-269, 2001

Barrows, ME et al, Dyn Exp Hazard Assess Toxic Chem, Ann Arbor, MI, Ann Arbor Sci p 379-92, 1980

Bartha, R et al, Appl Microbiol 15 67-75, 1967

Baselt, RC, Biological Monitoring Methods for Industrial Chemicals p. 76, 1980

Battersby, NS and Wilson V, Appl Environ Microbiol 55, 433-39, 1989

Battersby, NS, Wilson V, Chemosphere 17, 2441-60, 1988

Baude FJ, et al, J Agric Food Chem 22 413-8, 1974

Baugh P. J., Bonwick G. A., Davies D. H., Hancock P., Lenoudi M. : Analytical

method development for the determination of synthetic pyrethroid insecticides in soil by gas chromatography-mass spectrometry operated in negative-ion chemical ionization mode, J. Chromatogr. A, 754, 235-243, 1996

Baughman, GL et al, pp. 105-11 in Biotransform Fate Chem Aquat Environ, Proc. Workshop Chp. 6, 1980

Bayarri, S., Baldassarri, L. T., Iacovella, N.,Rodriguez. F. and Domenico, D. A. D. : Toxic Organic Microcontaminants in Edible Marine Species from the Adriatic Sea, Organohalogen Compounds, 43, 289-294, 1999

Bayona, JM et al, Chemosphere 23, 313-26, 1991

Beall, ML Jr, J Environ Qual 5, 367-9, 1976

Becher, G., Eriksen, G. S., Lund-Larsen, K., Schlabach, M. and Alexander, J. : Organohalogen Compounds., 38, 79-82, 1998

Beck, H et al, Chemosphere 19, 1-6, 655-60, 1989

Beck, H., Drob, A. and Mathar, W. : PCDDs, PCDFs and Related Contaminants in the German Food, Chemosphere, 25(7), 1539-1550, 1992

Bedient, PB et al, J Environ Eng 109, 485-501, 1983

Beeman, RW, Matsumura F, J Agric Food Chem 29 84-9, 1981

Beestman, GB, Deming JM, Agron J 66 308-11, 1974

Behnke, W et al, J Aerosol Sci 18, 849-52, 1987

Behymer, TD and Hites RA, Environ Sci Technol 19, 1004-6, 1985

Behymer, TD and Hites RA, Environ Sci Technol 22, 1311-9, 1988

Belluck, D et al, Bull Environ Contam Toxicol 26 299-306, 1981

Beltran J., Egea S., Hernandez F., Lopez F. J., Pitarch E. : Gas chromatographic determination of organochlorine and organophosphorus pesticides in human fluids using solid-phase microextraction, Analytica chimica Acta, 433, 217-226, 2001

Bengtsson, G et al, Soil Sci Soc Am J 57, 1261-70, 1993

Bennett, SR et al, Environmental Hazards of Chemical Agent Simulants CRDC-TR-84055, Aberdeen Proving Ground, MD, 1984

Benso, WR et al, Jour Agric Food Chem 19 66, 1971 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc Heptachlor p.A-2, EPA 440/5-80-052, 1980

Berg, M. V., Bernbaum, L. and Bosveld, A. T. C. : Toxic Equivalency Factors

(TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife, Environ. Health Perspect. 106(12), 775-792, 1998

Berg, UT and Nyholm N, Chemosphere 33, 711-35, 1996

Bergman, K, Albanus L, Food and Chemical Toxicology 25, 4, 309-16, 1987

Bernal, J. L., M. J. del Nozal, L. Toribio, J. J. Jimenez, J. Atienza, High-performance liquid chromatographic determinatiom of benomyl and carbendazim residues in apiarian samples, J. Chromatogr. A, 787 129-136, 1997

Berndtsson, R, J Environ Qual 22, 349-60, 1993

Besedovsky, H.O., Del Ray, A., : Immune-neuro-endocrine interaction : facts and hypotheses. Endocr. Rev. 17, 64 : 102, 1996.

Besedovsky, H.O., Del Ray, A., : Immune-neuro-endocrine interaction : facts and hypotheses. Endocr. Rev. 17, 64 : 102, 1996.

Beurskens, JEM et al, Biogeochemistry 19, 61-81, 1993

Beurskens, JEM et al, Environ Sci Technol 28, 701-706, 1994

Bewers, JM et al, pp. 1-18 in Cadmium in the Aquatic Environment, Nriagu JO, Sprague JB, ed. NY,NY, Wiley, 1987

Biddinger, GR and Glass SP, Res Rev 91, 103-45, 1984

Bidleman, TF et al, pp. 481-508 in Atmospheric Pollutants in Natural Waters. Eisenreich SJ, ed. Ann Arbor, MI Ann Arbor Sci Pub Inc, 1981

Bidleman, TF, Anal Chem 56 2490-96, 1984

Bidleman, TF, Environ Sci Technol 22 361-367, 1988

Bidleman, TF, Environ Sci Technol 22, 361-367, 1988

Bidleman, TF, Foreman WT, Adv Chem Ser 216 27-56, 1987

Birmingham, B., Gilman, A., Grant, D., Salminen, J. and Armstrong, V : PCDD/PCDFs Multimedia Exposure Analysis for the Canadian Population ; Detailed Exposure Estimation, Chemosphere, 19(1), 637-642, 1989

Bleam, RD and Cawthray MK, Int Conf Physicochemical Biol Detoxif Hazard Wastes 2, 867-82, 1989

Bloom, RA, Alexander M, J Environ Qual 19 722-26, 1990

Blume, HP et al, Ecotox Environ Safety 7 204-15, 1983

Blume, HP, Ahlsdorf B, Ecotoxicol Environ Saf 26 313-32, 1993

Blunden, SJ et al, Environ Chem 3 48-77, 1984

Blunden, SJ, Chapman A, pp. 121-37 in Organometallic Compounds in the Environment Craig PJ ed NY Wiley, 1986

Bobeldijk, I., K. Broess, P. Speksnijder, T. van Leerdam., Determination of the herbicide amitrole in water with pre-column derivatization, liquid chromatography and tandem mass spectrometry, J. Chromatogr. A, 918, 15-22, 2001

Bodek, I et al, Environmental Inorganic Chemistry, Properties, Processes, and Estimation Methods. SETAC Special Publications Series. NY, NY, Pergamon Press pp. 7.10-1 to 7.10-17, 1988

Boethling, RS, Alexander M, Appl Environ Microbiol 37 1211-6, 1979

Bollag, J, Liu S, Nature 236 177-78, 1972

Bollag, J, Liu S, Soil Biol Biochem 3 337-45, 1971

Bomberge,r DC et al, ACS Symp Ser 225 197-214, 1983

Bontoyan, WR, Looker JB, J Agric Food Chem 21 338-41, 1973

Booth, N.H., L.E. McDonald, eds.. Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 5th ed. Ames, Iowa Iowa State University Press, 1105, 1982

Bopp, RF et al, Environ Sci Technol 16 666, 1982

Botelho, CMS et al, Sci Total Environ 151, 101-12, 1994

Boul, HL, Chemosphere 32 855-66, 1996

Boule, P et al, Chemosphere 13, 603-12, 1984

Bourquin, AW et al, Devel Indus Microbiol 13 264-76, 1972

Bouwer, EJ et al, Water Res 15, 151-9, 1981

Bouwer, EJ, Wright JP, J Contam Hydrol 2 155-69, 1988

Boyd, SA and Shelton DR, App Environ Microbiol 47, 272-7, 1984

Boyd, SA, Soil Sci 134, 337-43, 1982

Bradbury, SP, Coats JR, Govt Reports Announcements & Index, GRA&I, Issue 01, 1990

Bradman, MA et al, J Exposure Anal Environ Epidemiol 4 49-63, 1994

Braun, HE, Lobb BT, Can J Anim Sci 56, 3 373, 1976

Breedveld, GD and Briseid T, pp. 204-212 in Appl Biotechnol Site Remed, Hinchee RE at al eds. Ann Arbor,MI, Lewis Publ, 1994

Brewer, F et al, Weed Science 30 531-9, 1982

Briggs, GG et al, J Agric Food Chem 29 1050-9, 1981

Briggs, GG, Lord KA, Pestic Sci 14, 4 412-6, 1983

Bromilow, RH, Leistra M, Pestic Sci 11 389-95, 1980

Broomhall, J, Kovar IZ, Rev Environ Health 6 311-37, 1986

Brown, D, Thompson RS, Chemosphere 11, 417-26, 1982

Brown, DS, Flagg EW, J Environ Qual 10 382-6, 1981

Brown, LR et al, Effect of Mirex and Carbofuran on Estuarine Microorganisms USEPA-600/3-75-024, NTIS PB-247147 p. 57, 1975

Browning, E, Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents. NY,NY, American Elsevier pg 698, 1965

Bruemmer, GW et al, Z Pflanzenernaehr Bodenk 149, 382-98, 1986

Brumley, WC et al, J Chrom 633 177-83, 1993

Brusseau, ML, Environ Toxicol Chem 12, 1835-46, 1993

Buchter, B et al, Soil Sci 148, 370-9, 1989

Buckland, S. J. and Heslop, V. Ministry for the Environment, 1998

Buckler, DR et al, Trans Amer Fish Soc 110 270, 1981

Budavari, S et al, The Merck Index 11th ed. Rahway, NJ, Merck & Co Inc p. 171, 1989

Budavari, S, The Merck Index, an Encyclopedia of Chemicals And Drugs. 12th Ed. Whitehouse Station,NJ, Merck And Co, Inc, 1996

Bude, A et al, Chim Acta Turc 13, 235-52, 1985

Budvari, S, Merck Index, 12th ed, Whitehouse Station, NJ Merck & Co. p. 261, 1996

Bull, DL et al, J Econ Entomol 63 1283-9, 1970

Burkhard, LP et al, Environ Sci Technol 19, 590-6, 1985

Burkhard, LP, Kuehl DW, Chemosphere 15, 163-7, 1986

Burkhard, N, Guth JA, Pest Sci 7 65, 1976

Burlinson, NE et al, Environ Sci Technol 16 627-32, 1982

Burmaster, DE, Environ 24 6-13, 33-36, 1982

Bursey, JT and Pellizzari ED, Analysis of Industrial Wastewater for Organic Pollutants in Consent Decree Survey USEPA-68-03-2867, 1982

Buser, H. R., Bosshardt, H. P. and Rappe, C. Chemosphere, 5, 165-172, 1978

Buser, HR, Muller MD, Environ Sci Technol 29 664-72, 1995

Bush, B et al, Arch Environ Contam Toxicol 12 739-46, 1983

Buxton, GV et al, J Phys Chem Ref Data 17, 517-882, 1988

Byast, TH, Hance RJ, Bull Environ Contam Toxicol 14 71-6, 1975

Calabrese, E. J., Baldwin L.A., Kostecki, P.T. and Potter T.L. : A toxicilogically based weight-of-evedence methodology for the relative ranking of chemicals of endocrine disruption potential. Regul. Toxicol. Pharm., 26, 36-40, 1997.

Calabrese, E. J., Baldwin L.A., Kostecki, P.T. and Potter T.L. : A toxicilogically based weight-of-evedence methodology for the relative ranking of chemicals of endocrine disruption potential. Regul. Toxicol. Pharm., 26, 36-40, 1997.

Call, DJ et al, J Environ Qual 13 493-98, 1984

Callahan, M.A., M.W. Slimak, N.W. Gabel, et al. Water-Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants. Volume I. EPA-440/4 79-029a. Washington, DC U.S.Environmental Protection Agency, December 1979

Callahan, MA et al, Water Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants Ch 15 USEPA-440/4-79-029a, 1979

Calvet, R, Environ Health Perspect 83 145-77, 1989

Camilleri, P, J Agric Food Chem 32 1122-4, 1984

Camoni, I et al, Medicina del Lavoro 75, 3 207-14, 1984

Capel, PD, Larson SJ, Chemosphere 30, 1097-1106, 1995

Cardwell, RS, Acute & Chronic Toxicity of Chlordane to Fish and Invertebrates. USEPA-600/3/77/019, 1977

Carey, JH et al, Can J Physiol Pharmacol 62, 971-5, 1984

Carlson, DA et al, Science 194 939-41, 1976

Carman, GE et al, Arch Environ Contam Toxicol 11 651-9, 1982

Caro, JH et al, J Agric Food Chem 22 860-63, 1974

Carr, DS, Kirk-Othmer Encycl Chem Tech. 4th. NY, NY, John Wiley and Sons 4, 748-60, 1992

Carson, DB et al, pp .48-59 in Aquatic Toxicol Risk Assess 13, ASTM STP 1096, 1990

Castaldi, FJ, pp. 99-108 in Appl Biotechnol Site Remed, Hinchee RE et al eds, Ann Arbor, MI, Lewis Publ, 1994

Castro, CA, Belser NO, Environ Sci Technol 2 779-83, 1968

Castro, CE, Environ Health Persp 21 279-83, 1977

Castro, TF, Yoshida T, J Agr Food Chem 19 1168-70, 1971

Castro, TF, Yoshida T, J Agric Food Chem 19 1168-1170, 1971

Castro, TF, Yoshida T, J Agric Food Chem 19 1168-80, 1971

Castro, TF, Yoshida T, Soil Sci Plant Nutr 20 363-70, 1974

Catenacci, G et al, Bull Environ Contam Toxicol 44 1-7, 1990

Catenacci, G et al, Toxicol Lett 69 217-22, 1993

Cavalier, TC et al, Ground Water 29 225-31, 1991

Cessna, AJ and Grover R, J Agric Food Chem 26, 289-92, 1978

Chan, H. M., Khoury, M. E., Sedgemore, M. and Kuhnlein, H. V. : Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyl Congeners in Oligan Grease ; A Traditional Food Fat of British Columbia First Nations, J. Food Comp. Anal., 9, 32-42, 1996

Chan, WH et al, Water Air Soil Pollut 29, 373-89, 1986

Chang, BV et al, Chemosphere 33, 303-322, 1996

Chang, BV et al, Toxicol Environ Chem 49, 33-43, 1995

Chang, L.W., ed.. Toxicology of Metals. Boca Raton, FL, Lewis Publishers, 1996 Chapman, RA et al, Bull Environ Contam Toxicol 26 513-19, 1981

Chapman, RA et al, J Environ Sci Health B18 685-90, 1983

Chapman, RA, Cole CM, J Environ Sci Health B17 487-504, 1982

Chaudhry, GR, Wheeler WB, Water Sci Technol 20, 11/12 89-94, 1988

Cheah, UB et al, Pestic Sci 50 53-63, 1997

Chemicals, Inspection & Testing Institute, Data of Existing Chemicals Based on the CSCL Japan. Japan Chem Indus Ecol-Toxicol & Inform Center, Japan, 1992

Chemicals, Inspection and Testing Institute, Biodegradation and bioaccumulation data of existing chemicals based on the CSCL Japan. Japan Chemical Industry Ecology - Toxicology and Information Center. ISBN 4-89074-101-1, 1992

Chemicals, Inspection and Testing Institute. Japan Chemical Industry Ecology - Toxicology and Information Center. ISBN 4-89074-101-1, 1992

Chen, ZM et al, Ind Eng Chem Prod Res Dev 23 5-11, 1984

Cheng W., Jiang G. B., Liu J. M., Yao Z. W. : Application of solid-phase microextraction for the determination of organophosphorus pesticides in aqueous samples by gas chromatography with flame phtometric detector,

Talanta, 55, 807-814, 2001

Chester, G et al, Arch Environ Contam Toxicol 16 69-78, 1987

Chester, G et al, Rev Environ Contam Toxicol 110 1-74, 1989

Chiou, CT et al, Environ Inter 3 231-6, 1980

Chiou, CT et al, Science 206 831-2, 1979

Chiou, CT, Kile DE, Environ Sci Technol 32 338-43, 1998

Choudhry, GG et al, Can J Chem 65, 2223-33, 1987

Christensen, F.M., "Pharmaceuticals in the environment-A human risk?", Regulatory Toxicology and Pharmacology, 28, 212-221, 1998.

Christensen, TH, Water, Air, Soil Pollut 21, 115-25, 1984

Christensen, TH, Water, Air, Soil Pollut 34, 293-303, 1987

Christensen, TH, Water, Air, Soil Pollut 44, 71-82, 1989

Christodoulatos, C et al, J Environ Sci Health A29, 883-98, 1994

Chu, I et al., Drug Metab Dispos 10, 6, 632-5, 1982

Chuan, MC et al, Water Air Soil Pollut 90, 543-56, 1996

Chung, KH et al, Wat Res 30 341-46, 1996

Chung, Y et al, J Pharm Soc Korea 24, 87-96, 1980

Clapp, LW et al, Water Environ Res 66, 153-60, 1994

Clark, JM, Matsumura F, Arch Environ Contam Toxicol 8 285-98, 1979

Clark, JM, Matsumura F, Arch Environ Contam Toxicol 8 285-98, 1979

Clark, LB et al, Res J WPCF 63, 104-13, 1991

Clark, T, Chemosphere 12 1363-9, 1983

Clark, T, Watkins AM, Chemosphere 13 1391-6, 1984

Clay, SA et al, Weed Technol 5 485-89, 1991

Clayton, G. D. and F. E. Clayton, eds.. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Volume 2A, 2B, 2C, Toxicology. 3rd ed. New York, John Wiley Sons, 1981-1982

Clayton, G. D. and F. E. Clayton, eds.. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Volume 2A, 2B, 2C, Toxicology. 3rd ed. New York, John Wiley Sons, 1981-1982

Clayton, G.D. and F.E. Clayton, eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, Toxicology. 4th ed. New York, NY, John Wiley & Sons Inc., 1993-1994

Clayton, G.D., F.E. Clayton, eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F Toxicology. 4th ed. New York, NY John Wiley & Sons Inc., 1993-1994

Clayton, G.D., F.E. Clayton, eds. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, Toxicology. 4th ed. New York, NY, John Wiley & Sons Inc., 1993-1994

Clayton, GD and Clayton FE, Patty's Industrial Hygiene And Toxicology, 4th Ed.NY, NY, John Wiley and Sons, Vol IID p. 2498, 1994

Clayton, GD and F. E. Clayton, eds.. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology Volume 2A, 2B, 2C Toxicology. 3rd ed. New York John Wiley Sons, 1981-1982

Clements, WH et al, Arch Environ Contam Toxicol 26, 261-6, 1994

Cohen, SZ et al, in ACS Symp Ser. Garner WY et al, eds. Washington, DC 315,Eval Pestic Ground Water 170-96, 1986

Cohen, Y. (Ed) Pollutants in a Multimedia Environment (Plenum Press, New York, NY), 1986

Cohen, Y., and P.A.Ryan. Multimedia Modeling of Environmental Transport : Trichloroethylene Test Case. Environ. Sci, Technol. 9, 412-417, 1985

Cohen, Y., Tsai, S. L. Chetty, and G.J.Mayer, Dinamic Partitioning of Organic Chemicals in Regional Environments: A Multimedia Screening-level Approach. Environ. Sci. Technol. 24, 1549-1558, 1990

Cohn, WJ et al, Gastroenterology 71 901, 1976 as cited in Baselt RC, Biological Monitoring Methods for Industrial Chemicals p.77, 1980

Cooney, JJ, J Indust Microbiol 3 195-204, 1988

Coover, MP and Sims RC, Haz Waste Haz Mat 4, 69-82, 1987

Corbin, FT, Upchurch RP, Weeds 15 370-7, 1967

Cornelissen, G et al, Environ Toxicol Chem 16, 1351-57, 1997

Corvi, Ca, Vogel J, Sci Tot Environ 132 275-81, 1993

Costlow, RD, Manson JM, Toxicology 26, 1 11-23, 1983

Cotham, WE et al, J Agric Food Chem 37 824-8, 1989

Cotham, WE Jr, Bidleman TF, J Agric Food Chem 37 824-8, 1989

Cowan, C.E., D.J.Versteeg, R.J.Larson, P.J.Kloepper-Sams, "Integrated approach for environmental assessment of new and existing substances", Regulatory Toxicology and Pharmacology, 21, 3-31, 1995.

Cowart, RP et al, Bull Environ Contam Toxicol 6 231-4, 1971

Cowell, JE et al, Environ Contam Toxicol 16 327-32, 1987

Cox, DA et al, Div Environ Chem, Preprint Ext Abs 36 159-60, 1996

CPCR, Crop Protection Chemicals Reference 8th ed. NY, NY John Wiley & Sons pp. 770-6, 1992

CPRC, 1992 Crop Protection Chemicals Reference 8th ed. NY, NY John Wiley and Sons p. 208, 1992

Craig, PJ and Rapsomanikis S, Environ Sci Technol 19, 726-30, 1985

Cripe, CR et al, Ecotox Environ Safety 14 239-51, 1987

Crosby, DG and Tutass HO, J Agric Food Chem 14, 596-9, 1966

Crosby, DG, Leitis E, Bull Environ Contam Toxicol 10 237-41, 1973

Crosby, DG, Moilanen KW, Arch Environ Contam Toxicol 2 62-74, 1974

Crosby, DG, pp. 835-90 in Herbicides Chemistry, Degradation and Mode of Action 2 NY Marcel Dekker, 1976

Crosby, DG, Wong AS, J Agric Food Chem 21 1052-4, 1973

Crosby, DG, Wong As, J Agric Food Chem 21 1052-4, 1973 as cited in Nat'l Research Council Canada, Phenoxy Herbicides Their Effects on Environmental Quality p.48, NRCC No. 16075, 1978

Cserhati, Tibor, Esther Forgacs, Phenoxyacetic acids: separation and quantitative determination, J. Chromatogr. B, 717, 157-178, 1998

Cullen, TE, Anal Chem 36 221-24, 1964

Curini, Roberta, Alessandra Gentili, Stefano Marchese, Aldo Marino, Daniela Perret, Solid-phase extraction followed by high-performance liquid chromatography-ionspray interface-mass spectrometry for monitoring of herbicides in environmental water, J. Chromatogr. A, 874,) 187-198, 2000

Curran, WS et al, Weed Science 40 143-48, 1992

Custer, TW et al, Arch Environ Contam Toxicol 30 163-169, 1996

Czapar, GF et al, J Environ Qual 21 110-15, 1992

Danis, TG et al, pp. 148-151 in Environmental Behavior of Pesticides, Regulatory Aspects. Copin A et al, eds. Rixensart,Belgium, European Study Service, 1994

Date, K., K. Ohno, Y. Azuma, S. Hirano, K. Kobayashi, T. Sakurai, Y. Nobuhara, T. Yamada, Endocrine-disrupting e.ects of styrene oligomers that migrated from polystyrene containers into food, Food and Chemical

Toxicology 40, 65-75, 2002

Daubert, TE and Danner RP, Physical & Thermodynamic Properties of Pure Chemicals Supplement 1 NY, Hemisphere Pub Corp, 1991

Daubert, TE, Danner RP, Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals, Data Compilation, Design Inst Phys Prop Data, Amer Inst Chem Eng. NY,NY, Hemisphere Pub Corp, 4 Vol, 1989

Daubert, TE, Danner RP, Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals, Data Compilation. Design Inst Phys Prop Data, Amer Inst Chem Eng., NY,NY, Hemisphere Pub Corp, Vol 5, 1996

Davidson, JM et al, p 16 in Adsorption, Movement and Biological Degradation of Large Concentrations of Pesticides in Soils USEPA-600/2-80-124, 1980

Davies, RP, Dobbs AJ, Water Res 18 1253-62, 1984

Davis, A et al, Ground Water 32, 248-57, 1994

Davis, EM et al, in Biodeterioration Symp Oxley TA, Barry S eds NY,NY, Wiley-Interscience, 1983

De, Kock AC and Lord DA, Chemosphere 17, 12, 2381-90, 1988

Dearth, MA, Hites RA, Environ Sci Technol 25 1279-1285, 1991

Debora A. A., Damia B., Paula V., Silvia L., Tereza V. : Monitoring of priority pesticides and other organic pollutants in river water from Portugal by gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 879, 13-26, 2000

Debora A. A., Damia B., Paula V., Silvia L., Tereza V. : Monitoring of priority pesticides and other organic pollutants in river water from Portugal by gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 879, 13-26, 2000

Deeley, GM et al, J Environ Qual 20 547-56, 1991

Dejonckheere, W et al, J AOAC Internat 79 97-110, 1996

Delaune, RD et al, pp. 297-308 in Environ Pollut, Series B 6 Appl Sci Essex England, 1983

Delfino, JJ, Miles CJ, Soil Crop Sci Soc Florida Proc 44 9-14, 1985

Dell, CJ et al, J Environ Qual 23 92-6, 1994

Deo, PG et al, J Environ SCI Health, Part B Pestic Food Contam Agric Waste

16, 6 691-702, 1981

Desai, S et al, in ACS Symp Ser 422,Emerging Technol Hazard Waste Manage, 143-156, 1990

Devault, DS et al, Arch Environ Contam Toxicol 15, 349-56, 1986

Devillers, J et al, Chemosphere 33, 1047-65, 1996

DeVito, SC, Kirk-Othmer Encycl Chem Technol. 4th ed. NY, NY, John Wiley and Sons. 16, 212-228, 1995

DHEW/NCI, Toxicology and Carcinogenesis Studies of Aldicarb p.2 Report #136 NIH Pub #79-1391, 1979

DHHS/ATSDR, Toxicological Profile for 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin ATSDR/TP-88/23, 1988

DHHS/NTP, Carcinogenesis Bioassay of Bisphenol A in F344 Rats and B6C3F1 Mice, Feed Study p. 1, 1982 Technical Rpt Series No. 215 NIH Pub No. 82-1771

Di Domenico, A et al, Ecotoxicol Environ Safety 4, 3, 327-38, 1980

Diaz-Diaz, R et al, Chemosphere 30 1047-65, 1996

Ding JW, Wu SC, Chemosphere 30 2259-66, 1995

Ding JW, Wu SC, Wat Sci Technol 35 139-45, 1997

Djomo, JE et al, Environ Toxicol Chem 17, 1177-81, 1996

Doelman, P et al, Chemosphere 17 489-92, 1988

Doelman, P et al, Soil Biol Biochem 22 629-34, 1990

Doerfler, U et al, Toxicol Environ Chem 31-32 87-95, 1991

Donaldson, SG and Miller GC, J Environ Qual 26, 402-9, 1997

Donkin, et al, SCI Total Environ 19, 2 121-42, 1981

Donovan, SF, J Chromatogr A 749, 123-29, 1996

Dore, M et al, Trib Cebedeau 28, 3-11, 1975

Dorfler, U et al, Ecotoxicol Environ Saf 34, 216-22, 1996

Dorfler, U et al, Toxicol Environ Chem 31-32 87-95, 1991

Dorn, PB et al, Chemosphere 16, 1501-7, 1987

Dorough, HF et al, J Agric Food Chem 20 42, 1972

Doull, J., C.D. Klaassen, and M. D. Amdur, eds.. Casarett and Doull's Toxicology. 2nd ed. New York, Macmillan Publishing Co., 1980

Doull, John, Russell Cattley, Cliff Elcombe, Brian G. Lake, James Swenberg,

Christopher Wilkinson, Gary Williams, Marcia van Gemert, A Cancer risk assessment of di(2-ethylhexyl)phthalate: Application of the new U.S. EPA risk assessment guidelines. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 29, 327-357, 1999

Dousset, S et al, Chemosphere 28 467-76, 1994

Draper, WM, Casida JE, J Agric Food Chem 31 227-31, 1983

Draper, WM, Chemosphere 14 1195-1203, 1985

Drevenkar, V et al, Archiv Za Higeyeno Rada I Toksikologiju 26 257-66, 1975

Dronamraju, MM and Bhattacharya SK, pp. 360-64 in Applied Biotechnology for Site Remediation. Pap Int Symp, In-Situ On-Site Bioreclam. 2nd. Hinchee REL et al, eds. Boca Raton,FL, Lewis Pub, 1993

Dua VK, et al, Bull Environ Contam Toxicol 60 238-44, 1998

Dubey, HD, Rodriguez RL, J Agr Univ PR 58 78-86, 1974

Dugay, J., M. C. Hennion., Evaluation of the performance of analytical procedures for the trace-level determination of aminotriazole in drinking waters, Trends Anal. Chem., 14(8), p407, 1995

Duggan, RE et al, Pesticide Residue Levels in Foods in the United States form July 1, 1969 to June 30, 1976. Washington DC Food and Drug Admin, 1983

Dunlap, KL, Kirk-Othmer Encycl of Chem Technol 3rd ed. Vol 15 pp 930, 1981

Durand, B., Dufour, B., Vindel, E. and Fraisse, D. : A survey of PCDD and PCDF in French long-life half-skimmed drinking milk, Chemosphere, 41, 865-869, 2000

Durand, G, Barcelo D, Toxicol Environ Chem 36 225-34, 1992

Durham, WF et al, Arch Environ Health 24 381-7, 1972

Dzantor, EK et al, Environ Toxicol Chem 10 649-55, 1991

Eadie, BJ et al, Chemosphere 11, 847-58, 1982

Eaton, DL, Toxicol Lett 14, 3-4 75-81, 1982

Eaton, JG et al, Arch Environ Contam Toxicol 12 439-45, 1983

Eberhardt, LL et al, Nature 230 60, 1971 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc DDT p.B-36, EPA 440/5-80-038, 1980

Echelberger, JW, Litchtenberg JJ, Environ Sci Technol 5 541-4, 1971

Eder, G and Weber K, Chemosphere 9, 111-8, 1980

Edmond de Hoffmann, Tandem, Mass Spectrometry : a Primer. J. Mass

spectrom. 31, 129-137, 1996

Efroymson, RA, Alexander M, Environ Toxicol Chem 13, 405-11, 1994

Egle, JL Jr., et al., Drug Meta Dispos 6, 1 91-5, 1978

Egle, JL, Gochberg BJ, Am Ind Hyg Assoc J 40, 4, 310-4, 1979

Eichelberger, JW, Lichtenberg JJ, Environ Sci Technol 5 501-4, 1971

Eigenberg, DA et al, J Toxicol Environ Health 17, 4, 445-56, 1986

Eisenreich, SJ et al, Environ Sci Technol 15, 30-8, 1981

Elbaz-Poulichet, F et al, Nature 308, 409-14, 1984

Elkhatib, EA et al, Environ Pollut 69, 269-76, 1991

Ellgehausen, H et al, Ecotoxicol Environ Safety 4 134-57, 1980, 7 Franke C et al, Chemosphere 29 1501-14, 1994

Ellington, JJ et al, Measurement of Hydrolysis Rate Constants for Evaluation of Hazardous Waste Land Disposal, Vol 3 USEPA 600/3-88/028, 1988

Ellington, JJ, Floyd TL Octanol/water partition coefficients for eight phthalate esters. USEPA/600/S-96/006, Athens, GA, USEPA, National Exposure Research Lab, 1996

Ellington, JJ, Hydrolysis Rate Constants For Enhancing Property-reactivity Relationships. Report 1989, USEPA/600/3-89/063. NTIS PB89-220479, 1989

Elliott, HA et al, J Environ Qual 15, 215-9, 1986

Ellis, DD et al, Arch Environ Contam Toxicol 11, 373-82, 1982

Elmer, WH, Stipes JR, Plant Dis 69 292-4, 1985

Eng, G et al, Water Air Soil Pollut 27 191-7, 1986

Esaac, EG, Matsumura F, Pharmacol Ther 9 1-26, 1980

Ettala, M et al, Wat Res 26, 797-804, 1992

Evans, LJ, Environ Sci Technol 23, 1046-54, 1989

Fairless, BJ et al, Environ Sci Technol 21, 550-5, 1987

Falandysz, J, Z Lebensm-Unters -Forsch 182, 131-5, 1986

Farm, Chemicals Handbook 98, Willoughby, OH Meister Publishing Company, Vol 84 p. C295, 1998

Farmer, WJ et al, US NTIS PB REP PB80-216,575 82 PP, 1980

Fathepure, BZ et al, Appl Environ Microbiol 54, 327-30, 1988

Faust, SD, Suffet IH, Res Rev 15 44, 1966

FDA, J AOAC 74 121A-41A, 1991

FDA, J AOAC Int 73 127A-46A, 1990

Feijtel, T.C.J., S.F.Webb, E.Matthijs, "Predictive exposure modeling-A case study with a detergent surfactant", Food and Chemical Toxicology, 38, S43-S50, 2000.

Feil, V. J. and Ellis, R. L. : The USDA Perspective on Dioxin Concentration in Dairy and Beef, J. Anim. Sci., 76, 152-159, 1998

Felder, JD et al, Environ Toxicol Chem 5, 777-84, 1986

Felsot, A, Dahm PA, J Agric Food Chem 27 557-63, 1979

Felsot, A, Wilson J, Bull Environ Contam Toxicol 24 778-82, 1980

Fendinger, NJ et al, Environ Sci Technol 23 1528-31, 1989

Fendinger, NJ et al, Environ Toxic Chem 9 731-735, 1990

Fendinger, NJ, Glotfelty DE, Environ Sci Technol 22 1289-93, 1988

Fenner-Crisp, P.A. : Endocrine disruptor risk characterization : An EPA perspective. Regul. Toxicol. Pharm., 26, 70-73, 1997.

Fernandez, M., R. Rodriguez, Y. Pico, J. Manes, Liquid chromatographic-mass spectrometric determination of post-harvest fungicides in citrus fruits. J. Chromatogr. A, 912, 301-310, 2001

Fernandez-Quintanilla, C et al, Soil Appl Herbic Symp 301-8, 1981

Fernando, Q, Environ Health Perspect 103, Suppl 1, 13-6, 1995

Feroz, M et al, J Agric Food Chem 29 272, 1981

Feroz, M, Khan MAQ, J Agric Food Chem 28, 4 740-5, 1980

Ferrando, MD et al, Bull Environ Contam Toxicol 48 747-55, 1992

Ferry, DG et al, Proc Univ Otago Med Sch 60, 2 31-2, 1982

FIFRA, Direct Testimony Docket No. 415 p.23, 1980

Filius, A et al, J Environ Qual 27, 12-8, 1998

Fingerling, G et al, Environ Sci Technol 30 2984-92, 1996

Fisher, SW and Wadleigh RW, Ecotoxicol Environ Safety 11, 1, 1-8, 1986

Fogel, S et al, Appl Environ Microbiol 44 113-20, 1982

Food, and Drug Administration, J Assoc Off Analyt Chem 72 133A-52A, 1989

Forst, C et al, Chemosphere 26 1355-64, 1994, 2 Swann RL et al, Res Rev 85 23, 1983

Francis J. Carlin, H. Lavon Revells, Danny L. Reed, The application of standard methods for the determination of toxaphene in environmental

media, Chemosphere 41, 481-86, 2000

Francis, BM, Metcalf RL, Environ Health Perspec 54 341-46, 1984

Frank, R et al, Arch Environ Contam Toxicol 19 319-24, 1990

Franke, C et al, Chemosphere 29, 1501-14, 1994

Freed, VH et al, J Agric Food Chem 27 706-8, 1979

Freed, VH, Haque R, Res Rev 52 89-116, 1974

Freeman, PK, McCarthy KD, J Agric Food Chem 32 873-7, 1984

Freeman, RA et al, p. 171-83 in Chlorinated Dioxins and Dibenzofurans in Perspective. Rappe C et al eds, Lewis Publ, 1986

Freeman, RA, Schroy JM, Chemosphere 14, 873-6, 1985

Freeman, RA, Schroy JM, Environmental Mobility of Dioxins. ASTM Spec Publ 891, Aquat Toxicol Haz Assess 8th Symp, 422-39, 1986

Freitag, D et al, Chemosphere 14 1589-616, 1985

Freitag, D et al, Ecotox Environ Safety 3 144-51, 1979

Freitag, D et al, Ecotoxicol Environ Safety 6 60-81, 1982

Frenich A. G., Frias M. M., Olea N., Sanchez M. M., Vidal M. : Analysis of lindane, vinclozolin, p,p'-DDE, o,p-DDT and p,p'-DDT in human serum using gas chromatography with electron capture detection and tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. B, 760, 1-15, 2001

Friberg, L et al., Handbook of the Toxicology of Metals. 2nd ed. Vols I, II., Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 130, 393, 413, 1986

Friberg, L., Nordberg, G.F., Kessler, E. and Vouk, V.B., eds. Handbook of the Toxicology of Metals. 2nd ed. Vols I, II. Amsterdam Elsevier Science Publishers B.V., p. V2 573, 1986

Frisbie, AJ and Nies L, Bioremed J 1, 65-75, 1997

Frobe, Z et al, pp. 157-60 in Environ Behav Pest., Regulatory Aspects. Copin A et al eds. Rixensart, Belgium, European Study Service, 1994

Fruhstorfer, P et al, Sci Tot Environ 138 317-28, 1993

Fry, DM and Fisher SW, Bull Environ Contam Toxicol 44, 790-97, 1990

Fuchs, A, DeVries FW, Antonie Van Leeuwenhoek 44 283-92, 1978

Fung, KKH, Uren NC, J Agric Food Chem 25 966, 1977

Gamble, DS, Khan SU, Can J Chem 66 2605-17, 1988

Gamble, DS, Khan SU, Can J Soil Sci 65 435-43, 1985

Gamble, DS, Khan SU, J Agric Food Chem 38 297-308, 1990

Gambrell, RP et al, J Water Pollut Control Fed 56 174-82, 1984

Gardner, DR, Bailey JR, Methoxychlor, Its Effect on Environ Quality ISSN 0316-0114 Natl Res Council Canada No. 14102, 1975

Gartell, MJ et al, J Assoc Off Anal Chem 69 146-61, 1986b

Garten, CT Jr, Trabalka JR, Environ Sci Technol 17 590-5, 1983

Gartrell, MJ et al, J Assoc Off Anal Chem 68 1184-97, 1985

Gartrell, MJ et al, J Assoc Off Anal Chem 69 123-45, 1986a

Gartrell, MJ et al, J Assoc Off Anal Chem 69 146-61, 1986b

Gazi, E et al, Toxicologist 42, 1-S 142-3, 1998

Geer, RD, Predicting the Anaerobic Degradation of Organic Chemical Pollutants in Waste Water Treatment Plants from Their Electrochemical Reduction Behavior NTIS PB-289 224, 1978

Gehring, PJ et al,Toxicol and Applied Pharmacol 26 352, 1973 as cited in Milby TH et al, Potential Health Effects Associated With the Use of Phenoxy Herbicides p.35, 1981

Geisy, JP et al, J Great Lakes Res 12, 82-98, 1986

GEMS, Graphical Exposure Modeling System Fate of Atmospheric Pollutants Office of Toxic Substances USEPA, 1986

GEMS, Graphical Exposure Modeling System. CLOGP3. USEPA, 1987

GEMS, Graphical Exposure Modeling System. Fate of atmospheric pollutants, FAP data base. Office of Toxic Substances. USEPA, 1986

GEMS, Graphical Exposure Modelling System. FAP. Fate of Atmos Pollut, 1987

Geno, PW et al, Arch Environ Contam Toxicol 30 132-38, 1996

Gerhard, I., Runnebaum, B. : Grenzen der hormonsubstitution bei Schadstoffbelastung und fertilitatsstorungen. Zent bl Gyankol 114, 593-602, 1992.

Gerritse, RG and van Dreil W, J Environ Qual 13, 197-204, 1984

Gerstl, Z et al, Soil Sci Soc Am J 43 839-42, 1979

Gerstl, Z, Mingelgrin U, J Environ Sci Health B19 297-312, 1984

Gert-Jandemaagd, P et al, Polycyclic Aromat Compd 5, 219-24, 1994

Geyer, H et al, Chemosphere 11 1121-34, 1982

Geyer, H et al, Regulatory Toxicology and Pharmacology 6, 313-347, 1987

Geyer, HJ et al, Chemosphere 35 343-51, 1997

Giam, CS et al, pp. 67-142 in Handbook of Environmental Chemistry, Anthropogenic Substances Berlin, Germany, Springer-Verlag, 1984

Gianessi, LP, US Pesticide Use Trends 1966-1989. Resources for the Future, Washington,DC, 1992

Gibson, SA and Sulfita JM, Appl Envrion Microbiol 52, 4, 681-8, 1986

Giesy, JP et al, Arch Environ Contam Toxicol 27 202-12, 1994

Gilbert, J et al, Food Addit Contam 5, 513-23, 1988

Gile, JD and Gillett JW, J Agric Food Chem 27, 1159-64, 1979

Gile, JD et al, J Agric Food Chem 30 295-301, 1982

Giri, B.S., I.A.Karimi, M.B.Ray, "Modeling and Monte Carlo Simulation of TCDD Transport in a River", Wat. Res., 35(5), 1263-1279, 2000.

Given, CJ, Dierberg FE, Bull Environ Contam Toxicol 34 627-33, 1985

Glooschenko, V et al, Bull Environ Contam Toxicol 21 515, 1979

Gloss, SP, Biddenger GR, pp. 202-13 in ASTM Spec Tech Publ 854, 1985

Glotfelty, DE et al, Environ Sci Technol 24 353-57, 1990

Glotfelty, DE et al, J Agric Food Chem 32 638-43, 1984

Glotfelty, DE et al, J Agric Food Chem 37 546-51, 1989

Glotfelty, DE, Schomburg CJ, pp. 181-207 in Reactions and Movements of Organic Chemicals in Soils, Publication No. 22, 1989

Glotfelty, DE, Schomburg CJ, SSSA Special Publ 22, Madison, WI 181-207, 1989

Gold, AJ et al, Water Air Soil Pollut 37 121-9, 1988

Gold, RE et al, Arch Environm Contam Toxicol 11 63-7, 1982

Goldberg D. M., Hom K., Soleas G. J., Yan J. : Multiresidue analysis of seventeen pesticides in wine by gas chromatography with mass-selective detection, J. Chromatogr. A, 882, 205-212, 2000

Golomb, D et al, Atmos Environ 9, 1349-59, 1997

Golovleva, LA et al, J Environ Sci Health, Part B 26 293-307, 1991

Golovleva, LA et al, J Environ Sci Hlth B19 523-38, 1984

Gong, ZC et al, Chin J Prev Med 24, 5 277-80, 1990

Goodin, JD and Webber MD, J Environ Qual 24, 271-8, 1995

Gordon, AW and Gordon M, Trans Ky Acad Sci 42, 149-57, 1981

Gore, RC et al, J Assoc Anal Chem 54 1040-82, 1971

Gosselin, R.E. et al., Clinical Toxicology of Commercial Products. 5th ed. Baltimore, Williams and Wilkins, p. III-262, 1984

Gosselin, R.E., R.P. Smith, H.C. Hodge. Clinical Toxicology of Commercial Products. 5th ed. Baltimore Williams and Wilkins, p. II-185, 1984

Gosselin, RE et al., Gleason. Clinical Toxicology of Commercial Products. 4th ed. Baltimore, Williams and Wilkins, p. II-12, 1976

Gosser, RJ et al, Environ Toxicol Chem 14, 375-82, 1995

Gossiaux, DC et al, J Great Lakes Res 22, 379-88, 1996

Goswami, BT, Green RE, Environ Sci Technol 5 426-9, 1971

Govind, R et al, Water Res 25, 547-56, 1991

Gozek, K, Bull Environ Contam Toxicol 57 544-8, 1996

Graedel, TE et al, Atmospheric Chemical Compounds NY, Academic Press p. 275, 1986

Graves, DA et al, Appl Biotechnol Site Remed, Hinchee RE et al eds Ann Arbor,MI, Lewis Publ, 1994

Gray, DA et al, Update and Revision of Multimedia Criteria Document for 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid Syracuse Research Corporation Syracuse NY pp 12.2-12.3 SRC-TR83-721, 1983

Grbic-Galic, D, Geomicrobiology Journal 8, 167-200, 1990

Green, RE et al, pp. 209-25 in Sorption and Degradation of Pesticides and Organic Chemicals in Soil. SSSA Spec Pub No. 32, 1994

Griffin, RA and Chian ES K, US Environ Prot Agency, OFF RES DEV,, REP, EPA-600/2-80-027, 101 PAGES, 1980

Griffin, RA and Chou SFJ, Wat Sci Tech 13, 1153-63, 1981

Griffith, J, Duncan RC, Bull Environ Contam Toxicol 35 411-17, 1985

Grosser, RJ et al, Appl Environ Microbiol 57, 3462-9, 1991

Gruzdyev, GS et al, The Chemical Protection of Plants. Moscow, USSR MIR Publ p. 160, 1988

Gunderson, EL, J AOAC Int 78 910-21, 1995

Gunderson, EL, J Assoc Off Anal Chem 71 1200-9, 1988

Gunkel, G, Streit B, Water Res 14 1573-84, 1980

Gupta, PK, Ehrnebo M, Drug Metab Dispos 7, 1 7, 1979

Gustafson, DI, Environ Tox Chem 8 339-57, 1989

Gzenda, AR et al, J Amer Water Works Assoc 58 326, 1966

Haag, WR, Yao CCD, Environ Sci Technol 26 1005-13, 1992

Hague, R, Freed VH, Res Rev 52 89-116, 1974

Hall, LW Jr, Marine Pollut Bull 19 431-38, 1988

Hall, RJ, Kolbe E, J Toxicol Environ Health 6 853-68, 1980

Hallas, LE and Alexander M, Appl Environ Microb 45, 1234-41, 1983

Halling-Sorensen, B., S. Nors Nielsen, P.F.Lanzky, F.Ingerslev, H.C.Holten Lützhoft and Jorgensen, "Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment-A Review", Chemosphere, 36(2) 357-393, 1998.

Hamaker, JW, Thompson JM, pp. 49-144 in Organic Chem in the Soil Environ, Goring CAI, Hamaker JN ed Vol I, 1972

Hamelink, JL et al, Adv Environ Sci Technol 8 261-82, 1977

Hampton, CV et al, Environ Sci Tech 16, 287-98, 1982

Hannah, SA et al, J Water Pollut Control Fed 60, 1281-3, 1988

Hansch, C and Leo AJ, Medchem Project Issue No 26 Pomona College Claremont CA, 1985

Hansch, C et al, Exploring QSAR. ACS Profess Ref Book. Heller SR, consult ed Washington, DC, Amer Chem Soc pg 8, 1995

Hansch, C, Leo AJ, Medchem Project Issue No. 19 Claremont, CA Ponmona College, 1981

Hansch, C, Leo AJ, Medchem Project Issue No.26 Claremont, CA, Pomona College, 1985

Hansen, CL et al, Biotechnol Bioeng 26, 11, 1330-3, 1984

Hansen, JC, Chemosphere 1 159-62, 1972

Hansen, JL, Spiegel MH, Environ Toxicol Chem 2, 2 147-53, 1983

Hansen, L, The Ortho Side of PCBs, Occurrence and Disposition. G. Norwell, MA, Kluwer Academic Pubs, p. 2, 1999

Haque, R et al, Environ Sci Technol 8, 139-42, 1974

Haque, R, Freed VH, Res Rev 52 89-116, 1974

Hardman, J.G. et al., Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 9th ed. New York, NY, McGraw-Hill, 1656, 1996

Harkey, GA et al, Chemosphere 28, 583-96, 1994

Harris, CI, J Agr Food Chem 17 80-2, 1969, 7

Harris, CI, J Agric Food Chem 17 80-2, 1969

Harris, CR et al, J Environ Health B19 1-11, 1984

Harris, CR, Miles JRW, Pesticide Residues in the Great Lakes Region of Canada. Residue Reviews. Residues of Pesticides and Other Contaminants in the Total Environment, 1975 as cited in WHO, Environ Health Criteria Heptachlor p.17, 1984

Harris, GL, in Pesticide Loss to Water. BCPC Mongr, 62 371-8, 1995

Harrison, N, Food Addit Contam 5, 493-9, 1988

Hartley, D, Kidd H, The Agrochemicals Handbook Old Woking Surrey, England Unwin Bros Ltd, 1983

Hartley, D, The Agrochemicals Handbook p. A422 The Royal Society of Chemistry Nottingham England, 1984

Harvey, J Jr, Pease HL, J Agric Food Chem 21 784, 1973

Hattemer-Frey, HA and Travis CC, Arch Environ Contam Toxicol 18, 482-9, 1989

Hatton, RE, Kirk-Othmer Encycl Chem Technol. 3rd ed. NY, NY, Wiley-Interscience 5, 844, 1979

Hattori, Y et al, Pollut Control Cent Osaka Prefect Mizu Shori Gijutsu 16, 951-4, 1975

Hautala, RP, Surfactant Effects on Pest Photochem in Water and Soil USEPA-600/3-78-060, 1978

Hawker, DW, Connell DW, Ecotox Environ Safety 11 184, 1986

Hayden, BJ, et al, Bull Environ Contam Toxicol 32 53-8, 1984

Hayes, W. J., Jr. Toxicology of Pesticides Baltimore Williams & Wilkins, 347, 348, 352, 364, 1975

Hayes, Wayland J., Jr. Pesticides Studied in Man. Baltimore/London Williams and Wilkins, 216, 227, 522, 609, 12, 16, 1982

Hayes, WJ et al., Handbook of Pesticide Toxicology Volume 1. General Principles. New York, NY Academic Press, Inc., 154, 830, 839, 1146, 1342, 1447, 1446, 1991

Hayes, WJ, Laws ER, eds, Handbook of Pesticide Toxicology V2 p.597, 1991

Hegeman, WJM et al, Environ Sci Technol 29, 363-71, 1995

Heinis, LJ, Knuth ML, Environ Toxicol Chem 11 11-25, 1992

Heitkamp, MA and Cerniglia CE, Environ Toxicol Chem 6, 535-46, 1987

Helling, CS et al, Phytopathology 64 1091-100, 1974

Helling, CS, Dragun J, Test Protocols For Environmental Fate And Movement Of Toxicants Proceeding Symp Assoc of Official Anal Chem 94th Ann Mtg Washington, DC, pp. 43-88, 1981

Helling, CS, J Environ Qual 5 1-15, 1976

Helling, CS, Soil Sci Soc Amer Proc 35 737-43, 1971

Helling, D et al, Phytopathology 64 1091-100, 1974

Hellman, H, Fresenius' Z Anal Chem 328, 475-79, 1987

Helweg, A, Soil Biol Biochem 4 377-8, 1972

Hem, JD and Durum WD, J Amer Water Works Assoc 65, 562-8, 1973

Hemminger, TE and Mason BJ, pp. 477-519 in Contaminated Groundwaters. Adriano DC et al, eds. Northwood, UK, Sci Rev Chpt 16, 1994

Hendriksen, HV et al, Wat Sci Tech 24, 431-36, 1991

Henriksen T., Juhler R. K., Svensmark B. : Anlaysis of metribuzin and trasformation products in soil by pressurized liquid extraction and liquid-chromatographic tandem mass spectrometry, J. Chromatogr. A, Article in press, 2001

Heywood, DL, Environ Qual Saf 4 128, 1975

Hill, DW, McCarty PL, J Water Pollut Cont Fed 39 1259-77, 1967

Hinckley, DA et al, J Chem Eng Data 35, 232-37, 1990

Hine, J and Mookerjee PK, J Org Chem 40, 292-7, 1975

Hine, J, Mookerjee PK, J Org Chem 40 292-8, 1975

Hine, RB et al, Phytopathology 59 798-801, 1969

Hinman, ML, Klaine SJ, Environ Sci Technol 26 609-13, 1992

Hodges, LR, Lear B, Soil Sci 118 127-30, 1974

Holmstead, RL et al, J Agric Food Chem 26 954-9, 1978

Holt, RL et al, Bull Environ Contam Toxicol 36 651-5, 1986

House, WA et al, Brighton Crop Prot Conf, Pests Dis 1992 2 865-70, 1992

Howard, PH et al, Environ Tox Chem 4, 653-61, 1985

Huang, C. H., H. P. Li : Study of Residue in Food Test of Six EBDCs with High Performance Liquid Chromatography, 2000

Huang, LQ, Frink CR, Bull Environ Contam Toxicol 43 159-64, 1989

Huckins, JN et al, Chemosphere 15 563-88, 1986

Huckins, JN et al, J Agric Food Chem 30 1020-7, 1982

Hudak, JP et al, Mar Ecol Progress Series 47, 97-102, 1988

Humburg, NE et al, pp. 253-4 in Herbicide Handbook 6th ed. Weed Society of America, 1989

Hussain, M et al, Pestic Sci 28 345-55, 1990

Hustert, K et al, Chemosphere 13, 845-8, 1984

Hutchins, SR and Ward CH, J Hydro 67, 223-33, 1984

Hutchins, SR et al, Appl Environ Microb 48, 1046-8, 1984

Hutchins, SR et al, Environ Toxicol Chem 2, 195-216, 1983

Hutchins, SR et al, Pollut Control Cent Ooaki Prefect Mizu Shori Gigutsu 16, 951-4, 1975

Hutchins, SR et al, Water Res 18, 1025-36, 1984

Hwang, HM, Environ Sci Technol 20, 910, 1002-7, 1986

Hylin, JW, Bull Environ Contam Toxicol 10 227-33, 1973

IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogen Risks to Humans. Lyon, France World Health Organization 53 309-28, 1991

IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 29, 257-64, 1982

IARC, Miscellaneous Pestic 30 153-81, 1983

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V12 142, 1976

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V15 283, 1977b

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V15 291, 1977a

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V20 218, 289, 87, 316, 1979

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for

Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V20 338, 1979b

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V20 86, 1987

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V30 158, 1983

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V30 168, 1983a

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V30 170, 1983b

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V41 369, 1986

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V5 103, 129, 130, 140, 1974

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V53 430, 1991b

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V53 434, 1991

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V11 59, 1976

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V15 59, 1977

IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer,1972-PRESENT., Multivolume work.,p. V18 52, 1978

IARC, Occupational Exposures in Insecticide Application, and Some Pesticides 53, 371-402, 1991

IARC, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls, Inter Agency for Research on Cancer 18, 43-100, 1978

IARC, Some Anti-thyroid and Related Substances, Nitrofurans and Industrial Chemicals 7 31, 1974

IARC, Some Carbamates, Thiocarbamates and Carbazides 12 37-53, 1976

IARC, Some Halogenated Hydrocarbons, 20, 67-81, 83-96, 1979

Ide, A et al, Agric Biol Chem 36, 1937-44, 1972

Iley, JR, Fiskell JGA, Proc Soil Crop Sci Soc Florida 23 50-61, 1963

Imanaka, M, et al, J Pestic Sci 10 125-34, 1985

Ingols, RS et al, J Water Pollut Control Fed 38, 629, 1966 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, 2,4-Dichlorophenol p.C-4, EPA 440/5-80-042, 1980

Ingols, RS et al, J Water Pollut Control Fed 38, 629-35, 1966

Inman, JC et al, J Environ Sci Health Part B Pestic Food Contam Agric Wastes 19, 245-57, 1984

International Labour Office, Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Vols. I&II. Geneva, Switzerland, International Labour Office, 1983. 642

International Labour Office, Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Volumes I and II. New York, McGraw-Hill Book Co., 1971

International Register of Potentially Toxic Chemicals, pp. 171-77 in United Nations Environment Program Geneva Switzerland, 1979

Isaacson, PJ and Frink CR, Environ Sci Technol 18, 43-48, 1984

Isensee, AR et al, J Agr Food Chem 24, 1210-4, 1976

Isensee, AR, Bull Environ Contam Toxicol 46 519-26, 1991

Isensee, AR, Jones GE, Environ Sci Technol 9, 668-72, 1975

Isidorov, VA et al, Atmos Environ 19, 1-8, 1985

ITC/USEPA, Information Review #201, Draft Furan p.8, 1980

IUPAC-TACTRI/COA International Workshop on Pesticides, 2000

Ivie, GW et al, Bull Environ Contam Toxicol 7 376, 1972

Ivie, GW et al, J Agric Food Chem 22 933-5, 1974

Ivie, GW, Casida TE, Science 167 1620-22, 1970

Iyengar, L and Rao AVSP, J Gen Appl Microbiol 19 321, 1973

Jaber, HM et al, Data Acquisition for Environmental Transport and Fate Screening for Compounds of Interest to the Office of Emergency and Remedial Response p.156 USEPA-600/6-84-011, 1984

Jackson, DR et al, p. 185-200 in Chlorinated Dioxins and Dibenzofurans in Perspective. Rappe C et al eds, Lewis Publ, 1986

Jacobsen, BN et al, Wat Res 27, 1505-10, 1993

Jacobsen, BN et al, Wat Res 30, 13-20, 1996

Jacobson, JL et al, Am J Public Health 79, 10, 1401-4, 1989

Jacobson, SN et al, App Environ Microbiol 40 917-21, 1980

James, MO, Drug Metab Dispos 10, 5 516, 1982

Jara, S., C. Lysebo, T. Greibrokk, E. Lundanes, Determination of phthalates in water samples using polystyrene solid-phase extraction and liquid chromatography quantification, Anal. Chim. Acta 407, 165-171, 2000

Jesse, JA et al, Appl Environ Microbiol 45 97-102, 1983

Johnsen, RE, Res Rev 61 1-28, 1976

Johnson, B, Calif Dept Food Agric, Div Pest Manag, Environ Prot Worker Saf, Environ Monit Pest Manag Branch, Environmental Hazards Assessment Program, 1991

Johnson, B, Setting Revised Specific Numerical Values. April, 1991. EH 91-6. Calif Dept Food Agric, Div Pest Manag, Environ Prot Worker Saf, Environ. Monit Pest Manag Branch, Environmental Hazards Assessment Program. 17 pp., 1991

Johnson, BT et al, Environ Pollut 8, 101-8, 1984

Johnson, BT, Lulves W, J Fish Res Board Can 32, 333-9, 1975

Johnson, RL et al, Ground Water 5, 652-66, 1985

Johnson, RM, Fuhrmann JJ, pp. 27-31 in Sorption and Degradation of Pesticides and Organic Chemicals in Soil. SSSA Spec Pub No. 32, 1994

Johnston, WH, Camper ND, J Environ Sci Health B26 1-14, 1991

Jones, AR et al, Experientia 35, 11 1432-4, 1979

Jones, AS, Hodges CS, J Agr Food Chem 22 435-9, 1974

Jones, TW et al, J Environ Qual 11 632-8, 1982

Jonsson, CM, Toledo MCF, Bull Environ Contam Toxicol 50 572-77, 1993

Jordan, EG and Kaufman DD, J Agric Food Chem 34 880-4, 1986

Junk, GA and Ford CS, Chemosphere 9, 187-230, 1980

Junk, JA et al, p. 109-23 in ACS Symp Ser 319, 1986

Jury, WA et al, Ecosystem 99 119-64, 1987a

Jury, WA et al, Hazard Assessment of Chemicals, Saxena J ed. 2 1-43, 1983

Jury, WA et al, J Environ Qual 13 573-9, 1984

Jury, WA et al, J Environ Qual 16 422-8, 1987b

Jury, WA et al, pp 1-43 in Hazard Assessment of Chemicals Saxena J ed, 1983

Just, AC et al, Aust J Mar Freshwater Res 41 389-97, 1990

Kabayashi, K and Kishino T, Bull Jap Soc Scient Fish 46, 167-70, 1980

Kalouskova, N, J Environ Sci Health 24 599-617, 1989

Kaminsky, R, Hites RA, Environ Sci Technol 18, 275-9, 1984

Kanazawa, J, Bull Environ Contam Toxicol 14 346-352, 1975

Kanazawa, J, Environ Monitor Assess 9 57-70, 1987

Kanazawa, J, Environ Toxicol Chem 8, 6 477-84, 1989

Kanazawa, J, JARQ 17 173-9, 1983

Kanazawa, J, Pest Sci 12 417-24, 1981

Kangas, J, Koskinen A, pp. 159-61 in Vortr-Konf Sicherheitstech Landwirtsche Chem. Budapest, Hungary, 1978

Kannan, N et al, Environ Pollut 56, 1, 65-76, 1989

Kao, AS, J Air Waste Manage Assoc 44 683-96, 1994

Karickhoff, SW et al, Water Res 13 241, 1979

Katagi, T, J Agric Food Chem 39 1351-6, 1991

Katamaya, A, Matsumura F, Environ Toxicol Chem, 1059-65, 1993

Kathpal, TS et al, Pestic Sci 50 21-27, 1997

Kaufman, DD et al, J Agric Food Chem 29 239-45, 1981

Kaufman, DD et al, Weed Sci 16 266, 1968

Kaufman, DD, Kearney PC, Res Rev 32 235-65, 1970

Kaur, I et al, Environ Technol 19 97-102, 1998

Kavazanjian, N, Agrichemical Age 29, 7 136, 1985

Kawaguchi, H, Chemosphere 28, 1489-93, 1994

Kawasaki, M, Ecotox Env Safety 4, 444-54, 1980

Kawasaki, M, Ecotox Env Safety 4, 444-54, 1980

Kayser, R et al., Intermedia Priority Pollutant Guidance Documents. Washington, DC, U.S.Environmental Protection Agency, July 1982.

Kazano, H et al, J Agric Food Chem 20 975-9, 1972

Kearney, P.C., and D. D. Kaufman, eds. Herbicides Chemistry, Degredation and Mode of Action. Volumes 1 and 2. 2nd ed. New York Marcel Dekker, Inc., 369, 727, 1975

Kearney, PC et al, Environ Health Perspect 5, 273-7, 1973

Kearney, PC et al, J Agric Food Chem 36 1301-06, 1988

Kearney, PC, pp. 843-52 in Proc Int Biodeg Symp 3rd, 1976

Keating, M, Bull Anim Health Prod Afr 27 279-286, 1979 as cited in U.S. Dept Health & Human Services/ ATSDR, Toxicological Profile for Toxaphene, Update p. 49, 1996

Kedderis, GL et al, Toxicol Appl Pharm 123, 2, 274-82, 1993

Kelly L. Smalling, Keith A. Maruya, Gas chromatographic separation of toxaphene residues by DB-XLB, cJ. Sep. Sci., 24, 104-108, 2001

Kenaga, EE, Ecotoxicology and Environmental Safety 4 26-38, 1980

Kenaga, EE, Environ Sci Technol 14 553, 1980

Kenaga, EE, Goring CAI, Am Soc Test Mater Spec Techn Publ pp 707, 1980

Kersten, M and Forstner U, pp. 51-88 in Cadmium in the Aquatic Environment, Nriagu JO and Sprague JB, ed. NY,NY, Wiley, 1987

Khan, DH and Frankland B, Environ Pollut B 6, 15-31, 1983

Khan, Schnitzer M, J Environ Sci Health B13 299-310, 1978

Khan, SU, Pestic Sci 9 39-43, 1978

Kilzer, L et al, Chemosphere 8 751-61, 1979

Kim, K. D., W. G. Choi, B. H. Park : Evaluation of LC/MS and LC/UVD(EPA 631) Methods in Determination of Benomyl Concentration in Water Samples, J. Korean Chemical Society, 45, 1, 40-44, 2001

King, L and Sherbin G, Water Pollut Res J Can 21, 433-6, 1986

King, LD, J Environ Qual 17, 239-46, 1988

Kirchmann, H et al, Swedish J Agric Res 21, 107-13, 1991

Kirk, PWW and Lester JN, Environ Technol 12, 13-20, 1990

Kirk-Othmer, Condensed Encyc Chem Tech, p.543, 1985

Kirsch, EJ and Etzel JE, J Water Pollut Control Fed 45, 359-64, 1973

Klaassen, C.D., M.O. Amdur, Doull J., eds.. Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. 5th ed. New York, NY, McGraw-Hill, 1995. 704

Kleindienst, TE et al, Environ Sci Tech 20, 493-501, 1986

Klint, M et al, J Environ Qual 22 262-66, 1993

Knowlton, MF and Huckins JN, Bull Environ Contam Toxicol 30, 206-13, 1983

Kohring, GW et al, Appl Environ Microbiol 55, 348-53, 1989

Kolmodin--Hedman, B, Eene K, Arch Toxicol, SUPPL 4 318-21, 1980

Kolmodin-Hedman, B et al, Arch Toxicol 54 257-65, 1983

Kondo, M et al, Eisei Kagaku 34, 188-95, 1988

Konrad, JG et al, Soil Sci Soc Amer Proc 33 259-62, 1969

Kookana, RS, Rogers SL, Rev Environ Contam Pollut 142, 13-64, 1995

Korte, F and Klein W, Ecotoxicol Environ Saf 6, 311-27, 1982

Korte, F et al, Chemosphere 1, 79-102, 1978

Koskinen, WC and Clay SA, Rev Environ Contam Toxicol 151 117-65, 1997

Koskinen, WC and Rochette EA, Intern J Environ Anal Chem 65 223-30, 1996

Koskinen, WC et al, pp. 125-39 in Herbicide Metabolism in Surface Water and Groundwater. ACS Symposium Series 630, Meyer MT & Thurman EM, eds. Washington,DC Amer Chem Soc, 1996

Kotzias, D et al, Naturwissenschaften 69 444-5, 1982

Krijgsheld, KR and Van Der Gen A, Chemosphere 15, 97, 825-60, 1986

Kucklick, JR et al, Mar Chem 197-209, 1991

Kuhn, EP, Suflita JM, Environ Toxicol Chem 8, 1149-58, 1989

Kuhn, EP, Suflita JM, Reactions and Movement of Organic Chemicals in Soils, SSSA Special Publication No. 22, pp. 111-180, 1989

Kuhr, RJ et al, Bull Environ Contam Toxicol 11 224-30, 1974

Kuiper, J and Hanstveit AO, Ecotoxicol Environ Safety 8, 1, 15-33, 1984

Kukkonen, J and Landrum PF, Environ Toxicol Chem 14, 523-31, 1995

Kumar, U, Agarwal HC, Bull Environ Contam Toxicol 47 725-31, 1991

Kurane, R et al, Agric Biol Chem 41, 2119-23, 1977

Kutz, FW, Res Rev 85 277-92, 1983

Lafrance, P et al, Environ Sci Technol 28, 2314-30, 1994

Lagas, P, Chemosphere 17, 205-16, 1988

Lamparski, LL et al, Environ Sci Technol 14, 196-200, 1980

Landrum, PF et al, Environ Toxicol Chem 11, 1197-1208, 1992

Landrum, PF et al, Environ Toxicol Chem 4, 459-67, 1985

Landrum, PF, Aquatic Toxicol 12, 245-71, 1988

Landrum, PF, Environ Sci Technol 23, 588-95, 1989

Lane, DA and Katz M, Adv Environ Sci Technol 8, 137-54, 1977

Larrson, P, Nature 317, 347-9, 1985

Larson, RA et al, Environ Toxicol Chem 8, 1168-70, 1989

Larsson, P and Lemkemeier K, Water Res 23, 9, 1081-5, 1989

Larsson, P et al, Bull Environ Contam Toxicol 50, 653-58, 1993

Lartiges, SB et al, Environ Sci Technol 29 1246-54, 1995

Laughlin, RB Jr, Environ Sci Technol 20 884-90, 1986

Lavy, TL et al, Arch Environ Contam Toxicol 24 123-44, 1993

Leary, JA et al, Environ Health Perspectives 73, 223-34, 1987

Leavitt, JRC et al, Arch Environm Contam Toxicol 11 57-62, 1982

LeBel, GL, Williams DT, J Assoc Off Anal Chem 69 451-8, 1986

Lee, AH et al, J Environ Qual 5 482-6, 1976

Lee, LS et al, Environ Sci Technol 27, 165-71, 1993 Swann RL et al, Res Rev 85, 23, 1983

Lee, PW et al, J Agric Food Chem 35 384-7, 1987

Lee, PW, J Agric Food Chem 33 993-8, 1985

Lee, RF, Ryan C, Microbial Degradation of Organochlorine Compounds in Esutuarine Waters and Sediments. USEPA-600/9-79-012, 1979

Lee, RG et al, Mar Biol 17, 201, 1972 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Chloroalkyl Ethers p.B-4, 1980

Lee, SZ et al, Environ Sci Technol 30, 3418-24, 1996

Leifer, A et al, Environmental Transport and Transformation of Polychlorinated Biphenyls. USEPA-560/5-83-025, NTIS PB84-142579 pp.4-1 to 8-5, 1983

Leigh, GM, J Water Pollut Cont Fed 41 R450-60, 1969

Leistra, M et al, Water, Air Soil Pollut 23 155, 1984

Leitis, E, Crosby DG J Agric Food Chem 22 842-8, 1974

Lemaire, J et al, Chemosphere 14, 53-77, 1985

Lemley, AT, Zhong WZ, J Environ Sci Health, Part B B18, 2 189-206, 1983

Leoni, V et al, Sci Total Environ 123/124 279-89, 1992

Leuenberger, C et al, Environ Sci Technol 19, 1053-8, 1985

Lewis, RG et al, Environ Monit Assess 10 59-73, 1988

Lewis, RG, Lee RE Jr, pp. 5-51 in Air Pollut from Pestic and Agric Processes, Lee RL Jr, ed, CRC Press, 1976

Lewis, RJ Jr, Hawley's Condensed Chemical Dictionary 12th ed NY,NY, Van Nostrand Reinhold Co p 364-385, 1993

Lewis, RJ Sr, Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 13th ed. NY, NY, John Wiley and Sons, Inc. p. 378, 1997

Lewis, RJ, Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 12th ed. NY,NY, Van Nostrand Reinhold Co., p. 374-545, 1993

Lewis, RJ, Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 13th ed. NY, NY Van Nostrand Reinhold Co., p. 333-1075, 1997

Li, CY, Nelson EE, Bull Environ Contam Toxicol 34 541-48, 1985

Li, GC, Felbeck GT, Soil Sci 114 201-8, 1972

Lichemstein, EP, Schulz KR, J Agr Food Chem 18 814-8, 1970

Lichtenstein, EP, Schulz KR, J Econ Entomol 52 124-31, 1959

Lightfoot, EN et al, Laboratory Studies on the Degradation Mechanisms of Aldicarb, Aldicarb Sulfoxide and Aldicarb Sulfone, Preprint submitted to Environ Chem Toxicol, 1986

Lim, LO and Meister CW, Bull Environ Contam Toxicol 46 810-4, 1991

Lindqvist, O, ed, Mercury in the Swedish Environment. Recent research on causes, consequences and corrective methods. Netherlands, Kluwer Academic Pub. pp. 261, 1991, 12 WHO, Mercury -Environmental Aspects - Geneva. NY, NY, World Health Organization. WHO Publications Center U.S.A. pp. 115, 1989

Lindqvist, O, ed, Mercury in the Swedish Environment. Recent research on causes, consequences and corrective methods. Netherlands, Kluwer Academic Publishers pp. 261, 1991

Litton, GM, Guymon GL, J Environ Qual 22 311-25, 1993

Liu, CCK et al, Toxic Assess 2 239-52, 1987

Liu, D and Pacepavicius G, Toxicity Assessment, An International Journal 5, 367-387, 1990

Liu, S, Bollag J, Pest Biochem Physiol 1 366-72, 1971

Lo, C. C., M. H. Ho, Use of HPLC and AAS Methods to Distinguish Zineb,

Maneb and Mancozeb, J. Agric. Food. Chem. 44, 2720-2723, 1996

Loekke, H and Bro-Rasumussen F, Chemosphere 10, 1223-35, 1981

Long, DT and Angino EE, Geochim Cosmochim Acta 41, 1183-91, 1977

Lonsway, JA et al, Bull Environ Contam Toxicol 59 179-86, 1997

Lopez, F. J., E. Pitarch, S. Egea, J. Beltran, F. Hernandez, Gas chromatographic determination of organochlorine and organophosphorous pesticides in human fluids using solid phase microextraction. Analytca. Chimica. Acta, 433, 217-226, 2001

Lu, PY and Metcalf RL, Environ Health Perspect 10, 269-84, 1975

Lu, PY et al, Environ Health Persp p. 35-44, 1973

Lucas, SV, GC/MS Analysis of Organics in Drinking Water Concentrates and Advanced Waste Treatment Concentrates, Vol 1. USEPA-600/1-84-020A, NTIS PB85-128221 pp. 45-6, 141, 163, 1984

Luciana Polese, Miriam Sannomiay, Ana Paula de Oliveira Sader, Maria Lucia Ribeiro, Extraction and clean-up procedure for analysis of organochlorine pesticide residues in ethoxylated lanolin. Il Farmaco, 55, 637-640, 2000

Lucier, George W. : Dose-response Relationships for endocrine disruptors : What we know and what we don't know. Regul. Toxicol. Pharm., 26, 34-35, 1997.

Ludzak, FJ, Mandia JW, Purdue Univ Eng Bull Ext Ser 109 540, 1962

Luers, F and Ten Hulscher TEM, Chemosphere 33, 643-57, 1996

Lydy, MJ et al, Aquat Toxicol 17 27-44, 1990

Lydy, MJ et al, Arch Environ Contam Toxicol 26, 251-56, 1994

Lydy, MJ et al, Arch Environ Contam Toxicol 38, 2 163-8, 2000

Lyman, WJ et al, Handbook of Chemical Property Estimation Methods NY McGraw-Hill p. 4-9, p.15-30, 1982

Lyman, WJ et al, Handbook of Chemical Property Estimation Methods Washington DC Amer Chem Soc pp. 4-9, 5-4, 5-10, 7-4, 7-5, 15-15 to 15-32, 1990

Lyman, WJ et al, Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Environmental Behavior of Organic Compounds. McGraw-Hill NY p 15-16, pp 15-1 to 34, 1982

Lyman, WJ et al, Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Environmental Behavior of Organic Compounds. McGraw-Hill NY p 4-9,

1983

Lyman, WJ et al, Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington DC Amer Chem Soc pp. 4-9, 5-4, 5-10, 7-4, 7-5, 15-1 to 15-29, 1990

Lyman, WJ, p 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE,eds, Boca Raton, FL CRC Press, 1985

Lyman, WR, Lacoste RJ, Environ Qual Saf Suppl pp. 67-74, 1975

Lynch, TR et al, Environ Toxicol Chem 1 179-92, 1982

Lyngkilde, J et al, pp. 91-100 in Contaminated Soils, K Wolf and WJ van den Brink, eds. Kluwer Academic Pub, 1988

Ma, L, Selim HM, Rev Environ Contam Toxicol 145 129-73, 1996

Mabey, W, Mill T, J Phys Chem Ref Data 7, 383-415, 1978

Mabey, WR et al, Aquatic Fate Proces Data for Organic Priority Pollutants. USEPA-440/4-81-014. p. 28, 251-2, 1981

Mabey, WR et al., Aquatic Fate Process Data for Organic Priority Pollut USEPA-440/4-81-014, 1981

Mabury, SA et al, J Agric Food Chem 44 1920-4, 1996

Macholz, R, NAHRUNG 26, 9 747-57, 1982

Mackay, D, J Great Lakes Res 15, 2, 283-97, 1989

Mackay, D. Finding Fugacity Feasible. Environ. Sci. Technol. 13. 1218-1223

Mackison, F. W., R. S. Stricoff, and L. J. Partridge, Jr., eds.. NIOSH/OSHA - Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards. DHHS,NIOSH PublicationNo. 81-123, 3 VOLS. Washington, DC U.S. Government Printing Office, Jan. 1981

MacLeod, AJ and Synder CH, J Agric Food Chem 36, 137-9, 1988

MacLeod, M., D.Mackay, "An assessment of the environmental fate and exposure of benzene and the chlorobenzenes in Canada", Chemosphere, 38(8), 1777-1796, 1999.

MacRae, IC, Alexander M, J Agric Food Chem 13 72, 1965

MacRae, IC, Rev Environ Contam Toxicol 109 1-87, 1989

Madsen, T et al, Chemosphere 31, 4243-58, 1995

Maguire, RJ et al, Chemosphere 15 253-74, 1986

Maguire, RJ et al, J Agric Food Chem 31 1060-5, 1983

Maguire, RJ, Appl Organometallic Chem 1 475-98, 1987

Maguire, RJ, Preprint in ACS Natl Mtg 24 75-7, 1984

Maguire, RJ, Thacz RJ, J Agric Food Chem 33 947-53, 1985

Maini, P, Boni R, Bull Environ Contam Toxicol 37 931-7, 1986

Maitlen, JC et al, ACS Sym Series 182 83, 1982

Majka, JT et al, J Environ Qual 11 650-5, 1982

Makela, TP and Oikari AOJ, Chemosphere 31, 3651-62, 1995

Malaiyandi, M et al, J Environ Sci Health A17 283-97, 1982

Malaney, GW, McKinney RE, Water Sewage Works 113, 302-9, 1966

Malins, DC, Ann NY Acad Sci 298, 482-496, 1977 as cited in, Health and Welfare Canada, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons p.37, 1979

Maloney, SE et al, Appl Environ Microb 54 2874-6, 1988

Manes J., Pico Y., Redondo M. J., Torres C. M. : Matrix solid-phase dispersion extraction procedure for multiresidue pesticide analysis in oranges. J. Chromatogr. A, 719, 95-103, 1996

Mansour, M, Parlar H, J Agric Food Chem 26 483-5, 1978

Marcheterre, L et al, Rev Environ Contam Toxicol 103 61-125, 1988

Marine, Chem 29, 221-33, 1990

Marklund, S et al, Chemosphere 16, 29-36, 1987

Marlow, D, Fingerhut M, Dioxin Registry Report. NIOSH. Cincinnati OH. Report No. IWS-117-116 pp. 52, 1986

Marsalek, J and Ng HYF, J Great Lakes Res 15, 3, 444-51, 1989

Marsden, PJ, Casida JE, J Agric Food Chem 30, 4 627-31, 1982

Martens, R Bull Environ Contam Toxicol 17 438-46, 1977

Martens, R, Appl Environ Microbiol 31 853-8, 1976

Martinez, J. L., Vidal, F. J. Arrebola, A. Fernandez-Gutierrez, M. A. Rams, Determination of endosulfan and its metabolites in human urine using gas chromatography-tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. B, 719, 71-78, 1998

Masahiro Takeuchi, Kazuko Mizuishi, Toshiyuki Hobo, Determination of Organotin Compounds in Environmental Samples, Anal. Sci., 16, 349-359, 2000

Masunaga, S et al, Environ Sci Technol 30, 1253-60, 1996

Masunga, S et al, J Environ Sci Health A31, 887-903, 1996

Masunga, S et al, Wat Sci Technol 33, 173-80, 1996

Mathur, SP et al, J Environ Qual 3, 207-9, 1974

Matsui, S et al, Prog Water Technol 7, 645-59, 1975

Matsumura, F Benezet H, Environ Health Persp 5, 253-9, 1973

Matsumura, F et al, Science 170 1206-7, 1970

Matsumura, F, Benezet HJ, Environ Health Persp 253-8 Sept, 1973

Matsumura, F. Toxicology of Insecticides. 2nd ed. New York, NY Plenum Press, 246, 469, 1985.

Mayer, FL, Sanders HD, Environ Health Perspect 3, 153-7, 1973

Mazurek, MA and Simoneit BRT, CRC Critical Reviews in Environ Control 16, 49, 1986

McAllister, KA et al, Biodegradation 7, 1-40, 1996

McCall PJ et al, ASTM Spec Tech Publ 737 49-58, 1981

McCarthy, JF and Jimenez BD, Environ Sci Technol 19, 1072-6, 1985

McCormick, NG et al, Appl Environ Microb 31, 949-58, 1976

McCracken, IR, pp. 89-116 in Cadmium in the Aquatic Environment, Nriagu JO and Sprague JB, ed. NY,NY, Wiley, 1987

McEwen, B.S. : Gonadal steroid and brain development. Biol. Reprod., 22, 43-48, 1980.

McGroody, SE, Farrington JW, Environ Sci Technol 29, 1542-50, 1995

Mckone, T.E., and D.W.Layton. Screening the Potential Risk of Toxic substances Using a Multomedia Comparment Model : Estimation of Human Exposure. Regul. Toxicol. Pharmacol. 6, 359-380, 1986

McKone, T.E., L.B. Gratt, M.J.Lyon, and B.W. Perry. GEOTOX multimedia Compartment Model User's Guide, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA UCRL-15913, 1987

McLachlan, J.A., : Function toxicology : a new approach to detect biologically active xenobiotics. Environ. Health Perspect. 101, 386-387, 1993.

McLachlan, J.A., : Function toxicology : a new approach to detect biologically active xenobiotics. Environ. Health Perspect. 101, 386-387, 1993.

McMahon, PB et al, Environ Sci Technol 26 1556-59, 1992

McRae, IC, Rev Environ Contam Toxicol 109 1-87, 1989

Meador, JP et al, Rev Environ Contam Toxicol. NY,NY, Springer-Verlag 143, 79-165, 1995

Meakins, N et al, Marine Pollut Bull 30 812-19, 1995

Meharg, AA, Rev Environ Contam Toxicol 138 21-48, 1994

Mehendale, HM et al, Bull Environ Contam Toxicol 8 200, 1972

Menzie, C. M. Metabolism of Pesticides, An Update. U.S. Department of the Interior, Fish, Wild-life Service, Special Scientific Report - Wildlife No. 184, Washington, DC U.S. GovernmentPrinting Office, 136, 182, 263, 6, 76, 1974

Menzie, C.M. Metabolism of Pesticides, Update II. U.S. Department of the Interior, Fish Wildlife Service, Special Scientific Report - Wildlife No. 212.Washington, DC U.S. Government Printing Office, 104, 157, 57, 93, 148, 174, 1978

Menzie, C.M. Metabolism of Pesticides-Update III. Special Scientific Report-Wildlife No. 232. Washington, DC U.S.Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 5, 7, 107, 12, 217, 218, 222, 363, 471, 536, 537, 1980

Menzie, C.M. Metabolism of Pesticides. U.S. Department of the Interior, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, Publication 127. Washington, DC U.S. Government Printing Office, 73, 1969

Menzie, C.M., Metabolism of Pesticides, Update II. U.S. Department of the Interior, Fish Wildlife Service, Special Scientific Report - Wildlife No. 212.Washington, DC, U.S. Government Printing Office, 76, 148, 1978

Menzie, CM, Chemosphere 12 N3-N4, 1983

Mestres, R et al, Bull Environ Contam Toxicol 35 750-6, 1985

Metcalf, RL et al, Design and Evaluation of a Terrestrial Model Ecosystem for Evaluation of Substitute Pesticide Chemicals p. 308 USEPA 600/3-79-004, 1979

Metcalf, RL et al, Environ Health Perspect 6, 27-44, 1973

Metcalf, RL, Ullmann's Encycl Indust Chem. Elvers B et al Eds. NY,NY VCH Pub A14 280, 1989

Meylan, W et al, Environ Sci Technol 26 1560-7, 1992, 4 Swann RL et al, Res Rev 85 23, 1983

Meylan, WM and Howard PH, Chemosphere 26, 2293-99, 1993

Meylan, WM and Howard PH, Environ Toxicol Chem 10, 1283-93, 1991

Meylan, WM et al, Environ Sci Technol 26 1560-67, 1992

Meylan, WM et al, Environ Toxicol Chem 18 664-72, 1999

Meylan, WM, Howard PH, Chemosphere 26 2293-99, 1993

Meylan, WM, Howard PH, Environ Toxicol Chem 10 1283-93, 1991

Meylan, WM, Howard PH, J Pharm Sci 84 83-92, 1995

Michelangelo Anastassiades, Wolfgang Schwack, Analysis of carbendazim, benomyl, thiophanate methyl and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in fruits and vegetables after supercritical fluid extraction, J. Chromatogr. A, 825 45-54, 1998

Middledorp, PJM et al, Environ Sci Technol 30 2345-49, 1996

Miethling, R and Karlson U, Appl Environ Microbiol 62, 4361-66, 1996

Mikesall, MD, Boyd SA, J Environ Qual 14 337-41, 1985

Milano, JC et al, Wat Res 24 557-64, 1990

Miles, CJ, Delfino JJ, J Agric Food Chem 33 455-60, 1985

Miles, JRW et al, Bull Environ Contam Toxicol 22 312-8, 1979

Miles, JRW et al, J Econ Entomol 62 1334-8, 1969

Miles, JRW et al, J Econ Entomol 64 839-41, 1971

Miles, JRW, Moy P, Bull Environ Contam Toxicol 23 13-9, 1979

Mill, T et al, Environmental Fate and Exposure Studies Development of a PC-SAR for Hydrolysis Esters, Alkyl Halides and Epoxides. EPA Contract No. 68-02-4254. Menlo Park, CA SRI International, 1987

Mill, T et al, Science 207, 886-7, 1980

Mill, T, Mabey W, p. 221 in Environmental Exposure from Chemicals Vol 1 Neely WB, Blau GE eds CRC Press Boca Raton FL, 1985

Miller, DR and Buchanan JM, Atmospheic Transport of Mercury, Exposure Commitment and Uncertainty Calculations. MARC Report #14 p.67, 1979

Miller, RM et al, Appl Environ Microbiol 54, 1724-30, 1988

Miller, RM et al, Environ Sci Tech 22, 1215-19, 1988

Miller, RW and Faust SD, Environ Lett 4, 211-33, 1973

Mingelgrin, U, Gerstl Z, J Environ Qual 12 1-11, 1983

Mirgain, I et al, Environ Technol 16 967-76, 1995

Miszta, H, Folia Haematol 111, 5, 632-637, 1984

Mohammed, A, Arch Toxicol 54 311-321, 1983 as cited in U.S. Dept Health & Human Services/ ATSDR, Toxicological Profile for Toxaphene, Update p. 53, 1996

Mohn, WW et al., Applied Environ Micro 63, 3378-84, 1997

Mohn, WW, Teidje JM, Microbiol Rev 56 482-507, 1992

Mongar, K, Miller GC, Chemosphere 17, 11 2183-8, 1988

Montgomery, J.H., Agrochemicals Desk Reference 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton, FL 1997

Moorman, TB, Harper SS, J Environ Qual 18 302-6, 1989

Morabito, R., P. Massanisso, P. Quevauviller, Derivatization methods for the determination of organotin compounds in environmental samples, Tr. Anal. Chem., vol. 19, 2 +3, 113-119, 2000

Moreale, A, Van Bladel R, Revue De L'Agric 6 1669-76, 1983

Morel, FMM et al, Environ Sci Technol 9, 756-61, 1975

Moreno, M., Frias, A. Garrido Frenich, J. L. Martinez Vidal, M. Mateu Sanchez, F. Olea, N. Olea, Analysis of lindane, vinclozolin, aldrin, p,p′-DDE, o,p′-DDT and p,p′-DDT in human serum using gas chromatography with electron capture detection and tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. B, 760, 1-15, 2001

Morrissey, RE et al, Am Soc Microbio 74, 2, 1974 as cited in Nat'l Research Council Canada, Effects of Lead in the Canadian Environment p.162, NRCC No. 16736, 1978

Mossing, ML et al, J Environ Health 47 312-3, 1985

Mudambi, AR, Hassett JP, Chemosphere 17 1133-46, 1988

Mueller, JG et al, Appl Environ Microbiol 57, 1277-85, 1991

Mueller, JG et al, Environ Sci Technol 25, 1045-55, 1991

Mueller, JG et al, Gas, Oil, Coal Environ Biotechnol, Akin C, Smith J eds, Inst Gas Technol, Chicago, IL, 1990

Muir, DCG et al, Chemosphere 14, 829-33, 1985

Muir, DCG et al, Environ Tox Chem 2 269, 1983

Muir, DCG et al, Environ Toxicol Chem 4 51-61, 1985

Muir, DCG, Yarechewski AL, J Environ Sci Health, B19, 3 271-95, 1984

Mukherjee, SK, Indian J Agric Chem 18 1-9, 1985

Munakata, K and Kuwakara M, Res Rev 25, 13-23, 1969

Munnecke, DE, Vangundy SD, Annu Rev Phytopathol 17 405-29, 1979

Murphy, TJ et al, Environ Sci Technol 19, 942-6, 1985

Murphy, TJ et al, Environ Sci Technol 21, 155-162, 1987

Murray, AP et al, Mar Pollut Bull 22, 595-603, 1991

Murray, JJ et al, Can J Chem 52, 557-63, 1974

Murray, K et al, J Soil Contam 6, 79-93, 1997

Murthy, NBK et al, J Environ Sci Health B 14, 1-14, 1979

Murthy, NBK et al, J Nucl Agric Bio 13 16-17, 1984

Murthy, NBK, Raghu K, J Environ Sci Health B23 575-85, 1988

Murty, A.S. Toxicity of Pesticides to Fish. Volumes I, II. Boca Raton, FL CRC Press Inc., 1986

Murty, AS et al, Persistence and mobility of nitrofen, Niclofen, TOK in mineral and organic soils, J Environ Sci Health Part B. Pestic Food Contam Agric Wastes 17, 2 143-52, 1982

Muskat, E, Schemmler U, Mitteilungsbl GDCh-Fachgruppe Lebensmittelchem Gerichtl Chem 30 201-6, 1976

Nakagawa, M, Crosby DG, J Agric Food Chem 22 849-53, 1974

Nash, RG, Beall ML Jr, J Agric Food Chem 28 322-30, 1980

Nash, RG, Res Rev 85 199-215, 1983

Nash, RG, Woolson EA, Science 157 924-27, 1967

National Research Council Canada, Chlordane, Its Effects on Canadian Ecosystems and its Chemistry NRCC No.14094, 1974

National Research Council Canada, Chlorinated Phenols p.77, NRCC No. 18578, 1982

National Research Council Canada, Effects of Lead in the Canadian Environment p.168,NRCC No. 16736, 1978

National Research Council Canada, Effects of Mercury in the Canadian Environment p.81, NRCC No. 16739, 1979

National Research Council Canada, Endosulfan p.15, NRCC No. 14098, 1975

National Research Council Canada, Methoxychlor Its effects on Environmental Quality p.23, NRCC No. 14102, 1975

National Research Council Canada, Phenoxyherbicides p.45, NRCC No. 16075, 1978

National Research Council Canada, Phthalate Esters p.20, NRCC No. 17583, 1980

National Research Council, Kepone/Mirex/Hexachlorocyclopentadiene An Environmental Assessment NTIS PB 280-289, 1978

National Research Council. Drinking Water & Health Volume 1. Washington, DC National Academy Press, 494, 548, 576, 593, 627, 637, 638, 725, 1977

National Research Council. Drinking Water and Health, Volume 6. Washington, D.C., National Academy Press, 386, 1986

Neary, DG, Soil Crop Sci Soc FL Proc 44 18-24, 1985

Neely, WB and Blau GE, Environmental Exposure from Chemicals Vol.I Boca Raton, FL CRC Press p. 201, 1985

Neely, WB et al, Environ Sci Technol 8, 1113-15, 1974

Neely, WB, Blau GE, Environmental Exposure from Chemicals Vol I, Boca Raton, FL CRC Press Inc. p. 207, 1985

Nelson, JE, Weed Sci 31 68-75, 1983

Nendza, M et al, Chemosphere 35 1875-85, 1997

Neubauer, I, et al, Pestic Sci 13, 4 387-94, 1982

Ngabe, B et al, Environ Sci Technol 27 1930-3, 1993

Niimi, AJ and McFadden CA, Bull Environ Contam Toxicol 28, 11-9, 1982

Niki, Y, Kuwatsuka S, Soil Sci Plant Nutr, Tokyo 22 223-32, 1976

Nilsson, CA, Nygren O, Chemosphere 16 2423-8, 1987

Nilsson, U, Papantoni M, J Agric Food Chem 44 2885-88, 1996

NIOSH, Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Polychlorinated Biphenyls. NIOSH Publ No 77-225, 1977

NIOSH, National Occupational Exposure Survey, 1985

NIOSH, National Occupational Exposure Survey, NOES, 1983

NIOSH, National Occupational Exposure Survey, NOES, 1984

NIOSH, National Occupational Exposure Survey, NOES, 1985

NIOSH, National Occupational Hazard Survey, NOHS, 1974

NIOSH, National Occupational Health Survey, NOHS, 1975

NIOSH, Special Occupational Hazard Review Aldrin/Dieldrin p.27, DHEW Pub. NIOSH 78-201, 1978

NIOSH, The National Occupational Hazard Survey, NOHS, 1974

Nkedi-Kizza, P et al, J Environ Qual 12 195-7, 1983

Noblet, JA et al, J Agric Food Chem 44 3685-93, 1996

Nojima, K and Kanno S, Chemosphere 6, 371-6, 1977

Nolan RJ et al., Toxicol Appl Pharmacol 48, 1, A162, 1979

Novick, NJ et al, J Agric Food Chem 34 721-25, 1986

Novick, NJ, Alexander M, App Environ Microbiol 49 737-43, 1985

NPIRS, Purdue University, National Pesticide Information Retrieval System, 1988

Nunes, G. S., R. M. Alonso, M. L. Ribeiro, D. Barcelo, Determination of aldicarb, aldicarb sulfoxide and aldecarb sulfone in some fruits and vegetables using high-performance liquid chromatoraphy-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A, 888, 113-120, 2000

Nyholm, N et al, Wat Res 26, 339-53, 1992

O'Conner, GA, Wierenga PJ, Proc Soil Soc Amer 37 398-400, 1973

O'Conner, OA et al, Environ Toxicol Chem 8, 569-76, 1989

O'Grady, DP et al, Appl Environ Microbiol 49, 443-5, 1985

O'SHEA, TJ, STAFFORD CJ, BULL ENVIRON CONTAM TOXICOL 25, 3, 345-52, 1980

Oberg, T et al, Chemosphere 16, 2451-65, 1987

Obuchowska, I, Roez Panstw Azkl Hig 20 489-93, 1969

Oconner, OA et al, Environ Toxicol Chem 8, 569-76, 1989

Oehme, M et al, Sci Total Environ 161 139-52, 1995

Oehme, M., Ruth Baycan-Keller, Separation of toxaphene by high resolution gas chromatography, Chemosphere 41, 461-65, 2000

Oh, BY et al, Hanguk Nonghwa Hakhoe Chi 24 112-9, 1981

Okari, A and Kukkonen J, Bull Environ Contam Toxicol 45, 54-61, 1990

Olive, D.L., Schwartz, L.B., Endometriosis. N. Engl. J. Med., 328, 1759-1769, 1993.

Oliver, BG, Chemosphere 14, 1087-106, 1985

Oliver, BG, Kaiser KLE, Water Pollut Res J Can 21, 344-50, 1986

Oliver, BG, Niimi AJ, Environ Sci Technol 17, 287-91, 1983

Oliver, BG, Niimi AJ, Environ Sci Technol 19 842-9, 1985

Olney, CE, Gov Rep Announce 73 147, 1973

Orndorff, SA, Colwell RR, Appl Environ Microbiol 39 398-406, 1980 as cited in WHO, Environ Health Criteria Chlordecone p.11, 1984

Orris, P et al, Chemosphere 15, 1305-11, 1986

Ortego-Calvo, JJ et al, Environ Sci Technol 29, 2222-25, 1995

Ou, LT et al, J Agric Food Chem 33 72-8, 1985

Overcash, MR et al, Behavior of organic priority pollutants in the terrestrial system. NTIS PB82-224 544 p 104, 1982

Paasivirta, J et al, Chemosphere 14, 469-91, 1985

Painter, SE, Jones WJ, Environ Technol 11, 1015-26, 1990

Pal, D et al, Res Rev 74, 45-98, 1980

Pan, JF et al, Soil Sci 110 306-12, 1970

Pape, BE, Zabik MJ, J Agric Food Chem 18 202-7, 1970

Paris, DF et al, Appl Environ Microbiol 41 603-9, 1981

Paris, DF, Lewis DL, Res Rev 45 95, 1973

Paris, DF, Rogers JE, Appl Environ Microbiol 51 221-25, 1986

Park, KS et al, Environ Toxicol Chem 9, 187-95, 1990

Park, RA et al, Modeling the Fate of Toxic Org Materials in Aquatic Environ USEPA-600/3-82-028 NTIS PB82-254079, 1982

Parker, WJ et al, Water Res 28, 1779-89, 1994

Parlar, H et al, J Agric Food Chem 26 1321-4, 1978

Parlar, H et al, J Agric Food Chem 26, 6 1321-1324, 1978 as cited in WHO, Environ Health Criteria Heptachlor p.18, 1984

Parmeggiani, L, Encyl Occup Health & Safety 3rd ed. Geneva, Switzerland International Labour Office pp. 1616-46, 1983

Parochetti, JV, Dec GWJR, Weed Sci 26 153-6, 1978

Parochetti, JV, Hein ER, Weed Sci 21 469-73, 1973

Parr, JF and Smith S, Soil Sci 115 55-63, 1973

Parr, JF and Smith S, Soil Sci 121 52-57, 1976

Parrish, PR et al, Chronic Toxicity of Chlordane, Trifluralin, and Pentachlorophenol to Sheepshead Minnows, Cyprinodon Variegatus p. 67 USEPA Report NTIS PB278-269, 1978

Parrish, PR et al, Chronic Toxicity of Methoxychlor, Malathion and Carbofuran to Sheephead Minnows, Cypinodon variegatus NTIS PB-272101, 1977

Parrish, PR et al, p. 67 in Chronic Toxicity of Chlordane, Trifluralin, and Pentachlorophenol to Sheepshead Minnows NTIS PB-278 269, 1978

Paterson, S et al, Environ Sci Technol 25 866-71, 1991

Patil, KC et al, Environ Sci Technol 6 629-32, 1972

Patterson, JW, Kodukola PS, Chem Ind 15, 609-10, 1981

Pellizarri, ED et al, Bull Environ Contam Toxicol 28, 322-8, 1982

Peltonen, K et al, Am Ind Hyg Assoc J 47, 399-403, 1986

Peltonen, K et al, Photochem and Photobio 43, 481-4, 1986

Penalver, A., E. Pocurull, F. Borrull, R.M. Marce, Determination of phthalate esters in water samples by solid-phase microextraction and gas chromatography with mass spectrometric detection, J. Chromatogr. A, 872, 191-201, 2000

Pest, Outlook 7 9-10, 1996

Peter, CJ, Weber JB, Weed Sci 33 874-81, 1985

Peterson, CA, Edgington LV, J Agric Food Chem 17 898-9, 1969

Peterson, SM, Batley GE, Environ Pollut 82 143-52, 1993

Petrasek, AC et al, J Water Pollut Control Fed 55 1286-96, 1983

Petrosini, G et al, Notiz Mal Piante 65 9-23, 1963

Pettygrove, DR, Naylor DV, Weed Sci 33 267-70, 1985

Pfaender, FK, Alexander M, J Agr Food Chem 21 397-9, 1973, 13 Hill DW, McCarty PL, J Water Pollut Control Fed 39 1259-77, 1967

Philip H. Howard, Hand of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals

Picel, KC et al, Polynucl Aromat Hydrocarbons. Cooke, Dennis eds. Battelle Press. 8, 1013-28, 1985

Pignatello, JJ et al, Appl Environ Microbiol 46, 1024-31, 1983

Pignatello, JJ et al, Can J Microbiol 32, 1, 38-46, 1986

Pilgrim, W and Hughes RN, Environ Monit Assess 32, 1-20, 1994

Pirrone, N et al, Sci Tot Environ 162, 43-61, 1995

Pitter, P, Water Res 10, 231-5, 1976

Pitts, JNJR et al, Environ Sci Technol 19, 1115-21, 1985

Piwoni, MD et al, Hazard Waste Hazard Materials 3 43-55, 1986

Plimmer, JR et al, J Agric Food Chem 15 996, 1967

Plimmer, JR, Bull Environ Contam Toxicol 20 87-92, 1978

Plimmer, JR, Proc 2nd IUPAC Congress Pest Comm 6 47-76, 1972

Plust, SJ et al, J Org Chem 46 3661-5, 1981

Podoll, RT et al, Environ Sci Technol 20, 490-2, 1986

Podowski, AA et al, Arch Environ Contam Toxicol 8 509, 1979

Podrebarac, DS, J Assoc Off Anal Chem 67, 176-85, 1984

Polese L., Sannomiya M., Sader O. P., Ribeiro M. L. : Extraction and clean-up procedure for analysis of organochlorin pesticide residues in epoxylated lanolin, Il Farmaco, 55, 637-640, 2000

Pothuluri, JV et al, J Environ Qual 19 525-30, 1990

Prasad, SS, J AOAC Interntl 75, 916-24, 1992

Price, KS et al, J Water Pollut Contr Fed 46, 63-77, 1974

Prieto, M. J., V. Berenguer, D. Marhuenda, A. Cardona, Purge-and-trap gas chromatographic determination of styrene in urine and blood Appliccation to exposed workers. J. Chromatogr. B, 741, 301-306, 2000

Probst, GW et al, J Agric Food Chem 15 592-9, 1967

Purdue University, National Pesticide Information Retrieval System, 1986

Qiao, X et al, J Agric Food Chem 44 2846-48, 1996

Que, Hee SS et al, Bull Environ Contam Toxicol 13 284-90, 1975

Que, Hee SS, Sutherland RG, The Phenoxylalkanoic Herbicides 159, 1981

Quingy, GE, Lemmon AB, JAMA 166 740-46, 1958 as cited in NIOSH, Criteria Document Parathion p.22, DHEW Pub. NIOSH 76-190, 1976

Racke, KD, Coats JR, J Agric Food Chem 36 1067-72, 1988

Rajagopal, BS et al, Can J Microbiol 30 1458-66, 1984

Rajagopal, BS et al, Res Rev 93 1-199, 1984

Rajagopalan, R et al., SCI Total Environ 27, 1, 33-42, 1983

Ramamoortdhy, S, Bull Environ Contam Toxicol 34 349-58, 1985

Ramsey, JC et al, NFPA, 1980 as cited in Milby TH et al, Potential Health Effects Associated with the Use of Phenoxy Herbicides p.19, 1981

Rao, PSC and Davidson JM, Retention and Transformation of Selected Pesticides and Phosphorus in Soil-Water Systems. USEPA 600/S3-82-060, 1982

Rao, PSC et al, Soil Crop Sci Soc Fl Proc 44 1-8, 1985

Rao, PSC, Davidson JM, Retention and Transformation of Selected Pesticides and Phosphorous in Soil-Water Systems A Critical Review USEPA-600/S3-82-060, 1982

Rawn, GP et al, J Environ Sci Health B17 463-86, 1982

Reardon, KF, Zhang G, Appl Biochem Biotech 34/35, 753-65, 1992

Reddy, BR, Sethunathan N, Soil Biol Biochem 17 235, 1985

Reed, JP et al, Bull Environ Contam Toxicol 44 8-12, 1990

Reinbold, KA et al, Adsorption of Energy-Related Organic Pollut, A Literature Rev p.180 USEPA-600/3-79-086, 1979

Reisch, DJ et al, Marine and Estuarine Pollut 50 1424-69, 1978

Reish, D et al, J Water Pollut Control Fed 51 1477-517, 1979

Reish, DJ et al, J Water Pollut Control Fed 50 1424-69, 1978

Rejto, M et al, J Agric Food Chem 31 138-42, 1983

Renberg, L et al, Ecotox Environ Safety 9 171, 1985

Reynolds, J.E.F., Prasad, A.B., eds. Martindale-The Extra Pharmacopoeia. 28th ed. London The Pharmaceutical Press, 1982. 836

Rhee, GY et al, Water Res 23, 8, 957-64, 1989

Rhodes, RC, J Agric Food Chem 25 528-33, 1977

Rhodes, RC, Long JD, Bull Environ Contam Toxicol 12 385-93, 1974

Rice, CP et al, J Agric Food Chem 45 2291-98, 1997

Richards, RP et al, Environ Sci Technol 29 406-12, 1995

Riederer, M, Environ Sci Technol 24 829-37, 1990

Rigakis, KB et al, Agric Forest Bull 10 24-7, 1987

Ripley, BD, Simpson CM, Pestic Sci 8 487-91, 1977

Ritsema, R et al, Chemosphere 18, 2161-75, 1989

Roberts, D, Bull Environ Contam Toxicol 13 170-6, 1975

Roberts, JR et al, J Fish Res Board Can 34 89, 1977

Roberts, MH, Fisher DJ, Arch Environ Contam Toxicol 14 1-6, 1985

Rogers, JE and Halet DD, Amer Chem Soc Div Environ Chem Preprints, New Orleans, LA 27, 699-701, 1987

Rosenburg, A, Alexander M, J Agric Food Chem 28 705-9, 1980

Rott, B et al, Chemosphere 11, 531-8, 1982

Roy, S and Hanninen O, Environ Toxicol Chem 13, 763-73, 1994

Roy, WR, pp. 411-46 in Contam Groundwaters, Adrianao DC et al eds. Northwood, UK, Sci Rev, 1994

Rozman, KK, Toxicol Lett 20, 1 5-12, 1984

RTECS, National Occupational Hazard Survey, 1985

Ruedel, H et al, Sci Total Environ 132, 181-200, 1993

Russel, DJ, McDuffie B, Chemosphere 15, 1003-21, 1986

Ruzo, LO, et al, J Agric Food Chem 28 1289-92, 1980

Ryding, JM et al, Water Res 28, 1897-1906, 1994

Sabljic, A et al, Chemosphere 31 4489-4514, 1995

Sadiq, M, Environ Technol Letters 10, 1057-70, 1989

Sadtler, Res Lab, Sadtler Standard UV Spectra No.1293, 1961

Sadtler, Standard UV Spectra No. 325 Philadelphia, PA, Sadtler Research Lab, 1966

Saeger, VW et al, Appl Environ Microbiol 31, 746-9, 1976

Safe, S., Conner K., Ramamoorthy K., Gaido K., and Maness, S. : Human exposure to endocrine-active chemicals : Hazard assessment ploblems. Regul. Toxicol. Pharm, 26, 52-58, 1997.

Sahu, SK et al, App Environ Microbiol 56 3620-22, 1990

Sakata, S et al, Nippon Noyaku Gakkaishi 11 71-9, 1986

Sakuma, H et al, Nippon Sembai Kosha Chuo Kenkyusho Kenkyu Hokoku 117, 47-54, 1975

Saleh, FY et al, Environ Toxicol Chem 1 289-97, 1982

Saleh, MA, Rev Environ Contam Toxic 118 1-85, 1990

Saltzman, S et al, J Agric Food Chem 20 1244, 1972

Saltzman, S, Kliger L, J Environ Sci Health B14 353-66, 1979

Samanidou, V et al, Sci Total Environ 76 85-92, 1988

Sanborn, JR et al, Entomol 5 533-8, 1976

Sanborn, JR et al, The Degradation of Selected Pesticides in Soil A Review of Published Literature p.616 USEPA-600/9-77-022, 1977

Sanchez-Martin, MJ and Sanchez-Camazano M, J Environ Qual 22, 737-742, 1993

Sanders, HD et al, Environ Res 6, 84-90, 1973

Sanders, PF, Seiber JN, Chemosphere 12 999-1012, 1983

Sanders, PF, Seiber JN, pp 279-95 in ACS Symp Ser, Treat Disposal Pestic Wastes, 1984

Santos, M. J., Delgado, S. Rubio Barroso, G. Toledano Fernandez-Tostado, L. M. Polo-Diez, Stability studies of carbamate pesticides and analysis by gas chromatography with flame ionization and nitrogen-phosphorous detection. J. Chromatogr. A, 921,287-296, 2001

Sarkka, J et al, Chemosphere 26 2147-60, 1993

Sasaki, S, Aquatic Pollutants, Transformation and Biological Effects Hutzinger O et al eds Oxford, Pergamon Press, pp. 283-98, 1978

Sattar, MA, Paasivirta J, Chemosphere 9 745-52, 1980

Sauve, S et al, Environ Pollut 98, 149-55, 1997

Savage, EP et al., AM J Epidemiol 113, 4 413-22, 1981

Savolainen, K et al, Arch Toxicol, Suppl 13 120-3, 1989

Sax, N.I. Dangerous Properties of Industrial Materials. 6th ed. New York, NY, Van Nostrand Reinhold, 1462, 1984

Saxena, MC et al, J Toxicol Environ Health 11, 1 71-9, 1983

Schecter, A et al, Chemosphere 14, 933-7, 1985

Schecter, A, Tiernan T, Environ Health Perspect 60, 305-13, 1985

Schefer, W and Walechi O, Z Abwasser Forsch 13, 205-9, 1980

Schellenberg, K et al, Environ Sci Technol 18, 652-7, 1984

Scheufler, E. and Rozman KK, J Toxicol Environ Health 14, 353-62, 1984

Schimmel, SC et al, Aquatic Toxicology and Hazard Evaluation. 241-52, 1977

Schimmel, SC et al, Arch Environ Contam Toxicol 6 355-63, 1977

Schimmel, SC et al, J Agric Food Chem 31 104-13, 1983

Schimmel, SC et al, J Toxicol Environ Health 2 169, 1976

Schimmel, SC et al, J Toxicol Environ Health 2 169, 1976 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc Heptachlor p. B-15 USEPA 440/5-80-052, 1980

Schoen, SR, Winterlin WL, J Environ Sci Health B22 34-77, 1987

Schouter, MJ et al, Inter J Environ Anal Chem 7, 12-23, 1979

Schroeder, WH, Envir Sci Tech 16, 7, 394A-400A, 1982 as cited in Environment Canada, Tech Info for Problem Spills, Mercury, Draft p.41, 1982

Schulz-Baldes, M et al, Marine Biology 75, 307-18, 1983

Schwak, W et al, J Agric Food Chem 43 3088-92, 1995

Schwartz, HE et al, Int J Environ Anal Chem 6, 133-44, 1979

Schwarz, M, Z Tierphysiol Tierernaehr Futtermittelkd 42, 1 11-12, 1979

Schwope, AD and Reid RC, Food Addit Contam 5, 445-54, 1988

Scow, K et al, Exposure and Risk Assessment for Chlorinated Phenols USEPA-440/4-85-007 p. 3-1 to 4-5, 1982

Scow, KM et al, Appl Environ Microbiol 51, 5, 1028-35, 1986

Scully, FE Jr and Hoigne J, Chemosphere 16, 681-94, 1987

Seech, AG et al, Can J Microbiol 37, 440-44, 1991

Seiber, JN, Woodrow JE, Studies in Environ Sci, Siewierski M, ed. 24 133- 46, 1984

Seiler, H.G., H. Sigel and A. Sigel, eds.. Handbook on the Toxicity of Inorganic Compounds. New York, NY, Marcel Dekker, Inc. V1 84, 1988b

Seiler, H.G., H. Sigel and A. Sigel, eds.. Handbook on the Toxicity of Inorganic Compounds. New York, NY, Marcel Dekker, Inc. V1 45, 1988a

Selden, AI et al, Occup Environ Med 54, 613-18, 1997

Serjeant, EP and Dempsey B, Ionisation constants of organic acids in aqueous solution. IUPAC Chem Data Ser No.23. NY,NY, Pergamon pp. 989, 1979

Seta, AK, Karathanasis AD, Soil Sci Am J 61 612-17, 1997

Sethunathan, N et al, Res Rev 68 91-122, 1977

Sethunathan, N, Yoshida T, Plant Soil 38 663-66, 1973

Shah, PV et al, Drug Chem Toxicol 6, 2 155-79, 1983b

Shah, PV, Guthrie FE, J Invest Dermatol 80, 4 291-3, 1983a

Sharom, MS et al, Res Rev 14 1095-100, 1980

Sharpee, KW, Diss Abst Int B 34 954, 1973

Shealy, DB et al, Environ Health Perspect 105 510-3, 1997

Sheldon, LS and Hites RA, Environ Sci Technol 13, 574-9, 1979

Shelton, DR et al, Environ Sci Tech 18, 93-7, 1984

Shen, TT, J Air Pollut Control Assoc 32 79-82, 1982

Shepard, T.H. Catalog of Teratogenic Agents. 4th ed. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press, 278, 1983

Shiaris, MP, App Environ Microbiol 55, 1391-9, 1989

Shiba, K et al, Nippon Noyaku Gakkai Shi 15, 2 169-74, 1990

Shinohara, R et al, Water Res 15, 535-42, 1981

Shiu, WY et al, Chemosphere 29, 1155-224, 1994

Sidwell, AE, Water Pollut Control Res Ser 12130 EGK, 1971 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, 2,4-Dichlorophenol p.C-1, EPA 440/5-80-042, 1980

Siegel, MR, Phytopathology 65 219-20, 1975

Sikka, HC et al, Effects, Uptake and Metabolism of Methoxychlor, Mirex and

2,4-D in Seaweeds NTIS PB 255 432, 1976

Sims, RC and Abbott CK, Evaluation of Mechanisms of Alteration and Humification of PAHS for Water Quality Management, USGS/G-172, NTIS PB93-118313 Logan, UT, Utah Cent Water Resour Res, 1992

Singh, RP, Chiba M, J Agric Food Chem 33 63-7, 1985

Sinkkonen, S., J.Paasivirta, "Degradation half-life times of PCDDs, PCDFs and PCBs for environmental fate modeling", Chemosphere, 40, 943-949, 2000.

Sithole, BB and Williams DT, J Assoc Off Anal Chem 69, 807-10, 1986

Sittig, M Ed, Priority Toxic Pollutants, Health Impacts and Allowable Limits, p.266-271, 1980 as cited in Environment Canada, Tech Info for Problem Spills, Mercury, Draft p.43, 1982

Sittig, M, ed, Pesticide Manufacturing and Toxic Materials Control Encyclopedia, Park Ridge, NJ Noyes Data Corp, 1980

Sittig, M, Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals p.145, 1981

Sittig, M. Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens, 1985. 2nd ed. Park Ridge, NJ Noyes Data Corporation, 182, 340, 396, 617, 621, 327, 1985

Skinner, CS, Kilgore WW, J Toxicol Environ Health 9, 3 483-90, 1982

Skipper, HD et al, J Agric Food Chem 24 126-29, 1976

Skipper, HD, Volk VV, Weed Sci 20 344-7, 1972

Sklarew, DS and Girvin DC, Rev Environ Contam Toxicol 98, 1-41, 1987

Skurlatov, YI et al, J Agric Food Chem 31 1065-71, 1983

Slade, EA et al, Pestic Sic 35 95-100, 1992

Slavek, J and Pickering WF, Water Air Soil Pollut 39, 201-16, 1988

Sleicher, CA, Hopcroft J, Environ Sci Technol 18 514-18, 1984

Smelt, JH et al, Pestic Sci 9 293-300, 1978

Smith, JA and Novak JJ, Water Air Soil Pollut 33, 29-42, 1987

Smith, JH et al, Environ Pathways of Selected Chemicals in Freshwater Systems. Part II Lab Studies USEPA-600/7-78-074 p 294-315, 1978

Smith, JR et al, Water Environ Res 65, 804-18, 1993

Smith, S, Willis GH, Environ Toxicol Chem 4 425-34, 1985

Snell, Environ Group Inc, Rate of biodegradation of toxic organic compounds while in contact with organics which are actively composting NSF/CEE 82024 p 100, 1982

Soderquist, CJ et al, J Agric Food Chem 23 304-9, 1975

Solatek 72 Multi-Matrix Vial Autosampler manual

Soleas, George J., Joe Yan, Kirby Hom, David M. Goldberg, Multiresidue analysis of seventeen pesticides in wine by gas chromatography with mass-selective detection. J. Chromatogr. A, 882, 205-212, 2000

Solomon, KR et al, Environ Toxicol Chem 15 31-76, 1996

Somani, SM, Khalique A, J Toxicol Environ Health 9, 5-6, 889-98, 1982

Somich, CJ et al, J Agric Food Chem 36 1322-26, 1988

Southworth, GR and Keller JL, Water Air Soil Poll 28, 239-48, 1986

Spacie, A, Diss Abstr Int B 36 4367, 1975

Spain, JC, VanVeld PA, App Environ Microbiol 45 428-35, 1983

Spehar, RL, J Water Pollut Control Fed 54 877-922, 1982

Speidel, HK et al, Dev Ind Microbiol 13 277, 1972

Spencer, WF et al, J Agric Food Chem 27 273-8, 1979

Spicer, CW et al, A Literature Review of Atmospheric Transformation Products of Clean Air Act Title III Hazardous Air Pollutants. Research Triangle Park, July, USEPA/600/R-94/088, 1993

SRC, Hazard Assessment Report. North, Syracuse, NY Syracuse Res Corp, 1980

SRI, 1997 Directory of Chemical Producers. United States of America. Menlo Park, CA, SRI International p. 825, 1997

Srivastava, VJ et al, Proc Ind Waste Conf 44, 49-60, 1990

Stacey, CI, Tatum T, Bull Environ Contam Toxicol 35 202-8, 1985

Staples, CA et al, Chemosphere 35, 667-715, 1997

Statham, CN et al, Science 193, 680-1, 1976

Steurbaut, W, pp. 193-7 in Environ Behav Pest Reg Aspects, Copin A et al, eds., Rixenhart, Belgium Eur Study Ser, 1994

Steward, JWB et al, Joint FAO/IAGA Meetings, Publ IAGA Vienna p.23-4, 1975 as cited in Nat'l Research Council Canada, Effects of Mercury in the Canadian Environment p.101, NRCC No. 16739, 1979

Stewart, DKR, Chisholm D, Can J Soil Sci 61 379-83, 1971

Stone, JF, Stahr HM, J Environ Health 51 273-6, 1989

Strassman, SC, Kurtz FW, Pestic Monit J 10 130, 1977

Strier, MP, Environ Sci Technol 14, 28-31, 1980

Stroo, WE et al, J Toxicol Environ Hlth 5, 5 845-54, 1979

Struck, BD et al, Sci Tot Environ 182, 85-91, 1996

Struijs, J, Stoltenkamp J, Ecotoxicol Environ SAF 19, 204-11, 1989

Subba-Rao, RV et al, Appl Environ Microbiol 43, 1139-50, 1982

Subba-Rao, RV, Alexander M, Agric Food Chem 25 327-9, 1977

Sud, RK et al, Arch Microbiol 87 353-58, 1972

Suflita, JM et al, J Agric Food Chem 32 218-21, 1984

Sugatt, RH et al, Appl Environ Microbiol 47, 601-6, 1984

Sullivan, J.B. Jr., G.R. Krieger, eds.. Hazardous Materials Toxicology-Clinical Principles of Environmental Health. Baltimore, MD Williams and Wilkins. 1044, 1992

Sullivan, J.B. Jr., G.R. Krieger, eds.. Hazardous Materials Toxicology-Clinical Principles of Environmental Health. Baltimore, MD, Williams and Wilkins. 757, 1992

Sullivan, KF et al, Environ Sci Tech, 16, 428-32, 1982

Sundlof, SF et al, Drug Metab Dispos 10, 4, 371-81, 1982

Suntio, LR et al, Chemosphere 17, 1249-90, 1988

Suntio, LR et al, Rev Environ Contam Toxicol 103 1-59, 1988

Susarla, S et al, Wat Sci Tech 34, 489-94, 1996

Suzuki, M et al, Bull Environ Contam Toxicol 14 520-29, 1975

Suzuki, Noriyuki, Masashi Yasuda, Takeo Sakurai, Junko Nakanishi, "Simulation of long-term environmental dynamics of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans using the dynamic multimedia environmental fate model and its implication to the time trend analysis of dioxins", Chemosphere, 40, 969-976, 2000.

Svenson, A and Bjorndal H, Chemosphere 17, 2397-405, 1988

Swackhamer, DL and Armstrong DE, Environ Sci Technol 20, 879-83, 1986

Swann, RL et al, Res Rev 85 16-28, 1983

Symons, BD et al, JWPCF 60, 1684-93, 1988

Syracuse Research Corporation, Hazard Assessment Report on DDT, DDD, DDE. TR69-151 pp. 4-8, 1980

Szeto, SY et al, J Agric Food Chem 37 523-9, 1989

Tabak, HH et al, J Bacteriol 87, 910-9, 1964

Tabak, HH et al, J Water Poll Control Fed 53 1503-18, 1981

Tabak, HH et al, pp. 561-85 in Remedial Action, Treatment, And Disposal of Hazardous Waste. Proc 16th Ann Haz Waste Res Symp Cincinnati, OH USEPA-600/9-90-037, 1990

Tabak, HH et al, Wat Sci 26, 763-72, 1992

Tada, F and Suzuki S, Water Res 16, 1489-94, 1982

Takahashi, N et al, Nippon Noyaku Gakkaishi 10 643-8, 1985

Takamiya, K, Bull Environ Contam Toxicol 44 905-9, 1990

Takamiya, K, Environ Toxicol Chem 39 750-55, 1987

Tanabe, S et al, Chemosphere 18, 1-6, 485-90, 1989

Tanacredl, JT and Cardenas RR, Environ Sci Technol 25, 1453-61, 1991

Tanaka, FS et al, J Agric Food Chem 29 227-30, 1981

Taylor, AW, J Air Pollut Control Assoc 28 922-26, 1978

Ten, Hulscher TEM et al, Environ Toxicol Chem 11, 1595-1603, 1992

Terriere, LE et al, J Agric Food Chem 14 66-69, 1966

Tessari, JD, Spencer DL, J Assoc Off Anal Chem 54 1376-82, 1971

Tewfik, MS, Wahib A, Zanco, Ser A 3 141-56, 1977

The Chemical Society. Foreign Compound Metabolism in Mammals Volume 3. London The Chemical Society, 633, 675, 1975

The Chemical Society. Foreign Compound Metabolism in Mammals. Volume 1 A Review of the Literature Published Between 1960 and 1969. London The Chemical Society, 1970

The Chemical Society. Foreign Compound Metabolism in Mammals. Volume 5 A Review of the Literature Published during 1976 and 1977. London The Chemical Society, 1979

The Royal Society of Chemistry, The Agrochemicals Handbook University of Nottingham England, 1983

Thom, NS and Agg AR, Water Res 10, 231-5, 1976

Thornton, I, in IARC Sci Publ 118,Cadmium in the Human Environment, 149-62, 1992

Tiedje, JM et al, Biodegradation 4, 231-240, 1993

Toledo, MCF, Jonsson CM, Pestic Sci 36 207-11, 1992

Tomlin, C ed, The Pesticide Manual. A World Compendium. Incorporating the

Agrochemicals Handbook. 10th ed. Bath,UK The Bath Press. p. 1042, 1994

Tomlin, CDS ed, The Pesticide Manual, A World Compendium. 11th ed. The British Crop Protection Council, 1997

Toppari, J., Larsen, J.C., Christiansen, P., Giwercman, A, Grandjean P, Guillett L.J.Jr, Jegou, B., Jensen T.K., Jouannet, P., Keiding, N., Leffers, H., McLachlan, J.A., Meyer, O., Muller, J., Rajpert-De Meyts E., Scheike, T., Sharpe, R., Suimpter, J., Skakkebaek, N.E. : Male reproductive health and environmental chemicals with estrogenic effects. Miljoprojekt nr. 290. Report of the ministry of environment and energy, Danish Environmental Protection Agency, obenhavan, Denmark, 1995

Torres, C. M., Y. Pico, M.J. Redondo, J. Manes, Matrix solid-phase dispersion extraction procedure for multiresidue pesticide analysis in oranges. J. Chromatogr. A, 719, 95-103, 1996

Tratnyek, PG et al, Sci Total Environ 109/110, 327-41, 1991

Trotz, SI, Pitts JJ, Kirk-Othmer Encycl Chem Tech 3rd NY Wiley 13 236, 1981

Tsuda, T et al, Comp Biochem Physiol, C Pharmacol, Toxicol Endocrinol 111 19-22, 1995

Tsuda, T et al, Toxicol Environ Chem 12 137-43, 1986

Tu, CM, Arch Microbiol 108 259-63, 1976

Tu, CM, Miles JRW, Res Rev 64 17-65, 1976

Tuazon, EC et al, Environ Sci Technol 20 1043-46, 1986

Tucker, RK and Burke TA, A Second Preliminary Report on the Findings of the State Groundwater Monitoring Project. Dept Environ Prot State of NJ, 1978

Tulasi, SJ et al, Bull Environ Contam Toxicol 39, 1, 63-8, 1987

U.S. Coast Guard, Department of Transportation. CHRIS - Hazardous Chemical Data. Volume II. Washington, D.C. U.S. Government Printing Office, 1984-5.

U.S. Dept Agric, The Pesticide Properties Database. Available from http//wizard.arsusda.gov/rsml/textfiles/MANCOZEB on Mancozeb, 8018-01-7 as of Aug 10, 1999

U.S. Dept Agric. USDA, The Pesticide Properties Database. Agricultural Res Service. Available from http//wizard.arsusda.gov/rsml/textfiles/DICOFOL as of Mar. 7, 2000

U.S. Dept Health & Human Services/ ATSDR, Toxicological Profile for

Toxaphene, Update p. 48, 1996a

U.S. Dept Health Human Serv, Public Health Service, Cntr Disease Control, Natl Instit Occu Safety Health. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, RTECS. In National Library of Medicine's current MEDLARS, as of Jan., 2000

U.S. Dept of Int, Fish and Wildlife Serv, Metabolism of Pesticides-Update III p.437, 1980 U.S. Dept Int Special Scientific Report - Wildlife No. 232

U.S. Environmental Protection Agency, Endocrine Disruptor screening and testing advisory committee(EDSTAC), Final Report, 1998

U.S. Environmental Protection Agency, Special report on environmental endocrine disruption : An effects assessment and analysis. EPA/630/R-96/012, 1997

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 1613, US EPA, 1994

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 505, US EPA, 1995

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 508.1, US EPA, 1995

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 524.2, Rev. 4.1, US EPA, 1995

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 525.2, US EPA, 1994

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 531.1 reversion 3.1, US EPA, 1995

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 624, US EPA

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 631, US EPA

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 8270D, US EPA, 1998

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA Method 8318, US EPA, 1994

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Air Quality Criteria for Lead, pp. 6-1 to 6-28 USEPA-600/8-77-017, 1977

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc Heptachlor p.C-6 EPA 440/5-80-052, 1980

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc Toxaphene p.C-21, 1980 EPA 440/5-80-076

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, 2,4-Dichlorophenol p.A-2, 1980 EPA 440/5-80-042

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, 2,4-Dichlorophenol p.C-1 EPA 440/5-80-042, 1980a

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Chlorinated Phenols p.C-30 EPA 440/5-80-032, 1980b

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Mercury p.10, EPA 440/5-84-026, 1984

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Mercury p.12, EPA 440/5-84-026, 1984

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Pentachlorophenol p.C-12 EPA 440/5-80-065, 1980

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Phthalate Esters p.B-16, EPA 440/5-80-067, 1980

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc, Polychlorinated Biphenyls p.B-1 EPA 440/5-80-068

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Ambient Water Quality Criteria for Lead, pp. B-1 to B-38, C-1 to C-5 USEPA-440/5-80-057, 1980

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Chem Activities Report 4th ed Vol II. NTIS PB84-213966, 1984

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, CIS Aquire Data Base, 1998

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Drinking Water Criteria Document for Polychlorinated Biphenyls, PCBs NTIS PB 86-118312/AS, 1985

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Drinking Water Criteria Document for Polychlorinated Biphenyls, PCBs. ECAO-CIN-414 IV-3, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, EXAMS II computer modeling simulation, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, EXAMS II Computer Simulation, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, EXAMS II Computer Simulation, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, EXAMS II Computer Simulation, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, EXAMS II Computer Simulation, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Exposure Analysis Modeling System EXAMS, 1985

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Fate of Atmosphenic Pollutants, Office of Toxic Substances, USEPA Washington DC., 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, FIFRA Section 18. Wasington, DC US EPA, Office of Pesticide Programs. http//www.epa.gov/opprd001/section18/ as of Oct 17, 2000.

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Graphical Exposure Modeling System, GEMS. CLOGP, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Health and Environ Effects Profile for Atrazine. ECAO-CIN-P098, 1984

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Health Effects Assessment for Lead. USEPA 540/1-86-055, 1984

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Health Effects Assessment, 2-Chlorophenol and 2,4-Dichlorophenol EPA/600/8-88/052 p.1, 1987

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Initial Scientific and Minieconomic Review of Aldicarb p.66 EPA-540/1-75-013, 1975

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Mercury Health Effects Update p.2-4, 1984 EPA 600/8-84-019F

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, PCGEMS Graphical Exposure Modeling System. PCHYDRO, 1991

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Pesticide Fact Book, Noyes Data Corp, Park Ridge, NJ, 1988

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Pesticide Reregistration Eligibility Decisions, REDs Database on Dicofol, 115-32-2. Available from the Database Query page at http//www.epa.gov/REDs/0021red.pdf as of Oct, 2000.

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Pesticides in Groundwater Database. A Compilation of Monitoring Studies 1971-1991. National Summary. USEPA Off Pest Programs. Prevention Pesticides and Toxic Substances, H7507C USEPA-734-12-92-001, 1992

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, Reregistration Eligibility Decision, RED Database on Metribuzin, 21087-64-9. Washington, DC US EPA, Off Prev, Pest Toxic Sub USEPA 738-R-97-006. p. 36. Available from the Database Query page at http//www.epa.gov/REDs/ as of Oct 10, 2000.

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA, The Health and Environmental Impacts of Lead, p.153, EPA 560/2-79-001, 1979

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA. Method 200.8, Determination of Trace Elements by in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry, Revision 5.4, EMMC version, May 1994

U.S. Environmental Protection Agency, USEPA. Region 9 Laboratory standard Operating Procedure 507, Determination of Trace Elements by in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry Method 200.8, 1994

U.S. National Library of Medicine, National Institutes of Health, HSDB,Hazardous Substances Data Bank, 2001

Urushigawa, Y, Yonezawa Y, Chemosphere 5, 317-20, 1979

USEPA/CAG, Carcinogenicity Risk Assessment for Chlordane and Heptachlor/Heptachlor Epoxide, Draft p. 3-7 EPA Contract No. 68-02-4131, 1985b

USEPA/CAG, Carcinogenicity Risk Assessment for Chlordane and Heptachlor/Heptachlor Epoxide, Draft p.3-7, EPA Contract No. 68-02-4131, 1985

USEPA/ECAO, Atlas Document for, Phthalate Esters p.IV-3, 1980

USEPA/ODW, Health Advisory Heptachlor/Heptachlor Epoxide, Draft p.3, 1985

Valerio, F et al, Intern J Environ Chem 38, 343-9, 1990

Valvani, SC et al, J Pharm Sci 70, 502- 7, 1981

Van, den Hoop M et al, Air Water Soil Pollut 110 57-66, 1999

Van, Gestel CAM and Ma WC, Water, Air and Soil Pollut 69, 265-76, 1993

Van, Hoof PL, Jafvert CT, Environ Toxicol Chem 1914-1926, 1996

Van, Leeuwen CJ et al, Toxicol 42 33-46, 1986

Van, Luin AB and Van Starkenburg W, Wat Sci Tech 17, 843-53, 1984

Van, Valin CC et al, Trans Amer Fish Soc 97 185, 1968

Vanhemmen, JJ et al, Meded Fac Landbouwwet, Univ Gent 57,3B 1269-83, 1992

Vanluin, AB, Vanstarkenburg W, Wat Sci Tech 17 843-53, 1984

Veith, G et al, J Fish Res Board Canada 36, 1040-8, 1979

Veith, GD and Kosian P, Physical behavior of PCB's in the Great Lakes, Mackay,D et al, eds pp. 269-282, 1983

Veith, GD et al, J Fish Res Board Can 36 1040, 1979

Veith, GD et al, J Fish Res Board Can 36 1040, 1979 as cited in USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc Heptachlor p.B-16, 1980 EPA

440/5-80-052

Veith, GD et al, J Fish Res Board Can 36 1040-48, 1979

Veith, GD et al, pp. 116-129 in Aquatic Toxicology Eaton JG et al eds. Am Soc Testing Mat, 1980

Verscheuren, K, Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 2nd ed NY, NY Van Nostrand Reinhold Co pp. 441-2, 1983

Verschueren, K, Handbook of Environ Data on Organic Chemicals. 3rd ed NY,NY Van Nostrand Reinhold pp. 411-5, 749, 1996

Verschueren, K, Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 2nd ed Van Nostrand Reinhold NY, 1983

Verschueren, K, Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 3rd ed NY, NY Von Nostrand Reinhold, 1996

Verschueren, K, Handbook of Environmental Data on Organic Compounds 2nd. NY VanNostrand Reinhold, 1988

Verschueren, K. Handbook of Environmental Data of Organic Chemicals. 2nd ed. New York, NY Van Nostrand Reinhold Co., 1983

Verschueren, K. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 3rd ed. New York, NY Van Nostrand Reinhold Co., 1996

Vetter, W. N. Pineiro Costas, R. Bartha, A. Gago Martinez, B. Lukas, Liquid chromatographic profiles of individual compounds of technical toxaphene. J. Chromatogr. A, 886, 123-131, 2000

Vieth, GD et al, J Fish Res Board Can 36, 1040-8, 1979

Vincent B.F. : Summary of the risk characterization papers. Regul. Toxicol. Pharm., 26, 69, 1997.

Vind, HP et al, Biodeterioration of Navy Insecticides in the Ocean NTIS AD-77310, 1973

Vogelsang, J et al, Z Lebensm Unters Forsch 182, 471-4, 1986

Vogtmann, H et al, pp. 357-78 in Proc 2nd Internl Symp Bet Degan, Isreal, 1983

Vollner, L et al, Environ Fate Xenobiot IAEA-SM-343/22 pp. 187-203, 1997

Vonopen, B et al, Chemosphere 22, 285-304, 1991

Wade, MJ, Diss Abst Int 40 4704, 1979

Walker, A et al, Pestic Sci 17 183-93, 1986

Walker, A, Pestic Sci 21 219-31, 1987

Walker, A, Rev Weed Sci 3 1-17, 1987

Walker, A, Welch SJ, Enhanced Biodegradation of Pesticides in the Environment ACS Symp Ser pp. 53-67, 1990

Walker, WW et al, Chemosphere 17 2255-70, 1988

Walker, WW, Insecticide Persistence In Natural Seawater as Affected by Salinity, Temperature and Sterility p 25 USEPA-600/3-78-044, 1978

Walker, WW, J Environ Qual 5 210-6, 1976

Walker, WW, Stojanovic BJ, J Environ Qual 2 229-32, 1973

Wams, TJ, Sci Total Environ 66, 1-16, 1987

Wan, H, Bull Environ Contam Toxicol 45 459-62, 1990

Wang, EX et al, Environ Sci Technol 29, 735-9, 1995

Wang, GM, Teratog Carcinog Mutagen 8 117-26, 1988

Wang, J et al, Chemosphere 31, 4051-56, 1995

Wang, JS, Bull Environ Contam Toxicol 60, 104-11, 1998

Wang, MJ, Jones KC, Environ Sci Technol 28, 1843-52, 1994

Wang, X, Grady CPL, Wat Environ Res 67, 863-71, 1995

Ward, CT, Matsumura F, Arch Environ Contam Toxicol 7, 349-57, 1978

Ware, GW et al, Arch Environ Contam Toxicol 1 48-59, 1973

Ware, GW et al, Arch Environ Contam Toxicol 2 117-29, 1974

Ware, GW et al, Arch Environ Contam Toxicol 3 789-806, 1975

Watanabe, I, Jap Agricultural Research Quarterly 7 15-8, 1973

Wauchope, RD et al, Res Environ Contam Toxicol 123 1-36, 1991

Wauchope, RD et al, Rev Environ Contam Toxic 123 1-36, 1991

Wauchope, RD et al, Rev Environ Contam Toxicol 123 1-155, 1991

Wauchope, RD et al, Rev Environ Contam Toxicol 123 1-155, 1992

Wauchope, RD et al, Rev Environ Contam Toxicol 123 1-36, 1991

Wauchope, RD, Haque R, Bull Environ Contam Toxicol 9 257-60, 1973

Weant, GE and McCormick GS, Nonindustrial Sources of Potential Toxic Substances and Their Applicability to Source Apportionment Methods. USEPA-450/4-84-003 NTIS PB 84-231232 p.36, 86, 1984

Weber, JB, Appl Plant Sci 5 29-41, 1991

Weber, JB, in Soil Facts Protecting Groundwater in North Carolina - A Pesticide and Soil Ranking System. North Carolina Cooperative Extension Service, NC State Univer, College of Agric and Life Sci, 1994

Weed, Science Society of America, Herbicide Handbook 5th ed Champaign, IL, 1983

Weed, Science Society of America. Herbicide Handbook. 4th ed. Champaign, IL Weed Science Society of America, 1979

Weed, Science Society of America. Herbicide Handbook. 5th ed. Champaign, Illinois Weed Science Society of America, 1983

Weiss, UM et al, J Agric Food Chem 30, 1191-4, 1982

Weissenfels, WD et al, Appl Microbiol Biotechnol 36, 689-96, 1992

Weitman, SD et al, Toxicol Appl Pharmacol 71, 2 215-24, 1983

Wellis, DE, Cowan AA, Environ Pollut Ser A Ecol Biol 29, 4 249, 1982

Wershaw, RL et al, Environ Sci Tech 3 271-3, 1969

Weschler, CJ and Shields HC, in Proc - APCA 79th Annual Meeting Vol 4, 86-52.2, 1986

Whang, JM et al, J Environ Qual 22 173-80, 1993

WHO, Environ Health Criteria 131, Diethylhexyl Phthalate p.56, 1992

WHO, Environ Health Criteria 2,4-Dichlrophenoxyacetic Acid, 2,4-D p.12, 25, 99, 1984

WHO, Environ Health Criteria 29 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid, 2,4-D p.32, 1984

WHO, Environ Health Criteria Chlordecone p.19, Date

WHO, Environ Health Criteria DDT and its Derivatives p.81, 1979

WHO, Environ Health Criteria Endosulfan p.45, 1975

WHO, Environ Health Criteria Endosulfan p.9, 17, 1984

WHO, Environ Health Criteria, Mercury p.49, 55, 1976

WHO, Environmental Health Criteria 134, Cadmium p. 18, 48, 87, 1992

WHO, Environmental Health Criteria 94 Permethrin p.27, 1990a

WHO, Environmental Health Criteria 94 Permethrin p.38, 1990b

WHO, Environmental Health Criteria 94 Permethrin p.41, 1990c

WHO, Environmental Health Criteria 94 Permethrin p.42, 1990d

WHO, Environmental Health Criteria 95 Fenvalerate p.17, 1990

WHO, Mercury - Environmental Aspects - Geneva. NY, NY, World Health Organization. WHO Publications Center U.S.A. pp. 115, 1989

WHO, Methyl Mercury - Environmental Health Criteria 101. Geneva NY, NY,

World Health Organization. WHO Publications Center pp. 144, 1990

Widmer, SK et al, J Environ Sci Health 28 19-28, 1993

Wild, SR and Jones KC, Environ Toxicol Chem 12, 5-12, 1993

Wild, SR et al, Contaminated Soil, Arendt F et al, eds, 1990

Willhite, C. C., Weight-of-evidence versus strength-of-evidence in toxicologic hazard identification: Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP). Toxicology, 160, 219-226, 2001

Williams, DT et al, J Assoc Off Anal Chem 71 410-4,1988

Williams, MD et al, Environ Toxciol Chem 14, 1477-86, 1995

Williams, RT et al, Installation Restoration Program Environmental Technology Development. Biodegradation of DIMP, Dieldrin, Isodrin, DBCP, and PCPMSO in Rocky Mountain Arsenal Soils. Wesford, RF, West Chester, PA. Contract Daak11-85-D-007. NTIS/AD-A245852/9, 1989

Wilson, DM, Oloffs PC, Can J Soil Sci 53 465, 1973

Wilson, JT et al, J Environ Qual 10 501-6, 1981

Windholz, M ed, The Merck Index 10th ed. Merck Co. Rahway, NJ p. 613, 1983

Winter, CK, Rev Environ Contam Toxicol 127 23-67, 1992

Winterline, W et al, Arch Environ Contam Toxicol 18 734-47, 1989

Wnuk, M et al, Pesticides in water supplies using surface water sources. Des Moines, IA Iowa Dept of Nat Resources NTIS PB88-136916, 1988

Wofford, HW et al, Ecotox Environ Safety 5, 202-10, 1981

Wolfe HR, pp. 137-63 in Air Pollut Pest Agric Processes. Lee RI Jr, ed. Cleveland, OH CRC Press, 1976

Wolfe, HR et al, Bull Environ Contam Toxicol 10 1-9, 1973

Wolfe, HR, Air Pollut Pest & Agric Processes Lee RIJr, Ed CRC Press pp. 137-63, 1976

Wolfe, HR, Arch Environ Health 25 29-31, 1972

Wolfe, HR, et al, Arch Environ Health 14 622, 1967

Wolfe, HR, pp 137-63 in Air Pollution from Pesticide and Agricultrual Processes. Lee RI, ed Cleveland, OH CRC Press, 1976

Wolfe, NL et al, Chem Photochem Transformation of Selected Pest in Aquatic Systems USEPA 600/3-76-067, 1976

Wolfe, NL et al, Chemosphere 9, 393-402, 1980

Wolfe, NL et al, Environ Sci Tech 11 1077, 1977

Wolfe, NL et al, Environ Sci Technol 14, 1143-4, 1980

Wolfe, NL et al, Water Res 12 565-71, 1978

Wolfe, NL, Environ Sci Technol 11 88-93, 1977

Wolff, MS, Environ Health Persp 60, 133-8, 1985

Wong, AS and Crosby DG, J Agric Food Chem 29, 125-30, 1981

Woodrow, JE et al, Res Rev 85 111-25, 1983

World, Health Organization, Environmental Health Criteria 134. Cadmium. Geneva, Switzerland, 1992

Worthing, CR, The Pesticide Manual. 8th ed. The Lavenham Press Ltd., Lavenham, Suffolk p. 5-6, 1987

Worthing, CR, Walker SB, The Pest Manual Seventh Ed Croydon, Eng The British Crop Protection Council, 1983

Wright, CG et al, Bull Environ Contam Toxicol 5621-28, 1996

WSSA, pp. 183-5 in Herbicide Handbook 6th ed. Weed Science Society of America, 1989

Yalkowsky, SH and Dannenfelser RM, Aquasol Database of Aqueous Solubility. Version 5. College of Pharmacy, Univ Arizona-Tucson, AZ. PC Version, 1992

Yamada, T, Decomposition Of Toxic And Nontoxic Organic Compounds in Soil Overcash,MR ed Ann Arbor, MI Ann Arbor Sci Publ, pp. 137-49, 1981

Yasin, M., P. J. Baugh, G. A. Bonwick, D. H. Davies, P. Hancock, M. Leinoudi, Analytical method development for the determination of synthetic pyrethroid insecticides in soil by gas chromatography-mass spectrometry operated in negative-ion chemical-ionization mode. J. Chromatogr. A, 754, 235-243, 1996

Yaws, CL, Handbook of Vapor Pressure Vol 2 C5-C7 Compounds. Houston,TX, Gulf Publ Co, 1994

Yeary, RA, Leonard JA, ACS Symp Ser 522, Pesticides in Urban Environments 275-81, 1993

Yeats, PA and Bewers JM, pp. 19-34 in Cadmium in the Aquatic Environment. Nriagu JO, Sprague JB, eds. NY,NY, Wiley, 1987

Yeboah, PO, Kilgore WW, Bull Environ Contam Toxicol 32 629, 1984, 2Williams DT et al, Am Indust Hyg Assoc J 43, 3 190-5, 1982

Yess, NJ et al, J Assoc Anal Chem 74 273-80, 1991

Yin, C, Hassett JP, Environ Sci Technol 20 1213-7, 1986

Yokley, RA et al, Environ Sci Technol 20, 86-90, 1986

Young, AL, ACS Symp Ser 259, Treat Disposal Pestic Wastes 161-79, 1984

Yu, C-C et al, J Agric Food Chem 23 877-79, 1975

Zaroogian, GE et al, Environ Toxicol Chem 4 3-12, 1985

Zbozinek, JV, Res Rev 92 113-56, 1984

Zepp, RC, Cline DM, Environ Sci Tech 11 359-66, 1977

Zepp, RG et al, Arch Environ Contam Toxicol 6, 2-3 305-14, 1977

Zepp, RG et al, J Agric Food Chem 24 727, 1976

Zepp, RG, Cline DM, Environ Sci Technol 11 359-66, 1977

Zepp, RG, pp. 69-110 in Dynamics Exposure and Hazard Assessment of Toxic Chemicals. Haque R, eds Ann Arbor,MI, Ann Arbor Sci, 1980

Zepp, RG, Schlotzhauer PF, Environ Sci Technol 17 462-8, 1983

Zhang, S et al, Huanjing Kexue 3 1-3, 1982

Zhang, Z et al, Brit J Industr Med 48 82-6, 1991

Zi-wei Yao, Gui-bin Jiang, Jie-min Liu, Wei Cheng, Application of solid-phase microextration for the determination of organophophorous pesticides in aqueous samples by gas chromatography with flame photometric detector. Talanta, 55, 807-814, 2001

Zimdahl, R, Gwynn SM, Weed Sci 25 247-51, 1977

Zimdane, RL and Hassett JJ, pp. 93-8 in Lead in the Environment. Boggess WR ed National Science Foundation NSF/RA-770214, 1977

Ziogou, K et al, Water Res 23, 743-48, 1990

Zoeteman, BCJ et al, Sci Total Environ 21, 187-202, 1981

Zoeteman, et al, Chemosphere 9, 231-49, 1980

Zurmuehl, T et al, J Contam Hydrol 8, 111-33, 1991

Zweig, G et al, J Agric Food Chem 31 1109-13, 1983

Zweig, G et al, J Environ Sci Health B20 27-59, 1985

김영국 외, 시중 유통 과채류 중의 잔류농약에 관한 연구, 한국식품과학회지, 2000, 제32권, 763-771

김종훈, 생체시료 중 Octylphenol, Nonylphenol, Bis(2-ethylhexyl)phthalate의 동시 정량. Analytical Science & Technology, 14(2), 95-102, 2001

내분비계장애물질의 측정분석방법, 국립환경연구원, 1999

내분비교란화학물질(67물질)데이터집, 동경도립위생연구소 생활과학유육위생연구과, 1998

명승운, 장윤정, 민혜기, 김명수, 수질 및 저질중의 프탈산 에스테르와 아디피산 분석. Analytical Science & Technology, 13(5), 616-623, 2000

방극진, 환경오염 유해환경화학물질 편람, 성안당, 1995

식품의약품안전청, 일본 내분비계 장애화학물질 연구발표회 번역집, 1999

外因性內分泌攪亂化學物質調査暫定マニュアル, 일본 환경청, 1998. 10

이두호 외, 삼천포화력발전소 주변해역 표층퇴적물중의 중금속원소함량 분포연구, 환경영향평가, 2000, 제9권, 1-11.

정기호, 어류 및 양서류의 내분비계 장애물질 분석, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).

진현국 외, 해양오염측정망 및 연안 유해오염물질 동태 연구, 국립수산진흥원 사업보고서, 국립수산진흥원, 2000, 331-347.

최경희, 내분비계 장애물질 환경잔류 실태조사, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).

최희구 외, 연안역에서의 오염물질 거동 연구, 국립수산진흥원 사업보고서, 국립수산진흥원, 2000, 324-330.

홍종기 (기초과학지원연구소), 위탁과제 1, 99 내분비계 장애물질 조사연구발표회, 국립환경연구원, 2000 (http://kcic.nier.go.kr/edindex.html).