

# 잔류성유기오염물질 (POPs)



최경희  
국립환경연구원 환경위해성연구과 연구관

## 1. 머리글

급속한 산업발달과 더불어 화학물질의 사용량이 점차 증가하고 있다. 화학물질은 생산, 사용, 폐기과정을 통해 여러 형태로 환경에 노출되면서 사람의 건강이나 환경생태계에 예기치 못한 영향을 미치고 있다. 이와같은 화학물질 중 광화학적, 생물학적 및 화학적분해가 이루어지지 않고 환경내에 오랫동안 잔류하다가 환경에 배출되면 인체 및 환경에 위해를 끼치는 화학물질을 잔류성유기오염물질(persistent organic pollutants, POPs)이라 하는데, 이 물질은 지용성이므로 생체조직에 축적되는 성질이 있다. 특히 생태계의 먹이사슬을 통해서 생체내에 높은 농도로까지 축적될 수 있다. 또한 환경중에서 담수나 해수를 통해 낮은 농도로 이동하고 또 반휘발성(semivolatile)이라 침전되기 전에 대기중에서 멀리 운반되어 전세계적으로 확산된다. 이같은 비이상적인 지속성과 반휘발성 때문에 기상이나 대기입자에 흡수되어 한 번도 사용된 적이 없는 지역에서도 PCBs 같은 화학물질이 존재하게 된다. 현재 UNEP에서 ①대기나 해류에 의한 장거리이동성이 있고 ②잔류성이 크고 ③생물축적이 될 뿐만아니라 ④독성이 커서 잔류성유기오염물질로 지정하고 있는 물질은 알드린(aldrin), 클로르단(chlordane), 디디티(DDT), 디엘드린

(dieldrine), 다이옥신(dioxins), 엔드린(endrin), 퓨란(furans), 헵타클로르(heptachlor), 톡사펜(toxaphene), 헥사클로르벤젠(hexachlorobenzene), 미렉스(mirex), 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs) 등 12개물질이다.

UNEP 등 국제기구에서는 이들 물질을 시작으로 POPs에 대한 관리의 필요성을 적극 제기하고 환경모니터링, 위해성평가, 제조 및 사용금지 등에 관한 사항을 국제협약을 통해서 적극 규제하려 하고 있다.

따라서 국내에 사용되고 있는 화학물질의 종류, 유통량 등 그 실태를 파악하여 사람의 건강과 환경에 잠재적으로 위해를 미칠 가능성이 높은 물질은 유해성평가를 실시하고 유해성정보를 확보, 관리하므로써 환경오염사고를 미연에 방지하는 것이 필요하다.

POPs는 환경중에서 광화학적·생물학적 및 화학적 분해가 되지 않고 먹이사슬을 통해 동식물체내에 축적, 피해 발생 우려가 있으며 최근에는 생체호르몬에 악영향을 미치고 있다는 사례가 발표되고 있는 가운데 POPs에 대한 특성, 국제동향 및 국내현황 등을 살펴봄으로써 POPs 관리대책 수립에 도움이 되고자 한다.

## 2. POPs의 특성

잔류성유기오염물질은 매년 사람의 활동에 의해 환경중으로 방출되는 오염물질 가운데 가장 위해한 물질로 사망, 질병 및 출생결함을 일으키는 독성이 강한 물질이다. 또 잔류성유기오염물질은 암, 알레르기 및 초민감성, 중추 및 말초신경계의 손상, 생식장애, 면역체계 파괴 등의 특이적 영향을 일으킬 수도 있다. POPs중 몇 가지 물질은 호르몬체계의 교란을 가져오는 내분비계장애물질(endocrine disruptor)에 노출된 당사자 뿐만아니라 자손에게 까지 생식 및 면역체계에 손상을 줄 수 있다. 또한 POPs는 환경중 매우 안정하여 분해하는데 몇 년 또는 몇 십년이 소요되고 'grasshopper effect'라 불리는 과정을 통해 전세계를 순환하며 일단 한 지역에 방출되면 증발, 침전, 증발, 침전의

과정을 반복하면서 대기를 통해 근원지에서 부터 멀리까지 이동된다. POPs는 생체축적이라 불리는 또 하나의 과정을 통해 생물체에 농축된다. 물에 용해되지 않더라도 POPs는 지방조직에 흡수되어 그 농도가 바탕수준 보다 70,000배 까지 확대되며 어류, 육식성조류, 포유류, 사람 순으로, 즉 먹이사슬의 상위에 있을수록 높은 농도로 흡수된다. 어류 및 조류 등이 이동될 때 POPs도 함께 이동을 하는 것이다. 'grasshopper effect' 와 '생물농축' 이라는 두 과정의 결과로써 POPs는 주요 POPs오염원에서 수천킬로미터 떨어진 북극에 있는 사람과 동물에게서 발견될 수 있는 것이다. POPs는 농약으로 사용되고 산업체에 의해 소비되거나 여러 산업공정에서 부산물로서도 발생된다. POPs의 특성 및 주요관련 현안사항은 표1과 같다.

### 3. 국제동향

아젠다 21의 제19장에 의거 유해화학물질의 안전관리를 위하여 잔류성유기오염물질의 환경매체별 잔류실태를

조사·평가함으로써 위해의 감소방안을 강구하고자 하는 노력이 OECD 및 IOMC(Inter-Organization for the Sound Management of Chemicals)를 중심으로 이루어지고 있고, UNEP 등 국제기구에서도 잔류성유해화학물질 관리의 필요성을 적극 제기하고 잔류성 유해화학물질 관련 규정 (Decision 18/32)을 채택하여 배출근절 또는 저감을 위한 국제활동의 필요성을 인식하여 추가 환경잔류성 오염물질 목록을 작성중이다.

선진국에서는 환경중 유해화학물질의 잔류도 검사 뿐만 아니라 위해성연구, 예측모델개발 등 다단계연구자료를 산출하여 유해화학물질 관리의 효율성과 정책작성의 기초자료로 활용하고 있다.

일본의 경우 화학물질관리법(1973 제정, 1986 개정)에 의해 '화학물질 환경오염 장기 모니터링계획(1974년)'을 수립하고 79년 부터 유해화학물질의 환경모니터링을 수행하여 1단계(1979-1988년) 및 2단계(1988-1997년)사업을 통해 어류, 수질, 퇴적물 및 대기중의 732종 화학물질에 대한 조사를 수행하였으며 장기모니터링 결과를 통해 제1특정화학물질, 제2특정화학물질, 지정화학물질 및 감시

표1. POPs의 특성 및 환경 관련 주요 현안

특 성	주 요 현 안
<b>물리화학적 성질에 기인한 특성</b> -잔류성 -장거리 이동성 -생물농축성 및 생물확대성	-일단 환경중으로 배출되면 서서히 분해되기 때문에 지속적인 배출을 초래하고 지구생태계에 축적됨
<b>생성 및 배출원</b> -대부분 인류활동에 기인하여 발생 -제조과정, 다양한 산업공정, 생산품, 폐기물처리과정 및 에너지 소비 과정 -POPs를 함유한 농약(살충제, 제초제 등)의 살포과정 -연소 및 폐기물소각과정 등에 의해 생성됨	-인류활동에 기인하여 발생되기 때문에 이론적으로는 관리가 가능함 -위해성이 적고 경제적인 대체물질을 찾는 것이 중요한 당면과제이나 위해성평가 작업 및 우선 순위 책정과정을 필요로 하는 어려운 과제임 -생산, 사용 및 폐기과정에서의 경제, 사회, 정치적인 관리수단이 필요함
<b>거동</b> -물과 대기를 통한 이동 및 건식, 습식 침착 등에 의해 장·단거리 이동을 함	-지역적, 국가적 및 국제적인 즉 전지구적인 문제해결 접근방식이 필요함
<b>생물학적인 영향</b> -특정 POPs에의 노출은 환경 및 인간건강에 급만성적으로 유해한 영향을 미침	
<b>POPs관련 사회·경제적 요인들</b> -사회, 경제적인 요인들은 각 개인, 업체 및 국가차원에서 적용가능한 관리수단의 선택에 중요한 영향을 미침 -POPs의 생성, 사용 및 폐기는 사회, 경제 상호작용의 복합적인 과정에 의하므로 사회의 모든 구성원이 책임져야 할 사항임.	-일단 환경중으로 배출되면 완전히 제거하기 힘들며 비용이 많이 들기 때문에 생성, 사용 및 폐기과정에서 통제하는 것이 바람직함 -POPs의 잔류성 및 위해성으로 인한 문제들은 장기적인 해결방안을 수립하는 것으로 부터 출발해야 함 -특히 개발도상국에서는 사회, 경제적으로 적용가능한 최선의 해결책을 수립, 이행하여야 함

대상화학물질의 해당여부 결정 및 유해화학물질관리정책에 반영하고 있다.

국제적으로는 UNEP주관으로 여러 차례의 POPs인식 제고를 위한 지역 워크샵이 개최되었고 이를 기초로 다자간 POPs협약제정을 위한 제1차 정부간회의(1998.6.29-7.3, 캐나다 몬트리올)와 제2차정부간회의(1999.1.25-1.29, 케냐 나이로비)가 개최되었다. 이 회의에서 POPs의 배출저감 또는 규제조치를 위해 당사국의무로서의 금지 및 단계적 제한에는 대체로 합의하였으나 수출·입 규제 포함 여부와 선·개도국간 규제 일정 차별화 등에 대해서는 합의에 이르지 못하였다. 다이옥신과 같은 부산물의 배출저감을 위해 배출목록의 작성 필요성, 최적가용기술(Best Available Technology :BAT)의 사용권고 등에는 의견 접근이 있었으나 기준년도에 따른 연간 배출총량 억제에는 기술상의 어려움과 기술자문 필요성 등이 언급되어 추후 논의토록 하였다. 또한 국별이행계획 작성 및 보고서 제출에 대해 각 당사국이 사무국에 협약이행계획을 제출하는 것에는 의견의 일치가 있었으나 이를 위한 국제적 협력 및 기술지원의 필요성이 강하게 제기되었고 또 당사국이 제출한 국가계획 및 경과보고서는 정보교환과 연계하여 개도국의 능력향상을 위하여 공개되어야함이 강조되었다.

최근 UNEP는 POPs 규제 협약을 위한 준비의 일환으로 각국에서 POPs의 위해저감을 위해 진행중인 연구, 위해성 평가 및 모니터링, 대체물질 개발 및 법적 규제조치에 관한 활동현황을 조사, 이를 목록화할 예정이다. 또한 POPs의 배출저감을 위하여 국가계획 작성, 입법 추진, 목록작성시 우선적으로 기술지원이 필요한 분야에 대해 조사중이며 조사결과를 바탕으로 제3차 POPs INC회의(INC-3)가 99년 9월 스위스 제네바에서, 추가 POPs 선정 기준과 절차를 논의하기 위한 제2차 전문가그룹회의(CEG-2)가 99년 6월 14일-6월 19일 오스트리아 비엔나에서 개최될 예정이다.

#### 4. POPs관리에 관한 국내 현황

국내 화학물질은 용도별로 크게 농약은 농약관리법, 부산물은 폐기물관리법, 산업용화학물질은 유해화학물질관리법에 의하여 관리되고 있고 현재 POPs물질로 지정된 12개 물질에 대한 규제현황은 표2와 같다.

농약관리법에서는 강한 잔류성을 이유로 1970년대에 사용을 전면 금지시켰으며 대부분 유기인계 및 카바메이

표2. 법적규제 조치현황

물 질 명	사 용 분 야	규 제 조 치
Aldrin	공업용첨가제	취급제한(91)
	살충제	금지(69)
Endrin	공업용첨가제	취급제한(91)
	살충제	금지(69)
Dieldrin	공업용첨가제	취급제한(91)
	살충제	금지(70)
Chlordane	공업용첨가제	취급제한(91)
	살충제	금지(69)
Heptachlor	공업용첨가제	취급제한(91)
	살충제	금지(유제:70, 분제:79)
DDT	살충제	금지(액제:69, 기타:71)
Toxaphene	살충제	금지(82)
PCB	전기절연유, 각종첨가제등	금지(96)
Mirex	살충제	신규물질
Hexachlorobenzene	살균제/부산물	신규물질
Dioxins	부산물	배출제한(97)
Furans	부산물	배출제한(97)

트계 살충제로 대체되었다. 또한 농작물에 대해 잔류허용 기준을 설정하여 관리·규제하고 있다.

폐기물관리법에서는 1일 50톤 이상의 생활폐기물소각 시설에 대하여 배출가스중 신설시설의 다이옥신 배출기준을 0.1ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>으로, 기존시설에 대한 배출기준은 2003년 6월 30일까지는 0.5ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>으로 되어 있으나 2003년 7월 1일부터는 0.1ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>으로 설정하여 규제할 예정이다.

폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)의 경우는 수질환경보전법, 토양환경보전법 및 대기환경보전법에서 특정유해물질로 지정하고 있고 배출허용기준, 토양오염우려기준 및 토양오염대책기준 등을 설정하여 규제·관리하고 있다.

수질환경보전법에서는 PCB를 특정수질유해물질로 지정하여 전국의 하천과 호소에 대한 측정을 실시토록 하고 있으며 미량이라도 검출시 대책을 수립토록 하고 있다. 측정주기는 상수원수 등 각종 공급원이 되는 하천이나 호소에 대하여 연4회, 기타 하천이나 호소에 대하여 중앙정부 및 지방자치단체가 연1회 실시토록 되어 있다.

토양환경보전법에서는 PCB를 토양오염물질로 지정, 토양오염대책기준을 설정, 관리하고 있으며 전국적으로 3000개(97년 현재)의 토양측정망을 통하여 측정하고 있는데 30mg/kg초과시 토지사용제한 등 대책을 수립해야 한다. 측정주기는 연1회 중앙정부 및 지방자치단체가 실시한다.

폐기물관리법에서 PCB가 50ppm이상 함유된 폐기물은 지정폐기물로 정하여 보관, 운반, 폐기방법 등에 관해 규정하고 있고, 매립장의 침출수내 PCBs배출허용기준을 설정 관리하고 있다. 환경부가 실시하는 수계, 토양 등의 여러 환경매체에 대한 측정 이외에 보건복지부, 농림부, 해양수산부 등 관련 부처에서 농산물과 수산물에 대한 POPs 잔류량 조사를 실시하고 있다.

## 5. POPs 효율적 관리를 위한 향후 방향

기존 12개 POPs에 대하여는 이미 국내조치가 되어 있는 만큼 추가 POPs를 선정하기 위한 선정기준전문가그룹

(CEG)회의에서 다룰 추가 POPs 선정기준과 절차에 대해 각별한 관심을 가져야 할 것으로 보이며 향후 추가 가능성이 있는 화학물질에 대한 검토 및 환경중 오염실태 조사 준비가 필요하다.

이를 위해 환경부, 보건복지부, 농림부, 해양수산부 등 관련 부처를 중심으로 학계, 연구기관 등이 참여한 수계, 토양 등의 여러 환경매체, 농산물과 수산물에 대한 종합적이고 체계적인 POPs 잔류 실태조사가 필요하고 POPs의 잔류성, 생체축적성, 장기이동성을 고려할 때 전국의 오염우려 지역을 중심으로 정밀한 조사와 계속적인 모니터링이 필요하다.

또한 POPs관련 각 기관별로 진행되는 연구 결과 자료를 공유, 활용할 수 있는 정보교환체계 확립도 필요하다. 이를 위해 국립환경연구원 화학물질정보센터에서 추진중인 분석 측정 데이터베이스 구축이 많은 도움이 되리라 생각된다.

POP의 국제동향에서 살펴 보았듯이 POPs규제문제가 국제적인 현안이 되고 있다. 이는 2000년까지 법적구속력을 가진 협약이 채택될 것을 감안, 기존 12개 뿐만 아니라 추가된 POPs의 위해성 평가, 안전관리, 규제를 위한 제도적·법적장치와 함께 관련 부처의 효율적인 대처 방안이 마련되어야 한다. 더불어 국내 POPs관리 총괄부서와 위해성 평가기관을 중심으로 종합적이며 체계적인 국내 입장 정립과 정책의 추진이 필요하다.

POP의 협약은 특정화학물질의 전면사용금지, 배출량의 의무적 감축 등 산업계에 미치는 영향이 큼을 감안, 대체물질, 청정생산기술 개발 등을 통하여 POP의 협약이 산업체에 미치는 악영향을 미연에 방지할 필요가 있다.

UNEP에서 2000년까지 법적구속력을 가진 POPs 국제협약 채택 추진중인 회의결과를 감안할 때, 국내적으로도 POPs의 위해성 능력 평가 배양, 잔류실태 조사, 생산·수입·사용규제 등 적절한 사전종합대책수립이 필요하며 특히 관련 산업계에 POPs 규제내용을 적극 홍보하여 추가로 선정될 가능성이 있는 POPs에 대한 인식제고, 대체물질 개발 등에 대한 노력유도가 필요할 것으로 사료된다. ◀