

# 잔류성 유기오염물질(POPs)의 관리현황과 대응방향(마지막회)

## - 부산물을 중심으로 -

박정규, 이희선  
한국환경정책·평가연구원

### 목 차

I. 서론	1.3 국내 관리상의 문제점
1. 연구의 목적	2. HCB
2. 연구의 내용 및 방법	2.1 배출원 및 배출현황
	2.2 오염현황
	2.3 국내 관리상의 문제점
II. POPs 부산물 관리의 필요성	V. POPs 부산물의 효율적 관리방안
1. POPs 부산물의 정의	1. 배출원 및 배출량 조사
2. 국제적인 규제강화	2. 오염현황 및 위해성 확인사업 실시
3. 발생원 대체방법의 부재	3. 규제기준 선정
4. 기존 관리정책의 미흡	3.1 환경매체별 허용기준
5. 심각한 물질독성 및 환경위해	3.2 주요 배출원별 배출기준
5.1 다이옥신/퓨란	4. 최적가용기술 개발 및 적용
5.2 HCB	4.1 다이옥신/퓨란의 저감방안
III. 선진국의 POPs 부산물 관리동향	4.2 HCB의 저감방안
1. 다이옥신과 퓨란	5. POPs 부산물의 통합관리를 위한 특별법 제정
1.1 국가별 배출원	
1.2 국가별 오염현황	VI. 결론
1.3 국가별 규제현황	VII. 참고 문헌
2. HCB	부록 I. 약어정리
2.1 국가별 배출원	부록 II. 각국의 HCB 규제기준
2.2 국가별 오염현황	부록 III. 소각시설에서의 다이옥신/퓨란 저감기술
2.3 국가별 규제현황	
IV. POPs 부산물의 국내 배출현황과 문제점	
1. 다이옥신과 퓨란	
1.1 배출원 및 배출현황	
1.2 오염현황	

#### 4. 최적가용기술 개발 및 적용

부산물의 효율적인 규제는 신속한 배출원의 감소와 함께 주요 배출원별 최적가용기술(Best Available Technique, BAT<sup>64</sup>)을 개발·적용함으로써 가능하다. BAT란 다이옥신, 퓨란, HCB, PCBs 등 부산물의 배출 또는 환경에 미치는 영향을 저감하거나 방지하기 위해 적용하는 기술 중 가장 효과적이며 가장 최신단계의 기술을 의미한다<sup>65</sup>. 이때 BAT의 개념은 어떠한 특정 기술에 대해 규정하는 것이 아니라, 설치와 관련된 기술적 특성, 지리적 위치, 지역적 환경조건 등을 모두 포함한 개념이다.

UNEP는 협약체결 후 당사국간 회의를 통해 POPs 물질에 대한 최적가용기술에 대한 지침을 마련할 예정이며, 현재는 다음의 요인을 고려하여 BAT를 결정하도록 권고하고 있다.

- ① 관리하고자 하는 배출의 특성, 효과 및 배출량: 이는 BAT가 배출원의 크기에 따라 좌우되기 때문임
- ② 신규배출원 또는 기존배출원의 설치시기
- ③ BAT를 도입하는데 요구되는 기간
- ④ 부산물이 발생하는 산업공정에 사용되는 원료물질의 특성, 사용량 및 에너지 효율
- ⑤ 배출되는 물질이 환경에 미치는 위해성 및 전체 영향을 저감 또는 방지해야만 하는 필요성
- ⑥ 사고를 방지 또는 사고가 환경에 미치는 영향을 저감하는지의 여부
- ⑦ 작업장에서 근로자의 건강과 안전을 보호하는지를 확인
- ⑧ 산업공정에서 BAT의 성공적 적용을 위한 방법, 설비, 공정 등

⑨ 과학적 지식과 이해를 근거로 한 기술적인 최신성 여부  
만약 BAT로도 배출원에서 배출되는 POPs 물질을 제거하기 어려울 경우 UNEP는 다음의 저감방안을 적용하도록 권고하고 있다.

- ① 가스도관을 청소하는 개선된 방법을 이용 ; 열적 산화, 용매를 이용한 산화, 분진침강 또는 분진흡수 등을 적용
- ② 잔류물, 폐수, 폐기물, 슬러지 등을 환경에 무해하게 처리 ; 열적, 화학적 또는 불활성처리 방법을 적용
- ③ 배출을 저감시킬 수 있게 공정을 변화 ; 공정을 폐쇄시스템으로 변환
- ④ 부산물의 형성을 방지하고 소각효율을 개선하기 위한 공정변화 ; 소각온도나 잔류시간 등을 효율적으로 관리

현재 국내에서는 부산물 중 다이옥신/퓨란의 소각시설에서의 저감방안은 비교적 많이 연구되어 있으나 다른 배출원에서의 저감방안은 거의 알려져 있지 않다. 따라서 각 배출원별 BAT 및 저감방안 개발을 서둘러야 할 것이다. 또한 각 배출원별 규제기준은 이와 같이 적용가능한 BAT를 충분히 고려한 후 결정되어야 할 것이다.

최근 외국에서 개발·적용되고 있는 부산물의 BAT 정보를 수집하는데는 한계가 있어<sup>66</sup> 구체적인 방안은 제시하지 못하고, 단지 선진국에서 적용하고 있는 주요 배출원별 저감방안 또는 BAT를 다음과 같이 소개하고자 한다. 향후 국내에서 이에 대한 구체적인 연구가 반드시 수행되어야 할 것이다.

#### 4.1 다이옥신/퓨란의 저감방안

64) 미국은 MACT(Maximum Achievable Control Technology)라는 용어를 사용함

65) UNEP POPs 협약안에서 정의한 BAT는 "the most effective and advanced stage in the development of activities and their methods of operation which indicate the practical suitability of particular techniques providing in principle the basis for release limitations designed to prevent and, where that is not practical, generally to reduce releases of chemicals listed in Part I of Annex C and their impact on the environment as a whole"임

66) 본 연구와 관련된 자료수집은 주로 인터넷과 연구논문들을 중심으로 이루어 졌는데, 각 회사는 공정별 BAT의 외부 누출을 지극히 꺼려 관련자료 수집에 많은 어려움이 있음

다음은 미국 EPA에서 각 배출원에서의 다이옥신/퓨란 배출을 저감하기 위해 수행하는 저감방안들이다.

첫째, 의료폐기물의 소각시 발생하는 다이옥신을 저감하기 위해 autoclave를 사용한다.

둘째, 도시폐기물 소각시 소각시설을 intensive recycling system으로 대체한다.

셋째, 펄프/제지공정에서 표백제로 과산화수소나 오존을 사용하는 TCF(totally chlorine-free) 공정을 도입한다.

넷째, 시멘트 킬른에서 연료를 재래식 연료인 석탄으로 대체한다.

이중 소각시설에서의 다이옥신/퓨란 저감방안은 국내에서 많이 연구가 되어 있으며, 이는 부록 III에서와 같이 소각 전, 소각 중, 소각 후인 3단계로 나누어 각 단계별 저감방안을 정리하였다.

우선 첫째, 소각 전에 적용가능한 저감방안은 투입되는 폐기물 성상, 폐기물의 사전분리방법, 폐기물의 균질화 여부에 따라 다이옥신/퓨란의 발생량이 달라지므로 이에 대한 방안을 제시하였다.

둘째, 폐기물의 소각 중의 저감방안으로는 연소조건, 배가스 상태, 비산 유출입자의 최소화, 산소와 일산화탄소 측정에 의한 연소최적화, 조업상태 관점, 연소실의 최적인전관리와 기준 등이 있다.

셋째, 폐기물의 소각 후 저감방안으로는 백 필터에서의 제거대책, 습식제거, 촉매에 의한 제거, 활성탄에 의한 제거 등이 있다.

넷째, 대체기술로는 RDF(고형 연료화기술)을 제안하였다.

#### 4.2 HCB의 저감방안<sup>67)</sup>

HCB의 배출을 저감하기 위한 BAT는 많이 개발되어 있지 않으며, 소각중의 HCB 저감방안은 부록 II의 다이옥신/퓨란화합물과 유사하다. 본 보고서에서는 HCB의 발생원별로 미국 EPA가 제시하고 있는 저감방안을 다음과 같이 소개하고자 한다.

##### 1) 농약제조

농약 제조과정에서 HCB의 배출을 저감할 수 있는 가장 대표적인 방법은 생산자나 산업계가 농약 중의 HCB의 함유량을 줄이는 것이다. 이는 생산공정의 개선, 발생하는 폐기물의 적절한 관리 및 투입되는 원료물질의 순도를 강화시킴으로서 얻을 수 있다. 그러나 이러한 방법들은 정부의 규제에 의한 것이 아닌 자발적인 수단이므로 전과정에 걸친 비용과 편익의 분석이 요구된다.

세계적인 농약회사 중 하나인 Zeneca사는 농약 클로르타로닐(Chlorothalonil)에 포함되는 HCB의 농도를 최고 500ppm에서 평균 22ppm까지 저감함으로써, 수질로 배출되는 HCB의 양을 '97년 - '98년 사이에 26bs - 4lbs 수준으로 낮추었다.

##### 2) 알칼리와 염소 제조공정

우선 HCB의 배출원이 금속성 음극인지 아니면 흑연성 음극인지를 확인하는 절차가 필요하다. 그리고 TRI 또는 다른 자료를 통해 HCB의 배출이 확인된 산업체를 중심으로 저감방안을 수립해 나간다. 미국의 경우 대형화학회사인 다우케미칼(Dow Chemical Company)<sup>68)</sup>은 2005년까지 HCB의 배출량을 75% 감축하는 것을 목표로 설정한 바 있다. TRI의 대상업체가 아닌 소형산업체의 경우 배출저감에 대한 교육과 함께 소형업체도 HCB 배출량을

67) <http://www.epa.gov/glnpo/bns/baphcb/HCB-rdcn.pdf>

68) 다우케미칼사에서 수립한 구체적인 HCB 저감방안은 파악되지 않음

보고할 수 있는 제도적 장치를 마련한다.

### 3) 2차 알루미늄 공정

이 공정에서 발생되는 가스를 제거하기 위해 HCE(hexachloroethane)을 사용하는데, 이는 HCB의 배출원인이 된다. 따라서 HCE 대신 아르곤이나 질소가스를 사용하도록 유도한다.

### 4) 농약의 살포

농약의 사용단계에서도 다음과 같은 방법에 의해 HCB의 배출을 저감할 수 있다.

첫째, 비농업용 농약의 사용을 지역별로 저감할 수 있는 프로그램을 운영한다. 미국의 경우 미네소타, 위스콘신 등 오대호주변 주(州)의 통합프로그램인 "Green Thumb Project"를 통해 오대호에 미치는 농약의 위해성에 대한 인식을 주민들에게 고취시켰다. 그 결과 비농업용으로 가정 등에서 사용되는 농약의 양이 감소하였다.

둘째, "연방 Pesticide Environmental Stewardship Program"과 연계하여 농민들과 농약에 대한 정보를 공유하고 농업용·비농업용 농약의 위해를 저감하는 방법이다.

셋째, 가정에서 사용하고 남은 농약과 농업적 유해폐기물의 수집<sup>69)</sup>을 촉진하는 것이다. 이에 의해 DDT와 같이 사용 금지된 농약뿐 아니라, 현재 사용하고 있는 HCB를 포함한 농약의 수집도 가능하게 되어 부적절한 처분이나 남용에 의해 배출되는 HCB의 양을 저감할 수 있다.

### 5) 고리화합물 원료 및 중간물질 제조시<sup>70)</sup>

1997년 TRI에 보고된 고리화합물 원료 및 중간물질 제조에 의한 HCB의 배출량은 매우 낮으므로, TRI에 보고되는 HCB 배출량의 변화를 주목하는 것만으로 충분하리라 생각된다.

### 6) 염화수소산 생산

HCl 생산시 배출되는 HCB는 SOCOMI HON에 의해 대부분 제거된다.

### 7) 폐기물 소각 및 시멘트 제조시

HCB의 배출을 저감하기 위해 폐기물의 저감과 재활용을 증진시키는 국가적인 자발적 프로그램인 "Waste Wise Program"을 확대한다. 주민과 산업체 등을 대상으로 물질의 재활용 및 재사용 방법, 재활용된 제품의 구입방법 등에 대한 교육을 실시한다. 또한 가정과 상업지역, 사업장에서 폐기물이 발생되기 전에 감량할 수 있도록 공정의 개선을 추진한다.

### 8) 소각시설

이는 부록 II의 다이옥신/퓨란과 동일한 저감방안을 적용한다.

### 9) 목재 보존

HCB의 오염이 의심되는 목재방부제에 대해서는 재등록 절차를 거치도록 한다. 현재 EPA는 FIFRA에 의해 PCP의 재등록 평가절차를 수행중에 있으며, 향후 "재등록자격결정지침(Re-registration Eligibility Decision

69) 봉상 Clean Sweep이라 칭함

70) Cyclic crude and intermediate production

Document )”를 출판할 예정이다. 이는 HCB를 포함한 농약으로 인한 오염방지와 배출량 저감에 많은 영향을 주리라 예상된다.

### 5. POPs 부산물의 통합관리를 위한 특별법 제정

POPs 협약체결이 바로 몇 달 앞으로(2001년 5월) 다가왔다. 따라서 지금까지 제안된 부산물의 국내 대응방향을 포함한 POPs 협약에 대한 광범위한 국가 대응전략이 요구된다. 그러나 앞서 지적한 바와 같이 본 보고서에서 제안된 부산물의 대응방안을 기존의 국내관련법에 의해 수행하기에는 많은 제약이 있다. 이와 같은 문제점은 비단 우리나라에서만 발생하는 것이 아니라 일본을 위시한 다른 국가에서도 발생되고 있다.

이를 해결하기 위해 일본은 1999년에 『다이옥신류 특별대책조치법(’99 법률 제105호)』을 공포하였으며, 그 내용은 다음과 같다. 이때 다이옥신류란 PCDD, PCDF, coplanar PCBs 등의 화합물을 의미한다.

- ① 다이옥신의 일일섭취허용량 ; 2,3,7,8 TCDD를 기준으로 4pg/kgb.w.
- ② 환경기준 설정 ; 대기, 수질 및 토양에 대한 환경기준을 설정
- ③ 배출가스 및 배출수에 관한 규제
- ④ 폐기물 소각로에 대한 비산재 처리 등
- ⑤ 오염현황에 대한 조사
- ⑥ 오염된 토양 복원
- ⑦ 국가의 대응계획
- ⑧ 주민의 참여
- ⑨ 인체건강 피해현황 및 식품을 통한 다이옥신 축적율 조사
- ⑩ 소형소각로에 대한 검토 및 규제

우리나라도 이와 같은 특별법(가칭 『다이옥신 등 특정유해화학물질 관리에 관한 법률』)을 제정한다면 다이옥신을 포함한 부산물 관리가 훨씬 효율적으로 진행될 수 있을 것이다. 이에 환경부에서는 이와 같은 특별법을 국내에서 조속한 시일내에 제정하기 위한 기초연구에 이미 착수하였다. 그러나 국내의 다이옥신 특별법은 일본의 관련법률과 비교하여 다음의 몇 가지 차별을 두어야 할 것이다.

우선 첫째, 대상물질을 POPs 부산물 전체로 확대하여야 한다. 일본은 다이옥신 특별법의 대상물질을 다이옥신, 퓨란, coplanar PCBs 등 다이옥신류 화합물로 국한하고 있으나, 이를 UNEP에서 부산물로 지정하고 있는 다이옥신, 퓨란, HCB, coplanar PCBs로 확대하는 것이 바람직하다. UNEP의 POPs협약안에는 HCB가 부산물로 발생하는 산업공정이 다이옥신류 화합물과 동일하다고 규정하고 있으므로, 이를 다이옥신과 통합하여 관리하는 것이 바람직하다. 만약 특별법의 대상물질을 부산물로 확대할 경우, 향후 추가로 POPs 협약의 대상물질로 예상되는 물질<sup>71)</sup> 중 부산물인 PAH(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)도 포함시키는 것이 타당할 것으로 사료된다.

둘째, POPs 부산물의 각 배출원별 BAT의 개발과 적용을 강조하여야 할 것이다. 일본의 경우 다이옥신류의 배출기준은 저감가능한 기술수준을 감안하여 정한다고만 명시되어 있으며, 구체적인 BAT의 개발 및 적용에 대한 언급은 생략되어 있다. 현재 국내에서 부산물의 배출을 저감 또는 방지하기 위해 적용가능한 BAT는 그리 많지 않다. 2001년 POPs 협약이 체결되면 2000년대 후반에는 모든 신규배출원에 의무적으로 BAT를 적용하여야 할 것이다. 따라서 지금부터라도 국내 부산물 배출원에 적용가능한 BAT 개발에 정부의 투자와 관심이 요구된다.

셋째, 그 외 배출량조사, 환경오염실태 조사, 매체별 규제 기준 등을 명시하고, 이를 구체적으로 수행하기 위해 요구

71) 추가로 협상대상이 되리라 예상되는 물질은 살충제인 chlordane과 HCH(lindane), 방염제인 hexabromobiphenyl, 부산물인 PAH 등이다.

되는 관련 연구추진계획 및 조직도 함께 명시하여야 할 것이다.

## VI. 결론

2000년 12월 제5차 INC 회의를 마지막으로 POPs 협약을 위한 최종안이 확정되었으며, 이달 5월 스웨덴 스톡홀름에서 개최될 외교회의에서 협약이 채택될 예정이다. 따라서 우리는 POPs 물질의 관리를 더 이상 미룰 시간적 여유가 없다. 이미 환경부를 중심으로 POPs 물질의 효율적인 관리를 위한 일부 사업이 추진 또는 계획중이나, 아직 완벽한 대응방안이 마련되어 있지는 못하다.

이에 POPs 규제협약안, 선진국의 규제동향, 국내관리동향 및 문제점 등을 바탕으로 POPs 물질 중 산업공정에서 발생가능한 부산물의 적절한 관리를 위해 다음과 같은 대응전략을 제안하고자 한다.

첫째, POPs 부산물의 물질별 배출원 종류와 배출량을 조사하여야 한다. 이는 기존의 화학물질 배출량 보고제도를 활용하는 것보다는, 이 제도를 부산물의 특성에 적합하게 수정하여 실시하는 것이 적합할 것이다. 또한 원료물질이 아닌 부산물에 적합한 배출신고기준을 설정하는 것이 요구된다.

둘째, POPs 부산물의 환경상 오염현황 및 위해성을 확인하여야 한다. 이 역시 기존의 환경부에서 실시중인 『내분비계 장애물질 중·장기연구사업계획』에 의해 오염실태 조사가 수행되기보다는 별도의 연구계획을 수립하는 것이 바람직하다. 즉, 다른 내분비계 장애물질과는 구별하여 주요배출원과 배출량을 파악한 후, 오염이 심각할 것으로 예상되는 배출원별로 오염실태조사를 수행할 수 있는 가칭

『POPs 통합관리를 위한 오염실태조사(안)』를 수립하는 것이 필요하다. 이 조사계획에는 부산물의 위해성평가도 함께 포함되어야 할 것이며, 이를 부산물 관리를 위한 특별법을 제정하여 명시하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

셋째, POPs 부산물에 대한 규제기준을 설정하는 것이 시급하다. 현재 국내에서는 다이옥신과 퓨란의 소각시설에 대한 배출허용기준만 제시되어 있으며, HCB에 대해서는 아무런 기준이 마련되어 있지 않다. 향후 부산물의 적절한 관리를 위하여는 반드시 규제기준이 요구되며, 이는 환경매체별 허용기준과 주요 배출원별 배출기준으로 나누어 설정되는 것이 적절할 것이다.

넷째, POPs 부산물의 각 배출원별 최적가용기술의 개발을 촉진하고, 이를 주요 배출원에 적용할 수 있는 방안을 마련한다. 부산물의 효율적인 규제를 위하여는 주요 배출원별로 최적가용기술을 개발·적용하는 것이 반드시 요구되며, UNEP에서도 각 회원국이 BAT에 근거하여 규제기준을 설정하도록 권고하고 있다. 현재 국내에서는 부산물 중 다이옥신/퓨란의 소각시설에서의 일부 BAT는 연구되어 있으나 다른 배출원에 적용할 수 있는 BAT는 거의 알려져 있지 않다. 따라서 각 배출원별 BAT 및 저감방안 개발을 서둘러야 할 것이며, 각 배출원별 규제기준은 이들 BAT를 충분히 고려한 후 결정되어야 할 것이다.

다섯째, POPs 부산물의 효율적 관리를 위한 특별법 제정이 요구된다. 부산물과 관련된 국내 법률로는 『유해화학물질관리법』과 『폐기물관리법』을 들 수 있다. 그러나 이들 관련법만으로 POPs 물질을 관리하기에는 많은 문제점이 있어, 외국과 같이 부산물관리를 위한 특별법 제정이 시급하다.

