

## ■ 다이옥신의 환경영향성

### ○ 일반적으로 수소가 염소와 치환된 두 개의 벤젠고리가 두 개의 산소원자에 의해 연결된 폴리염화디벤조파라다다이옥신(polychlorinated dibenzo-*p*-dioxin)을 다이옥신이라고 함

- 벤젠고리 주변의 수소와 치환된 염소의 위치에 따라 이성질체<sup>1)</sup>가 75종이 존재함
- 다이옥신은 생체에 잘 축적되는 매우 안정한 유기화합물로서 먹이사슬에 따라 기하급수적으로 농축되며 고등동물에 유입됨
  - 체내에 축적된 다이옥신은 일부 배설되기도 하지만 대사과정이 느리기 때문에 반감기<sup>2)</sup>가 2~6년에 이르는 것으로 알려짐

### ○ 다이옥신은 미국 EPA에 의해 발암성 물질로 지정되었으며 시안화합물(청산가리 등)이나 농약인 파라치온보다도 강한 독성<sup>3)</sup>을 띠

- 맹독성 물질인 파라치온이나 시안화합물의 모르모트에 대한 半數치사량(LD<sub>50</sub><sup>4)</sup>)이 체중 kg당 5,000 ~ 50,000  $\mu$ g인 것에 비해 다이옥신은 불과 0.6  $\mu$ g으로서 급성 독성이 매우 큼
- 지방에 축적되어 DNA 합성을 저해함으로써 뇌세포 등의 증식을 억제하고 면역기능을 담당하는 T-림프구에 장애를 일으켜 면역체계를 파괴하는 만성 독성도 일으킴
- 호르몬 체계에 대한 영향으로 생리변화를 일으켜 정자수를 줄이거나 불임성을 높이기도 함

### ○ 다이옥신은 주로 폐기물 소각, 금속정련 공정, 제지 공정, PVC 및 농약 등 염소계 화합물의 제조 공정 등에서 발생함

- 1) 분자식은 같지만 구조 및 물리·화학 성질이 서로 다른 물질을 이성질체라고 하는데 다이옥신의 경우, 염소원자의 결합순서가 다른 구조 이성질체임
- 2) 어느 물질의 농도가 처음 유입된 농도의 50% 수준이 되기까지에 소요되는 시간을 의미하며 반감기가 길수록 머무는 시간이 긴 것을 나타냄
- 3) 다이옥신의 독성은 이성질체에 따라 다르기 때문에 독성을 종합평가하기 위해 가장 독성이 큰 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-사염화디벤조다이옥신)의 독성을 1로 정하고 이것과 다른 이성질체의 독성을 상대평가한 계수인 독성환산계수에 각 이성질체의 농도를 곱한 값을 모두 더하여 TEQ (Toxic Equivalent) 농도로 나타냄
- 4) Lethal Dose 50의 약칭으로서 한 무리의 실험 대상 동물 50%를 사망시키는 독성물질의 양을 나타내며 적을수록 독성이 높다는 것을 의미함

- 일부 산불, 번개 또는 화산활동 등 자연적으로 발생하기도 하고 자동차 운행, 벽난로에서 나무를 태울 때, 바비큐 요리를 할 때 그리고 담배 연기 등 생활 환경에서도 발생함

<표 1> 일본에서의 다이옥신 배출 현황

배출원	다이옥신 농도(ng/m <sup>3</sup> )	연간 배출량(kg/yr)
도시쓰레기 소각	290~1,700	85~500
유기염소계 폐기물 소각	150	8.2
의료 폐기물 소각	140	1.5~4.5
금속정련 공정	320	3.6
담배 연기	5,256	3.2

○ 다이옥신은 대부분 식물물을 통해서 인체로 유입되는데 북미인의 하루 평균 섭취량은 약 120 pg<sup>5)</sup>으로 알려짐

- 세계보건기구(WHO)에서는 다이옥신의 하루 최대섭취허용량을 체중 1 kg 당 4 pg으로 제한하고 있음(체중 60 kg 성인의 경우, 240 pg)

<표 2> 북미인의 경로별 다이옥신 섭취량 (pg/day TEQ)

섭취 경로	섭취량
소고기	38
유제품	24.1
우유	17.6
닭고기	12.9
돼지고기	12.2
생선	7.8
계란	4.1
호흡	2.2
토양	0.8
음료수	초극미량
계	~120

○ 우리 나라에 황사와 함께 다이옥신이 유입된다는 설이 최근 제기됨

- 부경대 연구팀의 조사에 따르면, 평상시 0.034~0.043 pg/m<sup>3</sup> 수준인 부산 환경대기 중의 다이옥신 농도가 황사 발생시에는 0.072~0.153 pg/m<sup>3</sup>로

5) pico gram으로 10<sup>-12</sup> g을 의미함

까지 높아진다고 함

- 이로 인해 황사 발생 때에 우리 나라 성인은 WHO 허용기준의 1% 정도에 해당되는 하루 평균 0.028~0.038 pg의 다이옥신을 흡입한다고 하였음
- 또한 황사로 인해 우리 나라로 유입되는 다이옥신의 양이 소각과정에서 발생하는 양에 비해 높을 가능성도 제기하였음

○ 그러나 황사로 인한 다이옥신 섭취량이 WHO 기준의 1%에 해당된다는 발표는 0.01~0.016%<sup>6)</sup> 수준의 오류임

- 연구팀은 WHO의 허용량 기준인 4 pg을 성인 기준인 것으로 계산하였으나 실제 이는 체중 kg 당 섭취허용량을 오해한 것으로서 60 kg의 체중을 갖는 성인의 경우, 하루 섭취허용량은 240 pg이 됨
- 따라서 연구팀이 제시한 황사 때, 우리 나라 성인의 하루 섭취량 0.028~0.038 pg은 WHO 기준의 0.01~0.016% 수준에 불과한 것임

○ 황사에 의한 다이옥신 유입량은 연간 최대 0.1 kg 정도일 것으로 추정됨

- 황사로 인한 다이옥신의 최대 유입량을 산정해 보기 위해, 다이옥신의 농도 증가가 100% 황사에 의해 기인된다고 가정하면 황사 먼지 1 g에는 다이옥신이  $0.18 \times 10^{-9}$  g 함유된 것으로 계산됨
- 우리 나라에 침적되는 황사의 건식과 습식 침적량의 합은  $3.6 \sim 555 \times 10^9$  g<sup>7)</sup>이므로 연간 황사에 의해 유입되는 다이옥신의 양은 0.65~100 g으로 추산됨
- 우리와 유사한 일본의 경우와 비교해 볼 때(표 1), 이러한 다이옥신 유입량은 담배 연기에 의해 배출되는 양보다 훨씬 적은 것으로 우려할만한 수준이 아님

6) 성인 체중 60 kg 기준

7) 정관영 · 박순웅, 1998, 대기환경학회지

&lt;표 3&gt; 황사 발생 여부에 따른 다이옥신 및 먼지 농도

구 분	연평균 먼지 농도	관측 일자	대기 중 다이옥신 농도(pg/m <sup>3</sup> )	
			일자별 농도	평균 농도
황사 발생시	485 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3. 21~22	0.153	0.114
		3. 22~23	0.085	
		3. 23~24	0.144	
		4. 10~11	0.072	
평상시	64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3. 24~25	0.038	0.038
		3. 29~30	0.034	
		4. 8~9	0.043	

자료 : 부경대학교, 국립환경연구원

○ 오히려 이산화황이나 질소산화물 등 우리 나라 오염 발생량의 20~30%가 중국에서 유입되는 것으로 알려진 월경성 오염물이 우리 환경과 보건의 보다 위해를 가할 수 있는 오염인자임

- 초극미량 분석에서 나타나는 측정 오차를 고려할 때, 이번 조사에서 관측된 우리 나라 다이옥신의 농도가 다른 나라에 비해 높다고 볼 수 없음
- 또한 다이옥신의 발생원은 매우 다양하게 존재하므로 단순 비교만으로 그 발생 원인을 추정해서는 안됨

<표 4> 국가별 대기 환경 중의 다이옥신 농도(pg/m<sup>3</sup>)

국 가	다이옥신 농도
미국	0.1~0.25
유럽	0.108
노르웨이	0.003~0.01
이탈리아	0.22~0.35
버뮤다	0.02~0.27
이번 조사*	0.072~0.153

\* 황사 발생시 자료

기 준 학(02-3669-4097, hiemjhki@shinbiro.com)