

환경 호르몬

박정규

한국환경정책·평가연구원 책임연구원



내분비 교란물질(Endocrine disruptor)이란 생체내 항상성 유지와 성장발육을 조절하는 호르몬의 생산, 분비, 운반, 대사, 반응체와의 결합, 작용기작 등을 교란시키는 유해화학물질을 일컫는 용어이다. 특히 이들 화학물질이 생물체내로 유입되면 마치 호르몬과 같이 작용한다 하여 환경호르몬으로 불리고 있다.

생 물체내에서 호르몬의 작용을 교란시키는 내분비교란물질이 21세기의 지구와 인류를 위협하는 환경문제로 대두되고 있다. 최근 선진국에서는 이들 내분비교란물질에 관한 활발한 연구로 인해 피해의 원인과 작용기작 규명, 독성 시험방법 등이 확립되고 있다. 또한 이들 연구결과를 바탕으로 내분비교란물질의 종합적인 규제지침이 마련중이다.

내분비교란물질의 환경피해에 대해 최근 우리나라에서도 일부 학계 및 언론의 문제제기 등으로 인해 관심을 갖게 되었으나 아직 내분비교란물질에 대한 구체적인 연구계획 및 관리방안 등이 수립되지 않고 있다. 향후 내분비교란물질로 인한 피해를 저감하기 위하여는 내분비교란물질의 유통량 및 환경으로의 배출실태 등 기초 조사가 필요하다. 또한 다양한 매체를 통한 노출 경로를 고려하여 관련법 및 시행지침을 마련하여야 하며 기존에 알려진 화학물질이라 할지라도 내분비교란물질과 관련된 새로운 규제기준치 마련이 시급하다.

1. 머리말

최근 발표되는 연구보고에 의하면 인간을 포함한 생물의 생식기능에 이변을 일으키는 각종 내분비교란물질의 위협이 심각한 상태에 이르렀음이 밝혀지고 있다. 오존층 파괴, 지구온난화 문제와 함께 21세기 지구를 위협하는 환경문제로 등장한 내분비교란물질의 악영향은 지난 70

년대초 유엔에 처음 보고되었다.

그후 미국 오대호 지역과 플로리다에서의 야생동물의 이상 생식기능, 영국에서의 암수동체 잉어 발견 등 환경생태계내 생물에서의 다양한 피해사례가 조사되었다. 또한 그 피해는 인류에게도 미쳐 최근 50년 동안 남성의 정자수는 절반으로 줄어들고 유방암, 자궁암, 전립선암 등 생식과 관련된 암 발생이 현저히 증가한 것으로 밝혀졌다.

내분비 교란물질(Endocrine disruptor)이란 생체내 항상성 유지와 성장발육을 조절하는 호르몬의 생산, 분비, 운반, 대사, 반응체와의 결합, 작용기작 등을 교란시키는 유해화학물질을 일컫는 용어이다. 특히 이들 화학물질이 생물체내로 유입되면 마치 호르몬과 같이 작용한다 하여 환경호르몬으로 불리고 있다.

현재 미국을 비롯한 선진국에서는 내분비 교란물질 관련 연구가 활발히 진행되고 있어 지금까지 67종의 화학물질이 내분비교란물질로 분류되었고 새로운 피해사례들이 보고되고 있다. 또한 내분비교란물질 시험지침과 규제를 위한 OECD의 관련 위원회에서는 인간 및 야생동물 뿐만 아니라 어류 및 무척추동물 까지 그 규제범위를 넓히고 있다. 일본에서도 국립환경연구소를 중심으로 본격적인 연구에 착수하였으나 우리나라의 경우는 몇몇 언론에 의해 간략히 소개되고 있는 실정이며 1997년 한국환경정책·평가연구원에서 이미 문제제기를 한 바 있다. 따라서 이 글에서는 최근 새로 보고된 내분비교란물질 피해사례와 각국의 관리대책 추진현황 및 관리방안 등을 논함으로써 국내 각계의 관심과 관련연구의 활성화를 꾀하고자 한다.

2. 내분비교란물질의 종류와 피해사례

1) 내분비교란물질의 종류

지금까지 수행된 연구결과를 바탕으로 1997년 세계야생보호기금은 67종의 유해화학물질을 내분비교란물질로 분류하였다.

환경호르몬으로 알려진 물질	환경호르몬으로 의심되는 물질
<ul style="list-style-type: none"> • 잔류성 유기 할로겐류 -다이옥신, PCB 등 7종 • 농약 -2, 4-D, DDT 등 43종 • 페놀류 1종 • 비스페놀 A 1종 • 프탈레이트류 -DEPH, DHP 등 8종 • 스티렌류 2종 • 벤조피렌계 1종 	<ul style="list-style-type: none"> 이염화페놀 디에틸헥사디페이트 벤조페놀 부틸벤젠
총63종	총4종

잔류성 유기할로겐류 화학물질중 다이옥신과 PCBs 등 7종이 내분비교란물질로 규명되었다. 이 중 PCBs는 높은 환경잔류성과 독성으로 인해 1984년 수입이 금지되었으나 대체물질이 없는 사용용도에 한해 제한적으로 사용되고 있다. 또한 다이옥신의 경우 쓰레기소각장을 중심으로 대기중으로 방출될 경우 인근 주민 및 생물에 심각한 생식피해를 야기할 가능성이 크다.

농약의 경우 DDT 등 43종이 내분비교란물질로 밝혀졌고 이중 국내에서 사용되고 있는 농약수는 약17종에 이르고 있다. 현재 사용중인 농약의 용도는 살충제9종, 제초제4종, 살균제3종, 성장조절제1종 등이며 제초제중 국내 골프장에 사용되는 농약종류는 포함되어 있지 않다. 또한 DDT, Aldrin, BHC 등 심각한 환경피해를 야기했던 유기염소계 농약은 상당수 사용이 금지되었다고 하나 우리나라 보다 먼저 사용을 금지

환경호르몬

한 미국에서도 아직 그 피해사례가 보고되는 것으로 보아 국내유기염소계농약의 잔류실태조사가 시급한 것을 알 수 있다. 또한 선박도료로 사용되는 유기주석, 계면활성제인 페놀류, 수지원료인 비스페놀 등도 내분비교란물질로 밝혀졌으며 이들 67종 화학물질 이외에 합성여성호르몬제인 DES(디에틸stil베스테를)같은 의약품과 천연물질에서도 호르몬과 구조가 비슷한 화학물질이 발견되어 이들에 대한 연구가 수행되고 있다. 이들 내분비교란물질의 작용기작은 크게 다음 3가지로 구분할 수 있다.

첫째, 생체내 정상호르몬과 화학적 구조가 비슷하여 정상호르몬의 역할을 대신하는 종류로 임신중 유산방지약인 DES가 대표적인 화합물이다. DES를 투여한 산모에게서 출생한 자녀의 경우 생식기 기형 및 생식 관련 암발생율이 정상인에 비해 현저히 높았으며 특히 태아의 뇌와 면역계에 영구적인 손상을 미쳤다.

둘째, 정상호르몬이 호르몬 작용기에 결합하지 못하도록 방해하는 화학물질로 DDT가 이 유형에 속하며 미국 플로리다주 아포프카호수에서 발생한 수컷악어의 생식이상현상이 그 대표적인 피해사례이다.

셋째, 호르몬작용기에 반응하여 정상호르몬의 작용이 아닌 비정상적인 반응(특히 세포수준)을 유발하는 다이옥신 등이 속하며 이들은 전혀 다른 화학물질을 생체내에서 합성하거나 대사를 완전히 변화시킴으로써 엄청난 부작용을 야기시킨다.

2) 내분비교란물질의 피해사례

내분비교란물질의 가장 큰 특징중 하나는 환

경에 배출시 잔류성이 높고 극히 미량일지라도 노출경로나 노출시기에 따라 생체에 엄청난 피해를 야기한다는 점이다. 또한 1996년 미국에서 발표된 연구보고에 의하면 살충제로 사용되는 몇가지 화학물질이 개개의 물질로는 악영향이 없었으나 혼합되어 사용시 단일화학물의 160-1,600배의 호르몬 교란효과를 보였다.

또한 지금까지의 인간에 대한 내분비교란물질 연구는 주로 남성의 정자수 감소 및 건강상태 등에 관한 사례였으나 금년도 4월 미국 의학협회지에는 인류의 성비가 변화하고 있다는 연구보고서가 발표되어 화제를 모았다. 즉 여성 1백명당 106명의 남성이 출생하여 0.5:0.515의 성비가 일반적인 추세였으나 1970년대 이후 미국에서는 정상출생율에 따른 출생예상치 보다 약 38,000명의 남성이 덜 태어난 것으로 조사되었다. 이는 남성 1,000명당 1명이 덜 태어난 것으로 자연적인 변이현상이나 여성출생의 증가 등 단순한 해석과 더불어 총체적인 지구환경오염으로 인한 호르몬계의 불균형을 그 원인으로 해석하려는 움직임이 조심스레 일어나고 있다.

일본의 경우 금년 4월에 개최된 일본 수산학회 세미나에서 내분비교란물질과 연관된 다양한 사례가 발표되었다. 다마강 유역에 서식하는 수컷 잉어의 약30%에서 생식기능 이상현상이 발견되었고 도쿄만의 수컷 가자미는 북해도지역의 가자미에 비해 성기가 왜소화하였고 정자수가 감소되었음이 보고되었다. 또한 내분비교란물질을 극소량 투입한 물에서의 송사리를 연구한 결과 등이 굵고 머리가 큰 기형송사리가 발생하였고 더욱이 발생된 치어의 대부분은 암컷으로 난소가 이상적으로 발달되어 있었다. 이

와 같은 일본에서의 내분비교란물질 영향은 자연생태계내에서만 발견되는 것이 아니라 인간에도 영향을 미쳐 일본의 20대 남성 34명의 정액을 조사한 결과 정자의 건강성이 세계보건기구의 기준에 현저히 못미치는 것으로 밝혀졌다.

영국 남서부 해안가에서는 선박도료로 사용되는 TBT(Tributyltin)에 의해 해안에 서식하는 복족류의 암컷에 수컷 생식기가 발생하는 임포섹스현상이 발생되었다. 이와 같은 임포섹스 현상은 국내에서도 발견되었는데 한국해양연구소에서 실시한 TBT의 오염실태결과 조사에 의하면 남해안 대부분의 지역에서 고등의 임포섹스현상이 발생하였다. 대부분의 내분비교란물질의 영향은 수컷의 여성화현상이 일반적이긴 하나 임포섹스와 같이 암컷이 수컷의 생식 특성을 갖게되는 것 역시 광역적인 의미에서 내분비교란물질에 의한 영향으로 간주된다. 즉 우리나라도 내분비교란물질의 영향을 받고 있는 것으로 의심되나 이에 대한 구체적인 연구와 대책 마련이 미흡한 실정이다.

3. 내분비교란물질의 국제적 관리 동향

1996년 미국에서 발간된 <도둑맞은 미래>는 국제적으로 내분비교란물질에 대한 관심을 고조시켜, 많은 국가에서 화학물질 안전성을 재검토하고 내분비교란물질의 작용기작을 명확히 규명하기 위한 연구를 활발히 수행하고 있다. 미국 EPA는 최우선 연구과제로 내분비교란물질 분야를 선정하였고 1997년 <내분비 교란물질에 관한 특별보고서>를 발간하여 지금까지 연구된 내분비교란물질의 영향과 분석방법 등을 상세히 기술하였다. 또한 1996년 미의회는 식품관리

법과 음용수관리법을 개정하여 식품 및 수질에서 내분비교란물질로 밝혀진 화학물질의 분석을 의무화하도록 하였다. 그리고 유해화학물질 관리법과 연방 살충제, 살균제, 살서제법을 개정하여 농약을 위시한 모든 신규화학물질의 내분비교란물질 시험을 의무화하였다. 또한 미의회는 EPA가 1998년 8월 까지 내분비교란물질의 분석방법을 확립하고 1998년 8월 부터 이 분석방법을 시행할 것을 결정하였다. 따라서 1998년 8월 이후 미국에서 유통되는 모든 식품과 수질에서 농약을 위시한 내분비교란물질이 분석, 관리될 것이다.

또한 지금까지의 내분비 교란물질은 주로 여성호르몬인 에스트로겐의 구조 및 기능과 연관된 것이었으나 최근 미국 EPA는 다른 생식 관련 호르몬인 안드로젠 등 남성호르몬으로 그 연구범위를 확장하며 대상생물 범주도 인간 및 포유류에서 어류, 조류, 파충류, 양서류는 물론 무척추동물까지 확대할 것을 발표하였다. 그리고 미국 정부, 학계, 산업계, 환경단체의 대표로 구성된 <내분비교란물질 조사, 분석위원회>를 EPA내에 설치하여 종합적인 내분비교란물질 규제 및 피해저감 대책을 마련중이다.

1997년 미국 플로리다주에서 개최된 제5차 선진 8개국 환경부장관 회의에서는 내분비교란 물질을 주요과제로 선정하여 향후 이 분야에 대한 상호 정보교환 및 연구의 활성화방안을 마련하였다.

OECD의 경우 '내분비 교란물질 위해성 평가 지침'을 마련중이며 제27차 화학물질그룹 합동회의(1998년 2월)에서도 내분비교란물질에 대한 연구를 지속기로 합의하였다. 일본은

환경호르몬

1997년 67개 화학물질을 내분비교란물질로 분류, 이들의 작용기작 규명과 규제대책 마련에 들어 갔고 1997년 6월에는 그간의 연구결과를 토대로 '유해화학물질의 호르몬 관련 효과 연구'라는 보고서를 OECD에 제출하였다.

그러나 우리의 경우 내분비교란물질에 대한 종합적인 연구와 대책수립이 전무한 실정으로서 이에 대한 피해사례조사와 관리방안 마련이 시급하다.

4. 내분비교란물질 피해 저감을 위한 정책 방향

지금껏 생각하지 못했던 내분비교란물질에 의한 오염이 세계 각지에서 커다란 문제로 부상하고 있다. 그러나 아직 이에 관한 연구는 선진국에서조차 초기단계라 인간이 내분비교란물질에 얼마만큼 노출되어야 피해를 입는지 또는 체내에서 어떻게 작용하는지 확실하게 규명되어 있지 않다. 따라서 우리가 내분비교란물질에 관한 적극적인 관심과 연구수행을 서두른다면 인간과 환경에 미치는 영향도 최소화할 수 있고 관련 국제회의나 국제적 규제방안 마련 등에 적극 참여, 대처할 수 있다. 이에 다음의 관리방안과 향후 과제 등을 제시하며 이 글을 맺고자 한다.

첫째, 내분비교란물질의 전국적 오염실태, 즉 수질, 토양, 동식물 등에서의 정확한 잔류량 조사가 시급하다. 오염지역으로 판명된 곳을 중심으로 정기적 모니터링이 요구되며 인근주민에 대한 역학조사도 함께 병행되어야 한다.

둘째, 내분비교란물질은 지금까지의 유해화학 독성물질과는 달리 노출시점에 따라서는 기준치 이하의 소량으로도 언제나 생물체에 회복불가능한 피해를 줄 수 있다. 또한 각 화학물질 자체의

효과뿐 아니라 상호작용에 의한 복합적인 피해가 발생하기도 하여 현행의 화학물질규제기준치 및 시험방법으로는 내분비교란물질의 영향을 측정, 예측하기가 매우 어렵다. 따라서 신규화학물질뿐 아니라 기존의 화학물질을 대상으로 내분비교란물질의 노출경로, 노출시기 및 생물농축 정도 등을 고려한 내분비교란물질 영향분석 및 예측방법 개발이 매우 시급하다.

셋째, 내분비교란물질로 밝혀진 화학물질의 국내 사용실태 조사가 시급하며 기업체의 경우 생산량, 사용량 뿐만아니라 기업설비에서 배출된 환경호르몬의 총량을 의무적으로 보고할 수 있는 정부의 규제가 필요하다.

넷째, 농약, 의약품, 식품, 수질, 대기 등 각 매체에 관한 개별법률로 되어 있는 현재의 관련법 체제중 내분비교란물질 관련 부분은 통합하는 것이 필요하다. 일생동안 인간이 생활하면서 노출될 수 있는 내분비교란물질은 동물성 식품, 농산물, 각종 플라스틱제품, 물, 대기 등 매우 다양한 매체를 통해서이다. 따라서 내분비교란물질의 경우 개별적 매체에 따른 기존의 화학물질 규제방안과는 달리 환경오염의 전체적인 맥락에서 예상 노출경로에 따른 종합적인 관리지침이 마련되어야 한다.

다섯째, 정부, 학계, 기업, 환경단체 등의 대표로 구성된 <내분비교란물질 자문위원회>를 구성하여 향후의 연구 및 규제방향을 총체적으로 확립, 효율적인 관리가 이루어지도록 하여야 하며 이에 대한 정부의 적극적인 대책이 요구된다. ◀