

제관, BPA 중심의 환경 호르몬 조사

세계 문헌 및 조사결과 보고

1. 조사방향과 배경

환경호르몬은 96년 3월 미국에서 '잃어버린 미래(Our Stolen Future)' 라는 책이 출판되면서 세계적인 관심을 끌게 되었으며 내분비계(호르몬계)란 생체의 항상성, 생식, 발생, 행동 등에 관여하는 각종 호르몬을 생산·방출하는 기관으로 생명체 내부기관의 상호 교신에서 화학적 전달자(CHEMICAL MESSENGER)로 작용한다.

그러나 내분비계 장애물이란 내분비계의 정상적인 기능을 방해하는 화학물질로 정의되며 오존층 파괴, 지구온난화 문제와 함께 세계 3대 환경문제로 등장하였고 내분비계 장애물질은 약물성, 자연성, 환경성 등 세집단으로 대별된다.

최근 미국, 유럽과 일본을 중심으로 환경호르몬에 대한 관심이 고조되고 있으며 큰 사회문제로 대두되고 있다.

지난 해 세계 생태보존 기금(WWF : World Wildlife Fund)과 EU에서는 환경호르몬으로 추정되는 용의물질(유발물질)로 DDT, 아트라진, 엔드린 등 농약류 43종과 다이옥신, PCBS, BPA 등 유기화학물질류 24종(총 67종)을 규정했으며 미국환경청(EPA)도 알려진 교란물질 19종을 비롯해 가능성있는 교란물질 28종, 의심되는 교란물질 26종 등 총 73종을 내분비 교란성

화학물질로 제정하고 있다.

한편, 일본국립의약품 위생연구소에서는 DDT 등 76종의 농약류와 DES(디에틸 스틸베스트롤) 등 8종의 합성에스트로젠, 스티렌다이머 및 트리머 등 17종의 플라스틱에 존재하는 물질 등 총 143종을 환경호르몬 물질로 규정하고 있으며 이중 67종을 우려물질로 지정했다.

환경부는 지난 6월 9일 환경호르몬에 대한 대책협의회를 개최하여 실태조사와 정부대책을 마련했으며 WWF에서 내분비계 장애물질로 분류된 67종 중 국내 제조, 수입사례가 없는 물질 16종을 제외한 51종 가운데 42종은 관련법에 의해 사용금지 또는 취급제한을 받고 있으나 나머지 9종은 아무런 규제가 없으므로 우성 비스페놀 A, 펜타 노닐페놀류, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 디부틸벤젠프탈레이트(DBBP) 등 4종에 대해 유해 화학물질 관리법에 의해 관찰물질(우려물질)로 지정, 관리를 강화하기로 했다.

이들 4종에 대해서는 국립환경연구원에서 전문가 회의를 갖고 관련법 고시를 통해 관찰물질로 지정해 관련업체에서 조제 및 수입량, 용도를 관련 협회에 신고토록 할 방침이다.

그러나 국내에서 비스페놀 A(BPA)의 내분비계 장애에 대한 영향성과 안전성, 허용 규제치, 캔 제품에서의 전이 용출량 검증 및 시험법에 대한 공인된 자료는 없으므로 위해성 평가와 관리



▲ OB라거 캔맥주

체계, 실질적인 관리목표까지도 도출할 수 있기를 기대한다.

캔제품에서 BPA가 검출된다는 최근의 언론 보도로 인해 관련업계의 판매위축이 예상되므로 캔 내면 코팅재와 관련된 문헌과 정보를 통해 사전조사하여 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

2. 비스페놀 A(BPA)의 반응 메카니즘과 화학적 의미

2-1. EPOXY RESIN MANUFACTURE

EPOXY 수지제조에 주원료로 사용되고 있는 BPA는 Epichlorohydrin(ECH)과 중합 반응하여 EPOXY 수지화된다.

2-2. 미반응물질의 존재 가능성

반응촉매의 작용으로 반응물을 향상시켜 미반응물질 자체가 극히 미량으로 최소화되며 반응이 완결된 EPOXY 수지는 화학적으로 안정화되어 가역반응이 일어나지 않는다.

2-3. 금속관 내면 코팅 후 잔존 및 전이 가능성
일반적으로 금속관 내면 코팅재의 건조온도는 약 195℃~205℃이며 건조 후 망상구조를 형성하여 화학적으로 대단히 안정한 물질로 변환되므로 보호특성이 우수하여 세계적으 오래 전부터 캔코팅제로 사용되어지고 있다.

3. 문헌 및 기술보고서 조사결과

3-1. BPA의 발암 및 생식독성

3-1-1. BPA는 발암물질, 독성물질로 변화한다는 명확한 증거는 없다.

▲ BPA를 10~100ppm/BODY WEIGHT 투입시 혈액에서 추출되지 않았으며 동물의 세포 중에 축적되지 않는다.

▲ 일반적인 환경조건에서는 생화학적으로 축적되지 않으며 이행되지도 않는다.

- 관련자료 : ENDOCRINE DISRUPTING SUBSTANCE IN THE ENVIRONMENT(1997), THE CHEMICAL ASSOCIATION(USA)

3-1-2. 유방암 세포(MCF-7)와 BPA의 ACTIVITY에 관한 실험에서 확정된 단서는 없다.

▲ 97년 NAGEL이 특정환경조건에서 유방암 세포에 대한 ACTIVITY 검증 결과에는 BPA의 ACIDITY가 18B-OESTRADIAL(4-6)의 ACTIVITY보다 3~4배 감소한 것으로 나타났다.

ESTROGEN-RESPECTIVE MCF-7 세포는 특정 XENOESTRGEN에 대하여 PRELIMINARY SCREEN을 받아야 하지만 실험관 실험에서 나타난 ACTIVITY DATA는 많은 부분에서 인정받지 못하고 있다.

▲ NAGEL의 연구에서 MOUSE에 대한 BPA의 영향 메카니즘은 완성되지 않았으며 인간에 대한 영향도 밝혀지지 않았다.



▲ 금속캔을 용기로 채택한 각종 음료

▲ 이 실험결과에서 BPA에 인간을 노출시켰을 경우 HEALTH IMPLICATION에 대한 어떤 결론을 이끌어 낸다는 것은 정당하지 않다.

- 관련자료 : STATEMENT OF BI-SPHENOL A(1997)

THE DEPARTMENT OF HEALTH COMMITTEE(UK)

3-2. 환경안정성에 대한 검토

3-2-1. 생물 농축성

▲ BPA는 일반환경 하에서 생화학적으로 축적되지 않으며 넓게 퍼지지 않음

▲ US EPA는 BPA가 환경 중 지속적으로 존재하거나 생물학적으로 축적되는 BIOACCUMULATION 물질이 아니라고 발표하였음 (EPA : ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

- 관련자료 : ENDOCRINE DISRUPTING SUBSTANCE IN THE ENVIRONMENT(1997)

THE CHEMICAL ASSOCIATION(USA)

3-2-2. 생분해성

▲ 생물 농축성은 없음

▲ 생분해성 : 자연환경에서 분해됨

- 관련자료 : ENDOCRINE 문제, 특히 BPA의 현황에 대하여(1997)

동양잉크(일본)

3-3. 약물 동태학적 연구(포유류 검증)

3-3-1. BPA는 혈액에서 검출되지 않았고, 세포 중에도 축적되지 않음.

▲ 실험용 쥐에 CAN 코팅에서 용출될 수 있는 양보다 십만~백만배 정도 많은 10~100ppm BODY WEIGHT의 BPA를 경구 투입 후 실험결과, 혈액에서는 검출되지 않았으며 세포 중에도 축적되지 않았음.

▲ 이는 BPA가 혈액 중 효소에 의하여 신진대사되어 물질자체가 변화하지 않은 채 배설물로 사라지는 것을 의미함.

- 관련자료 : ENDOCRINE DISRUPTING SUBSTANCE IN THE ENVIRONMENT(1997) THE CHEMICAL ASSOCIATION(USA)

3-4. 세계각국의 BPA 허용기준

1일 허용 섭취량 (CAN 식품 중 허용 농도)

유럽 0.05mg/kg- 체중/일

SPI 총량규제 : 50ppm

일본 POLYCARBONATE 합성수지

금속용기 0.05mg/kg- 체중/일

- BPA의 용출기준이 설정되어 있지 않음

(용출시험 용액 중 2500ppb 이하)

(SPI : SOCIETY OF PLASTIC INDUSTRY)

3-5. 금속관 제품에서의 실제 용출량 측정치

3-5-1. 유럽·미국 실제 용출량 측정치

▲ 음료CAN : 최대 5ppb 이하

▲ FOOD CAN : 최대 120ppb 이하

3-5-2. 일본의 실제 용출량 측정치(동양제관 자료 REPORT 처리 후)

▲ 수성캔 내면 코팅제 : 2~9ppb

▲ 유성캔 내면 코팅제 : 8~92ppb

▲ 라미네이트캔 코팅제 : 2~10ppb

3-5-3. 금속관에서 실측된 용출량

현재까지 규정된 허용치(2.5~3.0ppm)에 크게 미달됨.

3-6. BPA의 안전성 검증

3-6-1. 식품용기에 사용되는 EPOXY COATING제와 POLYCARBONATE PLASTIC제는 FDA의 안전성이 입증됨.

- 관련자료 : BPA 연구보고서(1997)

THE DEPARTMENT OF HEALTH COMMITTEE(UK)

3-6-2. 일일 섭취량 기준은 0.11 μ g/kg BODY WEIGHT로 추산되며 최대 허용치는 0.05mg/kg

BODY WEIGHT이나 예상 섭취량은 허용치의 1/477(0.2%)에 불과함.

3-6-3. EPA 및 FDA 허용치 기준

▲ BPA의 예상 섭취량 : 0.105 μ g/kg B.W /DAY(0.105ppb)

▲EPA 최대 허용치 : 0.05mg/kg B.W /DAY(50ppb)

4. 세계 각국의 동향과 연구계획

4-1. 미국 EPA의 동향

▲ 내분비계 장애물질에 대한 위해성 평가 진행중(1998~1999)

▲ EPA가 진행하고 있는 ENDOCRINE의 SCREENING PROGRAM에 따라 규제 기준치가 변화될 가능성이 높음.

4-2. EU의 연구계획(98년 말 결과 예상)

▲ BPA 투입량별 동물실험

▲ BPA의 ESTROGEN 효과 연구

▲ 배란 중 실험용 쥐에 대한 약물 동태학적 실험

▲ US EPA GUIDE LINE에 의한 2세대 실험용 쥐 실험

▲ FISH FULL LIFE CYCLE 실험

▲ 물, 침전물에 대한 조사

4-3. 일본의 연구계획

▲ 일본 후생성 : 환경호르몬에 대한 본격적인 조사 착수

2000년부터 본격적인 검증 작업 후 새로운 규제 조치 수립 예정

▲ 일본 환경청 : 전국적인 다이옥신 실태 조사 착수

▲ 일본 과학기술청 : 환경호르몬에 대한 종합적인 연구 착수

4-4. 국내환경청 연구계획

▲ 관련부처, 연구기관, 민간전문가로 '대책협의회'와 '전문연구협의회' 구성

▲ 98년 8월~99년 2월 : 국제 동향과 연구현황 조사, 특정물질의 잔류실태 조사

▲ 중장기 추진계획(1999~2008)

- 1단계(1999~2001) : 국내 환경 중 환경호르몬 물질 현황 조사, 시험 지침안 제정

- 2단계(2002~2004) : 환경호르몬에 대한 국내 역학조사 등 위해성 평가 수행

- 3단계(2004~2008) : 과학적 통합 관리/규제방안/장애물질 지정/총량 규제안/대체 물질 지침안 마련

5. 문헌조사 결론 및 의견

5-1. 각국 현황

▲ Published Information Monitoring System으로 접근하여 미국/일본/유럽 등에서 발표된 연구논문 및 실험결과에 의하면 현재 캔 코팅제에 있어서 BPA 용출량은 국제적 허용 기준치보다 훨씬 낮게 유지되고 있다.

▲ 미국 FDA, EPA UK Health Department 등에서는 인체에 무해하다고 인증하고 있으며 유해성에 대한 입증된 결론이 없다.

▲ 구미에서는 실증에 입각한 사실주의적 공개와는 달리 일본의 제관사 및 민간단체에서는 자국의 용출허용 기준과 인체의 내분비계 장애

물질로 검증되지 않았으며 조사 및 계획단계에서 금속용기의 BPA 허용기준을 EPOXY계 COATING 제품으로는 개선불가능한 수준까지 임의적으로 설정하려고 하고 있다.

▲ 이는 작금의 BPA의 환경호르몬 관찰물질과 인체 유해성 논란이 가시화되기 이전에 일본 제관사에서 다른 목적으로 개발하여 생산, 판매하고 있는 Tilt관, Laminate Film관의 홍보전략으로 오인하기에 충분하다.

▲ 또한 일본 언론에서는 어떠한 역학조사와 Screening을 거치지 않고 지원성 보도로 일관하고 있으며 BPA를 매개로 하여 판매 전략에 편승시키고 반사적 이익을 얻으려고 하는 상업적 의도는 온당치 않다고 생각된다.

▲ 국내의 관련업계에서는 문제의 본질을 왜곡하거나 은폐하려는 의도는 전혀 없으며 현실적으로 국내의 Laminate Film 개발은 상당한 기간이 요구된다는 것이 안타까운 심경이다.

▲ 현재 국내에서 금속용기 내면 코팅제로 사용되고 있는 Epoxy Resin은 국제적 BPA 허용기준치 이내이나 인체에 유익한 물질은 아니므로 관련단체와 업체가 상호공조체제를 구성하여 지속적으로 감량 노력을 경주할 것이며 다각적인 방안을 검토·진행하고 있다. ☐

(자료제공 : 한일제관(주))

월간「포장계」

광고 및 구독문의

02)835-9041