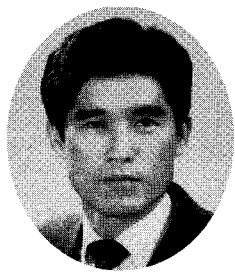


기 고 잔류성유기오염물질(POPs)에 대하여 (1)

대부분 인류의 사회활동으로 생성되는 것 먹이사슬 통해 인류·야생동물 환경에 위협

POPs 대상물질 농약, 국내 미등록 또는 이미 취소 상태
국제기구, 적극 규제 의사 밝혀 관리 철저히 해야



이 병 목
농촌진흥청 연구관리국 농업개발과장

요즘 세상은 참 살기 좋은 세상이라고들 사람들은 말한다. 사실 그러하다. 17·18세기의 산업혁명을 계기로 산업화의 초석이 마련된 후, 우리가 살고 있는 현재 '성장의 시대'로 표현될 만큼 산업과 경제가 급속도로 발전을 거듭하여 사회·문화가 상당히 발달되었다. 하지만 이러한 급속한 산업발달의 후면에는 커다란 부작용이 다방면에서 발생하고 있다. 그 중에서도 요즘 국제적으로 큰 이슈가 되고 있는 것 중의 하나가 환경오염문제이다.

환경문제는 그동안 성장·발전 위주의 정책에 파묻혀 등한시 되어왔으나 경제적으로 안정을 찾으면서부터 사람들은 환경문제에 관심을 갖기 시작하였고 1972년 스웨덴 UN 인간환경회의(the United Nations Conference on the Human Environment)를 분수령으로 본격적인 국제적 환경협력의 토대가 형성되어 이 회의에서 채택된 선언과 행동계획(The

Declaration and Action Plan)으로, 70~80년대에 걸쳐 국제법이 발전되었다. 최근에는 인간을 포함한 생물의 생식기능에 이변을 일으키는 각종 내분비계교란물질의 위협이 심각한 상태에 이르렀다고 주장하는 연구보고들이 속속 나오고 있다.

또한 환경오염물질들은 이미 우리 주변 곳곳에 산재되어 있으며 이들 물질들은 우리 세대뿐 아니라 우리 후손들에게도 악영향을 끼칠 것은 불을 보듯 뻔한 일이다.

우리나라에서는 4~5월간 많이 발생하는 황사현상때에 다이옥신이 평상시 보다 3배정도 많은 농도로 검출된다는 연구결과가 나왔는데(부경대 옥곤 교수팀), 이는 당장 위험한 수준은 아니지만 국가간 월경성(越境性) 환경오염문제에 대해 심각하게 고려해야 할 수준에 와 있음을 의미한다.

앞으로 중국이 발전해감에 따라 중금속의 월경성 이동문제는 우리나라에 더 심각해질 것이므로 이에 대한 대책 마련이 필요한 실정이다. 이 환경오염물질의 월경성 이동문제는 잔류성유기오염물질에 관한 협약에서 다루어지고 있다. 이 POPs 물질과 이에 관한 국제협약에 대해 자세히 알아본다.

POP_s 물질의 정의

잔류성유기오염물질(POP_s, Persistent Organic Pollutants)이란 환경내에서 반감기(Half-life)가 길어 광화학적, 물리적, 화학적 또는 생물학적 경로에 의한 분해가 잘 되지 않고 먹이사슬을 통해 축적되는 유기 화합물질이다. POP_s 물질은 대부분 인류의 사회활동으로 인하여 인위적으로 생성되며 산업생산공정, 폐품사용, 쓰레기의 폐기, 연료 및 쓰레기의 연소, 작물보호 행위에 의해 환경에

유입된다.

이러한 물질의 지속성은 그것들을 공기, 물 또는 다른 수단에 의하여 그것이 사용된 적이 없는 원격지역으로 운반되도록 할 수 있으며 생물 축적 가능성(bioaccumulation possibility)이 있어 먹이사슬의 상위단계에 있는 생체조직에 축적량이 많게 되어 인류와 야생동물의 안녕에 위협이 되고 있다.

POP_s 물질의 종류

현재 UNEP로부터 POP_s 대상물질로 지정되어 있는 물질은 화학적 특성에 따라 유기염소계 농약류(Aldrin, Chlordane, DDT 등), 유기염소계 화합물(Dioxins, Furans, PCBs), 유기브롬계 화합물(HBDs, 디브로모에탄), 다환방향족 탄화수소류(PAHs) 등이다(농약 9종 · 산업용화학물질 3종, UN/ECE 규제물질은 UNEP 규제물질 포함 16개 물질임).

이같은 규제물질중에서 Mirex, PCBs, Toxaphene을 제외한 9개 물질이 농약인데, 이들 9개 농약은 국내에서 등록이 되지 않았거나 취소된 것들이다. 하지만 UNEP 등 국제기구에서는 이들 물질을 시작으로 POP_s에 대한 관리의 필요성을 적극 제기하고 환경모니터링, 위해성평가, 제조 및 사용금지 등에 관한 사항을 국제협약을 통해서 적극 규제하려고 하고 있다. 따라서 POP_s 물질의 선정기준을 정확히 파악, 관리를 철저히 할 필요가 있다.

POP_s 물질 선정기준

POP_s 물질의 선정에는 잔류성, 생물축적성, 독성, 전지구적 확산성 등 과학적인 검토 기준을 고려하고 있다. 이러한 검토기준 절차

는 기술적, 사회경제적 특성에 대한 검토와 월경성 이동으로 부터 노출에 따른 위해에 대한 포괄적, 질적 검토를 포함하여야 하며, 기 후적인 요인의 고려와 기준에 합치하는 화학 물질에 대해서는 사회적·경제적 요인이 반드시 고려되어야 한다.

잔류성(Persistence) 생분해 되지 않는 특성으로 표현된다. 위험/위해평가를 위한 기준 및 신규 화학물질의 실험실적 방법은 상호인정 데이터에 관한 법령에 의해 채택된 OECD GLP와 OECD 시험지침서에 근거한다.

잔류기준과 관련하여 대기에 대해서는 대기 중 반감기가 기준이 된다. 이 기준은 장거리 이동성(Long-range Transport)에 관련된다. 2일 이상의 반감기를 갖는 화학물질은 대기 중 8~10일 동안 잔류하여 수천 킬로미터를 이동할 수 있다.

수계, 토양, 저질에서 장기간 잔류하는 화학 물질은 그 환경계에 축적되고 생물체에 의해 흡수되는 잠재력이 있다. 유기화학물질은 반응성이 천차만별하여 뚜렷한 구분 한계는 없으나 토양, 수계, 저이토(低泥土)에서의 2~6 개월의 반감기는 POPs 물질의 확인 기준이 될 수 있으며 온도, pH, 생물적 분해율, 광합성, 가수분해와 같은 과정 역시 현장에서의 잔류성에 큰 영향을 미친다.

휘발성(Volatility) 물질의 증기압으로 표현되며 1000Pa 이하의 증기압을 갖는 화학물질의 경우 고려대상으로 간주된다. 비휘발성물질은 대기중 입자에 결합되어 있지 않는 한 고려되지 않는다. 증기압이 1000Pa이상인 화학물질은 실온에서 기체로 POPs 물질이 아

니다. 휘발성기준은 대기중 잔류성과 원거리 지역에서의 존재여부와 함께 고려되어야 한다. 이외 헨리상수나 활성도(fugacity) 계산으로 휘발경향을 알 수 있다. 12개 POPs 물질의 휘발성은 10°로 다양하다.

장거리 이동성(Long-range Transboundary) 직접 생물군, 인구집단에서 POPs 물질을 측정하는 것이다. 장거리 이동에는 대륙에서의 지역이동이 포함된다. 장거리 이동가능성은 대기, 토양, 수계중에서의 잔류기간을 휘발성과 같은 요소를 통해 간접적으로 평가할 수 있다. 그러나 환경중 화학물질의 잔류성향은 입자흡착, 토양흡착과 같은 다른 요소에 의존하여 예측이 용이하지 않다. 대기나 수계외에 POPs 물질의 장거리 이동수단으로는 철새와 같은 다른 이동수단이 있으며 응축, 조류, 바다 생물중 등에 의한 이동도 있다.

생물축적(Bioaccumulation) 화학물질이 생물조직에 농축되는 경향을 측정하는 것으로 현장이나 실험실에서 대상조직을 측정, 얻어질 수 있다. 생물농축성은 생물농축계수(BCF), 생물축적계수(BAF)로 표현되며 어류에 대해 1000~5000 BCF는 POPs 물질 확인의 기준이 된다.

여러 국가, 국제, 지역 프로그램은 기존화학 물질 중 일부분만의 화학물질의 생물농축작용에 대해 연구되어 오고 있다. 동물실험 결과가 없는 경우 옥탄올-물 분배계수(Kow)로 대체하여 이용할 수 있다. Kow는 분자식과 구조에 근거하여 쉽게 계산되며 BCF와 상관관계를 갖는다. 그러나 이와같은 방법은 스크리닝의 도구로 사용하여야 하고 실제 생물체

표 1. 추가선정 대상물질의 초기선별 기준

잔류성	생물축적성	장거리이동성	독성의 고려
수중에서의 반감기가(2개월) (6개월)이상이거나 또는	수생종에서의 BCF 혹은 BAF가 5000이상이거나 또는	배출원에서 멀리 떨어진 지역에서 우려 수준으로 추정되거나 또는	독성 또는 생태독성 자료가 인체나 환경에 손상을 줄 정도로서, 예측되는 수준으로
토양중 반감기가 6개월 이상이거나 또는	BCF/BAF 자료가 없을 경우 log Kow > (4) (5)이거나 또는	대기 또는 물 또는 이동생물종 (철새)을 통해 장거리 이동 성을 보여주는 모니터링 자료가 있거나 또는	부아 장거리 이동 또는 그럴 것으로 기대되는 물질에 대해 인체나 환경에 손상을 줄 정도의 독성 또는 생태독성
저질에서의 반감기가 6개월이상 이거나 또는	수생종에서 BCF 또는 BAF 값이 5000이하이지만 고독성/생태 독성과 같은 고려요소가 존재하는 경우이거나 또는	대기 또는 물 또는 이동생물종 (철새)을 통해 장거리 이동성을 보여주는 환경거동성질과/ 또는 모델 결과 배출원에서 멀리 떨어진	증거가 있음
협약범위내에서 잔류성의 충분한 증거가 있는 경우	물질의 생물축적 잠재력을 나타내는 모니터링 데이터가 협약범위내에서 충분히 있는 경우	지역에 집적될 가능성 있음. 대기를 통해 주로 이동되는 물질에 대해서 대기중 반감기가 2일 이상인 경우	

* POPs 선정기준 제2차 전문가그룹회의(CEG2) 결과보고서(UNEP/POPs/INC/CEG/2/3)

에 축적되는지 여부는 확신할 수 없다. 분자량 1000 이상을 갖는 화학물질이 높은 Kow 값으로 계산되기도 하나 일반적으로 이것은 가능하지 않다. 그러므로 높은 Kow 값(>10,000)을 갖는 물질의 경우 동물시험에서 BCF의 확인시험이 필요하다.

독성(Toxicity) 기준은 POPs 물질 확인을 위해 국제적으로 합의된 사항은 없으나 독성에 관한 정량적 접근은 endpoint 값을 이용한다. 보통 정도의 독성을 갖는 물질이라도 고농도 범위에서는 독성이 우려 수준일 수 있으므로 독성평가는 용량을 고려해야 한다. 또한 만성 및 비가역적 효과를 급성 및 잠정적 효과와는 구별되어 평가하고 무영향수준(NOEL)과 발생가능한 노출을 연관시키는 것이 중요하다.

독성은 본질적으로 예상되는 POPs 물질을 선별(Screening)하는 단계에서의 정량적 파라미터이다. 지구협약에서 현재 고려되는 12개의 POPs 물질은 인간이나 환경에 심각한 위해가능성이 있는 것으로 간주된다.

기타 POPs 물질 확인에 영향을 미치는 요인으로는 확산 메커니즘, 사용형태, 해수를 통한 이동, 기후특성 뿐 아니라 생물다양성보존, 피해종 보호 등의 다른 요소들도 고려되어야 하며, 대상가능물질에 대한 기준 적용시 국가별 개발수준, 물질의 사용지역, 관여하는 집단 등 사회·경제적 요인을 고려하여 POPs 물질 확인과정에 적절히 이용하여야 하며 추가협약대상물질의 초기선별기준은 (표 1)과 같다. <계속> **중앙정보**