



높은 농도에서
발암성을 보이면
낮은 농도에서도
발암성 물질이다

“우리가 하루에 섭취하는 발암
가능성 농약의 총량은 위생상 별로
문제삼지 않는 한잔의 커피속에
들어있는 천연 발암물질과 비교해
볼때 발암가능성은 1/20에 불과하다”

소득의 증가로 생활수준이 향상됨에 따라 대부분의 사람들은 건강에 대한 관심이 크게 고조되고 있는데, 특히 발암성과 관련되는 물질에 대해서는 지나치리 만큼 민감한 반응을 보이고 있는 것이 현실이다.

여기에 소개하는 “환경오염에 관한 6가지 잘못된 인식(Six common errors relating to environmental pollution)”은 농약사용과 취급 및 관리에 종사하시는 분들 뿐만 아니라 일반소비자들에게도 크게 도움이 될 것으로 생각되어 그 내용을 소개한다. (편집자 註)

필자 : Bruce N. Ames (California주립대학 교수)

역자 : 이해근 博士(농약연구소)

오류1: 화학물질에 의해 암 발생율이 급증하고 있다.

흡연으로 인한 암으로 사망하는 경우를 제외하면 암발생율은 감소 추세에 있다. 미국 암연구소가 최근 발표한 자료에 의하면 지난 10년간('74~'83)에 위암, 자궁경관암 및 난소암 발생율은 감소 추세에 있으나 남성폐암(15%이상) 및 여성폐암(72% 이상) 발생율은 현저히 증가하고 있는데 이는 흡연이 주원인으로 미국에서는 암발생율의 30% 이상을 차지하고 있다.

따라서 우리 인간은 인류역사상 가장 건강한 상태에서 살고 있다고 할 수 있다.

오류2: 상당히 많은 人造化學물질이 건강을 위협하고 있다.

우리 인간이 섭취하는 오염물질(잔류농약도 포함)의 양은 천연적으로나 전통적인 과정(식품요리 등)을 통해서 섭취하게 되는 발암물질과 비교해서 볼 때 매우 하찮은 것이라라고 Science 잡지(Ames 등, 1987)에서 주장한 바 있다. 예로써 미국 환경보호청(EPA)이 TCE(Trichloro ethylene) 오염으로 사용 금지한 우물물을 마셨을 때의 발암가능성은 정수처리과정에서 흔히 사용하는 염소처리로 인한 미량의

Chloroform에 의한 발암가능성보다 훨씬 낮으며, 우리가 즐겨 마시는 같은 양의 맥주(알콜도 발암물질의 일종)를 마셨을 때의 발암가능성보다 수천배나 더 낮다. 또한 매일 먹는 땅콩버터(발암물질인 aflatoxin 함유)를 바른 한조각의 샌드위치의 위해가능성보다 수십배나 더 낮다.

오류3: 환경오염은 황새를 감소시키고 출생장애를 유발한다.

유럽에서는 황새의 수가 지난 10여년 동안 계속 감소하고 있으며, 동시에 출생율도 계속 감소하고 있다. “황새가 갓난 아기를 가져다 준다”는 유럽속담과 출생율 감소와는 아무런 상관관계가 없음에도 불구하고 사람들은 이러한 우연의 일치를 어리석게도 상관관계가 있는 것처럼 받아들이곤 한다.

역병학(疫病學)은 무수한 기회의 상관관계로 부터 그 원인과 결과를 포함하는 중요한 사실을 구명하려고 노력하고 있으나 객관적이고 설득력 있는 증거를 얻기는 매우 어렵다. 또한 편견의 소지도 배제할 수 없음은 명백하다. 여러가지 다른 형태의 암이나 출생장애가 발생하기 때문에 단지 단 한번의 발생기회를 두고 어떤 특별한 소규모 집단이나 사회에서는 그중 한가

지나 그 이상이 자주 발생하리라고 기대하지만 독성학은 병의 발생 가능성과 병발생과의 상관관계가 신빙성이 있는지의 여부에 대한 증거를 제공하게 된다.

역병학이나 독성학은 지금까지 환경오염이 발암이나 출생장애의 주요 원인이 되었다는 설득력 있는 증거를 제시한 적은 거의 없다. 예로서 dioxin의 일종인 TCDD나 DDT에 대한 역학적인 연구결과, 잘 알려진 어떠한 노출에서도 이들에 의한 오염이 인간의 건강장애에 주원인이 되었다는 납득할 만한 증거를 제시한 적은 없다.

따라서 여러가지 경우에 대한 독성학적인 자료를 면밀히 분석해 보면 이들 화학물질(TCDD, DDT)이 우리 인간에게 발암율을 증가시킨다는 믿을 만한 원인인 천연적이고 전통적인 발암물질과 그 양(量)을 비교해 볼때 화학물질은 암을 유발하기에는 너무 낮은 양이었다고 저자는 믿고 있다.

환경중에 존재하는 TCE, PCE (Perchloroethylene), EDB (Ethylene dibromide) 등의 오염물질에 노출되는 양은 이들을 직접 취급하는 작업장에서의 노출에 비하면 수천 배나 더 낮다. 작업장 노출로 인한 암발생 사례들은 주로 독성유발수준에 가까운 양의 화학물질에 노출되기 때문이다.

오류 4: 높은 약량에서 발암성이면 낮은 약량에서도 암을 일으킨다.

어떤 화학물질에 대한 발암성 여부는 약량수준이 높을때 종양을 유발한다고 해서 소량일때도 반드시 그럴 가능성이 있다는 것을 의미하는 것은 결코 아니다. 오염에 대해 우리가 걱정하고 있는 발암물질의 대부분은 사실은 낮은 농도 수준에서는 전혀 무해할지도 모른다. 어떤 발암물질은 유전인자인 DNA에 지장을 초래하기도 하고 그렇지 않은 경우도 있다.

이러한 사실은 우리가 이들 발암물질의 농도가 매우 낮을때 어떻게 취급해야 하는지에 대해서 굉장한 견해 차이가 있다. 그러므로 보다 더 중요한 문제는 발암물질의 작용기작을 명확히 이해하는 것이다. “약량이 독을 만든다(Dose makes the poison)”라는 사실을 독성학에서는 매우 중히 여기는데, 이는 모든 화학물질이 높은 약량수준일때는 독이 될 수 있으나 낮은 약량수준에서는 반드시 안전한 수준이 있다는 것을 의미한다. 그러나 우리의 생각은 매우 낮은 수준의 약량에서도 어떤 악영향을 초래할 가능성은 얼마든지 가정해야 한다는 사실로 발전했다.

이미 잘 알려진 발암물질의 대부

분은 DNA에 지장을 초래하는 돌연변이원성이었는데 최근의 발암 시험은 그 동물의 일생동안에 걸쳐서 해당화학물질에 최대로 견딜수 있는 약량수준(maximum tolerated dose)으로까지 높여서 엄격하게 수행되기 때문에 농약의 경우 초기에는 대상농약중 10% 만이 발암물질로 밝혀졌으나(Innes, 1969) 현재는 이보다 높은 비율로 나타나는 이유가 바로 여기에 있음을 인식해야 한다.

그러므로 DNA에 직접 지장을 초래하지 않는 물질인 TCE, PCE, DDT, PCBs, Chloroform, dioxin 등이 어떻게 해서 발암물질인가 하는 강한 의문이 제기되는데 저자를 포함한 암연구분야의 저명한 독성학자들은 이들 물질이 독성유발 약량수준에서는 암진전의 촉진단계를 더욱 가속화 시킨다고 믿고 있는데, 암유발의 여러단계중 암유발을 촉진시키는 물질은 발암물질로 여겨지고 있다. 암을 유발하는 단계는 2단계가 가장 중요하게 여겨지고 있는데, 이에는 시작단계(initiation)와 진행단계(promotion)가 있다.

시작단계는 DNA 저해단계로서 돌연변이를 포함하고, 진행단계는 암세포 증식을 포함한다. 암발생의 촉진단계는 암으로 진행되는 간경화증을 유발하는 알콜과 같은 화학

물질에 의해 촉진될 수 있는데 최대로 견딜수 있는 약량 수준으로까지 높여서 실험하게 되면 종래의 화학적 촉진제들은 전부 발암물질로 간주될 것이다.

그러나 낮은 약량수준일때는 이들 발암촉진제들이 아무런 영향을 주지 않는 비활동성이라는 사실을 입증할 수 있는 증거들이 축적되고 있다. 그러므로 TCE, PCE 등 통상적인 수질오염성 물질들은 국민 보건상 중요한 의미를 갖는것 같지는 않은데 그 이유는 첫째로 이들 물질이 DNA에 지장을 초래하는 다른 발암물질 만큼 위험하다고 가정하더라도 오염에 노출되는 그 양(量)이 천연발암물질의 그것과 비교시 매우 하찮은 것이기 때문이며, 둘째로는 이들은 DNA에 직접 지장을 초래하는 물질이 아니기 때문이다. 또한 우리들은 매우 낮은 농도에서는 무시해도 괜찮다는 확실한 증거를 갖고 있는데, 이러한 증거는 계속 축적되고 있다. 쥐를 대상으로 하는 실험의 경우 굉장히 높은 수준의 약량으로 부터 사람이 노출될 수 있는 수준의 약량인 소량에 이르기까지 여러수준의 약량 시험에서 얻은 결과를 종합해 볼때, 돌연변이원성인 이들 발암물질에 대해서 조차도 너무 지나치게 비판적으로 생각할 필요성이 있을까 하는 강한 의문이 제기된다.

오류5 : 소수의 화학물질만이 진정한 발암물질이며 번식독성을 유발한다. 그리고 우리는 이들 물질을 제거할 수 있다.

지금까지 조사된 모든 화학물질 중 50% 정도가 높은 약량수준에서 만이 암을 유발하고 번식독성을 일으키는 것으로 믿어지고 있다. 우리 주변은 현재 발암물질과 번식독소로 가득차 있다는 사실을 우리는 기억해야 한다. 문제는 이들 화학물질이 존재하는 약량수준에 달려 있는데 다행히도 이들의 거의 대부분은 진정한 위해를 초래할 가능성이 있는 수준이 아닌 극미량으로 존재하고 있다는 사실이다. 천연발암물질은 도처에 산재해 있는데, 이에버섯, 파슬리, 셀러리, 콜라, 겨자, 맥주를 포함한 각종의 술 등이며 아직까지 밝혀지지 않은 것이 훨씬 더 많다. 빵, 콜라, 맥주는 모두 발암물질인 formaldehyde를 함유하고 있다. 우리가 음식을 조리할 때나 빵을 구울때 발암물질을 만들고 있는데, 그 결과 인간의 혈액은 여러종류의 천연발암물질을 함유하게 된다. 이 세상의 모든 복합체(Complex mixture)는 발암물질을 함유하고 있는데, 이에버 자동차 배기물질, 가스린, 굴뚝의 연기, 인축의 똥, 오줌, 쓰레기 등이 있다. 수백만톤의 천연발암물질이

고사리류나 그밖에 다른 식물이 고사할때 지구상에 투하된다. 우리의 지식이 아직까지는 불확실하기 때문에 이들 많은 종류의 발암물질중 그 어느것도 아주 낮은 수준에서는 안전하다고 하기는 불가능하다.

오류6 : 과학기술의 발전은 인간건강에 유익하다.

과학기술은 점점더 발전하고 있다. 수십억 파운드의 TCE나 PCE 용매가 현재 미국에서는 주요한 세탁용매로 사용되는 이유는 이들이 저독성이고 비인화성이라는 사실 때문이다. 기계세탁소나 공장이 인화성용매 사용으로 인해 자주 불길에 휩싸이거나 혹은 세탁소들이 훨씬 더 유독하고 유해성이 큰 용매인 4염화탄소(CCl₄)를 사용했던 그 시대로 되돌아 가는 것이 바람직한 일은 결코 아닐 것이다. 발암물질을 제거하는 일은 항상 유익한 일인 것만은 아니다. 과거에 미국에서 사용금지되었던 주요 훈증제인 EDB가 우리의 일상식품에 그 자체로서는 하찮을 정도의 미량으로 존재하고 있는데, 식품을 통한 1일평균 섭취량은 1일평균 땅콩버터바른샌드위치에 함유된 aflatoxin의 발암가능성에 비해 1/10에도 미치지 못한다.

만약에 우리들이 EDB로 농산

물을 혼증하지 않는다면 곡식의 해충감염과 그에 따른 곰팡이 발암물질의 오염이 뒤따를 것은 명약관화하다. 이것은 국민보건 향상에 오히려 역행이지 진보는 아닐 것이다. 지금 한창 인기리에 팔리고 있는 자외선조사식품같은 대체 식품들이 값도 비쌀 뿐만 아니라 EDB 처리 식품보다 더 안전한지에 대해서 저자는 의심하고 있다.

현대의 농약은 비산연과 같은 농약을 다른 농약으로 대체했다. 비산연에 들어 있는 납과 비소는 둘 다 천연물질이고 독성도 높으며 또한 발암성이다. 우리가 하루에 섭취하게 되는 발암가능성 농약의 총량을 평균해서 볼때는 매우 하찮은 양으로서, 이는 그 자체로서는 위해성을 별로 문제삼지 않는 한잔의 커피속에 들어있는 이미 잘 알려진 천연발암물질과 비교시 발암가능성은 1/20에 불과하다.

모든 생물과 산업은 어느 정도까지는 환경을 오염시킨다. 모든 경제적인 활동을 중단하면 우리는 산업공해로부터 해방될 수 있을 것이다. 바라건데 Silicon Valley로부터의 TCE나 세탁소로부터의 PCE를 ppb나 나아가서 ppt 단위까지 완전히 제거하기 위해서는 얼마나 많은 시간과 노력 및 경비를 허비해야 될 것인가? 이 질문이 지금까지 나의 설명의 전부이다. 만약 필

수불가결한 용매나 오염물질들을 제거하기 위하여 공장을 無人島와 같은 해외로 이전할 경우 어떤 경제적인 지원책(稅制 등)을 강구해야 할 필요성이 강조된다.

결론

만약 여러분이 사소한 일에 얽매어 여러분의 모든 시간을 허송하고 진정으로 중요한 문제에 대해서는 초점을 맞추지 못한다면, 그것은 매우 비생산적일 것이라고 우리 모두는 알고 있다. 따라서 우리들이 대수롭지 않은 하찮은 오염문제에 대해 우리의 관심을 너무 지나치게 집중하고, 흡연(연간 40만명 사망)이나 알콜(연간 10만명 사망), 불균형 식사, 높은함량의 Cholesterol, AIDS 그리고 높은 약량에 직업적 노출 등 국민건강과 밀접한 관계가 있는 제반 문제를 등한시 한다면, 우리들은 국민보건 향상을 도모하지도 못하며 또한 중대한 유해성 문제는 혼란속에 파묻혀 버리게 된다. 비록 그들의 위해성이 그다지 중요하지 않다고 하더라도 우리들은 명백히 오염문제를 등한시해서는 더욱 안된다. California 주정부는 이미 세계에서 가장 엄격한 기준을 설정, 운용하고 있는 것으로 정평이 나 있는데, 이러한 이치에 맞는 기준과 벌칙(罰則)을 설정하

는 근본 이유는 어떠한 위해가능성이 존재하더라도 이를 극소화할 수 있는 제도적 장치를 마련하는데 그 목적이 있다. 덧붙여서 말한다면 과학적인 연구의 냉혹한 발전이 지

속적으로 이루어져야만 암발생과 출생장애 같은 유해성을 감소시키고 우리의 수명을 연장하는데 필요한 지식이나 정보를 꾸준히 제공할 수 있을 것이다.

농약의 품목(원제) 등록상황

(’88년 9. 10월중)

1. 제조품목 등록

농 약 명	품 목 명	상 표	함 유 량	등록회사	등록일자
부 피 방 지 약	칼카본수화제	-	95%	미성농약	'88. 9. 9
응 애 약	아씨틴수화제	-	25%	영일화학	'88. 9. 9
중 자 소 독 약	치아졸수화제	미 드 리	60%	동방농약	'88. 10. 10

2. 합성원제 등록

원 제 명	함 유 량	등록회사	등록일자
글 라 신 원 제	45%이상	코 락	'88. 9. 21

3. 품목등록 취하

농 약 명	품 목 명	상 표	규 격	회사명	등록일자	취소일자
잎말이나방약	파라치온유제	-	47%	서 울	'84. 8. 2	'88. 9. 7
벼잎벌레약	파라치온입제	-	5%	서 울	'84. 8. 2	'88. 9. 7

4. 등록갱신

농 약 명	품 목 명	상 표 명		변경회사	변경일자
		당 초	변 경		
산 립 잡 초 약	헥사지논입제	-	술 술	영일화학	'88. 10. 21