



발암물질 관리는 발암물질 확인과 목록관리부터



산업안전보건연구원
화학물질센터 독성연구팀장
임철흥

들어가기

암은 사람을 사망에 이르게 할 수 있는 치명적인 질환이다. 현재 암 사망자의 4%는 화학물질에 의한 것으로 추정되며, 우리나라에서도 화학물질에 의한 사망으로 의심되는 사례가 2013년 1,828건 보고되었다. 발암물질을 미리 확인하고 관리하는 것이 중요한 이유는 암 그 자체가 사망에 이르게 하는 치명성을 가지고 있기 때문이지만, 발암물질의 확인이 쉽지 않고 발암물질로 확인된 때에는 이미 시기를 놓쳐 많은 사람에게 치명적인 영향을 준 이후가 되기 때문이다. 발암물질은 노출 후 바로 사람에게 암을 일으키지 않고 수년 이상 지난 후에 암을 유발시킨다. 따라서 발암물질을 미리 확인하지 않으면 여러 화학물질을 동시에 취급하는 근로자에서 암이 발생하더라도 어떤 화학물질이 암을 유발시켰는지 확인하기 어렵고 따라서 후속 대응도 쉽지 않다.

석면 사례와 같이 발암성이 확인되어 사용이 중단된 경우에도 일정기간 동안 암환자가 늘어나는 경우가 더 일반적이다. 당장 사용할 수 있는 안전한 대체물질이 없는 경우에는 그 피해가 더 심각할 수 있다. 따라서 발암물질로부터 근로자를 보호하기 위해서는 발암물질로 확인된 화학물질을 잘 관리하는 것도 중요하지만, 발암성이 의심되는 화학물질을 미리 확인하여 대응하는 것도 중요하다.

현재 우리나라에서는 발암성이 확인된 14종[●]의 화학물질을 취급한 근로자에게는 건강관리수첩을 교부하고 있으며, 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준이 정해진 물질에 대해서는 발암성 분류정보를 제

공하고 있어(발암성 1A 43종, 1B 44종, 2 96종) 발암성이 확인된 규제대상 화학물질에 대한 대응체계는 비교적 잘 갖추어져 있다. 그러나 관리대상, 노출기준 설정 등으로 규제되지 않는 화학물질과 발암성이 평가되지 않은 화학물질에 대해서는 발암성을 확인하고 대응하는 관리 시스템이 아직 갖추어져 있지 않다.

사실, 현재까지 우리나라의 산업구조는 외국에서 개발되거나 만들어진 화학물질을 사용하는 경우가 대부분이고 우리나라에서 새로운 화학물질을 개발하는 경우는 거의 없었다. 그러나 우리나라에서도 새롭게 개발되는 화학물질이 나타나고 있으며, 자동차와 전자·통신 등을 중심으로 외국에서 많이 사용되지 않거나 전혀 새로운 화학물질을 사용할 가능성이 높아지고 있다. 이 중에는 언제 우리나라 근로자의 건강에 치명적인 영향을 줄지 모르는 발암물질도 있을 수 있다.

따라서 발암물질로 확인된 물질에만 적용이 가능한 건강관리수첩 교부 뿐 아니라 비규제 발암물질 또는 발암성이 확인되지 않은 화학물질로부터 근로자를 보호할 수 있는 최소한의 관리시스템 도입이 필요한 때가 되었다. 발암물질의 확인 및 발암물질 목록관리는 기존의 발암물질 정책을 보조하는 수단으로써 효과적이며, 선진국에서도 발암물질 확인 및 목록관리에 많은 자원을 투자하고 있다. 우리나라에서도 발암물질감시네트워크와 같은 시민사회에서 발암물질목록을 발표하는 등 발암물질 확인 및 관리에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 여기서는 발암물질 확인 및 목록관리에 대한 외국에서의 사례를 소개함으로써 비규제 발암물질의 관리에 대한 관심을 환기시키고자 한다.

외국에서는 어떻게?

1) IARC(International Agency for Research on Cancer, 국제암연구소)

IARC는 1965년 발암물질 관리의 국가 간 차이를 해소하고 구체적으로 관리지침을 제공하기 위하여 설립되었다. IARC에서 제공하는 발암물질의 목록은 많은 국가에서 이용하고 있지만, IARC의 발암평가 사업의 본래 목적은 발암물질 목록을 제공하는 것이 아니라 종합보고서인 모노그래프를 작성하여 제공하는데 있다. 발암성이 명확하고 의심의 의지가 없는 물질도 있지만, 발암성을 명확하게 확정하기 어려운 물질이 더 많으며, 이 경우 목록만 제공하는 것은 위험하기 때문이다.

IARC의 발암등급성은 사람에서의 암유발 가능성에 따라 Group 1, 2A, 2B, 3, 4로 구분한다. 1972년 일부 무기물류(Inorganic Substances)등의 발암성을 평가한 모노그래프 1이 발표된 이후 현재까지 108편의 모노그래프가 발표되었으며, 980종의 화학물질을 Group 1 116종, 2A 73종, 2B 287종, 3 503종, 4 1

종으로 구분하였다<표1>. IARC는 발암성시험을 직접 실시하지 않기 때문에 발암성을 평가할 수 있는 이용 가능한 자료가 있을 경우에만 발암성을 평가한다.

<표1> IARC에서의 발암성물질 구분 현황

Group	Definition	2015	1987 ^a	1982 ^b	1979 ^c
Group 1	Carcinogenic to humans	116	50	30	18
Group 2A	Probably carcinogenic to humans	73	37	14	6
Group 2B	Possibly carcinogenic to humans	287	159	47	12
Group 3	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans	503	381	64	18
Group 4	Probably not carcinogenic to humans	1	1	0	0
Total		980	624	155	54

* a, suppl. 7; b, suppl. 4; c, suppl. 1 기준

2) 미국 NTP(National Toxicology Program, 국가독성프로그램)

미국의 대표적인 발암성평가 기관은 1978년의 의회명령(Congressional Mandate)에 의해 설립된 NTP이다. 의회는 발암물질 보고서를 작성하여 의회에 보고하도록 하였고, NTP는 이 명령에 따라 발암물질 보고서(이하 RoC, Report on Carcinogens)를 작성하고 있다.

발암물질보고서는 1980년 처음 만들어져 현재 13차까지 개정이 이루어졌다. NTP의 발암성평가는 후보물질 추천 및 결정(착안보고서 작성 및 검토), 후보물질의 과학적 평가(모노그래프 초안 작성), 모노그래프 초안의 공개 검토, 발암물질보고서 등재의 체계로 운영되고 있다. 발암성평가 후보물질은 관보를 통해서 공표되는데, 2012년 1월에 14종, 2013년 9월에 20종의 후보물질이 공표되었으며, 이 중 1-bromopropane, cumene, pentachlorophenol, ortho-toluidine은 평가가 완료되어 13차 개정판에 반영되었으며, shiftwork involving light at night(주·야간 교대근무), trichloroethylene, viruses, cobalt, goldenseal root powder은 현재 평가가 수행되고 있다. 현재까지 244종의 발암물질(발암확인물질 56종, 발암간주물질 188종)이 확인되었다<표2>.

〈표2〉 미국 NTP에서의 발암성 물질 구분 현황

Ver	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Year	1980	1981	1983	1985	1989	1991	1994	1998	2000	2002	2005	2011	2014
K	16	19	19	24	24	27	29	31	42	48	43	55	56
R	6	63	88	110	128	138	144	156	160	171	181	185	188
Total	20	82	107	134	152	165	173	187	202	219	234	240	244

때 발암성평가가 필요하다고 판단된 경우에는 발암성시험을 실시하여 평가 자료를 생산한다는 것이다. NTP의 시험물질 선정부서에서는 인터넷 등에서 제안된 화학물질에 대하여 검토보고서를 작성하고, 발암성평가가 필요한 화학물질에 대하여는 연구추진계획서를 작성하여 과학자문위원회의 심의를 받아 발암성시험을 실시한다. 현재까지 558건의 발암성시험이 수행되었으며, 동물시험에서 발암성이 확인된 화학물질에 대해서는 앞에서 설명한 발암성평가 절차에 따라 발암성평가가 이루어진다.

3) 유럽 ECHA(European Chemical Agency, 유럽화학물질청)

유럽에서의 발암물질 평가는 REACH(Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals, 화학물질평가법)법에 의해 설립된 ECHA를 중심으로 이루어진다.

REACH는 1979년에 도입된 신규화학물질의 유해성평가와 1993년 도입된 기존 화학물질의 유해성평가를 통합한 신 화학물질제도이다. ECHA는 사업주가 제출한 자료 등을 근거로 발암성을 분류하고 있으며 현재 발암성 1A(사람에게 발암성이 확인된 물질) 336종, 1B(사람에게 발암성이 추정되는 물질) 681종이 확인되고 있다. 유럽에서는 발암물질을 포함하여 건강장해의 우려가 높은 물질은 고우려물질(Substances of Very High Concern)로 지정되어 평가되고 있으며, 평가결과에 따라 161종의 고우려물질 중 31종이 허가물질로 지정되었다.

4) 일본 후생노동성

일본의 발암물질 평가는 1977년 노동안전위생법이 개정되어 화학물질의 유해성조사 제도를 도입하면서이다. 후생노동성은 신규화학물질은 사업주에게 변이원성을 확인하도록 하였고 기존화학물질은 1982년 흡입독성연구를 위해 설치된 일본바이오앗세이연구센터(이하 바이오앗세이센터)에서 발암성시험을 실시하여 발암성을 확인하고 있다.

후생노동성 산하에 설치된 화학물질 위험성평가 검토회에서 발암성시험물질의 선정 및 평가결과 활용을 결정하며, 발암물질로 확인된 물질에 대해서는 노출 방지 대책, 작업 환경 측정, 노동 위생 교육, 라벨 표시 물질안전보건자료 교부, 기록 저장 등의 지침을 제공하고 있다. 현재까지 바이오앗세이센터에서

50종의 발암성시험을 실시하였으며, 34종의 발암물질이 확인되었다(표3).

〈표3〉 일본의 발암성시험 수행 물질 수 및 발암성 관리 물질 수

연도	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	계	
물질 수	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	3	5	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	50
규제 수					1	1	1	1	2		4					2			1	5					8	8	34	

마무리

발암물질의 확인과 관리는 이미 1965년부터 국제적 차원에서 이루어지고 있다. 또한 이와는 별도로 미국, 일본 등 선진국에서는 독자적인 발암물질 확인 및 관리체계를 운영하고 있다. 우리나라에서도 발암물질 취급근로자에게 건강관리수첩을 교부하는 등 발암물질 관리체계를 운영하고 있으나 발암성이 의심되는 화학물질을 미리 확인하여 대비하는 예방적 대응체계는 구축되어 있지 않다.

사실 예방적 대응전략은 많은 비용이 요구되며, 그 효과 또한 확인하기 어렵다. 그럼에도 불구하고 미국, 유럽, 일본 등 선진국들은 산업화가 진행되는 과정에서 수은, 카드뮴, 크롬 등의 중금속, 석면, 벤젠, PCB(폴리염화바이페닐), 잔류성 농약 등의 화학물질에 의한 사람과 환경에 대한 심각한 영향을 체험하면서 화학물질로부터 사람과 환경을 보호하기 위해서는 예방적 대응전략이 필수적이라는 사실을 절실하게 깨닫게 되었다. 따라서 예방적 대응을 위한 비용을 기꺼이 부담하고 있다.

우리나라도 산업화가 진행되는 동안 몇 차례 심각한 화학물질사고를 경험하였다. 이황화탄소가 누출되어 2백 명 이상이 직업병으로 고통 받고 있으며, 1995년에는 전자산업에서 사용되는 2-브로모프로판에 의해 세계에서 처음으로 직업병이 발생하는 사건까지 일어났다. 자동차, 전자·통신 등 첨단산업이 발달한 우리나라에서는 새로운 화학물질 사용의 증가와 이로 인한 새로운 직업암 발생 등의 위험이 증가하고 있다. 전자산업에서 종종 보고되는 원인 미상의 백혈병 등은 더 이상 우리나라가 다른 선진국의 사례만 따라갈 수 없음을 시사하고 있다.

발암물질의 관리에 대해서는 시민사회가 먼저 움직이고 있다. 그러나 시민사회의 노력만으로는 한계가 있다. 발암물질의 관리는 다른 나라에서 이미 발암물질로 확인된 물질을 관리하는 것을 목록화하는 것만으로는 부족하기 때문이다. 국내에서 특히 사용량이 많거나, 근로자에게 노출되는 물질 중 발암성이 의심되는 경우에는 미국, 일본 등 다른 선진국들이 하는 것처럼 발암성시험을 실시하여 발암성을 확인하고 과학적 근거에 따라 발암성을 평가하는 것이 필요하다.

이러한 환경변화에 의해 산업안전보건연구원에서는 발암성시험이 가능한 만성흡입독성시험시설을 설치하고 있다. 이제 우리나라도 필요한 경우, 동물실험을 통한 발암물질의 확인이 가능해졌다. 이 시험시설이 새로운 발암물질 관리시스템과 연계된다면 우리나라에서도 선진국 수준의 발암물질 관리체계가 운영될 것이다. 이를 계기로 우리나라에서도 합리적인 발암물질 관리체계가 구축되어 미국, 일본 등 선진국 수준의 직업암 예방체계가 정착되기를 기대한다. ☺

주석 및 참고 문헌

① 1. 베타-나프틸아민 또는 그 염, 2. 벤지딘 또는 그 염, 3. 베릴륨 또는 그 화합물, 4. 비스-(클로로메틸)에테르, 5. 석면, 6. 벤조트리클로라이드, 7. 갱내 동력 사용 토석·광물 또는 암석 굴착 작업 등, 8. 염화비닐, 9. 크롬산·중크롬산 또는 이들 염, 10. 삼산화비스, 11. 니켈(니켈카보닐 포함), 12. 카드뮴 또는 그 화합물, 13. 벤젠, 14. 제철용 코크스 또는 제철용 가스발생로 제조

1. 산업안전보건연구원. 중부권역의 화학물질에 의한 암 발생 관리체계 운영. 2013
 2. 산업안전보건연구원. 남부권역의 화학물질에 의한 암 발생 관리체계 운영. 2013
 3. 발암물질감시네트워크. 발암물질목록1.0. 2010
 4. IARC. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>. 2015
 5. US NTP. www.niehs.nih.gov/research/atniehs/dntp/assoc/roc/. 2015
 6. US Federal Register. Vol. 77, No 12, 2012
 7. US Federal Register. Vol. 78, No. 183, 2013
 8. US NTP. <http://ntp.niehs.nih.gov/results/summaries/chronicstudies/index.html>. 2015
 9. ECHA. <http://echa.europa.eu/candidate-list-table>. 2015
 10. 일본 후생노동성. <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc05.htm>. 2015