



여전히 상존하는 위험, 메틸프로마이드 중독

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 이 유 진 · 김 은 아

2011년 2개월간 식물방제작업을 했던 26세 남자 이 씨는 몸에 힘이 없고 어지러움을 느껴 7월에 병원을 찾았는데, 메틸프로마이드 중독에 의한 말초신경병증을 진단 받아 10월에 산재요양신청을 했고, 근로복지공단은 산업안전보건연구원으로 업무관련성을 평가하기 위한 역학조사를 요청하였다.

이로써 산업안전보건연구원은 직업성질환 역학조사를 통해 11번째 메틸프로마이드 중독 사례를 조사하는 셈이 되었다.¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾

메틸프로마이드 중독은 1998년부터 국내 문헌에서 중독사례가 보고되기 시작하여 2000년, 2001년, 2005년에 발생한 바 있고, 2008년에는 6명의 근로자에서 집단적으로 발생하여 산업안전보건공단에서는 직업병 발생 경보를 발령한 바 있다.⁶⁾

직업환경의학과 이외에도 내과나 신경과를 통해 보고되기도 하여⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾, 산업보건계에서 그리 낮은 직업병이 아니게 되었다. 메틸프로마이드 중독은 최근 우리나라에서는 드물게 발생하는 ‘화학물질 중독’에 의한 질환이다.

1) 산업안전보건연구원. 직업병진단사례, 2000. 산업안전보건연구원. 인천, 2002

2) 산업안전보건연구원. 직업병진단사례, 2001. 산업안전보건연구원. 인천, 2002

3) 김은아. 직업성 신경계질환-메틸프로마이드 중독. 산업보건지 2005.

4) 산업안전보건연구원. 직업병진단사례, 2008. 산업안전보건연구원. 인천, 2009

5) 김은아. 직업병역학조사-방역소독사업장 근로자의 메틸프로마이드 중독사례. 안전보건연구동향 p. 69-70

6) KOSHA-Alert 2008-3. 메틸프로마이드 급성중독에 의한 직업병 발생

7) 최광동, 신진홍, 김대성, 정대수, 박규현, 오차재, 조병만, 최정근. 만성 메틸프로마이드 중독에 의한 다발성 신경장애. 대한신경과학회지 2002;20(3):307-310.

8) 이재홍, 김학렬, 안선호, 나용호, 서검석, 이명수, 최석재, 송주홍. 메틸프로마이드 흡입에 의한 급성 중독 3례. 대한내과학회지 1998;55(3):432-435

9) 박태혁, 김정일, 손지연, 김중국, 김형수, 정갑열, 김준연. 농산물소독과정에서 브롬화메틸에 노출된 근로자에서 발생한 간경병 2례. 대한산업의학회지 2000;12(4): 547-553

10) 이형재, 오세원, 이종성, 채홍재, 문재동. 브롬화메틸 중독에 의한 다발성 신경장애 1례. 대한산업의학회지 2007;29(3):238-243

(표 1) 메틸브로마이드 중독사례 (직업병역학조사 사례)

사례번호	연도	공기 중 노출수준*	혈중 브롬화이온 †	요중 브롬화이온 †	연령	노출기간
1	2000	1.2-4.6	21.0 (11.7-39.6)	36.3 (7.6-94.6)	20	2 month
2	2000	-	-	-	44	10 years
3	2001	0.1-15.1	4.2-11.2	2.7-37.1	45	2 years
4	2007	-	4.9-22.3	3.9-22.5	35	12 years
5	2008	ND ~ 28.8 ^a	9.01 (6.9-18.8)	6.66 (2.6-19.9)	28	40 days
6	2008				28	1 year
7	2008				31	14 month
8	2008				34	1 year
9	2008				24	9 month
10	2008				29	13 month

*:TLV-TWA (ppm), †:mg/L, a:STEL (Short term exposure level), ND:불검출

원인이 뚜렷하여 인과관계가 애매모호하지도 않으며 진단하기 어려운 질병이 아닌 이러한 중독성 질환이, 2011년에까지 발생되는 것은 방역업체 근로자가 산업보건관리의 사각지대에 놓여있기 때문이기도 하다.

직업병 역학조사를 통한 메틸브로마이드 중독 사례

직업병 역학조사에서 현장조사까지 실시했던 메틸브로마이드 중독 근로자들은 모두 방역업체 근로자들로, 컨테이너 안 수출입용 농수산물을 방역하는 업무를 했었다.¹¹⁾

2000년에 발생했던 첫 번째 중독사례는 20세 남성 근로자로 2개월을 일하다가 중독이 발생했는데, 이 근로자는 대학 재학 중에 임시로 일을 하였다.

메틸브로마이드 중독 사례에서 공기 중 노출수준을 조사한 사례는 많지 않으며, 조사한 경우에도 환자가 발생한 뒤여서 정확한 발생농도를 추정하기 어려운 때가 많다. <표 1>의 10명 사례들의 경우, 불검출에서 최고 15.1 ppm으로 검출되었다.

한 사례에서는 단시간 노출수준이 28.8 ppm으로 나타난 것으로 보아, 순간 노출수준이 높을 가능성이 있었다. 대부분의 근로자에서 보행 장애가 나타날 정도로 증추 및

11) Kim EA, Kang SK. Occupational Neurological Disorders in Korea. JKMS 2010;25:s26-35

말초신경이 손상되었고, 다발성 신경염과 함께 뇌자기공명사진에서 다양한 부위에 이상소견을 보이고 있었다.

이렇게 반복적으로 유사한 중독이 발생하는 이유 중 하나로는, 방역작업의 특징에서 찾을 수 있다.

방역작업의 목적은 제품을 장기간 수송시 간동안 안전하게 보관하기 위한 것으로, 가급적이면 충분한 농도의 방역제를 유지하는 것이 중요하다. 방역작업에서는 제품이 상하지 않게 하기 위해 충분한 방역제를 투여하기 때문에 방역제에 장시간 처리된 제품을 상하차 할 때는 매우 조심해야 한다. 방역제를 투여하고 난 뒤, 충분한 환기를 시킨 다음 근로자들이 제품을 출하하게 해야 근로자가 방역제에 노출되는 위험이 줄어든다. 그런데 지금까지의 중독사례들은 대부분 충분한 환기를 거치지 않고 상하차를 실시하다가 발생한 중독사고들이었다.

2008년의 집단발생 사례가 발생한 D회사의 경우, 이러한 상황을 파악할 수 있었다. D회사의 공식적인 방역작업의 순서는 다음과 같았다.

“먼저, 방역 전 준비 작업으로 직원들이 진공포장에 구멍을 내는 천공작업을 한 후, 제품을 쌓은 후 그 위에 천막을 덮고 방역업체가 훈증소독제를 투약한다. 투약한 뒤 2시간동안은 소독과정이 지속되므로 근로자

가 접근하지 못하게 하며, 2시간이 경과되면 방역업체에서 환기를 시키게 된다. 환기 작업은 방역업체 직원들이 방독면 착용 후 실시하였다. 환기시작 후 1시간 정도 후에 직독식 가스측정기로 잔여가스 없음을 확인한 다음, 하역 직원들이 내부로 진입하여 물량을 하역, 출고하게 된다.”

그런데, 일이 바쁘면 20분 정도 환기하고 출고를 할 때도 있으며, 천막 개방 후 제품 출고 작업시 보호장구는 제대로 착용이 되지 않는 실정이었다.

집단 발병 당시, 여러 가지 사정으로 업무가 지연되어 소독이 끝나고 천막이 제거된 후 직원들이 바로 투입되었고, 당일에는 비가 와서 기압도 낮아 환기 여건도 좋지 않았다.

이 6명의 근로자들은 2008년 7월 이후 제품의 보다 안전한 보존을 위해 부족한 환기를 실시한 상태에서 적절한 보호구 착용 없이 고농도의 메틸브로마이드에 노출되게 되었고, 그 결과, 전형적인 메틸브로마이드 중독이 집단 발생하게 되었다.

2001년 산업안전보건연구원의 방역업체 전국 역학조사

2000년에 두 명의 메틸브로마이드 중독 사례에 대한 조사를 경험한 뒤, 산업안전보건연구원은 메틸브로마이드 노출공정에 대

한 역학조사를 실시하였다.

역학조사는 작업환경 농림부 국립식물검역소로부터 수출입식물 방역업으로 허가를 받은 업체로서 동 검역소로부터 작업지시를 받아 수출입식물에 대한 방역작업을 수행하고 있는 22개 업체 전체를 대상으로 총 144명의 근로자를 대상으로 하였다.

메틸브로마이드 노출평가를 위해서 근로자들에서 혈액 및 소변의 브롬이온을 측정하였다. 설문조사를 통해 직업력, 노출력, 과거 질병력을 확인하고, 근로자들의 증상과 신경학적 이상에 대한 검사를 실시하였다. 신경증상에 대한 설문조사는 서울대학교 의과대학 조수현 교수팀이 개발한 신경독성진단을 위한 자각증상설문지를 사용하였다. 근로자에게 설문지를 직접 배포하고 얻어진 결과를 급성중독증상, 전신피로감, 집중력, 인지력, 기억력, 감정변화 등으로 분류하고 단순 양성 응답률을 구하여 다른 방역업체 근로자들과 톨루엔에 고농도 노출되는 근로자들과 비교하였다.

그 결과, 사업장별로 혈중 브롬이온의 평균농도는 13.9-40.2 mg/L까지 분포하였다. 22개 사업장 중에서 13개 사업장은 평균 농도가 20 mg/L 이하이었으나 9개 사업장에서는 이를 초과하였고, 2개 사업장은 평균이 30 mg/L를 초과하고 있었다.

요중 브롬이온의 평균농도는 5.04-37.8

mg/L으로 5개 사업장에서는 10 mg/L 이하이었고, 6개 사업장은 20 mg/L을 초과하였으며, 11개 사업장은 10-20 mg/L의 사이였다. 이 농도는 브롬화메틸에 노출된 적이 없는 일반인들의 요중 브롬농도는 10 mg/L로 알려져 있는 것을 감안할 때, 일부 근로자들은 일반인보다 높은 수준의 브롬화메틸에 노출되고 있음을 알 수 있었다.

통상, 브롬화메틸과 관련된 신경학적 증상은 혈중 브롬의 농도가 28 mg/L 이상일 때 나타날 수 있으며 50 mg/L를 초과하면 건강장해가 발생할 가능성이 매우 증가한다.

본 역학조사의 근로자들에서 나타난 혈중 브롬농도는 50 mg/L까지 올라간 사례는 없었으나, 일부 근로자들은 평균 30 mg/L을 초과하여 신경학적 증상은 발생할 수 있는 상황으로 판단되었다. 그러나 실제 자각증상 설문조사에서는 특별히 신경학적 증상 호소율이 높지 않았으며, 신경질환자가 발견되지도 않았다.

산업안전보건연구원은 방역업체 22개소 중 혈중 또는 요중 브롬이온 농도가 높다고 판단된 7개 사업장에 대하여 훈증작업 근로자에 대한 작업관리를 철저히 할 것을 권고하였다.

맺음말

메틸브로마이드 중독사례가 여러 번 보고

되었는데도 이 물질을 계속 사용할 수밖에 없는 것은, 메틸브로마이드가 갖는 훈증제로서의 장점 때문이다.

메틸브로마이드는 무색무취하여 사용하는데 자극적이지 않을 뿐 아니라, 끓는점은 4.5℃이며 상온상압에서 가스 상으로 되기 때문에, 이러한 낮은 끓는점은 훈증제로서 적합한 온도가 된다. 또 인화성이 낮고 온도·습도 등에 대하여 안정적이며, 물에는 1.1% 정도밖에 녹지 않으므로 청과물·식품류의 품질을 저하시키지 않아 살충제로서 우수함을 다른 제제가 따르기 어렵다.

이러한 메틸브로마이드의 우수함에도 불구하고, 몬트리올 의정서에서는 2015년까지 단계적으로 메틸브로마이드를 줄여서 대체할 것을 권고하고 있는데, 이는 인체에 독성이 있기 때문이 아니라 오존파괴물질이기 때문이다.¹²⁾

브롬화메틸은 호흡기로 흡입되거나 피부 접촉으로 흡수되는데 고농도로 노출되면 급

성 또는 만성중독을 일으켜 중추신경계나 말초신경계에 이상을 초래하는 것으로 산업보건 전문가들 사이에서는 잘 알려져 있지만, 관련 업종 관리자와 취급 근로자들의 인식은 아직도 저조하다.

이 물질은 단기간에 고농도에 노출되는 경우 심하면 사망까지 이를 수 있는 강력한 독성물질이며, 우리나라에서도 간혹 부주의하여 고농도로 흡입해서 사망 또는 매우 심각한 후유증이 발생했던 사례가 있음에도, 2008년에 집단 중독이 발생했고, 2011년에도 여전히 이러한 중독이 발생하고 있다는 것은 아직 이 분야의 직업병 예방 사업이 부족하다는 것을 의미한다.

브롬화메틸에 만성적으로 노출되는 경우 신경장해가 남는다는 것이 보고되고 있는 만큼, 산업보건 관련자들은 광범위한 교육 활동, 알림활동을 통해 고농도 노출을 예방하고, 증상발생시 산업의학전문의를 통해 적시에 치료를 해야 한다. ☹

12) 박민구, 메틸브로마이드 훈증제 대체 수출·입식물검역 소독기법, 2009, 고려대학교 생명과학대학원