

6. 디메틸아민 (연구책임자 : 한양대학교 노영만)

1. 연구결과		
노출기준 · 개정(안)	현행기준	제 · 개정 기준(안)
	TWA ; 10 ppm STEL ; 기준없음 Ceiling : 없음 BEI : 없음 SKIN : 없음 발암성 구분 : 없음	TWA ; 5 ppm STEL ; 15 ppm Ceiling : 현행과 같음 BEI : 현행과 같음 SKIN : 현행과 같음 발암성 구분 : 현행과 같음
제 · 개정 사유	□ TWA 5 ppm 제안 ○ 물질특성 및 취급현황 - 무색가스 또는 액체의 부식성물질 - 국내 제조 생산량은 1000 kg미만으로 생산량이 조사된 자료는 없음. - 사업장 수 13개소, 취급 근로자 수 65명, 취급량은 357,487 kg/year ○ 동물 및 인체영향 - 동물 및 인체노출시 생선과 발효 음료를 섭취할 때 일어나며 동물 발암 물질이자 인간 발암 의심물질인 니트로소디메틸아민으로 변환될 위험이 있기는 하나, 이러한 변환이 인체의 어떤 기관에서 발암 위험을 높일 가능성이 있다는 연구 결과는 없다. ○ 주요 국가의 노출기준 - OSHA TWA 10 ppm, ACGIH TWA 5 ppm, STEL ; 15 ppm, - NIOSH TWA 10 ppm, 일본 산업위생학회 10 ppm, - 독일 2 ppm, STEL ; 4 ppm, - 스웨덴 2 ppm, STEL ; 5 ppm, ○ 국내 작업장 노출실태 - 노출범위 : 0.00047~1.73930, 기하평균 : 0.034ppm ○ 규제영향분석 결과 - TWA 5 ppm 제정에 따른 총 규제비용 0원, 총 편익비용 99,008,000원 - 기대이익 = 총편익 - 총비용 = 99,008,000원 ○ 결론 - TWA 5 ppm은 만성노출 근로자의 건강상 위험(호흡기 및 후각기능상실)을 최소화하기 위한 기준임 - 현재 사업장 노출실태를 고려할 때 법적 제정 · 시행하여도 사업주가 이를 준수하는데 실행가능성에 문제가 없음 - 따라서 우리나라 디메틸아민의 TWA를 5 ppm으로 제정한다면 취급 근로자 건강장해예방에 크게 일조할 것이라고 판단됨 □ STEL: 15 ppm 제안 - Excursion Limit로서 단시간노출에서 건강상의 장해를 예방함 - 디메틸아민 급성노출에 의한 피부나 기도에서의 장해발생 가능성이 높음	

2. 물질의 특성	
가. 물질의 개요	CAS 번호 : 124-40-3 300 ~ 500 deg C에서 촉매를 과탈수하면서 메탄올과 암모니아의 반작용, 지속적인 유속시스템의 건조촉매제 공정에서 암모니아와 함께 메탄올의 반응에 의해서 만들어진다.
나. 물리적 성상	분자량: 45.08, 비중: 액체 디메틸아민, 4℃에서 0.68, 녹는점: 96℃, 끓는점: 7.4℃이며 증기압은(<2 torr) 휘발성 물질, 물에 잘 용해되고 강염기성 용액(pKb = 3.32)을 형성. 알코올과 에테르에도 용해
다. 화학적 성상	물 또는 알콜과 접촉할 경우 발열반응이 일어나며, 백금을 포함한 대부분의 금속과 잘 반응. 친수성이 높아 공기 중 수분을 흡수하는 성질이 강하며 묽은 황산은 납과 수은을 제외한 대부분의 중금속을 용해시킴.
3. 취급 현황	
가. 제조 또는 사용현황	제조업체수: 13, 총 취급근로자수: 65명, 취급량 : 357,487 kg/year
나. 발생원 및 발생공정	디메틸아민의 제조 또는 수송과정에서 발생하며, 농약, 살충제, 진균제의 원료로 사용되며, 미사일이나 로켓의 원료로 사용되거나, 철, 강철, 금속 산업에서 부식 억제제로 사용되거나, 마그네슘의 시약으로 사용될 때 주로 발생하는 것으로 되어 있다.
다. 노출경로	디메틸아민은 농약의 원료이며 또는 금속의 부식을 억제하는 부식억제물이다. 생산 과정에서 발생하는 노출은 드문 편이며 만약 노출이 발생하더라도 그에 대한 관리가 가능하지만, 이와는 달리 디메틸아민을 사용하는 입장에 있는 이들은 어떤 작업을 하느냐에 따라서 매우 높은 수준의, 그리고 상대적으로 관리가 불가능한 노출에 직면할 수 있다.
4. 동물에 있어서의 영향	
가. 급성독성	다양한 종에서 흡입, 경구, 경피, 또는 비경구로 100 -200 ppm 에 18-20주간 노출되었을 때, 호흡기 자극과 폐부종이 발생하였고 심지어 간손상까지 유발되었다. 이 농도에 9일간 노출되었을 때, 기니 pig와 토끼에서 각막손상이 발생하였고, 원숭이 한 마리와 열 마리 쥐중 한 마리에서는 고환의 퇴행성 변화가 관찰되었다.
나. 아급성독성(아만성독성)	Buckley 등은 마우스에게 디메틸아민 511 ppm 을 5일 동안 하루 6시간씩 흡입 노출시켰다. 전체 실험동물에서 체중이 10-25% 감소했고, 24마리 중 3마리는 노출 도중 죽었다. 모든 동물에서 코 환부가 관찰되었다.
다. 만성독성	2년 흡입 연구에서는 수컷 95마리와 암컷 95마리의 래트와 마우스에게 디메틸아민을 10, 50, 175 ppm 중 한 농도로 일주일에 5일, 하루 6시간씩 흡입 노출시켰다. 농도에 따른 독성이 나타났는데, 체중 감소(175 ppm 노출군에서만)와 코통로에서 진행 염증성, 퇴행성, 증식성 환부가 나타났다. 코 독성은 래트와 마우스 모두 동일하게 (성별에서도 차이 없이) 호흡기 및 후각 상피가 영향을 받았다. 175 ppm 농도에서는 환부가 심각했고, 50 ppm에서는 중간 정도였고, 10 ppm에서는 국소적이거나 가벼웠다. 이 연구 결과, 호흡기 자극에 대한 최대무영향농도(NOEL: No-Observable-Effect Level)는 10 ppm에 근접할 것으로 보인다.
라. 변이원성	변이원성에 대해 연구된 자료는 없다.
마. 생식독성	디메틸아민의 배아/태아의 독성과 기형학적 잠재성은 발생가능

	하나 아직 보고된 바가 거의 없다.
바. 발암성	직업 노출과 관련해 실시된 한 연구에서는 디메틸아민의 흡입 통로에 대한 발암 위험을 평가했다. 마우스 95마리와 래트 95마리에게 디메틸아민을 10, 50, 175 ppm 중 한 농도로 2년 동안 일주일에 5일, 하루 6시간씩 노출시켰다. 선택된 동물을 6, 12, 18, 24개월째에 희생시켜 병리학 검사를 실시했다. 종양 발생률이 증가하지 않았으며, 발암성 반응에 대한 어떤 증거도 관찰되지 않았다.
사. 기타	특이사항없음

5. 인체영향

가. 인체내 작용기전	디메틸아민의 직업적 노출은 디메틸아민이 쓰이는 작업장에서 흡입이나, 피부접촉을 통해 발생할 수 있다. 일반인구는 음식이나, 담배를 통해 디메틸아민에 노출된다
나. 단기노출시 인체 유해성	디메틸아민의 증기는 눈에 자극을 유발하여 결막이 충혈되며 통증을 유발한다. 액체 형태로, 눈에 닿으면 심한 통증과 각막 손상을 유발한다. 또한 액체 형태로 피부에 닿게 되면 피부가 빨갛게 되고 지속적으로 노출되었을 경우, 2도 화상을 입게 된다.
다. 장기노출시 인체 유해성	디메틸아민이 만성독성을 유발할 조건에 대해서는 아직 명확한 연구결과가 없으나 디메틸아민에 만성적으로 폭로되었을 경우, 피부염과 결막염이 발생한다는 보고가 있다.
라. 인체 표적장기독성	디메틸아민 증기는 눈, 피부 그리고 호흡기계의 자극제이다. 눈과 목을 자극하여 재채기, 기침, 호흡곤란등이 유발되고 폐부종, 결막염, 피부염 그리고 피부와 점막의 화상등을 유발할 수 있다.
마. 인체 발암성	ACGIH에서는 디메틸아민을 A4로 인간의 발암물질로 분류되지 않은(Not classifiable as a human carcinogen) 등급으로 분류하고 있다 [ACGIH, 2005]. 하지만 직업적으로 디메틸아민에 노출될 경우 가능한 발암성에 대해 아직 역학연구가 이루어진 바가 거의 없다[ACGIH, 2005]
바. 사람에 대한 국내외 재해사례	디메틸아민의 중독에 대한보고는 특별히 알려진 바가 없다. 스웨덴의 어부에서 디메틸아민의 소변농도가 20-60mM/mol creatinine이 측정되었다[Svensson BG et al., 1995)] .

6. 각국의 노출기준 요약 및 해설

가. 미국		
(1) OSHA	10ppm (mg/m ³)	2002년 노동부 고시에 의하면 TWA 10 ppm(18 mg/m ³)을 넘지 않도록 하고 있고, STEL/Ceiling(C)에 대해서는 특별한 규정이 없다. 미국의 산업안전보건청(The current Occupational Safety and Health Administration; OSHA)의 연구진들은 8시간 TWA와 같은 농도로 최대 허용농도(permissible exposure limit; PEL)를 10 ppm(18 mg/m ³)을 넘지 않도록 권고하고 있고(29 CFR 1910.1000, Table Z-1), 미국 국립 산업안전보건 연구소(The National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH)에서는 최대 추천농도(recommended exposure
(2) ACGIH	5ppm (mg/m ³) STEL ; 15 ppm	
(3) NIOSH	10ppm (mg/m ³)	

		limit; REL)를 하루 10시간, 주중 40시간을 기준으로 TWA 10 ppm(18 mg/m ³)을 넘지 않도록 하고 있다[NIOSH 1992]. 미국의 산업위생학회(The American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH)에서는 TWA 5 ppm(9.2 mg/m ³), STEL 15 ppm(27.6 mg/m ³)을 넘지 않도록 하고 있다.
나. 일본		
(1) 산업위생학회	10ppm	동물에 있어 치사량은 피하 LD ₅₀ : 2,500 mg/kg(mouse), 피하 LD: 2,000 mg/kg(토끼), 정맥 LD: 800-1,000 mg/kg(토끼)이다.
7. 작업장내 근로자 노출실태		
가. 작업환경 측정방법 및 결과	H ₂ SO ₄ 필터침적법으로 0.12ℓ/min(8시간), 1.6 ℓ/min(30분)동안 펌프를 이용하여 개인시료와 지역시료를 현장에서 채취하였으며 분석은 필터 채취법에 의한 악취성분 측정 및 GC-FID를 이용한 분석을 실시하였다.	
나. 측정결과 분석 및 해석	TWA: 개인시료 -28개, 농도 ; 평균농도 0.366 ppm STEL; 개인 또는 지역시료-12개, 농도 ; 평균 0.465 ppm	
8. 규제영향분석결과		
가. 규제의 비용/편익 분석	- 규제의 총 비용 ; 99,008,000 - 총편익 24,762,000(하인리히방식 1 : 4) - 간접편익 ; 99,008,000 * 기대이익은 99,008,000	