

◆ 제 7 주제 ◆

화학업체의 작업장내 악취물질 분포특성에 관한 연구

조 덕 희

[경기도보건환경연구원]

화학업체의 작업장내 악취물질 분포특성에 관한 연구

A Study on the Odor Distribution Characteristics in the Workplace of Chemical Industry

조덕희, 송일석, 김인구, 김용수, 김종보, 김태현, 황선민, 남우경
경기도보건환경연구원 악취분석팀

1. 서론

악취는 미량인 여러 종류의 휘기물질에서 발생하여, 이것들에 의한 후각자극의 종합적인 지각으로서 특유의 냄새가 불쾌성 또는 혐오성과 함께 감지된다. 악취를 일으키는 최소농도를 최소감지농도(threshold concentration)라고 하며, 악취방지법에서 규정한 지정 악취물질의 특성 및 배출기준을 표 1에 나타내었다. 이러한 최소 감지농도는 악취처리의 정도를 추정하는 척도가 된다.

악취는 다 성분의 복잡한 물질로 구성되어는 것이 보통이기 때문에 어떤 종류의 악취가 얼마나 인체에 영향을 미치는가는 악취의 강도만으로 단정하기는 어렵다. 휘기 감각은 강하거나 상쾌성, 불쾌성 및 악취질의 측면을 지니고 각각에 대하여 휘기분자의 물리화학적 특징, 휘기물질 및 사람의 생리적 조건과 경험적, 사회적 조건 등 다양한 인자에 의해 영향을 받는다. 휘기에 의한 인체의 생리학적 영향은 호흡기계, 순환기계, 소화기계, 생식기계, 내분비계 및 정신상태에의 영향을 미치며, 악취원인물질로서 그 양을 정확하게 측정할 수 있어도 악취의 강도나 질적 내용까지는 객관적으로 정확하게 정량적으로 표현할 수가 없다¹⁾. 또한 직접 후각으로 느끼는 환경오염의 지표로서 극히 낮은 농도에서도 피해를 유발하여 작업장에서 근무하는 근로자에게 악영향을 끼치고 있다. 아세트알데하이드는 눈, 코, 목을 자극하며 고농도에서는 마취작용과 의식혼탁, 기관지염, 현기증 등을 일으키며 주로 중추신경계통의 기능을 저하시키고 폐수종과 단백뇨증을 일으키며 동물실험결과 발암가능성물질로 여겨지고 있으며, 이들 산화물 역시 돌연변이원성 물질로서 연구의 대상이 되고 있다^{2,3)}. 황화수소는 썩은 계란냄새가 나는 무색기체로서 단시간에 다량 흡입 시 눈, 코, 목안의 점막을 자극하며 고농도에서는 달콤한 냄새를 느끼며 곧 이어서 후각이 마비되고 두통, 현기증, 불규칙적인 보행, 호흡장애 와 심할 경우 의식불명, 경련, 호흡마비를 일으켜 사망하게 되므로 대단한 주의를 요한다.

따라서 본 연구에서는 반월·시화산업단지 특히, 화학업종은 여러 가지 원료사용 및 제품생산으로 알데하이드 화합물, 황 화합물 등 다양한 악취원인물질을 배출하고 있어, 효율적인 악취관리에 어려움이 있으므로, 작업장내에서 악취물질의 분포특성을 조사하여 작업자에게 미칠 수 있는 영향을 저감시키고 사업장 악취관리 및 작업환경 개선에 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

Table 1. Characteristics and emission standard of odor compounds

			Unit : ppb		
Odor compound	Chemical formula	Characteristics	TWA ^{a)}	Odor threshold	Emission standard
Complex odor	-	-	-	-	1,000
Ammonia	NH ₃	such as urine odor	25,000	150	2,000
Methyl mercaptan	CH ₃ SH	a rotten onions odor		0.12	4
Hydrogen sulfide	H ₂ S	a rotten eggs odor	10,000	0.5	60
Dimethyl sulfide	(CH ₃) ₂ S	a rotten onions odor		0.12	50
Dimethyl disulfide	(CH ₃) ₂ S ₂	a rotten onions odor		0.28	30
Trimethyl amine	(CH ₃) ₃ N	a rotten fishy odor	10,000	0.11	20
Styrene	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	such as LPG/LNG odor		33	800
Acetaldehyde	CH ₃ CHO	an irritant fishy & nausea	100,000	1.5	100
Propionaldehyde	CH ₃ CH ₂ CHO	an irritant & burnt odor		1.5	100
Butyraldehyde	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	an irritant & burnt odor		0.32	100
i-Valeraldehyde	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHO	a sour & burnt odor		0.19	6
n-Valeraldehyde	CH ₃ (CH ₂) ₃ CHO	a sour & burnt odor	50,000	0.71	20

a) TWA : Time weighted Average Concentration

2. 연구방법

사업장 작업환경에서의 악취실태조사를 위해서 반월·시화산업단지의 악취관리사업장 중에서 화학업종 9개 업체를 선정하여 각 사업장의 공정에서 배출되는 악취원인물질의 분포특성을 2006년 3월부터 8월까지 6개월 동안 대상사업장이 정상가동하는 기간에 시료 채취하였다.

복합악취, 황화합물 및 스타이렌을 분석하기 위한 시료채취 방법으로 10 ℓ 테들러백으로, 암모니아 및 트라이메틸아민은 2개의 임핀저를 직렬로 연결하여 각각 10 ℓ/min로 하여 5분 동안, 알데하이드 화합물 시료채취는 DNPH카트리지 앞에 오존스크리버를 장착하고 적산유량계를 이용하여 2.0 ℓ/min의 유량으로 5분 동안 채취하였다.

지정악취물질 중 황 화합물은 GC/PFPD에 저온 열탈착기법 (thermal desorption unit UNITY, Markes, Ltd)으로⁴⁾, 알데하이드 화합물은 LC-MS로 확인하고 LC (UV detector)로 정량하였다⁵⁾. 스타이렌은 GC-FID, 트라이메틸아민은 75um-Carboxen-PDMS fiber를 이용하여 GC-NPD로 분석하였으며⁶⁾, 암모니아는 DU-800 Spectrophotometer (Beckman, U.S.A.)를 이용하여 악취공정시험방법에 따라 분석하였으며, 복합악취 측정을 위해 300배 희석배수에서 자동공기희석장치를 이용하여 3배수씩 단계별로 증가시키면서 희석하여 시험하였다.

3. 결과 및 고찰

반월·시화산업단지의 화학업종 작업장내 악취물질분포특성은 표 2에서와 같이 복합악취는 희석배수로서 평균 381배, 최대 669배로 사업장마다 많은 차이를 보이고 있으며, 그 원인은 각각의 사업장마다 제품생산의 공정 및 원료의 차이와 공정 내 국소배기장치 및 공정에 적합한 후드의 설치와 정상적인 가동여부, 적합한 방지시설 등에 따라 차이가 발생 될 수 있다고 판단된다. 지정악취물질 중에서 최고 암모니아농도가 4,127.7 ppb, 황화수소 최고농도는 1,499.9 ppb, 트라이메틸아민 76.9 ppb, 아세트알데하이드의 최고 농도가 35.3 ppb가 검출되었으며, 지정악취물질의 악취기여도를 악취농도지수 (Odor Quotient, OQ ; 악취유발물질농도/최소감지한계농도)로 표현하였을 때^{7,8)}, 최대 악취기여도는 악취농도지수로서 암모니아가 28배, 황화수소 3000배 트라이메틸아민 669배, 아세트알데하이드가 24배로 나타났으며, 기타 지정악취물질의 상대적인 악취기여도는 미미한 것으로 나타났다.

Table 2. Overall summary of odor concentrations from 9 chemical plants.

Odor compound	Unit	Average, (n=27)	Minimum	Maximum	Odor Quotient ^{b)}	
					Average	Maximum
Complex odor	DF ^{c)}	381	82	669	-	-
Ammonia	ppb	320.18	2.87	4127.66	2	28
Methyl mercaptan	ppb	0.02	0	0.52	0	4
Hydrogen sulfide	ppb	61.28	0	1499.94	123	3000
Dimethyl sulfide	ppb	0	0	0	0	0
Dimethyl disulfide	ppb	0	0	0	0	0
Trimethyl amine	ppb	3.33	0	76.93	30	699
Styrene	ppb	44.41	5.65	414.02	1	13
Acetaldehyde	ppb	4.31	0	35.32	3	24
Propionaldehyde	ppb	0.24	0	41.60	1	28
Butyraldehyde	ppb	0.36	0	7.60	1	24
i-Valeraldehyde	ppb	0.08	0	1.42	0	7
n-Valeraldehyde	ppb	0.13	0	0.89	0	1

b) Odor Quotient (OQ) : Odor concentration / Odor threshold

c) DF : Dilution Factor

화학업종별로 작업장내 악취물질 분포는 표 3에서와 같이 헥사민은 가스 상 포름알데히드와 암모니아를 반응시켜 만드는 공정에서는 이론적 희석배율로 암모니아가 1.3배, 트라이메틸아민이 699배, 아세트알데하이드가 2.9배로 헥사민 제조공정에서의 주 악취원인물질은 트라이메틸아민으로 판단된다. 도료제조공정의 원료는 대부분이 멜라민 수지, 에폭시수지, PE 수지 등을 투입하여 혼합, 연화시키는 공정으로 악취원인물질로는 12가지 지정악취물질 중에서 알데하이드와 스타이렌 이었다. 에스테르레진, 방수제 등 합성수지 제조공정의 악취원인물질로는 스타이렌, 알데하이드 화합물로 배출되는 악취강도가 낮은 것으로 조사되었다. 유피가공업의 석회적 시설에서의 악취원인물질이 암모니아와

황화수소로 조사되었으며 황화수소의 악취기여도가 3,000으로 높게 나타났다. 플라스틱 컴파운드를 생산하는 공정과 재생타이어 생산 공정에서는 암모니아, 알데하이드 화합물 등이 악취원인물질로 조사되었으며, 기계유 및 압연유 제조시설에서는 아세트알데하이드, 트리아메틸아민, 스타이렌 등이 주로 검출되었으며, 지정악취물질 중에서 아세트알데하이드가 악취원인물질로 조사되었었다.

Table 3. Major odor concentrations from 9 chemical industry in the Ban-Woll & Shi-Wha Industrial complex.

Unit: ppb							
Products	Odor com.	Maximum	O.Q.	Products	Odor com.	Maximum	O.Q.
Hexamine	Complex odor	448	-	Leather oxide	Complex odor	669	-
	Trimethyl amine	76.9	699.1		Ammonia	4127.7	27.5
	Acetaldehyde	4.4	2.9		Hydrogen sulfide	1499.9	2999.8
Paint	Complex odor	448	-	PVC compound	Complex odor	300	-
	Styrene	38.0	1.2		Acetaldehyde	12.2	8.1
	Acetaldehyde	1.6	1.1		Ammonia	422.7	2.8
Semi paint	Complex odor	669	-	Recapped tire	Complex odor	448	-
	Acetaldehyde	5.9	3.9		Ammonia	274.5	1.8
	Butyraldehyde	-	-		Acetaldehyde	11.1	7.4
Ester resin	Complex odor	373	-	Cutting oil	Complex odor	448	-
	Styrene	414.0	12.5		Acetaldehyde	10.1	6.7
	Acetaldehyde	8.8	5.9		Trimethyl amine	0.5	4.5
Poly urethane	Complex odor	373	-				
	Styrene	126.6	3.8				
	Acetaldehyde	7.4	4.9				

작업장내 악취물질의 배출농도를 표 1의 TWA기준과 비교하였을 경우 미미하였으나 악취강도를 단순히 농도크기로 비교하기 어려우며, 악취강도 자체로서 작업자에게 생리학적 영향으로 호흡기계, 순환기계, 소화기계, 생식기계, 내분비계 및 정신상태에의 영향을 미치므로 작업자의 건강 및 작업능률을 위해서는 효과적인 후드 (hood), 덮개 등을 설치하여 누출량을 최대한 적게 하고, 반응기내와 같이 밀폐계로부터 가스를 흡인하는 경우, 반응기내의 부압을 가능한 한 작게 함으로써 발생하는 악취량을 억제한다. 악취 발생요인의 개선으로 우선 악취의 발생 요인을 검토하고, 그 결과, 악취의 발생을 저감할 수 있는 조치를 검토해야 하며, 악취 물질의 증발 대책 및 사용량의 삭감하는 것도 유효한 방법이다. 특히, 유기 용제 등의 악취 물질에는 대단히 휘발성이 높은 것도 많기 때문에, 보관 용기 등부터 악취 물질이 새고 있지 않은지, 충분히 점검할 필요가 있다. 특히 여름 한철에 있어서는, 용기의 마개가 밀봉되어 있는지 어떤지 자주 확인하는 것도 중요하다. 또 악취 물질을 사용하는 기기 및 장치 등에서는 개구부를 필요 이상으로 크게 하지 않는 것도 대책으로서 중요하다.

원료 내지는 용제 등에 사용되는 악취가 강한 약품류의 사용량은 필요 이상으로 많지 않도록 하는 것도 중요하다. 공장 등에서는 유기 용제를 비롯하여 많은 화학 물질 (냄새 물질)을 사용하고 있는데, 악취 문제가 생겼을 때, 문제가 되는 화학물질을 다른 냄새가 비교적 약한 물질로 전환할 수 있는지 검토하는 것도 필요하다. 이 밖에 현재 인쇄·도장 관계에 있어서는 유기 용제를 대신하는 수성 잉크, 수성 도료 등이 사용되고 있으며, 악취 발생 사업소는 비교적 중소 영세한 사업소가 많으므로 용제의 전환이 비교적 유효한 대책이 된다고 판단된다.

4. 결 론

반월·시화산업단지에서 9개 화학업체를 선정하여 작업장내 악취물질 분포특성을 조사하여 작업자에게 미칠 수 있는 영향을 저감시키고, 사업장 악취관리 및 작업환경 개선에 기초 자료를 제공하고자 수행한 연구결과는 다음과 같다.

작업장내 평균 복합악취가 회석배수로서 381배, 최대 669배 이었으며, 지정악취물질 중에서 황화수소가 악취농도지수(OQ)로서 3000, 트라이메틸아민이 669, 암모니아가 28 배순으로 조사되었다.

화학업종에서 발생하는 주요 악취원인물질은 헥사민 공정에서는 트라이메틸아민, 압연 유, 도료 및 합성수지 제조공정에서 알데하이드 화합물, 원피가공업에서 황화수소가 주요 악취원인물질로 조사되었다.

작업장내 악취물질을 저감시키기 위한 악취 발생원 대책으로서, 반응시설을 가능한 밀폐시키고, 국소 누출량을 최소화시켜 악취발생을 억제한다. 그리고 악취의 발생 요인을 검토하고, 그 결과, 악취의 발생을 저감할 수 있는 조치를 검토해야 하며 악취 물질의 증발 대책 및 사용량의 삭감하거나 저 악취 물질로의 전환시켜 작업환경을 개선시킬 수 있다고 판단된다.

5. 참고문헌

1. 정여림, “기체크로마토그래피를 이용한 악취원인 물질과 휘발성 유기화합물의 분석에 관한 연구”, 강원대학교박사학위논문, 140, 2002.
2. Zhang J., Q. He and P.J. Liou, Characteristics of aldehydes : Concentrations, sources, and exposures for indoor and outdoor residential microenvironments, *Environmental Science Technology*, 28(1), 146-152, 1994
3. 유해물질연구회, 유해화학물질편람, 동화기술, 1991
4. Kim Ki Hyun, Performance characterization of the GC/PFPD for H₂S, CH₃SH, DMS and DMDS in air, *Atmospheric Environment*, 39(12), 2235-2242, 2005
5. 조덕희, 송일석, DNPH cartridge/LC-MS 방법에 의한 카르보닐화합물 분석에 관한 연구, *한국 대기환경학회지* 22(2), 201-208, 2006.
6. Chien Y. C., Uang S. N., Kuo C. T., Shih T. S. and Jen J.F., Analytical method for monitoring trimethylamine using solid phase micro-extraction and gas chromatography-flame ionization detection, *Analytical Chimica Acta* 419, 73-79, 2000.
7. 정의석, 직·간접관능법을 응용한 악취평가방법 및 해석에 관한 연구, 대전대학교 환경공학과 박사학위논문, 2004.
8. 허귀석, 공업단지에서 배출되는 악취 원인물질의 규명, *한국냄새환경학회 추계학술대회논문집*, 17-18, 2003.

대한위생학회추계학술대회
2006.11.23. 동남보건대학

화학업체의 작업장내 악취물질 분포특성에 관한 연구

A Study on the Odor Distribution Characteristics
in the Workplace of Chemical Industry

조덕희 · 송일석 · 김인구 · 김웅수
김종보 · 김태현 · 황선민 · 남우경

경기도보건환경연구원 악취분석팀

악취란?

- ❖ 악취 - 황화수소, 메르캡탄류, 아민류 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새
- ❖ 복합악취 - 두 가지 이상의 악취물질이 복합적으로 존재하면서 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새
- ❖ 지정악취물질 - 악취의 원인이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것

악취의 문제점

- ▶ 악취는 직접 후각으로 느끼는 환경오염의 지표로서 극히 낮은 농도에서도 피해를 유발시킴.
- ▶ 또한 많은 종류의 성분이 섞여 발생하는 복합적인 감각공해로 악취의 강도만으로 인체에 어떤 영향을 미치는지 판단하기 어려움.
- ▶ 작업장 내 악취는 작업자의 보건학적 측면이나 작업능률을 저해 시킬 수 있음.

정부의 악취관리

- ▶ 대기배출시설 위주의 관리로는 악취 민원 발생저감 한계
- ▶ 악취는 국민의 삶의 질과 직결된 환경문제로 이를 체계적으로 다룰 별도의 규정이 필요
- ▶ 2004년 2월 악취방지법 제정
- ▶ 2005년 2월 시행령 및 시행규칙을 공포하여 악취관리를 실시
- ▶ 2005년 2월 악취공정시험방법 고시

경기도 산업단지 악취관리

- ◆ 2005. 3. 22. : 경기도보건환경연구원 악취검사기관 지정
- ◆ 2005. 5. 16. : 악취관리지역 지정 (4개 지역)
반월국가산업단지, 시화국가산업단지,
반월지방도금단지, 아산국가산업단지 포승지구
- ◆ 2005. 8. - : 악취관리지역에 대한 실태조사 실시
- ◆ 2006. 6. : 엄격한 배출허용기준 지정 고시
- 신규시설 : 2006. 7. 1.부 적용
- 기존시설 : 2007. 1. 1.부 적용

지정 악취 물질

종	류	적용시기
1. 암모니아 2. 메틸머captan 3. 황화수소 4. 다이메틸설파이드 5. 다이메틸다이설파이드 6. 트라이메틸아민	7. 아세트알데하이드 8. 스타이렌 9. 프로피온알데하이드 10. 뷰티르알데하이드 11. n-발레르알데하이드 12. i-발레르알데하이드	2005년 2월 10일부터
13. 톨루엔 14. 자일렌 15. 메틸에틸케톤	16. 메틸아이소뷰티르케톤 17. 뷰티르아세테이트	2008년 1월 1일부터
18. 프로피온산 19. n-뷰티르산 20. n-발레르산	21. i-발레르산 22. i-뷰티르알코올	2010년 1월 1일부터

악취물질의 특성 및 최소감지농도

구 분	냄새특징	최소감지농도	R.E.S.	TWA	발암성	
1	암모니아	오줌 냄새	0.15	1,000	25,000	변이원성
2	메틸머캅탄	썩은 양파	0.00012	2		
3	황화수소	썩은 계란	0.0005	20	10,000	-
4	디메틸설파이드	썩은 양파	0.00012	10		
5	디메틸디설파이드	썩은 양파	0.00028	9		
6	트리메틸아민	썩은 생선	0.00011	5	10,000	-
7	스타이렌	도시가스	0.033	400		
8	아세트알데하이드	자극 비린내	0.0015	50	100,000	변이원성
9	프로피온알데하이드	쓰고 탄내	0.0015	50		
10	뷰티르알데하이드	시고 탄내	0.00032	29		
11	n-발레르알데하이드	시고 탄내	0.00071	9	50,000	-
12	i-발레르알데하이드	시고 탄내	0.00019	3		

TWA : Time Weighted Average Concentration, 8시간 시간가중평균농도
 R.E.S. : Rigid Emission standard, 엄격한배출허용기준

연구 목적

- ❖ 화학업종은 다양한 원료사용 및 제품생산으로 여러 가지 악취유발 물질을 배출하고 있어 악취관리에 어려움이 있으므로,
- ❖ 반월 및 시화산업단지의 화학업종 9개 업체를 선정하여
- ❖ 작업장 내(공정)에서 악취물질의 분포특성을 조사하여 작업자에게 미칠 수 있는 악영향을 저감 시키고, 사업장 악취관리 및 작업환경 개선에 기초 자료를 제공하고자 함.

대상사업장 및 시료채취 지점

악취관리사업장 중에서 화학업종 9개 업체 선정

Type of chemical industry	Main products	Sampling point
Organic chemistry	Hexamine	Reaction facilities
Paint	Paint	Mixing & dry
Paint	Semi-paint	Reaction facilities
Synthetic resin	Ester resin	Reaction facilities
Synthetic resin	Polyurethane	Reaction facilities
Leather	Leather, oxhide	Lime facilities
Plastic	PVC compound	Mixing & forming
Rubber	Recapped tire	Mixing facilities
Grease	Cutting oil	Mixing facilities

분석방법

Odor Compound	Analytical Method
Complex Odor	Air Dilution Sensory
Ammonia	UV
Sulfer Compounds	GC - PFPD
Styrene	GC - FID
Trimethylamine	GC-NPD/SPME fiber
Aldehyde Compounds	LC-MS/DNPH Cartridge

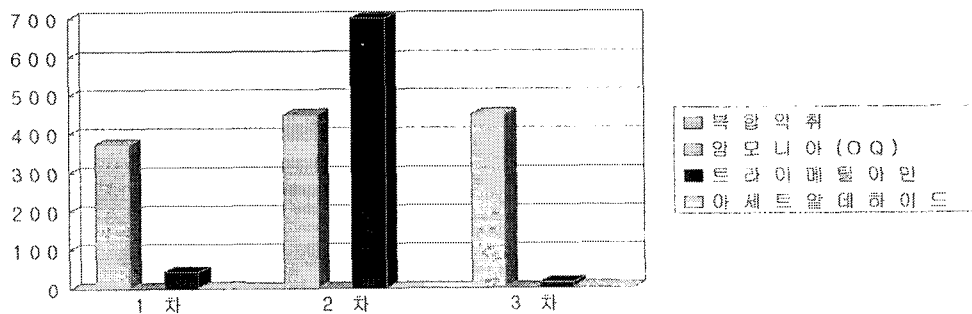
연구기간 및 시료채취방법

❖ 연구기간 : 2006년 3월 - 8월 (6개월)

❖ 시료채취방법

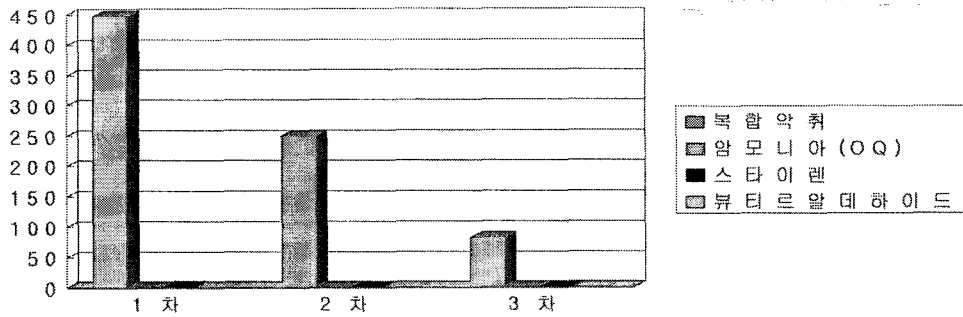
Sampling Method	Odor Compound	Condition
Tedlar Bag	Complex Odor, Styrene, Sulfur Compounds	10 l, 5 min
Impinger	Ammonia, Trimethylamine	10 l/min, 5 min
Cartridge	Aldehyde Compounds	2 l/min, 5 min

헥사민 제조과정



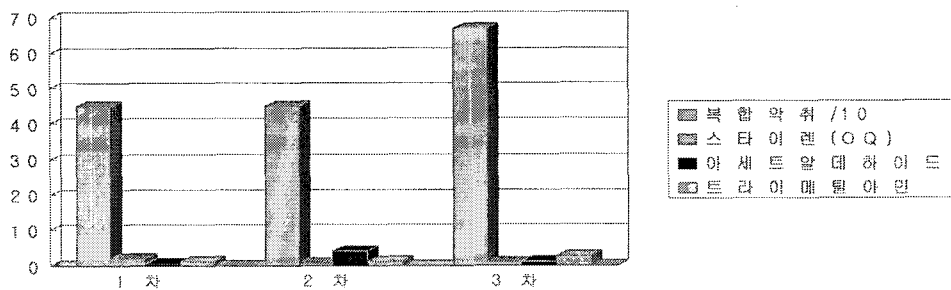
- ❖ 헥사민은 포름알데히드와 암모니아를 반응시켜 만드는 공정으로 복합악취가 373, 448, 448 배로 측정됨
- ❖ 암모니아, 트라이메틸아민, 아세트알데하이드가 검출되었으며, 프로피온알데하이드, 스타이렌이 미량 검출되었음.
- ❖ 트라이메틸아민의 악취강도가 699 배로 주 악취원인물질로 판단됨.

도료 제조과정



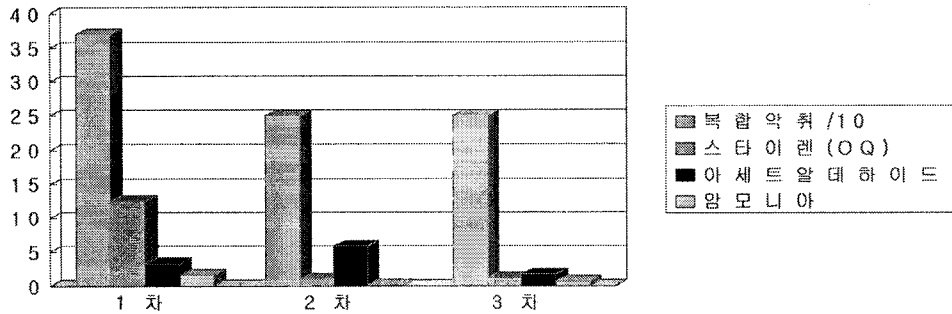
- ◀ 멜라민 수지, 에폭시수지, PE 수지 등을 투입하여 혼합, 연화시키는 공정.
- ◀ 복합약취 회석배수는 448, 250, 82배 이었으며,
- ◀ 암모니아, 스타이렌, 알데하이드화합물이 검출되었음.

도료 반제품 제조과정



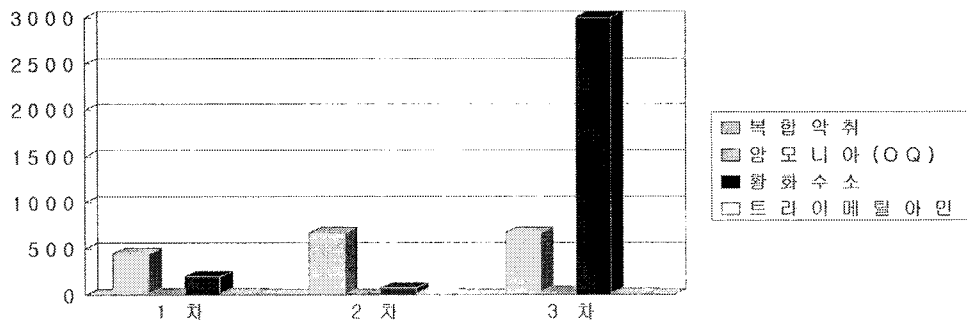
- ◀ 톨루엔, 스타이렌, 크실렌, 아크릴수지, 글리콜 등을 투입하여 혼합, 반응시키는 공정.
- ◀ 복합약취 회석배수는 448, 448, 669배 이었으며,
- ◀ 스타이렌, 알데하이드화합물, 트라이메틸아민이 검출되었음.

합성수지 제조공정



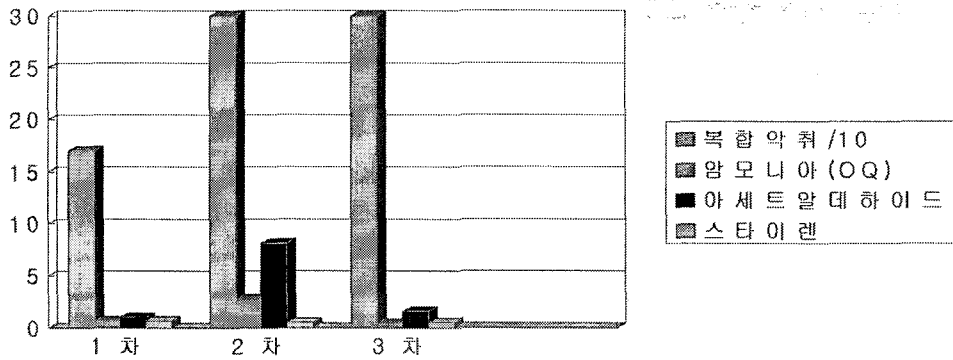
- ❖ 에스테르레진, 방수제 등 합성수지
- ❖ 복합악취 희석배수는 373, 250, 250배 이었으며
- ❖ 악취원인물질로는 스타이렌, 알데하이드 화합물로 악취강도가 낮음

피혁 가공 시설



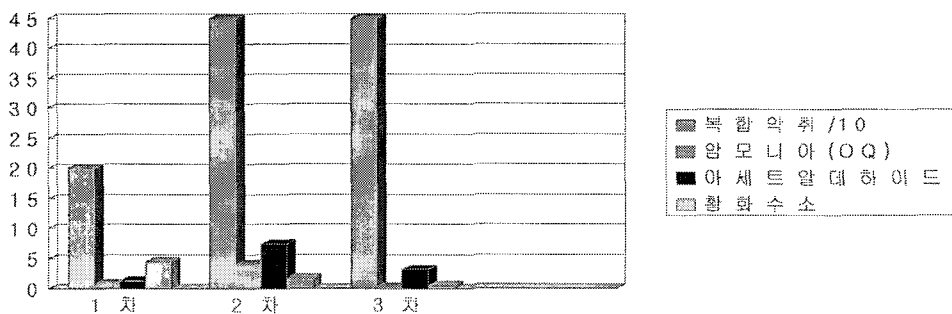
- ❖ 원피가공업의 석회적시설에서 배출되는 악취원인물질이 암모니아와 황화수소로 조사되었음.
- ❖ 복합악취 희석배수는 448, 669, 669배 이었으며
- ❖ 황화수소의 악취강도가 3000 배로 주 악취원인물질로 판단됨

플라스틱 제조공정



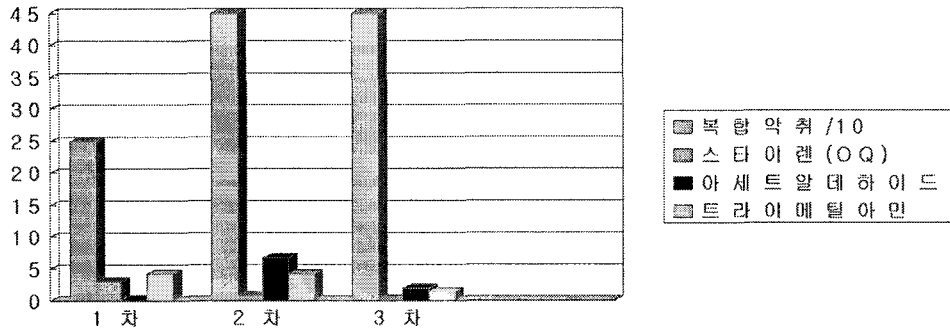
- ▶ 플라스틱 컴파운드를 생산하는 공정으로 복합약취 희석배수는 173, 300, 300배 이었으며
- ▶ 암모니아, 알데하이드 화합물 등이 약취원인물질로 조사되었으나 배출농도는 미미하였음.

재생타이어 제조공정



- ▶ 재생타이어를 생산하는 공정으로 복합약취 희석배수는 208, 448, 448배 이었으며
- ▶ 암모니아, 알데하이드 화합물, 황화수소 등이 약취원인물질로 조사되었으나 배출농도는 미미하였음

기계유 제조과정



- 기계유, 절삭유, 압연유 등을 생산하는 공정으로 복합악취 희석배수는 250, 448, 448배 이었으며
- 스타이렌, 암모니아, 알데하이드 화합물, 트라이메틸아민 등이 악취원인 물질로 조사되었으나 배출농도는 미미하였음

결과 (종합)

Unit : ppb

Odor Compound	Average (n=27)	Minimum	Maximum	Odor Quotient	
				Average	Maximum
Complex Odor	381	82	669	-	-
Ammonia	320.2	2.9	4127.7	2	28
Methyl mercaptan	0.02	0	0.5	0	4
Hydrogen sulfide	61.3	0	1499.9	123	3000
Dimethyl sulfide	0	0	0	0	0
Dimethyl disulfide	0	0	0	0	0
Trimethyl amine	3.3	0	76.9	30	669
Styrene	44.4	5.7	414.0	1	13
Acetaldehyde	4.3	0	35.3	3	24
Propionaldehyde	0.2	0	41.6	1	28
Butyraldehyde	0.4	0	7.6	1	24
i-Valeraldehyde	0.1	0	1.4	0	7
n-Valeraldehyde	0.1	0	0.9	0	1

총괄평가(1)

- ❖ 화학업체 작업장내 (Process) 복합악취가 희석배수로서 82 ~ 669 배(평균 381배 사업장마다 상당한 차이가 있음).
- ❖ 원인은 사업장마다 제품생산의 공정 및 원료의 차이로 판단됨.
- ❖ 작업장 내 국소배기장치 및 공정에 적합한 후드의 설치와 정상적인 가동여부, 적합한 방지시설 등에 따라 차이가 발생 될 수 있다고 판단됨.
- ❖ 작업장내 악취물질의 배출농도를 TWA기준과 비교하였을 경우 미미하였으나 악취강도를 단순히 농도크기로 비교하기 어려우며, 악취강도 자체로서 작업자에게 악 영향을 미친다고 판단 됨.

총괄평가 (2)

- ❖ 주요 악취성분들의 농도별 악취세기에 대한 기여도의 차이 발생되며, 악취성분들이 공업지역이나 주변지역에 초래하는 악취문제의 강도는 단순히 농도크기로 비교하기 어려우므로,
- ❖ 지정악취물질의 악취기여도를 악취농도지수(Odor Quotient, OQ ; 악취유발물질농도/최소감지한계농도)로 표현하면,
- ❖ 작업장 내(process)의 최대악취기여도는 황화수소 3000배, 트라이메틸아민 699배 이었으며,
- ❖ 기타 지정악취물질의 상대적인 악취기여도는 미미한 것으로 조사되었음.

결 론 (1)

- ◀ 화학업체 작업장(process) 내의 복합악취가 희석배수로서 82 ~ 669배 (평균 381배)로 사업장마다 상당한 차이가 있음.
- ◀ 화학업종에서 발생하는 주요 악취원인물질로는
 - 헥사민 공정 : 트라이메틸아민
 - 압연유, 도료 및 합성수지 제조공정 : 알데하이드 화합물
 - 원피가공업 : 황화수소

결 론 (2)

- ◀ 작업장내 악취물질의 배출농도를 TWA기준과 비교하였을 경우 미미하였으나 악취강도를 단순히 농도크기로 비교하기 어려우며, 악취강도 자체로서 작업자에게 악 영향을 미친다고 판단 되므로,
- ◀ 각 사업장에서는 반응시설의 밀폐, 국소 누출량의 최소화 등 발생 억제시키고, 악취물질의 증발대책 및 사용량 저감, 저 악취물질로 전환
- ◀ 악취저감을 위해서 최적의 후두 및 덕트시설 등을 설치하여 쾌적한 작업환경 조성.