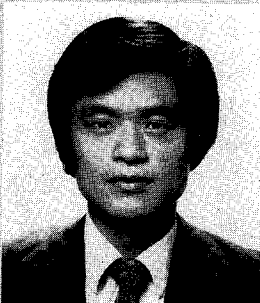


악취



우리나라의 산업안전보건법의 H₂S의 허용 기준을 보면 10ppm이다. 이 기준은 8시간 접촉되면 생리적인 영향을 주는 기준이다. 그러나 악취로서의 검지임계농도는 0.001ppm으로서 생리적 피해를 끼치는 농도의 만분의1에 불과하다. 따라서 악취가 고농도로 농축된 상태가 되면 유해가스로 취급 되어야한다.



金 濶 信
(한양대 의과대학교수)

I. 서론

악취란 불쾌한 냄새라는 뜻으로 인간에게 불쾌감을 주어 정신, 신경계통을 자극시켜 정서생활 및 건강상의 해를 주는 물질을 말한다. 또한 악취는 생활환경과 사람의 심리적 판단에 따라 악취오염의 양상이 다르므로 악취물질의 농도에 의하여 정상적으로 악취오염상태를 나타내는 매우 어려운 일이다.

냄새는 실내공기 오염문제 중에서 가장 복잡하고 모호한 성질로 인하여 미국 환경청(EPA)의 경우는 무기준의 오염물질로 분류하고 있다. 맛과 냄새는 특정의 물질과 접촉할 때 일어나는 생리적인 반응으로 나타나므로 두 가지의 화학적 감각이다. 냄새의 경우 사람은 1ppb 정도의 대단히 적은 양의 물질도 감지할 수 있는 능력을 가지고 있다. 그러나 사람의 코가 아직은 유일한 측정기구지만 믿을만한 것은 못된다. 더구나 사람은 냄새에 대하여 복합적이므로, 어떤 사람에게 싫은 냄새도 다른 사람에게는 좋게 느껴지기도 한다. 따라서 냄새는 사람에 따라 그 응답성도 다르다.

냄새에 대한 불쾌감에도 사람에 따라 현저한 차이가 있을 뿐 아니라, 이것은 크게 두가지로 나눌 수 있다. 첫째, 친숙하지 않은 냄새는 쉽게 감지되고 친숙한 냄새보다 더 많은 불평을 일으킨다. 둘째, 냄새 피로(odor fatigue)의 현상으로 인하여 충분한 시간이 주어지면 어떠한 냄새에도 익숙하게 되며 강도의 변화가 일어날 때만 감지할 수 있다. 냄새, 냄새의 작용 및 냄새의 강도 등을 설명하는 여러가지 말들이 있다. 즉 냄새의 과학을 osmics라 하고, 냄새가 나는 물질을 osmorphorio이라 하며, 냄새의 물리적 작용을 olfaction(후각작용)이라 부른다.

II. 냄새의 감각, 기전 및 종류

우측 및 좌측의 후각기관은 두개의 콧구멍과 목구멍이 연결되는 부위 위에 위치하고 있다. 어른에게 있어서 후각기관의 면적은 약 1cm²이다. 후각세포는 길고 좁으며 콧구멍 평면에 수

적이다. 후각신경은 후각기관으로 오는 냄새를 뇌의 후각 부위에 전달한다. Moncrieff의 이론에 의하면 냄새에는 3가지의 기본이론이 있다. 즉 냄새를 내는 물질은 첫째 휘발성이어서 분자가 연속적으로 대기 중에 들어와 후각기관에 도달되어야 하며, 둘째 감각세포의 표면에 흡수될 수 있어야 하고, 세째의 의미는 후각세포에 이 물질이 존재하고 있지 않으므로 공기가 들어와 후각세포에 도달하면 어떤 변화를 일으키고 이 변화가 지각을 일으키는 것이다. 후각 메카니즘은 다음과 같은 단계에 의하여 수행된다.

1. 냄새 물질은 휘발성이고 연속적으로 대기 중에 그 분자를 휘발시킨다.
2. 이러한 분자 중의 일부는 콧구멍으로 들어가서 후각세포에 도달한다.
3. 냄새 분자가 후각기관에 도달하여 적절한 면적 위에 흡착된다.
4. 흡착에 따라 에너지 변화가 일어나게 된다. 흡착은 발열 프로세스다.
5. 이러한 에너지 변화가 전기적인 충격을 일으키고, 후각신경이 뇌로 전달한다.
6. 뇌가 냄새를 감지하게 된다.

냄새의 감지는 코 내에서 물리적 및 화학적인 프로세스를 포함하고 있다. 후각세포에 있어서는 물리적인 진동이 존재하고 화학적인 성분은 외부로 들어오는 것이다. 냄새를 분류하고, 냄새 물질의 화학적 조성과 분자 구조를 냄새와 관련지으려는 많은 노력이 있었으나 아직은 만족한 연관성이 밝혀지지 않고 있다. 냄새는 화학적인 구조에 의한 것이 아니고, 구성기의 배열에 의하여 일어나는 물리적인 차이에 기인하는 것이다. 냄새와 화학적 조성의 일반원리는 다음과 같다.

1. 강한 냄새는 휘발성과 화학적 반응성 및 불포화성이 큰 것과 연관된다.
2. 냄새를 결정하는 주요인자는 분자의 물리적 형태이다.
3. 環狀의 화합물에서는 環의 수가 냄새를 결정한다.

ㄱ) 5-6개의 환을 가진 화합물 : 강한 almond 및 menthol 냄새

ㄴ) 6-9개의 환을 가진 화합물 : 최저감지 냄새

ㄷ) 9-12개의 환을 가진 화합물 : 장뇌 및 박하냄새

ㄹ) 13개의 환을 가진 화합물 : 나무 및 히말라야시다 냄새

ㅁ) 14-16개의 환을 가진 화합물 : 사향 및 복숭아 냄새

ㅂ) 17-18개의 환을 가진 화합물 : 사향 고양이 냄새

ㅅ) 18개 이상의 환을 가진 화합물 : 약한 냄새이거나 거의 냄새가 없다.

냄새는 개인의 경험에 따라 달라지는 감정성이 매우 강하므로 그에 따라 판단도 달라진다. 또한 분자의 배열 및 생리적인 문제도 동시에 고려되어야 한다.

냄새의 종류와 취기의 감도를 측정할 수 있는 기기는 거의 없으며 건강한 사람의 후각을 이용하여 그 강도를 판정하고 있다. 냄새의 종류는 사람에 따라서 감지할 수 있는 능력의 차이가 있으며 똑같이 냄새를 느낄 수 있는 것이 아니

표1 화학물질별 냄새의 특징

화학물질	시상식	냄새
Allyl mercaptan	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2\text{SH}$	매우 불쾌한 마늘 냄새
Ammonia	NH_3	쏘는 듯한 냄새
Benzyl mercaptan	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{SH}$	불쾌한 냄새
Chlorine	Cl_2	자극적인 냄새
Chlorophenol	$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$	약품냄새
Crotyl mercaptan	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{SH}$	스컹크 냄새
Diphenyl sulfide	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}$	불쾌한 냄새
Ethyl mercaptan	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$	썩은 양배추 냄새
Ethyl sulfide	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$	구역질 나는 냄새
Hydrogen sulfide	H_2S	썩은 달걀냄새
Methyl mercaptan	CH_3SH	썩은 양배추 냄새
Methyl sulfide	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$	썩은 채소냄새
Pyridine	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	불쾌한 자극적 냄새
Skatol	$\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$	분뇨냄새
Sulfur dioxide	SO_2	자극적인 냄새
Thiocresol	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SH}$	스컹크 냄새
Thiophenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$	구역질 나는 냄새

므로 그 분류방식도 다양하다.

Henning은 냄새를 ① 정향향 ② Heliotrope(치자과) ③ 사과향 ④ 수지향 ⑤ 썩은 달걀냄새 ⑥ Tar 냄새로 분류하였다. 이들 냄새는 발생하는 물질에 따라 다르며 화학물질별 냄새의 특징은 다음 표1과 같다.

Ⅲ. 냄새의 특성

1. 냄새 물질의 물리적 성질

1) 증기압

냄새 물질의 분자가 냄새를 내기 위하여 후각 기관과 접촉하여야 한다고 하면, 보다 높은 증기압을 가진 물질이 보다 많은 수의 분자를 제공하게 된다. 예로써 에테르, 클로로포름 및 가솔린은 저휘발성의 액체보다 더 강한 냄새를 낸다. 마찬가지로 장뇌 및 나프타린과 같은 휘발성의 고체는 유리보다도 강한 냄새를 갖고 있다.

2) 용해도

냄새가 강한 물질은 물이나 기름에 잘 녹는다. 이러한 물질들이 편모(flagella)를 둘러싸고 있는 물기있는 점액과 지질의 편모를 투과할 수 있는 사실을 관찰하여 보면 알 수 있다.

3) 적외선의 흡수

냄새 물질은 적외선을 잘 흡수한다. 가시영역 스펙트럼에 있어서의 흡수대는 색깔을 결정하고, 적외선 영역의 흡수대는 냄새를 결정한다. 흡수대의 존재는 이러한 물질이 흡수광의 진동수와 같은 진동수의 분자간 진동을 가진다는 것을 의미하고 있다. 왜냐하면 흡수는 분자 및 광의 진동사이의 간섭에 의존하고 있기 때문이다.

4) 자외선 照射

냄새 물질 즉 eugenol과 safrol 등은 글리세린, 파라핀 및 물 속에서 용해된다. 그리고 照射된 후에는 Tyndall효과를 나타낸다. 즉 용액을 투과하는 자외선의 광속이 용질입자에 의하여 산란됨으로써 유백색을 띠게 되는 것이다. 이러한 현상은 용액 온도의 함수이다. 즉 온도가 상승하면 용액은 더 맑게 된다. 자외선 램프는 산소충진기체로부터 오존을 생성하고, 오존



악취를 방지하기 위하여 채택될 수 있는 방법은 크게 두 종류로 분류할 수 있다. 첫째는 농도를 감소시켜 취기를 약하게 만들어 불쾌감을 줄이는 방법이며, 둘째는 악취를 내는 물질의 질을 변화시키거나 위장(masking) 시켜서 사람들에게 불쾌감을 느낄 수 없는 냄새가 되도록 하는 것이다.



이 대부분의 냄새물질을 산화시키므로 이 때 냄새가 제거되게 된다.

5) 흡착

활성탄소는 많은 양의 냄새 물질을 흡착한다. 고체 표면에 대한 냄새 분자의 흡착은 3가지 방법으로 일어난다. (1) 모든 표면에 존재하는 수분 응축층을 통하거나, (2) 수분이 제거된 깨끗한 고체표면에 직접 흡착하거나, (3) 반대 하전의 표면에 하전 입자가 직접 달라 붙는 방법에 의한다.

2. 특성

냄새에 대한 예민도는 동물의 생활환경과 상태에 따라 달라서 모기와 개는 그 후각이 매우 발달되었지만 잠자리와 매는 시각이 잘 발달되었다. 이와같이 동물에 따라 후각의 예민한 정도도 다를 뿐 아니라 그 mechanism도 약간의 차이가 있다.

사람의 경우 후공내에 후각부가 면적 약 3cm² 정도로 있으며 들여마신 공기가 접촉하게 됨으로서 냄새를 느끼게 된다. 후각부의 표면은 점막으로 덮여 있다. 포유류 중에서도 사람의 후각이 가장 둔하지만 그래도 냄새를 느끼는 후각 임계농도(Threshold concentration of odor)는

〈표 2〉와 같이 매우 낮다. 냄새를 풍기는 화학 물질에 따라 임계농도는 달라서 methanol의 경우는 100ppm에서 냄새를 식별하지만 vaniline은 0.00000032ppm (3.2×10^{-8} ppm)에서 느낀다. 따라서 많은 경우 현대의 발달과 분석기기의 감도보다 저농도의 냄새를 인지하여 공해로서 관계당국에 진정하고 있다. 이러한 경우 아주 미량의 농도여서 어떤 종류의 냄새인지를 구분 못

하고 다만 『냄새가 난다』라는 표현을 나타낸다. 이러한 농도를 검지임계농도라고 하며 냄새의 종류를 확실히 구분하는 농도를 인지임계농도라고 한다. 따라서 검지농도보다 인지농도의 경우 재현성이 뚜렷하다.

IV. 냄새의 측정 및 판정

1. 측정

냄새를 측정하는 가장 기본적인 시스템은 인간의 후각이다. 일반적으로 냄새의 측정은 2-15명의 훈련된 사람으로 구성되는 측정단(panel)에 의한다(환경오염공정시험법: 5인이상). 냄새의 측정은 일반적으로 두 가지의 범주로 분류된다. 즉 첫째 범주는 물질의 한계농도를 구하는 것이고, 둘째 범주는 대기 중의 냄새 형태 및 강도를 구하는 것이다. 세 번째 범주가 가능하다고 하면 대기 중의 냄새로부터 그 근원을 추적하는 것이다. 첫째 범주는 순수한 냄새 즉 단일 물질의 냄새를 의미하는 것이고, 두 번째 범주는 몇 가지 물질의 냄새가 대기 중에서 결합되어 단일 냄새와 같은 인상을 주는 것이다.

측정에 적용되는 후각의 4가지 특성을 들면,

1. 강도(intensity): 냄새의 세기를 의미하며 수치나 말로 나타낸다. 강도가 점차적으로 증가하면 쉽게 감지되나, 사람은 냄새에 대하여 피로현상이 생긴다.

2. 회석강도(pervasiveness):냄새 포텐살비(odor potential ratio) 혹은 한계회석비(threshold dilution ratio)라고도 불리우며, 냄새가 다량의 회석공기로 퍼져도 감지 가능한 강도를 가질 수 있는 능력이다. 멜랴탄이나 분해된 단백질로부터 발생하는 냄새는 침투성이 강하여 광범위한 모든 방향으로 확산하여도 감지가 된다.

3. 질(quality):냄새의 특성을 설명하는 것으로 커피 혹은 양파와 같은 친숙한 냄새와 연관되며, 친숙하지 않은 냄새는 친숙한 냄새와 유추하여 연관시킨다.

4. 허용도(acceptability):냄새를 싫어하는

〈표 2〉 각종 화학물질의 냄새의 검지임계농도

화합물	ppm	화합물	ppm
Acetaldehyde	0.21	Ethyl acrylate	0.00047
Acetic acid	1.0	Ethyl mercaptan	0.001
acetone	100.0	Formaldehyde	1.0
Acrolein	0.21	Hydrochloric acid gas	10.0
Acrylonitrile	21.4	Methanol	100.0
Allyl chloride	0.47	Methylene (above 10ppm)	
Amine, dimethyl	0.047	Methylene chloride	214.0
Amine, monomethyl	0.021	Methyl ethyl ketone	10.0
Amine, trimethyl	0.00021	Methyl isobutyl ketone	0.47
Ammonia	46.8	Methyl mercaptan	0.0021
Aniline	1.0	Methyl methacrylate	0.12
Benzene	4.68	Monochlorobenzene	0.21
Benzly chloride	0.047	Nitrobenzene	0.0047
Benzyl sulfide	0.0021	Paracresol	0.001
Bromine	0.047	paraxylene	0.47
Butyric acid	0.001	Perchloroethylene	4.68
Carbon disulfide	0.21	Phenol	0.047
Carbon tetrachloride	21.4	Phosgene	1.0
(chlorination of CS ₂)		Phosphine	0.021
Carton tetrachloride	100.0	Pyridine	0.021
(chlorination of CH ₄)		Styrene(inhibited)	0.1
Chloral	0.047	Styrene(uninhibited)	0.047
Chlorine	0.314	Sulfur dichloride	0.001
Dimethylacetamide	46.8	Sulfur dioxide	0.47
Dimethylformamide	100.0	Toluene(from coke)	4.68
Dimethyl sulfide	0.001	Toluene	2.14
Diphenyl ether	0.1	(form petroleum)	
(Perfume Grade)		Tolyene diisocyanate	2.14
Diphenyl sulfide	0.0047	Trichloroethylene	2.14
Ethanol(synthetic)	10.0		

정도와 좋아하는 정도이며 냄새를 평가하는 사람의 경험에 크게 의존한다. 냄새를 경험과 연관시켜서 좋아하는 냄새와 싫어하는 냄새로 평가하는 경향이 있다.

냄새의 질을 제외하고는 위의 특성들은 변동하는 몇 개의 수치점에 의한 스케일로 평가된다. 통상적으로 사용되는 것은 五點 스케일 (five point scale)이며 다음과 같다.

-
- 0 : 감지 불능(no perception) : 취기를 전혀 감지 못함
 - 1 : 겨우 감지된다(very faint perception) : 약간의 취기를 감지
 - 2 : 약간 감지된다(faint perception) : 보통정도의 취기를 감지
 - 3 : 쉽게 감지된다(easily noticeable) : 강한 취기를 감지
 - 4 : 강하게 감지된다(strong) : 아주 강한 취기를 감지
 - 5 : 아주 강하게 감지된다(overpowering perception) : 견딜 수 없는 취기
-

냄새와 냄새 물질의 특성을 상관지어 보면 다음과 같다.

강도	: 농도, 휘발성, 지용성 및 수용성
희석강도	: 농도, 화학적 성질
질	: 분자의 크기와 형태, 적외선 혹은 라만 스펙트럼 화학적 성질 혹은 작용기

2. 악취의 판정법

(1) 관능법

* 악취가 발생하는 현장에서 건강한 사람의 코로 측정한다.

* 악취 판정자는 조사대상지역에 거주하지 않는 사람으로 후각이 정상이고 건강한 사람 5인 이상 구성된다.

* 악취 판정은 악취 판정표에서 2도 이하면 적합, 3도 이상이면 부적합으로 판정한다.

* 악취 판정표는 악취도를 6단계(0도, 1도, 2도, 3도, 4도, 5도)로 구분한다.

(2) 식염수법

* 악취가 발생하는 가스를 식염수(1%)에 통과시켜 포화시키면 포화평형에 도달했을 때 식염수에서 발생하는 가스는 그때의 대기 중에 존재하는 가스의 농도와 같다.

* 시료채취는 악취가 발생하는 가장 가까운 곳에 있는 주택의 '대지한계를 측정지점으로 선정하여 6회 이상 채취 분석한 후 평균하여 평가한다.

* 취기 판정자는 대상지역에 거주하지 않은 5인 이상

* 취기 희석 배수치

$$(To) = 10 * \frac{a+V}{V}$$

a = 희석에 사용한 1% NaCl(ml)

V = 시료소비(ml)

To = 희석 배수치는 소수점 1자리에서 반올림

V. 악취의 영향 및 현황

악취의 피해는 식욕감퇴, 구토, 불민, 알레르기증 등을 들수 있으며 고농도의 경우에는 더 심한 피해를 일으킨다. 그러나 악취피해는 심리적인 경우가 많다. 악취가 심한 지역은 쾌적한 생활환경이라 할 수 없으며 심리적으로 짜증이 자주 일어 날 정도면 노이로제에 빠질 위험성이 있다. 공해진정건수로 볼때 소음 다음으로 많아서 전체 건수에 대하여 1980년에 11.0%, 1981년에 12.5%, 1982년에 12.8%, 1983년에 13.6%로서 경제수준이 높아짐에 따라 피해가 늘어가는 추세에 있다.

박테리아에 의한 단백질분해 또는 천연상태에서 발생하는 H₂S에서 발생 연간 1억 또는 3억 톤으로 추정되지만 대기오염도는 불과 0.2ppm로서 거의 인지되지 않는다. 자연배출량에 비교할 때 인공배출량은 거의 무시될 정도지만 발생이 국지적이라는 면에서 공해로서 문제가 야기된다.

우리나라의 산업안전보건법의 H₂S의 허용기준을 보면 10ppm이다. 이 기준은 8시간 접촉되

면 생리적인 영향을 주는 기준이다. 그러나 악취로서의 검지임계농도는 0.001ppm으로서 생리적 피해를 끼치는 농도의 만분의1에 불과하다. 따라서 악취가 고농도로 농축된 상태가 되면 유해가스로 취급되어야 한다. 따라서 환경보전법의 H₂S 배출 허용기준은 30ppm으로서 유해가스로 취급하고 있다.

공해진정건수를 분석해보면 가장 많이 차지하는 것은 동물성인 발생원 즉, 어장골처리, 화제장, 양돈양계장, 피혁공장, 비료공장, 사료제조공장, 분뇨처리장, 유지공장, 수산가공공장, 식품공장 또는 사업장이다. 화학공장으로는 펄프공장, 석유화학공장, 고무공장, 유기합성공장, 도장작업장, 인쇄공장 등을 들 수 있다. 공장이라고는 할 수 없겠으나 소규모의 식품가공공장, 음식점, 병원, 양로원, 부엌 등 특히 근래 폐수처리시 발생하는 슬러지의 살수실 등의 악취도 무시할 수 없다.

VI. 대책

악취공해는 앞에서 언급한 바와 같이 그 성질상 측정이나 평가가 어려울 뿐만 아니라 농도는 정량적으로 감소시킬 수 있으나 악취의 정도를 정량적으로 감소시키는 것은 매우 어렵다.

따라서 악취를 방지 또는 제거하기 위해서는 악취물질의 종류와 처리하고자 하는 대상에 따라 가장 효과적이고 경제적인 방법을 선택하여야 한다.

또한 악취방지를 위하여 업소측과 주민들과의 대화관계, 방지시설에 대한 투자 등 악취배출업소가 스스로 악취방지에 대한 관심과 방지기술 개발에 노력하는 것이 가장 좋은 방법이다.

악취를 방지하기 위하여 채택될 수 있는 방법은 크게 두 종류로 분류할 수 있다. 첫째는 농도를 감소시켜 취기를 약하게 만들어 불쾌감을 줄이는 방법이며, 둘째는 악취를 내는 물질의 질을 변화시키거나 위장(masking) 시켜서 사람들에게 불쾌감을 느낄 수 없는 냄새가 되도록 하는 것이다.

첫번째 방법은 악취를 배출원에서 부터 줄이는 방법으로 연소, 흡착, 흡수 등에 악취물질을 제거하는 방법과 통풍 등을 이용하여 악취를 희석하는 방법 등이 있다.

통풍 및 희석을 통한 방법은 악취가 나는 공기를 통풍시설을 통하여 한 곳에 모아 높은 굴뚝을 통하여 방출시킴으로써 대기중에 악취물질이 분산, 희석되도록 하는 방법이다.

이때 지상에서 악취농도에 유의하여야 하며 특히 악취물질은 보통 기체오염물질과는 달리 먼지나 기타물질에 잘 달라붙어 장기간 지속될 수 있다는 점을 고려하여야 한다.

또 대기중에서 자연적 희석이 만족스럽지 않을 때에는 다른 방법을 강구하여야 한다.

두번째 방법은 연소나 산화 등의 방법에 의해 악취를 내는 물질을 악취가 나지 않는 물질로 화학변화시키는 방법과 방향성물질의 강도를 증가시켜서 원래의 나쁜 냄새를 위장시키는 방법이다.

그러나 위장에 의한 방법은 소극적인 방법으로서 악취를 직접 수거하는 대신 방향성이 강한 물질로 악취를 Masking하는 방법에 많이 이용된다.

보통 Naphthalene, Dichlorobenzene 등이 많이 이용되고 그 밖에 레몬류, 각종 수지류, 알콜, 향수 등도 사용된다.

이상 언급한 것을 중심으로 악취방지를 위한 대표적인 악취방지시설은,

- ① 연소탈취방법(Flame Combustion Method)
- ② 오존산화법(Ozone method)
- ③ 이온교환관능법(Ion Exchange Resin Method)
- ④ 전극법(Electrod Method)
- ⑤ 흡수법(Absorption method)
- ⑥ 흡착법(Absorption method)

등이 있다. 그러나 악취방지시설은 악취물질의 종류에 따라서는 다른 방지시설과 달리 99% 이상 수거되어야만 그 효과를 얻을 수 있다.

따라서 가장 효과적이고 경제적인 방법을 선택하여 냄새의 제어 대책을 세울 경우 깨끗한 실내공기도 유지된다고 할 수 있다. ◀