

# 악취의 특성, 분석방법 및 규제기준에 관한 고찰

## 〈1〉

박상진 · 오현제 (한국건설기술연구원 선임연구원)

### 1. 서론

1990년 8월 새로 제정된 대기환경 보전법에는 악취에 대한 민원사태가 증가되어 생활 악취의 제한 및 규제가 주요내용의 하나로 지정하고 있으며, 동법 제2조(정의)에 악취물질은 대기오염 물질로서 총리령으로 정하는 것으로 되어 있다. 그러나, 구 환경보전법 제2조(용어의 정의)에 의하면 “악취란 황화수소, 머캅탄류, 아민류 및 기타 자극성 있는 기체성 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새”로 정의되어 있으며, 악취물질이라 함은 사람의 일상생활에 불쾌감을 주는 황화합물, 석탄산 또는 그 화합물, 기타 자극성 있는 기체성 물질이다. 1971년 제정된 일본의 악취방지법에 의하면 악취란 여러 가지 물질이 함유된 저농도의 기체상 물질로서 사람에게 불쾌감, 혐오감을 주는 것으로 되어 있고, 악취물질로는 암모니아, 메틸머캅탄, 그외의 불쾌한 냄새의 원인이 되고 생활 환경을 해칠 우려가 있는 물질로 되어 있다. 즉, 법률로 정해진 악취물질은 1972년 황화수소, 암모니아, 트리메틸아민, 황화메틸, 메틸머캅탄으로 규정되다가 1976년에 아세트알데히드, 스틸렌, 이황화메틸이 추가되었고, 1989년 이후에는 프로피온산, n-낙산, n-길초산, 이소길초산이 추가되어 12가지 물질에 대하여 법적인 규제를 하고 있다. 본고에서는 생활악취의 규제 및 제한이 요구되는 현 시점에서 악취분야 연구의 기초사항이라 할

수 있는 악취의 기본적인 특성과 분석방법 등을 검토 제시하고 참고자료로서 외국에서의 악취에 대한 규제기준 및 현황을 제시하였다.

### 2. 악취의 특성

#### 2.1 후각이론

냄새는 대략 인간의 목구멍이 만나는 교차점인 인후부의 위쪽 좌우에 위치하는 후각기관에 의해 감지되는데, 후각기관 부분은 겉으로 황색이나 내부는 적색으로서 전체면적이  $13\text{cm}^2$ 이다. 후각기관의 후각세포에는 Flagella라는 원형질의 사상체가 붙어 있으며, 이들 사상체가 냄새를 일으키는 물질과 접하여 냄새를 알게 된다. 후각기관 표면에는 점액이 덮고 있으며 감기 등의 원인에 의하여 이 점액층이 두꺼워지면 후각 Flagella의 능력이 상실되어 냄새를 맡을 수 없게 된다. 후신경은 후각기관으로부터의 냄새자극을 뇌의 구심성 후신경 세포로 전달하게 되는데, Moncrieff는 냄새에 관한 여러가지 법칙을 연구한 결과, 세가지의 기본 법칙이 있는 것으로 나타내었다. 즉.

- (1) 화학적 입자의 자극을 통한 미립자 법칙
- (2) 진동하는 입자의 자극을 통한 미립자 법칙
- (3) 파동법칙

으로서, 어떤 물질의 냄새를 일으키는 취기물질이 되기 위해서는 세가지의 조건을 갖추어야 한다는 것이다. 첫째, 그 물질이 휘발성이어서 공

기중으로 계속 분자를 발산시켜 사람의 후각에 도달될 수 있어야 하며, 둘째로 그 물질이 후각의 상피세포에 흡수될 수 있어야 하며, 셋째로 그 물질이 항상 후각기관 부근에 존재하지 않는 상태 이어야 냄새를 감지할 수 있다는 것이다. 이런 이론들을 근거로 취기의 감지 Mechanism을 제시하면,

- (1) 냄새를 일으키는 물질이 휘발성이어서 대기중에 분자를 계속 발산한다.
- (2) 휘발된 분자들의 일부가 코로 흡입되어 후각기관에 도달한다.
- (3) 분자가 후각기관에 흡수된다.
- (4) 분자가 후각기관에 흡수될 때, 에너지의 변화가 생기며 흡수되는 경우 발열반응이 일어난다.
- (5) 이 에너지의 변화에 의해 전위적 자극 (impulse)이 생겨 후신경을 통하여 뇌에 전달된다.
- (6) 뇌작용에 의해 냄새를 감지한다.

로 된다. 결론적으로 냄새의 감지는 코속에서 일어나는 몇 종류의 물리적, 화학적 반응의 결과로서 물리적 진동 system이 후각의 상피세포에 존재하여 외부의 취기 발생물질과 반응할 때 이루어진다고 할 수 있다.

## 2.2 수중에 발생하는 취기

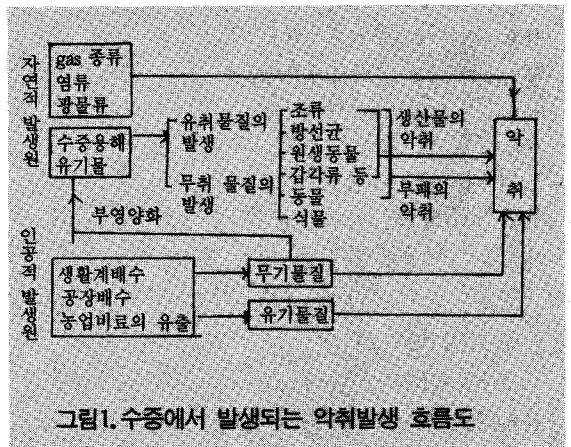
일반적으로 모든 악취의 발생원별 분류는 어려우므로, 본 고에서는 수중에서 발생하는 악취의 발생과정과 취기의 분류를 종류별로 표1과 그림1에 나타내었다.

## 2.3 수중 용존 악취물질의 발산

수중에 용해된 휘발성 악취물질이 기체상태로 발산되는 경우 그 발산량 등에 영향을 주는 요인들에 대한 검토가 필요하며, 이들 물질들은 기본적으로 일정한 온도에서 일정량의 액체에 용해되는 기체의 질량은 그 기체의 압력에 비례한다는 Henry의 법칙에 따른다. 즉,  $P=H*Y$ 에서 P는 일정한 온도에서 액상과 기상이 평형일 때의 물질의 환경관리인. 1992.1

[표1] 취기의 종류 및 분류

취기의 대분류	취 기 의 종 류
1) 방향성 취기	멜론냄새, 제비꽃냄새, 마늘냄새, 오이냄새, 오이냄새 등
2) 식물성 취기	수조냄새, 풀냄새, 목재냄새, 해조류냄새 등
3) 토양취, 곰팡이취	토양냄새, 호수의 저니냄새, 곰팡이냄새 등
4) 어패취	생선냄새, 간유냄새, 대합냄새 등
5) 약품성 취기	phenol 냄새, 타르냄새, 기름냄새, 유지냄새, 파라핀냄새, 황화수소냄새, 연소냄새, Chlorophenol냄새 등
6) 금속성 취기	녹냄새, 금속냄새 등
7) 부패성 취기	쓰레기냄새, 하수냄새 등
8) 불쾌취	생선찌꺼기 냄새, 축사냄새, 부패냄새 등이 강렬한 냄새



분압(atm)이고, H는 Henry 상수이며, X는 수중에 용해된 물질의 mole분율이다.

## 2.4 취기의 특성

냄새가 나타나는 특성은 후각에 의한 취기 감지농도 등 일반적 성질과 물리적, 화학적, 취기 특성으로 나타낼 수 있다.

### 2.4.1 취기물질의 감지농도

지구상에는 약 200만 여종의 화합물이 있는데 이중에서 냄새를 발생시키는 물질은 약 1/5에 해당하는 40만 여종으로 추정된다. 이들 물질들은 각각의 독특한 특성으로서 취기 감지농도

(Threshold Odor Value)값을 나타낸다. 즉,  
 $\text{Threshold Odor Value} =$

$$\frac{\text{취기물질의 농도}}{\text{취기농도(희석배수)}} (\text{ppm})$$

#### 2.4.2 취기의 물질농도와 후각자극량, 취기강도

취기의 물질농도와 후각자극량, 즉 취기강도와  
 의 관계는 현재 정설화되어 있는 감각량 표시  
 원리인 Weber-Fechner 법칙이다. 즉, 일반적으  
 로 후각각의 척도는 자극적인 취기물질의 물리량  
 등에 대한 대수값으로서 산정되는 것으로 악취의  
 경우 취기강도(I)는 취기의 물질농도(C)의 대수  
 값에 비례하는 것으로서,

$$S = a * C^n$$

$$\log S (=I) = \log a + n * \log C$$

$$= K + n * \log C$$

이고, 여기서 S는 후각자극량이며, K와 n은 취  
 기의 물질 및 감지조건에 의해 결정되는 상수이  
 다. (후각의 감지영역에서 n값은 통상 1.0미만)

2, 4, 3 주요 악취유발물질의 물리화학적 특성  
 주요 악취유발물질은 일본의 악취방지법에서  
 규제하고 있는 8가지 물질로서 표2와 같다.

#### 2.5 취기의 평가지표

##### 2.5.1 취기강도(Odor Intensity, Odor Strength)

일반적인 취기의 강도를 표현한다. 무취공기  
 로서 희석하여도 취기의 강도를 떨어뜨리기 어려  
 울 경우 “취기강도가 크다. 또한 취기강도가 강  
 하다”로 표현한다. 즉, 표3의 6단계 표시법과 같  
 이 나타낼 수 있다.

##### 2.5.2 취기도(Odor Intensity Index)

취기성분이 있는 기체 시료를 2배씩 희석하여  
 n회 희석한 후 취기(악취)를 느낄 수 없을 때의 n  
 값을 취기도라 한다.

2.5.3 취기농도(Odor Concentration) 취기성  
 분을 함유한 기체시료를 무취공기로서 희석하여  
 취기가 느껴지지 않을 때까지 희석한 희석배율을  
 취기농도라 한다.

[표2] 주요 악취 유발 물질의 물리 화학적 특성

물질명	화 학 식	분자량	비 중	응 점 (°C)	비 중 (°C)	용해성	ACGIH 허용농도 (ppm)
아세트알데하 드	CH <sub>3</sub> CHO	44.1	0.788	-123. -5	21	물, 알콜 에 용해	100
스틸렌	-CH=CH <sub>2</sub>	104.1	0.909	-33	145~146	알콜, 에테 르, 아세톤	100
이황화메틸	CH <sub>3</sub> -S-S-CH <sub>3</sub>	94.2	1.057	-	116~118	-	-
황화수소	H <sub>2</sub> S	34.1	0.96 (액)	-82.9	-60.1	물, 알콜 에 용해	10
메틸머캅탄	CH <sub>3</sub> SH	48.1	0.8961	-123	5.95	물에 용해	0.5
황화메틸	CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>3</sub>	62.1	0.846	-98.3	37.3	알콜, 에 테르에 용 해	-
트리메틸아민	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	59.1	0.662	-124	3.2~3.8	물, 알콜 에 용해	-
암모니아	NH <sub>3</sub>	17.0	0.817 (액)	-77.7	-33.35	물, 알콜, 에테르에 용해	25

[표3] 6단계 취기강도 표시법

취기강도	악취의 정도
0	무 취
1	감 지 취
2	약 한 취
3	쉽게 감지되는 악취
4	강 한 악 취
5	강 령 한 취

### 3. 악취의 분석방법

악취물질의 측정방법으로는 구성물질의 화학  
 성분에 대한 화학성분 측정법과 관능측정법으로  
 대변할 수 있으며, 전자는 객관적 방법으로, 후  
 자는 주관적 방법으로 나누어 진다. 화학성분 측  
 정법은 과학적 측면에서 객관적인 평가를 할 수  
 있는 것으로 매우 중요하지만, 악취물질은 미량  
 성분들이 혼합된 것이기 때문에 각 성분간의 상  
 승, 상쇄 작용 등의 복합작용으로 인하여 몇몇 특  
 정성분을 제외하고는 화학성분 분석이나 기기 분  
 석만으로 정확한 측정을 할 수 없을 뿐 아니라 단

일 성분의 농도만으로 인간의 후각에 의한 악취 강도, 질을 평가할 수가 없다. 이러한 이유로 인하여 화학성분 측정법은 악취물질 측정의 대행적 계측수단으로서 사용되는 경우가 많다. 또한 후각의 개인 등에 따른 문제점들이 제시될 수 있으나, 현재의 실정으로 볼 때 이방법 이외에 적절한 방법이 없기 때문에 악취를 평가할 경우에 관능 측정법이 기본적으로 고려되고 있다. 그림2는 일반적인 악취의 분석방법을 나타낸 것으로 화학성분 측정법에는 그 농도표시를 성분의 농도(ppm)로서 표시하며, 관능측정법에서는 악취의 강도 또는 불쾌도의 기술내용을 직접 표기하거나 희석 배수로부터 산출된 취기농도로서 표시한다. 우리나라에서의 환경오염 공정 시험법에 의하면 관능 측정법중 직접표시법과 공기희석법을 응용한 식염수법만을 채택하고 있으나 측정결과에 대한 객관성 및 표시방법 등의 평가에 있어서 통일성이 없기 때문에 실제적인 적용에 많은 문제점이 있다.

#### 4. 악취의 규제기준

악취에 대한 법적인 규제를 위해서는 여러가지의 취기물질이 혼합된 복합취기를 대상으로 관능 측정법에 의한 결과치로서 규제하는 방법과 악취 발생의 주된 원인이 되는 악취물질을 법으로 정하여 정량적 측정기법인 화학성분측정법으로 규제하는 방법이 있다. 악취물질을 선정하는 방법으로는 우선, 악취공해에 대표적인 원인이 되는 물질 이어야 할 것이며, 해당물질이 대기중에서 농도측정이 가능해야 하는 전제조건이 필요하다. 본 고에서는 국내뿐 아니라 미국 일본에서의 악취규제기준을 비교하여 표4에 제시하였으며, 이에 의하면 국내에서는 관능법(6단계 취기강도 표시법)과 식염수 평형법에 의해 현장 부지경계선에서의 취기만을 규제하는데 비해 미국 일본에서는 용도지역별로 배출구와 환경(부지 경계선) 기준을 구분하여 시행하고 있다. 악취분석 방법은 미국 일본의 경우 미량 분석기기에 의해 화학

“  
**악취물질을 선정하는 방법으로는  
 우선, 악취공해에 대표적인 원인이 되는  
 물질 이어야 할 것이며,  
 해당물질이 대기중에서 농도측정이  
 가능해야 하는  
 전제조건이 필요하다.**  
 ”

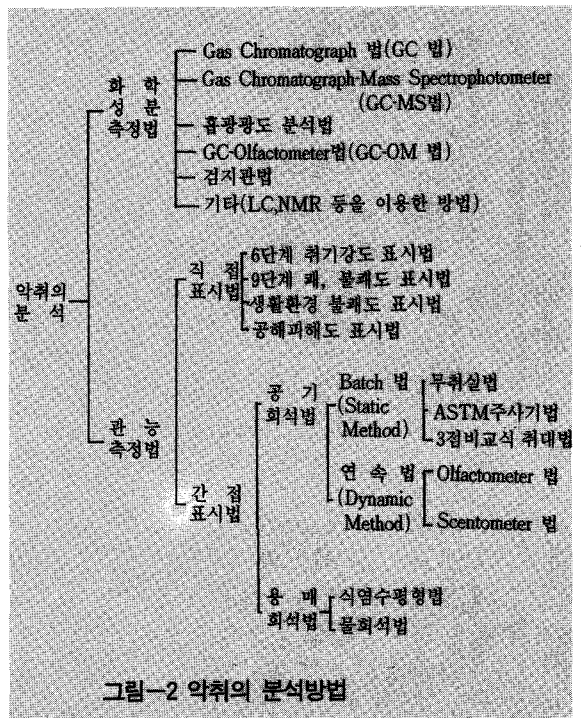


그림-2 악취의 분석방법

성분별로 악취물질을 분석 기준치로서 설정하거나 관능법이라도 Scentometer법, 3점 비교식 취대법 등 좀더 객관적이며 신뢰도가 높은 분석방법을 연구 적용하고 있는데 비해 국내에서는 6단계 취기강도 및 식염수법에 의한 관능법만을 채

표-4 악취의 규제기준 비교

한 국		미 국				일 본		
규제기준	측정방법	행정구역	지역구분	규제기준	측정 방법	악취물질	규제기준(ppm)	측정방법
2도이하	관능법	Colorado	주거, 상업	7	Scentometer 법	Ammonia	1~5	흡광광도법
			기 타	15		Methyl-mercaptan	0.002~0.01	GC-FPD법
30이하	식염수법	Washington DC	전 지역	127	Scentometer 법	Hydrogen-sulfide	0.02~0.2	GC-FPD법
			-	1		Dimethy-sulfide	0.01~0.1	GC-FPD법
		Illinois	주거, 공용	8	Scentometer 법	Dimethyl-disulfide	0.009~0.1	GC-FPD법
			공 업	24		Trimethyl-amine	0.005~0.07	GC-FID법
		Kentucky	기 타	16	Scentometer 법	Acetaldehyde	0.05~0.5	GC-FID법
			-	7		Styrene	0.4~2.0	GC-FID법
		Minnesota	주거, 공용	1	ASTM 주사기법			
			경 공 업	2				
		Missouri	기 타	4	Scentometer 법			
			-	7				
		Nevada	-	8	Scentometer 법			
			-	7				
		Wyoming	-	7	Scentometer 법			
			주거, 공 공	4				
		Louis	공 업	20	Scentometer 법			
			주거, 상업	8				
		Colombia APCD	기 타	32	Scentometer 법			
			-					

행정 구역	지 역 구 분	규제기준	측 정 방 법
동 경 도	공업전용, 공업	배출구	1,000
		경 계	20
	준공업, 상업, 인근상업	배출구	500
		경 계	15
	기 타	배출구	300
		경 계	10
기 옥 현	공업전용, 공업	배출구	1,000
		경 계	30
	준공업, 상업, 인근상업	배출구	500
		경 계	20
	기타	배출구	300
		경 계	10

택하고 있다.

### 5. 결론

악취는 소음과 함께 생활환경에 직접적인 영향을 미치는 2대 민원 사항의 하나로서 이에 대한 연구의 필요성이 커져가고 있다. 일반 악취배출업소외에도 하수처리장 등은 주거지역내에 인접한 대규모의 공공악취 발생시설로서 단순히 규제 단계를 지나 악취제거를 위한 보다 적극적인 대

처방안을 강구해야 할 시점에 이르렀다. 효율적인 악취물질의 제거를 위해서는 우선 시설물별 악취물질의 특성을 정량적으로 규명해야 할 것이며, 보다 효과적이고 경제적인 처리방안 등이 다각적으로 검토되어야 할 것이다. 또한 악취는 생활환경과 밀접한 관계가 있는 만큼 발산되는 악취가 주변에 미치는 영향정도를 정량적으로 파악할 수 있는 체계적인 방법이 연구되어야 할 것으로 생각된다.

(다음호에 계속)

**내가버린 오염물질 순환되어 내 몸속에**