

실내악취

김윤신 | 한양대학교 산업의학과 교수 / 환경 및 산업의학연구소 소장
 김기영 | 한양대병원 산업의학과
 E-Mail : yoonshin@hanyang.ac.kr, hykim@hmc.hanyang.ac.kr

I. 서론

사람의 후각은 대단히 민감하기 때문에, 생활환경의 우열을 결정짓는 중요한 감각이다. 최근, 생활수준이 향상됨에 따라서, 지금까지는 악취(惡臭)라고 생각하지 않던 담배냄새와, 이른바 노인 냄새(할아범 냄새), 미생물 활동 및 응용의 부산물, 화학물질 등까지 포함하여 냄새나는 성분이 한 데 뭉쳐서 생기는 현상을 광범위하게 악취로 취급되기에 이르렀다. 인간이 느낄 수 있는 냄새는 약 10 만 종류나 된다고 한다.

요즘 젊은이들을 중심으로 한 청결지향성과 etiquette 지향적인 사회풍조에 따라서, 약간의 체취에도 민감하게 반응하면서, 자기자신의 체취도 의식하는 이가 늘어나고 있다. 이러한 사회생활·문화의 변천 뿐만 아니고, 최근에는 이른바 4대 악취라 불리는 ammonia (NH₃) 냄새와 황화수소 (H₂S) 냄새 및 trimethylamine [(CH₃)₃N] 냄새, 그리고 methyl mercaptan (CH₃SH) 냄새 등이 주대상이고, 최근에 땀 냄새를 위시한 인간의 체취에 대한 것도 악취로 규정하고, 실내에서 발생하는 악취에 대한 소취산업이 최근에 새로운 산업으로 주목을 받기에 이르렀다.

하루 생활 중 80~90%의 대부분을 실내에서 생활하는 현대인에게 있어서 실내악취란 일반적으로 실외에서 발생한 악취가 실내로 유입된 경우와 실

내 자체에서 발생한 악취로 대별할 수 있으나, 기본적으로 악취는 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 기타 자극성이 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로, 사람에게 특정냄새 자체로 심리적·정신적 피해를 주는 감각오염의 한 형태라고 말할 수 있다.

실내에서 발생하는 악취도 기류, 온도, 습도에 따라 그 정도가 다르게 나타날 수 있고, 특히 외부로부터의 바람에 의해 유입되고 실내에서 확산되는 경우도 있기 때문에 발생원을 단정하기는 매우 어려운 경우가 많다. 악취는 많은 종류에서 배출요인을 지니고 있으며 특히 생활악취의 증가로 '99년부터 대기환경보전법으로 생활악취에 관한 사항이 억제개념에서 규제차원으로 대폭 강화되었다. 악취는 대기 중이나 실내의 오염문제 중에서도 가장 까다롭고 해결하기 어려운 문제를 가지고 있으며, 그 종류도 대단히 많을 뿐만 아니라 복합적인 작용과 후각의 개인적인 차이 등으로 인하여 그 감각량과 피해도를 표시하기란 힘들며 냄새에 대한 설명이나 표현방법도 사람에 따라 달라지는 경우가 많다.

또한 악취물질은 악취에 대한 불쾌감을 일정한 기준이나 측정방법으로 정량적인 표시를 하기 곤란하며, 지리적, 기상조건 및 시간에 따라 변동이 심한 것을 고려하지 않으면 안된다. 악취물질은 극히 낮은 농도에서도 불쾌감을 나타내는 것도 있으며 그 농도와 강도는 반드시 비례적으로 나타나는 것

이 아니다. 피해의 정도가 다르며 경우에 따라서는 악취와 향기의 구별이 매우 애매할 때도 있다.

악취는 일반적으로 여러 화합물들의 혼합물에 의해 야기되며 인간에게 정신적 생리학적 스트레스를 유발시켜 메스꺼움, 두통, 식욕감퇴, 호흡곤란 및 알레르기 현상 등으로 인체의 자각반응을 나타낸다. 또한 후각에는 개인차가 존재하므로 연령, 성별, 건강상태, 흡연이나 습관 등에 의해 악취를 느끼는 정도에 차이가 있게 된다.

특히 냄새를 유발하는 물질은 매우 다양하며 주요 악취오염물질만도 1,000여종에 이르고 있으며, 주요 형태로는 부패성 냄새, 암모니아 냄새, 땀냄새, 강한 자극을 주는 냄새 등으로 구분되며. 화학물질에 유발되는 냄새 외에도 채취가 악화되어 발생하는 인체 악취는 사람의 인체의 각 부위별에서 비위생적인 상태에서의 발생되어 개인의 대인관계에 극도로 영향을 미치게 한다

악취는 발생원과 상관없이 오래 전부터 규제와 관리가 되어야 하는 중요한 대상이었음에도 불구하고 대응하는 기술이 다른 공해의 여러 분야에 비해 대단히 늦어지게 되었고 또 악취에 대한 연구조직 등도 미약했었다는 사실을 부정할 수 없다. 다시 말해 악취는 공기오염의 한 형태이지만 대상물질이 대단히 많으며, 코에 대한 자극이 저농도에서 일어나기 때문에 다른 오염물질처럼 다루기에는 곤란함이 따른다는 사정이 있었다. 우리나라에서도 악취공해에 대해서는 이런 이유로 인해 최근까지도 별로 효과적인 방지대책이 수립되지 않았다. 그러나 미국이나 일본에서는 일찍부터 악취공해를 방지한다는 사회적인 요청에 따라 관계되는 여러 기관에 의해 악취에 대한 연구가 이루어지고 있다.

II. 실내악취

1. 악취의 정의

대기환경보전법에서는 악취를 "황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 기타 자극성있는 기체성 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다."라고 정의한다. 즉, 악취라 함은 여러 가지 성분이 혼합된 상태로 존재하면서 사람의 후각을 자극하여 인간의 쾌적한 정서행활과 나아가서는 건강에 피해를 주는 나쁜 냄새를 의미한다

2. 악취의 성질과 특성

(1) 악취의 원인이 되는 물질은 화학적 인자, 생물학적 요인 중 미생물의 활동 혹은 미생물에 의한 단백질 분해 등 그 종류가 대단히 다양하고 많을 뿐만 아니라 악취물질간의 복합적인 작용이나 후각의 개인적인 차이 등으로 인하여 느끼는 정도나 피해 정도를 일률적으로 나타내기가 몹시 어려운 특성을 가지고 있다.

(2) 일반적으로 습관화되지 않은 냄새나 계속적으로 발생하는 냄새는 악취로 느껴지는 경우가 많아 악취와 향기를 단정적으로 구별하기란 애매한 것이 특징이다. 또한 악취를 느끼는 정도는 악취물질의 농도 뿐만 아니라 정신적, 육체적 상태 및 환경조건에 따라서도 피해의 정도가 다르게 나타나므로 악취에 대한 불쾌감을 일정한 기준이나 측정 방법에 따라 평가하기란 매우 곤란하다. 즉, 생활 환경과 사람의 심리적 판단에 따라 악취를 느끼는 양상이 다르게 나타나므로 악취물질의 농도만을 가지고 악취오염 상태를 나타내기는 매우 어려운 것이 현실이다.

표 1. 작업장 주변의 악취 물질

발생원	악취배출 가능물질	냄새
가죽제품 제조 가공	메틸에틸케톤 톨루엔 아세톤	방향성 자극취 방향성 자극취 자극취
석유정제	황화수소	달걀 썩는 냄새 양배추 썩는 냄새
도장공업	메틸메르캅탄 톨루엔 크실렌 벤젠	시너 냄새 시너 냄새 자극취
소다 비료공업	염화수소 염소 암모니아	자극취 자극취 자극취
고무공장	용제(톨루엔) 이황화물 메르캅탄류 아세트알데히드	시너 냄새 자극취 자극취 역겨운 냄새
합판제조	포르말린 신나 본드	자극취 시너 냄새 생고무 냄새
어분사료제조	트리메틸아민	생선 썩는 냄새 시궁창 냄새 건어물 냄새
그라비아 인쇄	잉크 중의 휘발성분 신나	시너 냄새
페놀수지 가공	페놀	의약품 냄새
호마이카 제조	스티렌	양파 썩는 냄새
페인트제조	스티렌 유기용(크실렌)톨루엔	양파 썩는 냄새 시너 냄새
알루미늄제조	황산 신나 수산 MIST	자극취 시너 냄새 산 냄새
펄프제조	황화수소 메틸메르캅탄	달걀 썩는 냄새 시너 냄새
카렌다 (인쇄시설포함)	메틸에틸케톤 암모니아	방향성 자극취 자극취
주물 (특수주물)	페놀 포름알데히드 암모니아	의약품 냄새 불쾌한 냄새 자극취

3. 감각공해로서의 악취

(1) 인간은 생명이 존재하는 동안은 호흡에 의해 공기 중에 포함되어 있는 여러 가지 냄새를 접하게 되는데 악취는 호흡에 따라 곧 감지되므로 민감한 반응을 나타내게 된다. 악취에 의한 피해는 주로 심리적 또는 생리적 영향이라 볼 수 있는데, 경제발전과 더불어 생활수준이 향상됨에 따라 악취에 대한 관심도는 점차 높아지고 있다.

(2) 악취에 의한 피해는 주로 발생원과 인접하고 있는 가까운 지역이나 발생원과 주택이 혼재하고 있는 지역에서 나타나고 있는데 대부분 작업과정에서 발생한 악취가 일정한 배출구가 없이 창문 또는 벽이나 칸막이가 없는 노출된 장소에서 밖으로 비산되는 경우가 많으며, 송풍기나 덕트를 이용한 배출 또는 보일러 연소가스와 혼합된 상태로 굴뚝을 통하여 배출되기도 한다. 이렇게 배출된 악취물질은 저기압이나 기온역전 등 대기확산이 불량한 기상조건에서는 발생원 주위 뿐만 아니라 원거리까지 영향을 미치게 되는데 특히 풍향, 풍속 등 기상조건이 피해의 정도를 좌우하는 주요 원인으로 작용하기도 한다

4. 직업장 악취 발생원

(1) 악취로 인한 진정이나 피해는 대부분 제한된 일정지역에서 문제로 대두되고 있는데, 악취를 배출하는 발생원은 공장이라고 말하기 어려운 작은 규모에서부터 규모가 큰 화학공장에 이르기까지 매우 다양하다

(2) 악취를 심하게 발생하는 공장은 동식물성 물질을 주원료로 하는 도살장, 양돈양계장, 피혁공장, 사료공장, 비료공장, 분뇨처리장, 수산물가공공장,

식물공장과 화학적 발생원인 펄프공장, 석유정제공장, 고무공장, 인쇄공장, 도장공장, 유기합성공장 등을 예로 들 수 있다.

작업장 혹은 대기환경중의 여러 악취유발인자 중에서 아황산가스는 황이 함유된 연료, 즉 벙커 C유, 무연탄, 자동차의 배출가스 등에서 발생되며 많은 도시에서 대기 중 농도를 자동측정기에 의해 항시 관측되고 있다. 황화수소는 원유의 정제나 황을 취급하는 업소에서 발생될 수 있는 물질로써 대단히 적은 양이라도 냄새를 풍긴다. 메틸메르캅탄, 황화디메틸, 이황화이메틸은 황화수소처럼 최저 감지값이 대단히 낮은 값을 나타내며 황화수소처럼 썩은 계란 냄새가 난다. 냄새가 전혀 없는 연료용가스의 누출을 감지하도록 하기 위해 이들 물질을 가스 속에 극소량 섞이도록 한다. 따라서 이들 냄새는 가정에서 사용되고 있는 연료의 냄새이기도 하다. 암모니아는 화학공장에서 많이 사용되고 있으며 화장실에서 나는 냄새와 비슷하다. 메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민, 아닐린은 생선냄새를 풍기며 또한 냄새의 강도도 크다. 이들 물질들은 안산의 시화공단이나 반월공단의 회사나 생선가공 공장에서 날 수 있다 아세트 알데히드, 아세트산, 아크로레인 아크릴로니트릴, 에틸 아크릴레이트, 메틸 메타아크릴레이트 등은 현재 석유화학공장에서 제조되고 있는 물질들이다 염소화탄화수소는 용제나 기계가공의 세척제로 많이 쓰이고 있으며 비교적 냄새가 적은 반면에 독성이 강한 것으로 알려져 있다.

(3) 자연계에서 일어나는 미생물에 의한 단백질의 분해, 도시하수의 혐기성 분해 등 자연발생적인 악취의 양이 인위적인 발생량보다 훨씬 많은 것으로 알려져 있으나 넓은 지구공간에서의 자연농도는 대단히 낮으므로 크게 문제되지 않거나 심각하게 느끼지 못하는 경향이 있다.

(4) 대기환경보전법에는 사업장에서 발생하는 대기오염물질의 규제와 함께 주민의 주거생활을 보호하기 위한 생활악취의 규제를 별도로 명시하여 농수산물 도매시장 또는 공판장, 도축장, 축산업, 출판사 및 인쇄소, 고물상 등에 대하여 규제기준과 내용을 따로 명시함으로써 악취에 대한 피해를 줄이도록 법으로 규정하고 있다.

(5) 공장에서 발생하는 악취물질들은 공정에 따라 단일성분 또는 여러가지 성분이 혼합된 상태로 발생하는데, 업종 뿐만 아니라 기업규모, 작업방법, 가공공정, 관리방법, 기후조건 및 입지장소 등에 따라 취기의 정도에 상당한 차이가 있다.

5. 화학적 악취에 의한 인체의 영향

(1) 대기 중에 함유되어 있는 각종 냄새물질은 인간의 호흡시 후각을 통하여 감지되므로 곧 반응을 나타내게 되어있다. 상쾌한 냄새를 맡으면 자기도 모르게 깊은 숨을 들이마시고 악취가 나면 반사적으로 호흡을 일시적으로나마 정지하게 된다.

(2) 악취의 주 원인물질(황화수소, 암모니아, 메르캡탄류, 아민류 등)은 대부분 감지한계 농도(냄새를 감지할 수 있는는 최저농도)가 대단히 낮아 ppm(백만분의 1)단위 이하를 나타내고 있으므로 심리적인 영향 또는 미미한 생리적 피해만을 나타낼 뿐 높은 농도로서 장기간의 노출에 의한 것이 아니면 크게 문제시 되고 있지 않다.

(3) 고농도의 경우는 일반적으로 악취물질로서 보다는 유해가스 혹은 휘발성유기화합물(VOCs) 등으로 취급하여 별도로 각 유해물질에 따른 배출허용기준을 법으로 정하여 규제하고 있다.

(4) 악취에 의한 인체 영향은 주로 감각적인 것으로 불쾌감, 혐오감을 들 수 있으며 그외에 눈이나 호흡기계 점막의 자극, 혈압이나 맥박의 변화 등을 일으킨다

(5) 악취로 취급되는 물질들은 대부분 저농도이므로 생리적으로는 크게 영향을 주지 않으나, 식욕감퇴, 구토, 두통, 불면, 알러지 증상 등의 원인이 되고 있으며 또한 심리적 영향에 의한 정서생활의 방해, 작업능률의 저하 뿐만 아니라 그 지역사회 주민의 민원을 야기하고 식당, 숙박업 등 서비스업의 부진으로 경제적 손실을 초래하여 지역발전을 저해하는 원인이 되기도 한다.

6. 악취성분의 특성과 규제

어떤 악취가 건강에 얼마나 나쁜 영향을 주는가에 대해서는 악취의 강도만으로는 판단하기 어렵다. 악취란 많은 종류의 악취성분이 한데 뭉쳐서 생기는 현상이기 때문이다.

어떤 이상의 농도가 되면 악취로 느껴지는 물질들에 대한 독성에 관한 연구는 많이 이루어져 있고, 또한 비교적 높은 농도로 있을 작업환경에서의 규제치는 상당히 정립된 듯하다.

예를 들어, 황화수소의 공기 중 농도는 0.3 ppm 이상이면 누구든지 이 물질의 냄새를 느낄 수 있고 20 ppm까지는 불쾌감을 느끼지만 장시간 일할 수 있다. 어떤 냄새가 사람에게 불쾌감을 주지 않을 정도 즉 일반 대기 중의 농도를 규제코저 하면 적어도 3~5 ppm이하가 되어야 할 것이다 또한 작업환경에서는 장시간 일해도 건강을 해치지 않은 농도 즉 20 ppm이하로 유지되어야 할 것이다.

성분별 규제를 하고 있는 일본의 악취규제조항은 황화수소의 경우 일부사람에게는 냄새를 느낄 수 있어도 괜찮지만, 모든 사람에게 냄새를 감지할 정

표 2. 주요 화학물질의 최소 감지값

화 합 물	ppm	화 합 물	ppm
Ammonia	0.1	Formaldehyde	0.50
Methyl mercaptane	0.0001	Acrolein	0.0085
Hydrogen sulfide	0.0005	Acrylonitrile	8.8
Dimethyl sulfide	0.0001	Methanol	0.52
Dimethyl disulfide	0.0003	Dimethylamine	0.033
Trimethylamine	0.0001	Methylamine	0.035
Acetaldehyde	0.002	Acetic acid	0.0057
Propionaldehyde	0.002	Benzene	2.7
n-Butylaldehyde	0.0003	Phenol	0.00028
i-Butylaldehyde	0.0009	Carbon disulfide	0.21
n-Valeraldehyde	0.0007	Pyridine	0.063
i-Valeraldehyde	0.0002	Methyl alkyl sulfide	0.00014
i-Butanol	0.01	Carbon tetrachloride	4.6
Ethyl acetate	0.3	Chloroform	3.8
Methyl isobutyl ketone	0.2	Indole	0.00030
Toluene	0.9	Skatole	0.0000056
Stylene	0.03	Ethyl benzene	0.17
o-Xylene	0.38	1,3-Butadiene	0.23
m-Xylene	0.041	Diethyl sulfide	0.000033
p-Xylene	0.058	Ethanol	0.094
Propionic acid	0.002	Ethyl acrylate	0.00026
n-Butyric acid	0.00007	Ethyl mercaptan	0.0000087
n-Valeric acid	0.0001	Methyl ethyl ketone	0.44
i-Valeric acid	0.00005	Sulfur dioxide	0.055
1,2,4-Trimethyl benzene	0.12	Nitrogen dioxide	0.12
1,3,5-Trimethyl benzene	0.17	Methyl acetate	1.7
Acetone	42	Ethyl acetate	0.87
Dichloromethane	160	i-Butyl acetate	0.0080
Trichloroethylene	3.9	o-Cresol	0.00010
Tetrachloroethylene	0.77	m-Cresol	0.000054

출처 : 환경부, 1999

도의 냄새가 되어서는 안되며 아크로레인과 같은 물질인 경우는 냄새가 전혀 나지 않도록 하여야 한다고 말할 수 있다 현재 일본에서 규제되고 있는 물질은 황화수소, 메틸메르캡탄 황화이메틸, 암모니

아, 트리메틸아민과 1976년에 다시 추가된 스티렌, 아세트알데히드, 이황화이메틸과 최근에 추가된 프로피온산, n-부티르산, n-발레르산, 이소발레르산의 12가지이다.

1) 악취진정과 악취공해사건

(1) 일본에서의 악취진정의 개황

악취공해가 눈에 띄게 된 것은 1955년경 부터이지만 당시의 발생원은 생선내장 짐승뼈의 가공장, 피혁, 아교, 유지, 비료 등의 공장 하수, 쓰레기장, 화장장 등의 시설, 양돈장 무기화학 고무 펄프공장 등이었다.

1960년에 접어들어 양돈장, 양계장, 닭똥, 건조장 등의 축산업이나 양어용사료 공장, 크래프트 펄프 제지공장이 대형화하고 또 유화학단지가 생산을 시작하여 악취진정건수가 차차 증가하기 시작하였다. 1965년 이후는 각종 제조업이 늘어나고 섬유공장, 일반기계기구 제조공장, 플라스틱 제조공장 등도 악취발생원으로 대두 되었다.

(2) 일본의 악취 공해사건

하네다 악취사건, 시오야마 시 사료공장 사건, 동경부 오즘냄새 사건, 윗가이치시 석유화학 단지의 악취 피해, 등이 있다.

7. 악취제거 방법

악취를 제거하는 방법으로는 크게 악취물질을 분리 또는 파괴시키는 방법으로 산화법, 효소분해법 및 흡착법등이 있고 단순히 악취를 은폐시키는 방법인 소위 마스킹법이 있다.

(1) 산화법은 악취물질을 산화, 분해하고 박테리아, 곰팡이, 바이러스 등에 대한 광범위한 살균효과로 악취를 근원적으로 제거하는 방법. 이 산화제의 종류로는 이산화염소(두오존), 차아염소산소다(락스) 및 이산화염소산염 등이 있다.

(2) 효소분해법은 식물 엑기스를 추출하여 만든

탈취제로 냄새를 분해하는 작용이 있다고 하나 구체적인 성분 및 작용원리는 정확히 밝혀지지 않고 있다.

(3) 활성탄 등 표면적이 큰 흡착제를 이용하여 악취물질을 흡착시켜 제거하는 방법이다

(4) 마스킹법은 천연 또는 인공향을 메틸알콜 등 휘발성이 강한 용제에 녹인 후 대기 중에 휘산시켜 악취를 은폐시키지는 못하나 감각적인 악취문제는 해결할 수 있다.

환경보전법 제8조 및 동법시행규칙 제12조 배출허용기준에서 악취는 "대기오염공정시험법"에 의하여 관능법으로 측정하여 허용농도가 2도 이하로 규정하고 있으며, 필요시 기기분석법을 병행하고 있다. 악취물질은 단일성분일 때에는 기기분석법을 이용하는 것이 확실하겠지만 대부분의 악취물질들은 수십 종 이상이 복합적으로 혼합되어 배출되기 때문에 기술적인 방법보다 후각에 의한 관능측정방법이 많이 이용되고 있다.

Ⅲ. 냄새와 향기

한국 전쟁에 참전한 미국 군인들이 입을 모아 하는 말이 있다. 한국의 들판에서 나는 어떤 냄새를 죽을 때까지 잊지 못할 것이라고... 우리가 흔히들 **농촌의 향기, 고향의 냄새** 라고 말하는 시골의 들판에서 나는 냄새가 그것이다. 우리나라는 전통적으로 인분을 비료로 써왔기 때문에 우리나라의 들판에서는 인분과 기타 두엄 등이 섞여서 만들어진 거름이 발효하며 독특한 냄새가 난다. 미국인들이 참기 어려운 악취라고 칭한 냄새가 바로 그것이다. 그 냄새가 그들에게는 세상에서 최악의 냄새라고

느껴질 만한 악취이지만 어린 시절을 시골에서 자란 어른들에게 그 냄새는 향수를 불러 일으키는 일종의 매개체 역할을 하는 것 같다.

최근에는 생활수준의 향상과 함께 좀 더 쾌적하고 건강한 삶 (well being)에 대한 관심이 증가하면서 실내 악취를 없애려는 움직임이 늘고 있다. 이러한 추세와 함께 탈취를 주 목적으로 하는 가전제품이나 탈취제들이 많이 출시되어 판매되고 있다.

1. 냄새라는 것은 ?

물질의 특이한 성분이 후각기관에 전해져 신경계통을 통하여 두뇌에 전달되어, 과거의 경험이나 신경의 예민도에 따라 판단되어 지는 다소 주관적이며, 개인의 취향에 따라 향기 또는 악취로 느껴지게 되는 것으로 냄새란 동물의 후각 신경을 자극할 때 느껴지는 감각을 후각이라고 하고, 그 때 느껴지는 느낌을 말하며 공기 중의 화학물질 등이 후각을 자극하여 인체에 영향을 주는 것을 말한다. 미국과 유럽에서는 냄새를 정량화하기 위한 많은 연구가 이루어져 왔고, 냄새 분석에 대한 많은 연구결과가 진행되고 있다

2. 냄새는 어떻게 맡나?

인간의 후각신경은 콧구멍 윗부분에 모여 있으며, 길이가 약 2 cm 밖에 안되는 코 내부 표면에 500만개 남짓한 감각세포가 있다고 한다. 냄새를 느끼게 하는 분자가 섬모 (콧털에 잡혀 곧 수용체 표면)의 특정 자리로 옮겨 뇌의 후각 담당 부분에 신호를 보낸다. 이 정보는 대뇌에 전달 돼 '좋다' 혹은 '나쁘다'는 느낌을 갖게 하며 대개 냄새에 대한 느낌은 다른 사건보다 오랫동안 우리 기억에 남는다. 어느 물질이든 우리에게 냄새를 느끼게 하려면 우선 그 분자가

우리 후각에 접촉하여야 하는 것이다.

3. 「좋은 냄새」가 가진 탈취·살균력

모든 냄새는 높은 “휘발성”을 가지고 있는데, 이 휘발유는 세포막에 붙어서 지방분을 녹이는 기능을 가지고 있다. 사람이 식물의 방향오일을 「좋은 냄새」라고 생각하는 것은 그것을 중화하는 능력을 가지고 있기 때문인데, 그 능력을 갖고 있지 않은 세균이나 곰팡이는 식물의 방향오일에 잠시도 버티지 못한다.

4. 장미의 살균력은 페놀의 7배

장미 냄새인 게라니올은 페놀의 7배, 사향초의 케몰은 20배, 와사비의 이소치오시안산아릴은 100배의 살균작용을 가지고 있다.

지금까지 사람들은 대량생산이 가능하다는 이유만으로 화학약품을 사용해 왔지만, 우리 주변에는 안전하면서 보다 효력이 높은 천연 자연물이 갖춰져 있어서 생활환경에 널리 사용되고 있다.

5. 냄새의 분류

냄새를 측정하는 기준으로서 냄새의 질과 강도 용인성 전파성이 있다 냄새를 갖는 물질은 인간이 알아낸 약 200만가지의 물질 중 40만이라고 한다. 냄새의 용인성이란 어떤 물질이 좋은 냄새인가 또는 악취인가를 판단하는 방법으로서 물질의 종류에 관계가 있다 어떤 물질이 좋은 냄새로 작용하는가 또는 나쁜 냄새로 작용하는가는 대체로 그 물질의 고유한 냄새에 의해 정해지기도 하지만, 경우에 따라서는 농도에 따라 좌우될 수 있다. 예로서 배설물 중의 대표적인 악취로 알려져 있는 인돌(indole)을 극저 농도로 묽히면 자스민과 같은 좋은 냄새로 느

겨진다. 보통의 농도로는 방향을 주는 향수도 높은 농도에서는 불쾌감을 준다. 부틸 알콜은 진한 경우는 악취이지만 묽혀서 사이다의 방향제로 사용되고 있다.

6. 냄새와 감지값(TLV)

인간의 후각은 다른 동물에 비해 매우 둔한 편에 들지만 어떤 특정한 가스에 대해서는 1 ppb이하의 정도의 것이라도 감지할 수 있다. 후각은 대단히 많은 요소에 의해 지배되고 있으며 이 점이 후각의 문제를 대단히 복잡하게 만든다. 후각은 사람마다 달라서 특히 습관 연령 성에 따라 다를 수 있다 생선을 자주 먹는 동양인에게는 생선냄새에 비교적 둔한 편이지만 고기의 냄새에 대해서는 민감하다고 한다. 백인에게는 아마도 반대일 것으로 생각이 된다. 또 후각은 심리적 요인에 의해서도 좌우된다. 화장실 세척제의 냄새가 사용자에 따라서는 화장실의 청소를 연상시켜 불쾌한 냄새로 받아들여질 수 있다. 합판 공장 등의 악취도 종업원이 그 가족에게는 그다지 악취로 느껴지지 않을 수 있으나, 공장과는 관계없는 사람 또는 공장에 악의를 가지고 있는 사람에게는 강한 악취로 받아들여질 수 있다. 후각은 몸 상태에 따라서도 달라진다. 예를 들면, 감기에 걸릴 경우 후각이 저하된다. 식사 전과 후에도 후각이 달라질 수 있으며 또한 기온이나 습도에도 영향을 받아서 고온 다습한 경우에는 후각이 저하된다고 한다. 따라서 개인에게 있어서도 후각도가 하루에도 30~50%까지도 변하며 다른 날에는 더 달라질 수 있다 역으로 훈련을 하면 후각을 강화시킬 수 있다고도 한다. 그리고 후각에는 피로현상이 있어서 냄새를 맡은 1~2분 후에 그 냄새에 대한 후각능력은 급격히 떨어진다. 시골에서 대도시 근처에 가까워짐에 따라 처음에 특이한 도시의 냄새를

느끼지만 곧 익숙해져서 모르게 되는 것은 모두 경험한 적이 있을 것이다.

7. 악취의 반대인 향기

악취의 반대 개념으로 냄새 중에서 쾌감을 주는 냄새를 넓은 의미로 향기라고 한다.

지구상에 있는 휘발성 물질이 발산될 때 취신경이 자극을 받아 느끼는 감각중에서 인류 생활에 유익하게 이용되어지는 냄새를 향이라고 한다.

향기를 가지고 있는 물질을 유향 물질이라고 하고, 향료로 구분하며 그 중에서 보건 위생면에서 유익한 물질로 일상 실용되고 있는 것을 향료라고 하며 후각과 미각을 동시에 자극하는 향료를 후레이버(식품향료, flavor)라고 한다. 최근의 역할로는 심리적, 생리적 효과를 이용한 치료효과성의 향기요법치료(aromatherapy)와 독특한 향균성, 항산화성 등의 특성을 갖는 것으로 다양하게 사용하고 있다.

원래 향수의 기원은 종교지식으로 시작 된 것으로 프랑스어로 parfum이라고 하고 영어로는 perfume이라고 한다. 향수의 어원은 '연기를 통하여' 라는 라틴어 Per fumare에서 유래했는데 향을 피우고 제사를 지내는 동양의 종교의식에서 비롯됐다. 동양의 문화를 이어 서양에서도 향은 신에게 경의를 표하기 위해 사용됐다. 이 외에 그리스에서는 향기있는 식물을 태워 그 향으로 질병을 없앤다고 믿었고, 이집트에서는 태양열이 강한 탓에 기름에 향료를 섞어 미용 필수품으로 사용했다.

요즈음에는 향을 이용한 제품은 다양하게 있으나, 그 대표적인 향수(perfume)와 오 데 콜롱(eau decologne)은 향기의 예술 또는 액체의 보석이라고 할 만큼 대표적인 무드 상품으로 자기의 개성과 분위기를 환상적으로 표현 몸과 마음을 연결시켜 주는데 효과가 큰 인류 역사상 최초의 화장품이기도

하다. 아름다움을 표현하는 방법에는 의상, 메이크업, 헤어스타일 등의 시각적 표현 방법과 향수처럼 후각적인 표현 방법이 있는데 현대생활에서 향수의 역할은 크게 두가지 측면이 있다

첫째는 사용자의 기분을 좋게 하고 주변사람들에게도 즐거움을 줄 수 있다는 것과, 둘째는 여성의 사회 진출이 늘고 패션 감각이 세련됨에 따라 제4의 패션 기능을 발휘하고 있다는 것이다. 향수는 빛깔이나 형태가 없는 만큼 신비롭고 상대방에게 인상을 깊게 하는 호소력을 지니고 있어 최고의 악세사리라 할 수 있으며, 엄연히 악취와 구분되어 사용되고 있으나 과다하게 사용시에는 이것 또한 유해한 환경유발요인 혹은 건강을 위협하는 악취가 된다고 볼 수 있다

IV. 미생물성 악취

도시화 및 인구집중에 따라 혐오시설인 환경기초시설들이 인구밀집지역에 건설될 수 밖에 없다. 하수, 쓰레기 등 처리물질들은 그 자체뿐만 아니라 처리과정에서 악취물질을 생성한다. 이러한 악취 등 2차 오염물질은 환경기초시설이 부족한 현실에서 화학물질성 악취에 비해 미생물성 악취제어기술은 보편화되지 않았고 그 수준도 낙후되어 있다. 앞으로의 환경기초시설의 원활한 보급과 규제기준의 강화에 대응하기 위하여 미생물성 악취제어기술의 향상에 의한 개발도 시급하다고 할 수 있다.

사람들은 일반적으로 하천에 은어와 산천어가 사니까 물이 깨끗하다고 하기도 하고 중량천 등은 붓어나 잉어가 사니까 물이 다소 오염되어있다고 한다. 이것은 어류나 수생곤충, 원생동물 등이 오염상태를 나타내는 지표생물이 되어 있기 때문이다, 거기에서 서식하는 생물의 종류가 하천의 생태를 진단하고 있는 것이다.

오염된 냇가 혹은 강 지류 등에 가보면 심하게 냄새나는 악취를 흔히 경험하였을 것이다. 가정하수 혹은 폐수 또는 상한 음식 등에서 심한 악취를 경험하게 된다. 이러한 냄새의 근원은 잘 알려진 바와 같이 특정 미생물이 주범이며, 이런 기생체들은 인간에게 각종 질병을 일으키게 되면 가장 심한 악취의 대상이 된다. 미생물이 환경을 죽이기도 하고 되살리기도 한다. 계곡 속의 물을 찌게 하는데도 물을 되살리게 하는데도 많은 부분 미생물이 작용한다. 생활환경에서의 미생물의 역할은 장류, 젓갈류, 김치, 술, 식초, 메주와 된장, 우유 발효 식품 등의 발효식품을 만들며, 동식물의 시체, 배설물, 난분해성 오염물질 등을 분해하는 청소부 역할을 담당하여 심한 냄새를 발생하기도 한다. 이러한 미생물은 자연계의 물질 순환과 환경의 정화에 기여하며, 또한 음식물의 부패, 물질의 변질, 동식물의 질병을 일으키기도 하나 우리의 환경에서 없어서는 안 될 중요한 존재이다.

이런 미생물은 주로 단일세포 또는 군사로써 몸을 이루며, 생물로서 최소 생활단위를 영위한다. 조류(algae), 균류(bacteria), 원생동물류(protozoa), 사상균류(mold), 효모류(yeast)와 한계적 생물이라고 할 수 있는 바이러스(virus) 등이 이에 속한다. 이들은 지구상 어디에서나 습기가 있는 곳에는 생육할 수 있으며 인간생활과 밀접한 관계가 있다. 사람을 비롯한 동식물에 질병을 가져오는 병원미생물, 독소를 생성하여 식중독을 일으키는 미생물, 의식주에 관계되는 각종 물질을 변질·부패시키는 원인 생물인 유해미생물로 잘 알려져 있다. 이러한 미생물의 특유한 성질을 이용하여 식품·의약품 그 밖의 공업생산물 등 생산 공업에도 많이 이용하며, 간편한 시설로써 계속 배양시킬 수 있는 생물자원으로도 각광을 받고 있다. 미생물의 균주개발에는 유전자공학적 방법이 도입되어 이용되고 있다. 자

연계에서는 동식물의 시체·배설물·부후물(腐朽物) 등을 분해하는 청소부 역할을 함에 따라 수질 환경 및 토양의 지력보존(地力保存)에도 이들 미생물이 많이 이용되고 있다.

물과 폐수는 대략 140종류의 장내 바이러스에 의해 오염될 수 있다, 이들 바이러스는 입을 통해 체내로 들어와 위장관에서 증식하고 감염된 개체의 배설물을 통해 많은 숫자로 방출된다. 이러한 장내 바이러스는 지역사회의 폐수나 음식물에 존재하며 악취나 비말감염을 일으키기도 한다.

1. 바이러스

원래 ‘바이러스’라는 라틴용어는 원래광견병에 걸린 개의 침을 의미하는 것으로, 고대시대부터 광견병이나 말 뇌척수염 등처럼 인수 공통전염이 가능하며, 공기와 물 등의 오염된 환경의 어느 곳에서든지 감염이 가능하다. 바이러스는 일반현미경으로는 볼 수 없고 전자현미경(50,000~300,000배 확대)으로나 볼 수 있는 매우 작고 원시적인 생명체

로, 살아있는 생물의 몸 속에서만 증식할 수 있다. 자연계에 약 1,000여종이 있고 흙, 물, 공기 등 어디에서나 존재하며, 질병이나 악취를 내뿜으며 오염을 가중시키고 있다.

2. 수종의 악취 유발조건과 미생물

폐수 등에 냄새를 출현하는 발생원은 대부분이 미생물로서 세균류와 원생동물의 출현빈도가 높다, 때로는 효모나 곰팡이와 같은 진균류와 Choella나 Navicula 같은 조류가 있을 수 있다. 이들 구성원 중에서 냄새를 유발하는 물질 중에 함유되어 있는 유기물을 섭취하여 제거하는 것은 또한 세균류와 진균류이며, 원생동물이나 조류의 대부분은 유기물을 제거하지 않는다, 원생동물은 유기물의 섭취는 하지 않으나 부유하고 있는 세균군을 섭취하고 있기 때문에 원생동물이 많으면 오히려 냄새가 적은 깨끗한 처리수가 될 수 있다.

악취를 유발하는 오수 등에서 나타나는 미생물은 공중에서 비산하는 것이 조건이다. 공중에서 먼

표 3. 자연계에 질병을 유발하는 바이러스

종 류	크기(nm)	핵산	병 명
레오 바이러스(Reovirus)	75~80	RNA	호흡기 질환, 위장염
아데노 바이러스 (Adenovirus)	68~85	DNA	결막염, 설사, 호흡기 질환, 눈병
A형 간염 virus (Hepatitis A virus)	27~32	RNA	감염성 간염
로타 바이러스(Rotavirus)	70	RNA	6개월~2세 사이의 소아 위장염
아스트로 바이러스 (Astrovirus)	28	RNA	위장염
칼리시 바이러스(Calicivirus)	32~38	RNA	위장염
노르윅형 바이러스 (Norwalk-like viruses)	32~38	RNA	Snow mountain virus, Norwalkvirus, Hawaiiivirus 등이 속하며, 위장염 유발
Non-A, non-B형 간염virus	-	RNA	간염

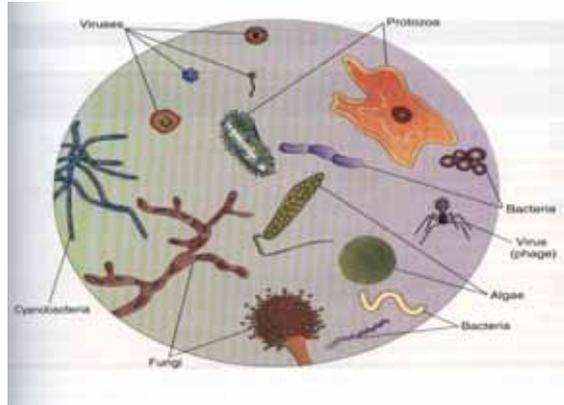


그림 1. 크기별로 본 악취 유발성 미생물

지와 같이 날아 떨어져서 고인 물이나 폐수 등에 나타나며, 우선은 원생동물인 작은 편모충류가 무수히 출현하여 점점 형태가 커지고 유영이 빠른 섬모충류로 변하면 드디어 유영하지 않고 고착생활을 하는 섬모충류인 Vorticella가 매우 많이 자라게 된다(우점종). 그 상태가 당분간 지속되다가 약 4주간 정도 지나면 소동물인 윤충, 족제비벌레 또는 몸이 큰 지렁이 종류와 물벼룩이 유영을 하게 된다. 그리고 물벼룩이나 지렁이와 같이 처음부터 출현하여 빨리 유영하는 원생동물이 다시 나타난다.

보통은 토양이나 하천 또는 화밀(花蜜) 등에서 생식하고 있는 미생물은 바람이나 비나 인공적인 개간에 의한 것이며, 먼지와 같이 공중에서 비산하다가 떨어지면 생물의 출현하는 순서가 결정된다. 우선 오수중의 유기물을 직접 섭취하는 세균류가 최초로 증식되는 것이 된다. 오수의 농도가 높거나 유기물 조성이 편중되어 있으면 세균류 대신에 효모가 출현하는 일도 있다. 자연계에서 세균류는 토양이나 하천, 호소와 같이 유기물 농도가 높은 곳에서 생식하고 있기 때문에 자연계에서의 생식조건이 그대로 유지된다. 원생동물은 세균류를 섭취하여 생활하기 때문에 최초에는 출현하지 못하고 이후에

출현한다.

원생동물도 자연계에서는 토양공극이나 하천, 호소, 고인 작은 물에서 생식하고 있다. 세균류이거나 효모는 본 형태대로 비산하나 원생동물은 그대로 비산하기보다는 휴면자로서 같이 둥근 곰팡이 포자와 같은 모양으로 비산하는 일이 많으며 이와 같은 과정이 심할 경우에 부패와 함께 악취를 유발하는 원인이 되기도 한다

3. 냄새를 유발하는 미생물

냄새를 유발하고 부패 및 변패를 선도하는 미생물들은 거의 육안의 가시한계를 넘어선 0.1 mm 이하의 크기인 미세한 생물이다. 용해성 유기물을 직접 섭취하여 오염되어 악취를 유발하는 세균은 혼합액에서 300종 이상, 10^8 CFU/ml 정도의 일반 세균이 존재하는 것으로 알려져 있다.

이러한 균류는 Zoogloea로서 세포외 다당류생산, 플록 형성의 본체로 현미경으로 항상 확인되었으며. Pseudomonas, Flavobacterium, Acaligenes, Bacillus, Achromobacter, 대장균, 시겔라. 여시니아, 비브리오 등 켐필로 박터, 레지오넬라, 등의 세균과 Sphaerotilus ; sheath (협막) 세균, 진균 등

표 4. 악취오염과 병원성 세균의 형상과 크기(일부)

형상	세균의 종류	크기(폭×길이 μ m)	
간균	<i>Zoogloea ramigera</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Escherichia coli</i> (대장균) <i>Bacillus subtilis</i> (고초균) <i>Nitrosomonas europaea</i> (아질산균) <i>Nitrobacter winogradsky</i> (질화균)	0.5~1.0 × 2.0~4.0 0.5~1.0 × 1.5~4.0 0.5~1.0 × 2.0~5.0 0.6~1.0 × 1.3~4.0 0.8~0.9 × 1.0~2.0 0.6~0.8 × 1.0~2.0	
	단간균	<i>Alcaligenes faecalis</i>	0.5~0.8 × 1.0~2.0
	유초세균	<i>Sphaerotilus natans</i>	0.8~1.5 × 1.0~2.5
구균	단구균	<i>Micrococcus spp.</i> (장구균 속) <i>Nitrococcus mobilis</i> (질화균)	0.5~3.5 × 0.5~3.5 1.5~1.8 × 1.5~1.8
	쌍구균	<i>Diplococcus pneumoniae</i> (폐담균)	0.5~1.25 × 0.5~1.25
	8연 구균	<i>Methanosarcina spp.</i> (혐기성균)	2.0~2.5 × 2.0~2.5
	연쇄상구균	<i>Streptococcus faecalis</i> (장구균)	0.5~1.0 × 0.5~1.0
	포도상구균	<i>Staphylococcus aureus</i> (포도구균)	0.8~1.0 × 0.8~1.0
나선균	나선상	<i>Thiospirillum undula</i> (유황세균) <i>Rhodospirillum rubrum</i> (광합성균)	2.5~4.0 × 10~100 0.8~1.0 × 7~10
스피로헤타	2중 나선상	<i>Spirochaeta plicatilis</i> <i>Spirochaeta litoratis</i>	0.5~0.7 × 100~500 0.4~0.5 × 5.5~7
사상성 세균	사상	<i>Nocardia amarae</i> (방선균) <i>Rhodococcus rhodochrous</i> (방선균) <i>Beggiatoa alba</i> (유황세균) <i>Thiothrix nivea</i> (유황)	0.2~0.8 × 100 0.2~0.8 × 100~150 2.0~10.0 × 16~55 1.0~2.0 × 100
콤마상균	콤마상	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (분변성) <i>Vibrio fischeri</i> (해산균)	0.5 × 1.5~3.0 0.5~0.6 × 1.3~2.5

이 광범위하게 환경오염과 냄새를 내는 균종들이 다. 또한 인체의 장내에서 생존하는 대부분의 대장균, 엔테로박터 등 장내세균이나 트리메틸아민과 아주 유사한 냄새를 내는 프로테우스균속, 아로마 향기를 내는 녹농균 등은 대표적인 악취유발성 박테리아 등이다. 그리고 광합성 박테리아를 이용해서 폐수처리를 하기도 하는데 여기에 사용되는 것 들로는 *Rhodospseudomonas blastica*, *Rhodocyclus gelatinosus*, *Rhodocyclus tenuis*, *Rhodopseudo-*

monas rutila 등이 있다.

4. 미생물의 생육조건

1) 영양원

지구상에 존재하는 모든 물질이 영양원이 될 수 있으며, 그 종류에 따라 최적 영양소는 다르다. 탄소 및 에너지원에 의해 미생물은 물론 모든 살아있는 사물을 특징지을 수 있다. 즉 빛을 사용하여 광

합성 작용에서 에너지를 얻는 미생물을 광합성 미생물이라 하며, 화학물질의 산화환원작용에서 에너지를 얻는 미생물을 화학합성 미생물이라 한다. 한편 생체를 이루는 모든 물질의 골격을 이루고 있는 탄소를 이산화탄소 혹은 중탄산염과 같은 무기태에서 얻는 것을 독립영양미생물, 포도당과 같은 유기탄소로부터 얻는 것을 종속영양미생물이라 한다. 종속영양 미생물 중 사멸하였거나 사멸해 가는 유기물로부터 탄소와 에너지를 취하는 것을 부생성 미생물이라 하기도 한다. 퇴비 만들 때 관여하는 미생물을 생각하면 된다.

질소에는 화학질소비료의 구성성분인 질산 및 암모니움 같은 무기태 질소와 단백질 및 아미노산과 같은 물질에 들어있는 유기태질소가 있다. 무기태 질소는 그대로 흡수할 수 있지만 유기태 질소는 고기와 같은 단백질 안에 들어 있기 때문에 효소의 작용에 의해 먼저 분해되어야 한다. 바로 이러한 특성 때문에 일반적인 환경에서는 고기가 썩게 되는 것이고, 경우에 따라서는 암모니아와 같은 냄새에 의해 혐오의 대상이 되기도 한다. 그러나 미생물은 암모니아를 선호한다. 왜냐하면 흡수된 암모니아태 질소는 글루타민산과 같은 아미노산 합성에 곧바로 이용될 수 있기 때문이다

세균이 자라기 위해서는 양분과 함께 알맞은 온도와 습도 및 산소가 필요하다. 20℃ 이하에서 잘 자라는 것을 저온성 세균, 약, 55~60℃에서 잘 자라는 것을 고온성 세균이라고 하며, 그 중간 온도에서 자라는 것을 중온성 세균이라고 한다. 증식을 위해 산소를 꼭 필요로 하는 미생물을 절대 호기성(obligate aerobic)이라고 하며 백일해, 결핵균, 녹농균, 곰팡이, Bacillus spp, 방선균 등이 있다. 산소가 없는 상태에서도 생존할 수 있는 미생물을 절대 혐기성(obligate anaerobic)이라고 하며 Clostridium botulinum, Bacteroids 등이 있다. 통성 혐기성

(facultative anaerobic)이라고 불리며 호기성 조건에서 잘 자라고, 혐기성하에서도 생존이 가능한 것은 대장균 등의 인체 감염균, 효모균 등이 있고, 공기보다 낮은 산소농도에서 자라며, CO₂를 5~10% 가함으로서 최고의 발육을 하는 미 호기성(micro-aerophiles)균종으로는 campylobacter, Listeria, Neisseria속 등이 악취를 유발하며 때로는 병원성(pathogenic)을 나타내는 대표적인 세균들이다.

5. 식품의 부패와 변패

식품을 방치해 두면 시간의 경과에 따라 냄새, 외관, 텍스처, 맛 등에 어떤 변화를 일으켜 마침내 식용에 적합하지 않게 되는데, 이와 같이 바람직하지 않은 식품의 악변을 열화, 변패 또는 변질이라고 총칭하고 통속적으로는 “음식이 상한다, 부패한다”라고 한다. 식품의 열화는 미생물 원인의, 곤충, 자기소화, 화학적 원인(지질의 산화, 갈변 등) 또는 물리적 원인(상처, 깨짐에 의한 손상 등)에 의해서도 일어나지만 미생물의 증식에 의해서 변질되어 먹을 수 없게 되는 경우가 가장 많다. 이것을 광의의 부패라고 하며 심한 악취를 유발하게 된다.

6. 생활환경속의 악취와 응용

1) 냄새나는 된장

국거리 혹은 양념 등에 널리 활용되는 된장은 우리 민족의 건강을 지켜온 중요한 단백질 식품이다. 그래서 과거에는 된장 담금이 중요한 집안 행사였으며, 모든 가족이 정결한 마음으로 임한 때도 있었다. 구황식품으로서 우리를 지켜주었던 전통 된장이 가지고 있는 또 다른 신비는, 허기진 배를 채우려 뜯어먹은 잡초의 구토증을 삭여주기도 하였던 것이다. 비록 독초가 아니더라도 식용으로 하지 않은 풀을 씹어 보면 메스꺼움을 쉽게 느낄 수 있을 것이다.

된장 속에 숨어 있는 미생물의 작용을 살펴보자. 된장을 만들기 위해서는 먼저 메주를 만들어야 한다. 된장용 콩을 깨끗이 세척하고 불순물과 파손된 콩을 골라낸 후 가열하여 찌는데, 콩과 물을 같은 양으로 솥에 넣고 손가락으로 눌러 이스러질 정도로 익힌다. 생 콩보다는 익은 콩이 먹기 좋다는 것을 미생물도 알기 때문이다. 이때 콩에 묻어있는 《바실러스 Bacillus 포자》는 살아서 메주의 발효에 관여해야 하므로 압력밥솥으로 포자를 죽일 정도로 가열해서는 안 된다. 삶은 콩을 바구니에 넣고 물을 뺀 후 식기 전에 마쇄하여 적당한 크기의 사각형 모양으로 만든 후 통풍이 잘되는 곳에서 이삼일 동안 메주 표면을 말린다. 건조시키는 이유는 표면에 미생물 특히 곰팡이가 지나치게 증식하는 것을 막기 위함이다.

벗짚으로 묶어 매달아 자연적으로 발효시키는데, 이 때 벗짚으로 매다는 것은 메주 발효와 관련 있는 바실러스가 벗짚에 많이 묻어있기 때문이다. 종종 메주를 비닐 끈으로 매다는 것을 보기도 하는데 이는 미생물의 역할을 무시하는 것으로, 이렇게 만든 된장 맛은 과연 어떨까? 전통 된장은 음력 10월부터 겨우내 매달아 놓지만, 개량식 된장은 30℃내외의 배양실에서 10~15일정도 발효시킨다. 이 과정에서 메주의 표면은 말라 갈라지고, 틈과 표면에는 《털곰팡이, 거미줄곰팡이, 누룩곰팡이》가 자라고, 메주 내부에는 벗짚과 콩에서 유래한 바실러스속의 세균이 생육하면서 단백질을 가수분해하기 시작한다.

개량식 메주는 *Aspergillus oryzae* 또는 *Aspergillus sojae* 라고 하는 누룩곰팡이를 배양하여 이를 메주에 접종하여 발효하지만, 전통 메주는 자연미생물의 발효에 의존하기 때문에 많은 종류의 미생물이 생육하고 있다. 전통메주에서 분리되는 미생물에는 *Aspergillus spp.*, *Rhizopus spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, *Scopulariopsis* 속의

곰팡이 *Rhodotorula*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Candida spp.*, *Hansenula* 등의 효모 그리고 *Micrococcus spp.*, *Pediococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus* 속 등의 세균이 있으며, 이 가운데 *Bacillus* 속의 세균은 전통 된장의 풍미와 관련되어 있다고 알려지고 있다. 이렇게 겨우내 매달아 놓 메주나, 30℃에서 배양한 메주 표면의 곰팡이를 깨끗이 씻고 잘게 쪼개서 햇빛에 말린 다음 적당량의 소금과 물을 넣어 숙성시키면 된장이 되는 것이다.

2) 콩과 청국장

전시에 만들어 먹는 장이라는 뜻의 전국장에서 이름이 유래되었다는 청국장은 된장과는 달리 2~3일이면 완성되는 숙성 발효 식품이다. 즉 삶은 콩을 시루에 담고 벗짚을 구겨서 군데군데 꽂아 따뜻하게 보온해서 띄우는 것이다. 벗짚을 사용하는 이유는 된장처럼 벗짚에 청국장을 발효시켜주는 균이 묻어있기 때문이다. 벗짚에 묻어있는 균을 고초균(枯草菌)이라 하는 것은 바로 이러한 연유에 의한 것이다. 보통의 균은 50~60℃에서 거의 사멸하지만, 내열성 포자를 생성하는 고초균은 열에 강하기 때문에 발효시 발생하는 열로 인해 해로운 균이 전부 죽더라도 계속해서 청국장을 발효시킬 수 있다.

청국장의 일반적인 제조과정은, 대두를 잘 씻어 불려서 익힌 다음 벗짚이 깔린 시루에 삶은 콩을 담거나 콩 사이사이에 벗짚을 잘라 꽂은 후, 아랫목에 이불을 씌워 40~50℃에서 2~3일간 보온하면 벗짚에 붙어 있는 야생 고초균의 일종인 *Bacillus subtilis*가 번식하여 실 모양의 끈끈한 점질물이 생성되면 청국장이 완성되는 것이다.

청국장은 지방이나 가당마다 일정하지 않다. 그 이유는 발효 개시제라 할 수 있는 벗짚에 부착된 고

초균의 종류가 다르기 때문이다. 즉, 단백질 가수분해 효소 활성이 강한 고초균이 많은 벚짚으로 담글 때는 청국장 맛이 좋고 그렇지 못한 경우에는 맛이 저하될 뿐만 아니라 부패·변질되기 때문이다. 콩으로 만든 된장과 청국장의 다른 점은 된장은 주로 누룩곰팡이인 아스퍼길러스 *Aspergillus*속을 이용한 것이고 청국장은 세균인 *Bacillus subtilis*에 의한다는 점이다.

3) 젖과 발효유

유산균이란 이름은 젖을 발효하여 유산 즉 젖산을 생성하기 때문에 붙여진 것이지만, 포도당이나 유당과 같은 탄수화물을 분해 이용하여 유산을 생성하는 미생물 특히 세균을 말한다. 유산을 젖산이라 고도 하므로 유산균을 젖산균이라 부르기도 한다. 이러한 유산균에 의해 젖이 발효된 것을 발효유라 한다. 발효유는 페르시아 시대 유목민들의 가죽 주머니에 담아둔 젖의 변화에서 그 출발점을 찾을 수 있다. 즉 젖이 특이한 냄새를 내는 순두부와 같은 하얀 커드로 변했지만, 장기간 보존하며 식용할 수 있었다는 점이다.

유산균의 형태를 현미경으로 보면 막대 모양인 간균과 둥근 공 모양의 구균으로 이들 세균은 운동성이 없다. 유산균은 19세기 말부터 본격적인 연구가 시작되었다. 유산균은 사람이나 동물의 소화관부터 농산물에 이르기까지 자연계에 널리 분포되어 있으며, 요구르트·유산균음료·치즈·김치·소시지 등의 식품뿐만 아니라 약품 및 사료 첨가제에 이르기까지 널리 이용되고 있다.

우유에 함유되어 있는 대부분의 당은 유당으로, 우유에 유산균을 접종하면 유산균에 의해 유산이 생성된다. 생성된 유산에 의해 우유 속의 단백질이 응고되는데 이렇게 만들어진 것을 요구르트라고 한다.

발효유 제조에 사용되는 유산균은 락토바실러스

Lactobacillus, 스트렙토코커스 *Streptococcus*, 비피도박테리아 *Bifidobacteria* 등이다. 유산균은 8℃ 이상에서 활동을 시작하고 37℃에서 가장 활발한 활동을 하며, 그늘에서 잘 자란다. 유산균은 산소가 적은 곳을 좋아하고, 10% 농도의 우유 속에서 증식이 가장 잘 되지만, 플라스틱이나 냇그릇에서는 배양이 잘 안되는 특성을 가지고 있으며, 다른 환경 속에서는 급속도로 증식하여 악취를 유발한다

4) 유산균

자연계에는 수많은 미생물들이 있으며, 인체 내에도 수백억 이상이 살고 있다. 미생물은 인체에 유익한 종류가 있는 반면에 유해한 세균들도 많이 있다. 인체에 유익한 미생물의 대표적인 유산균에 대해서 알아보자.

유산균의 원래의 이름은 젖산균으로 락토산균 유산균이라고도 한다. 유산균은 1857년 프랑스 화학자인 파스퇴르에 의해 발견되었다. 파스퇴르의 유산균 발견은 유산균의 연구가 활발해지는 계기가 되었으며, 1899년 티이체는 모유양아의 장내에서 공기가 있는 곳에서는 발육하지 않는 혐기성 유산균을 발견하고 이균을 비피더스균 이라고 명하였다. 한편 1900년 모로 라는 사람이 인공영양아의 분변에서 다른류의 유산균을 발견하여 에시도필러스균 이라고 명명하였다. 이는 또한 포도당 또는 유당과 같은 탄수화물을 분해하여 유산(젖산)이나 초산과 같은 유기산을 생성하는 균이다

오래 전부터 유산균들은 발효능력과 발효취 등이 식품 가공에 적합하기 때문에 요구르트 및 치즈를 비롯한 각종 식품제조에 널리 이용되어 왔다. 특히 이들 균주들은 장내에서 균총을 형성하여 유해한 균의 침입을 막아주기 때문에 우리 건강에 기여하는 바가 지대한 것으로 보고 있다



그림 2. 형태별로 구분한 세균의 배열

5) 채소와 김치

김치는 신선한 채소를 보존하는 방법으로 고안된 채소 저장발효음식이다. 김치에서 분리되는 미생물에는 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Streptococcus faecalis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides* 등의 유산균과 *Achromobacte spp*, *Flavobacterium spp*, *Pseudomonas spp* 속에 속하는 호기성 세균이 있다. 이와 같이 김치 발효에 관련된 미생물의 종류는 많지만, 가장 큰 작용을 하는 것은 발효유 제조와 관련된 유산균을 꼽을 수 있다. 유산균은 김치의 발효를 촉진하고 맛을 결정할 뿐만 아니라, 유산균에 의해 생성된 유산은 채소의 성분과 유기적인 결합을 하여 풍미를 더하며, 김치 숙성에 나쁜 부패균의 발육을 억제한다.

김치 초기 발효에 관여하는 유산균은 류코노스톡

크므로 김치의 맛을 알맞게 한다. 중기와 후기에 등장하는 유산균인 락토바실러스는 해로운 균을 사멸시키지만 산을 과도하게 생성해 김치 산패의 원인이 되어 특유의 냄새를 유발한다. 김치숙성 후기에는 여러 종류의 효모가 출현하게 되고 시간의 경과에 따라서 이들 효모의 증식으로 김치 중의 젖산이 감소되고 마침내 부패균이나 곰팡이가 번식하게 되어 악취가 발생하며 김치가 물러지는 현상이 일어나기도 한다. 때로는 군내가 나고 색깔이 갈색으로 변하는데 이를 묵은 지라 하여 이용하기도 한다.

7. 인체와 악취

모든 사람들의 몸 안에는 약 1kg의 미생물이 항상 같이 살고 있다. 이들은 대부분 세균(박테리아)이고 그 외에도 바이러스, 곰팡이, 원생생물 등이 살고 있다. 무게 단위로 생각하면 대장에 가장 많은

세균이 살고 있고 소장은 물론 여성의 질내에도 세균들이 득실거린다. 수분을 빼면 분변의 약 절반은 세균으로 돼 있다. 이들은 우리 장 속에 있던 내용물이다. 미국 워싱턴대 생물학과 고돈 교수에 따르면 장 속에는 최소한 5백종 이상의 세균이 있고 숫자로는 1천조 마리가 거주한다고 한다. 이는 한사람이 갖고 있는 세포의 숫자(약 60조개)보다 훨씬 많다. 이런 세균들은 눈에는 보이지 않으나 세균들이 수억, 수십억 마리나 우글거린다. 한 마리의 세균이 10분에 한번씩 분열할 경우 20분 후에는 4마리, 1시간 후에는 64마리, 4시간 후에는 1600만 마리로 증가한다. 물론 99%의 세균들은 인간에게 해를 끼치지 않지만, 병을 일으키는 병원성(病原性) 세균들은 심할 경우 병소에 따라 질병을 일으키며, 인체를 손상시키고 나쁜 냄새를 발생하기도 한다. 한 방에서는 몸에서 혹은 구강 등에서 나는 특정냄새를 질병으로 진단하는 보조요법으로 사용하기도 한다

1) 무좀

인체는 전신에 분포되어 있는 피지선에서 사람냄새(땀)가 분비되는데, 구성 성분은 대부분 물이며 약산성을 띠고 NaCl, KCL, 젖산, 요소, Glucose 및 기타 유기물로 박테리아에 의해 분해되면서 악취가 발생하게 된다

피부질환 중 하나인 무좀은 어림잡아 약 2,500만이 넘는 인구가 무좀으로 고생하는 것으로 알려져 있다. 발바닥과 발가락 이 가려울 뿐만 아니라 피부가 짓무르고 갈라져서 걸음도 못걸고, 이때 나는 악취에 코를 싸매고 얼굴을 돌리기가 심상이다. 무좀은 발바닥의 굳은 살(각질층)속에 곰팡이의 일종인 백선균에 의해 발병한다는 사실은 널리 알려져 있다. 이 악취 원인균은 화농성포도상 구균(staphylococcus aureus), bacillus spp, pseudomonas spp 등이 섞이면서 병소를 악화시키고 악취를 유발하는

원인이 되기도 한다



2) 액취증

겨드랑이 암내로 통칭되기도 하는 액취증은 계란 썩는 냄새, 양파냄새, 암모니아 냄새, 시큼한 냄새 등 여러 가지 역겨운 냄새를 풍긴다. 특히 땀을 많이 흘리는 여름엔 코를 더욱 자극시켜 이 냄새를 풍기는 사람이 나타나면 멀찌감치서부터 피하게 만든다. 표현하기 힘든 역한 냄새를 풍기는 액취증은 대인관계를 위해서도 치료가 필수적이다.

액취증은 피부 밑의 털뿌리 근처에 있는 땀샘에서 비롯된다. 우리 몸에는 약 200만~300만 개의 땀샘이 있다. 이 땀샘은 무색, 무취, 무미로 체온조절과 노폐물 배출을 담당하는 '에크린 선(Eccrine gland)'과 겨드랑이 등 특정부위에 집중적으로 발달해 지방산과 유기물질을 배출시키는 '아포크린 선(Apocrine gland)'으로 나뉜다.

액취증은 아포크린선에 의해 분비된 점도 높은 땀이 체표면으로 흘러나와 피부에 서식하는 세균과 섞이면서 지방산과 암모니아로 분해되는 과정에서 생기는 고약한 냄새가 원인이다. 아포크린선은 겨드랑이에 95% 정도가 집중돼 있고 나머지는 귓바퀴, 향문주위, 유두주위, 배꼽주위 등에 분포돼 있다.

액취증의 발생 빈도는 우리나라의 경우 전체인구의 약 7%정도이며 남성보다 여성에서 발생 빈도가 더 높은 것으로 조사되고 있다. 액취증은 또 어린

아이에서는 나타나지 않는다. 아포크린선은 10세 이전까지는 기능을 잃고 있다. 그 이후 액취증 체질을 가진 사람에서 내분비 기능이 왕성해질 때 기능을 하기 시작하기 때문에 사춘기 이전이나 노인에서는 발생하지 않는다는 것이 정설이다.

3) 인체의 노인성 냄새

인간은 서로에게서 나는 냄새를 체취라고 하여 별다른 거부감 없이 받아들이며 생활할 수 있으나, 그 정도가 지나치면 타인으로부터 거부감이나 불쾌감을 갖게 한다. 노인이 되면 이 체취가 강해지며 독특한 냄새를 발하게 된다. 소위 “노인성 냄새”라고 한다. 그것은 신체의 노화에 따른 신진대사 능력의 감소로 인해 노폐물의 분해와 배출이 활발하지 못하기 때문이다.

말하자면 자동차가 오래되면 엔진이 노후해서 연료를 완전연소 시키지 못함으로 검은 연기를 내뿜는 것과 같다. 노년이 되면 피지중의 지방산이 과산화지질이란 물질로 산화돼 특유의 노인냄새를 발생시킨다. 노인 냄새의 주 원인이 되는 물질은 nonenaldehyde ($C_9 H_{16}O$)와 isovaleric (이소 길 초산)으로 이 “노넬알디하이드”는 피하지방 중에서 팔미트 올레인산이라는 불포화 지방산이 분해하면서 생성된다. 이 노넬알디하이드는 유년 시기나 청년 시기에는 거의 생성되지 않는다. 40대 이후부터 체내에서 생성되기 시작하여 노령층으로 갈수록 점점 많이 생성된다. 인체는 대사과정을 통해서 이 노넬알디하이드를 체외로 배출하는 과정 중에서 이 물질이 특정세균의 활동과 함께 발생된 냄새가 노인성냄새의 주원인이다. 이 노폐물질은 배설 작용 및 땀샘을 통하여 발생하게 되며 호흡기를 통해서도 배출된다. 또한, 반드시 노인 뿐만 아니고 우리 인체에 특정 세균들이 장내, 피부, 생식기, 구강 및 비강 등에 광범위하게 적균이자 동지로서 정상

상주균총(normal flora)으로 동거하고 있다. 이러한 세균을 포함한 미생물은 인체가 비위생적인 상태이거나 면역력이 저하될 경우에는 순식간에 적균으로 돌변하여 병원성을 유발하거나 심한 악취의 원인이 되기도 한다.

따라서 이런 냄새를 없게 할려면 항상 몸을 청결히 하는 것은 물론, 실내 공기를 순환하여 호흡을 통하여 나온 바이오에어로졸 등의 물질이 실내에 흡착 되지 않도록 해야 한다.

V. 맺는 말

생활환경 혹은 작업환경에서 악취, 화장실 악취, 음식물쓰레기 수거통, 분뇨차량, 폐기물이나 하수처리장의 주요 악취발생원 등은 거의가 호기성 혹은 혐기성 상태에서 유기물이나 무기물을 분해하면서 증식하고 사멸하는 조류, 곰팡이, 박테리아 등의 미생물성 물질이 원인인 경우가 대부분이다. 이러한 혐오시설에 발생하는 악취의 피해자는 우리나라와 같이 좁은 국토에서는 아주 많으나 그동안 무시되고 간과되어왔다. 그것이 우리 주변의 대기환경, 작업환경, 실내환경 등의 어느 곳에서나 발생할 수 있는 상황인 것이다. 앞으로도 정부를 대상으로 하거나 혹은 이웃 간에 끊임없이 민원이나 마찰로 이어지리라는 것은 쉽게 예측할 수 있다.

향후 미생물성 악취에 관련하여 두 가지 의견을 제시하고자 한다

첫째로 그동안의 「악취법」에 대하여 부분 개정 및 보완에 대한 타당성을 제시한다

즉, 미생물성 물질에 의한 악취성장, 발생원의 양과 질, 취기농도 및 인체영향 등을 과학적으로 심도 있게 전문가를 구성하여 조사하고, 공기 중 발생예측 모델을 이용하여 악취영향도를 재평가하여 분석 및 평가방법을 설정한다. 그리고 규제기준에 대하여 외국의 사례를 조사하고, 또한 국내외에서 적용

되고 있는 악취제거 방안과 사례 등을 검토하고 국내 여건에 적합한 미생물성악취 방지법이나 공중위생관리법 등의 보완 입법을 서둘러 강구해야 할 것이다.

둘째는 각종 산업화의 물결 속에서 개인위생의 다변성과 쾌적성을 추구하는 생활환경이 구축될 것으로 예상되고 있다, 또한 실내에서 머무는 시간이 더욱 길어져서 향수의 사용과 액취증 등의 인간 냄새 역시 적지 않게 우리 건강에 많은 영향을 미치게 될 것이다, 또한 우리 사회가 고령화 사회로 가는 중에 노인성 냄새 문제 등은 사회적인 과제로 대두될 가능성이 높다. 이러한 냄새를 유발하는 인체 및 환경성 악취 미생물성 물질을 물리·화학적으로 흡착해서 분해하거나 악취성분을 산화시켜 무취화(無臭化)하는 소취물질이나 기구를 서둘러 개발하여야 할 것으로 사료 된다.

- 참고문헌 -

1. 김윤신·김기영, 바이오에어로졸 특론, 신광출판사(2006).
2. 류재호·이강희외, 미생물을 활용한 수질관리, 신광출판사(2003).
3. 김용호, 환경정화를 위한 미생물학, 일진사(2004).
4. 김영권외 임상진균학 제2편, 고려의학(2000).
5. 이연태, 의학미생물학, 현문사(1995).
6. 최영길외 7명, 현대환경미생물학. 교학사(2002).
7. 최성우, 악취오염개론, 동화기술(2005).
8. 정동호외, 응용미생물학. 동화기술(2004).
9. 오계현 옮김, 폐수미생물학, 동화기술(1997).
10. 加工技術, Vol. 35, No. 3, p 2~28 (2000).
11. 染色工業, Vol. 48, No. 1, p 28~34 (2000).
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH), 1989. Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment. Cincinnati, Ohio.

13. DeKoster, J.A., Thorne, P.S., 1995. Bioaerosol concentrations in nonncomplaint, complaint and intervention homes in the Midwest. American Industrial Hygiene Association Journal 56, 576-580.
14. Dutkiewicz, J., 1997. Bacteria and fungi in organic dust as potential health hazard. Annals of Agricultural Environmental Medicine 4, 11-16.
15. Henningson E., Roffey R. and Bovallius A.(1981) A comparative study of apparatus for sampling airborne micro-organisms. Grana 20, 155-159.
16. Jones W. J., Moring K., Morey P. and Sorenson W. (1985) Evaluation of the Andersen viable impactor for single stage sampling. Am. Ind. Hyg. Ass. J. 46, 294-298.

- 인터넷 참조 -

http://kr.ks.yahoo.com/service/wiki_know/know_view.html?tnum=57960

http://www.nier.go.kr:8181/dialog/qna_detail.php?av_sys=0051&seq=0&no=1854

http://kin.naver.com/open100/db_detail.php?d1id=8&dir_id=813&eid=oP6t7Gp8w9E8bXPfKE9CGwUpfWmoBfOj

<http://100.naver.com/100.nhn?docid=716223>

http://kin.naver.com/db/detail.php?d1id=7&dir_id=7&eid=3nA9U+zHvb30trC7Nrdde8U89h5ipOEa

http://kin.naver.com/db/detail.php?d1id=11&dir_id=110205&eid=KwfY2B7uBc68Pxzbx2lrqM7Z0+kPz9J8