

국내P 환경동향보고

주요 국가의 악취측정방법

주요 국가의 악취측정방법

개 요

우리나라의 악취측정방법

미국의 악취측정방법

독일의 악취측정방법

일본의 악취측정방법



주요 국가의 악취측정방법

사 재 환

개 요

악취란 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다. 우리나라는 이러한 악취를 규제하기 위하여 1984년부터 전국 악취 배출업소 중 상시 악취물질을 배출함으로써 인근 주민들에게 피해를 주거나 피해를 줄 우려가 있는 업소 302개소를 선정하여 1개 환경오염 중앙지도점검반 및 시·도 지자체로 하여금 단속을 통하여 적정한 방지시설을 설치하고 악취 저감대책을 세우는 등 특별관리를 해왔다.

「악취방지법」은 사업 활동 등으로 인하여 발생하는 악취를 방지함으로써 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하기 위한 목적으로 2004년에 제정된 법으로 기존 「대기환경보전법」(악취배출시설, 생활악취시설)에서 규정하던 악취관리에 관한 조항을 분리 발전시킨 것이다.

「악취방지법」의 특징은 악취방지와 관련된 국가·지방자치단체 및 국민의 책무를 규정하고, 악취관리 대상을 시설에서 지역으로 확대했으며, 각각의 책무에 있어 국가는 악취방지 종합시책 수립과 지자체 지원 및 관련 기술개발과 보급의무를 지며, 지자체는 관할구역 악취방지시책 수립과 주민에 재정적 기술적 지원을 제공할 의무를 지고, 국민은 악취방지 노력과 국가 및 지자체 악취방지시책에 협조하는 의무를 부담하게 된다. 또한 이 법은 "악취 민원이 3년 이상 지속되고 인근지역의 악취가 배출허용기준을 초과하는 경우"와 "집단민원 발생 산업단지 및 공업지역 등"은 시·도지사가 악취관리지역으로 지정 관리토록 하고 있다.

●● 우리나라의 악취측정방법

악취측정방법은 복합악취에 대해서는 공기희석관능법을, 단일물질에 의한 악취에 대해서는 기기분석법을 사용하여 측정하도록 하고, 종전 현장에서 직접냄새를 맡아 측정하던 직접관능법은 폐지하였다.

공기희석관능법은 채취한 시료를 실험실에서 냄새가 전혀 없는 공기로 냄새가 전혀 나지 않을 때까지 희석하였을 때의 공기희석배수를 판정하며, 기기분석법은 현장에서 채취한 시료를 실험실에서 측정분석 장비를 이용하여 14개 지정악취물질 농도를 분석하는 방법을 사용한다.

1. 공기희석관능법을 이용한 악취시료채취

공기 중 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 복합악취물질을 측정하기 위한 방법을 규정하는 데 있다. 복합악취의 측정은 공기희석관능법을 원칙으로 한다.

악취의 측정은 사업장의 배출구와 부지경계선에서 채취한 시료에 적용하며, 시료 희석배수는 시료공기를 냄새가 없는 무취공기로 단계별 (3배, 10배, 30 배 등)로 희석한 배수를 말한다.

공기희석관능법에 사용되는 주머니는 용도에 따라 시료주머니, 냄새주머니, 무취주머니, 시료희석주머니로 구분할 수 있다. 시료주머니는 시료채취지점에서 시료를 채취한 주머니를 말하며, 냄새주머니는 시료주머니와 동일한 재질로 악취판정요원 (이하 “판정요원” 이라 한다)이 판정시험에 사용하는 주머니를 말한다. 무취주머니는 냄새주머니에 무취공기 제조장치로 제조된 무취공기를 채운 주머니를 말하며, 시료희석주머니는 무취공기가 채워진 무취주머니에 시료를 적정 희석배수로 희석한 주머니를 말한다.

악취시료 흡입상자는 시료주머니는 채취용기를 사용하며 흡입상자는 투명수지제로 밀폐 가능한 구조이어야 한다. 흡입 펌프는 1 L/min ~ 10 L/min의 공기를 흡입할 수 있는 것이어야 한다. 시료주머니는 사용 전에 고순도 질소가스로 1회 이상 채우고 배기하여 세척한다

시료채취지점의 선정은 부지경계선과 배출구에 따라 각각 달리 적용된다. 부지경계선은 악취가 가장 높을 것으로 판단되는 지점을 시료채취지점으로 한다. 배출구에서는 사업장에서 5 m 이상의 일정한 배출구로 배출되는 경우에는 악취도가 가장 높을 것으로 판단되는 측정공 또는 최종 배출구에서 채취한다.

시료채취펌프는 흡입 유량이 1 L/min ~ 10 L/min 인 격막 펌프 (이하 : 펌프라한다)로 취기 흡착성이 낮은 불소수지 재질로 된 것을 사용한다. 펌프와 채취관은 시료채취전 시료가스를 이용하여 3분간 치환한 후 사용한다.

2. 공기희석관능을 위한 판정요원

악취분석요원은 악취강도 인식시험액 1도의 시험액을 예비판정요원 모두에게 냄새를 맡게 하여 냄새의 인식 유무를 확인한다. 만일 예비판정요원이 냄새를 인식하지 못하면 판정요원 선정시험 대상에서 제외한다. 시험을 통과한 판정요원 (panel)을 대상으로 악취강도 인식시험액을 통풍이 잘되는 곳에서 밀봉을 풀어 1도에서 5도의 순으로 냄새를 맡게 하여 악취강도에 대한 정도를 인식하도록 한다. 냄새를 맡을 때는 뚜껑을 열린 상태에서 코와의 간격을 3 cm ~ 5 cm 두고 3초 이내에 냄새를 맡는다.

악취분석요원은 여과지 (길이 14 cm, 폭 7 mm) 5매를 1조로 하여 그중 3매는 판정요원 선정용 시험액 (이하 “시험액” 이라 한다) 중 3가지와 나머지 2매는 정제수와 유동과라핀에 각각 약 1 cm 정도 길이로 시험액에 1분 동안 담가둔다. 이 여과지는 제조 후 바로 시험에 사용한다. 판정요원의 선정은 위의 5매 1조의 여과지를 건강한 피검자에게 주어 냄새가 나는 여과지 3매를 선택하게 하여 3종류의 시험액을 냄새의 종류와 냄새나는 여과지를 모두 맞추고 악취도가 3, 4 인 사람을 예비판정요원으로 합격한 것으로 한다. 판정에 사용된 여과지는 1회 사용 후 버린다.

상기 방법에 의하여 선정된 예비판정요원 중 5인 이상으로 판정요원 (panel)을 구성한다. 다만, 상기 방법에 의해 구성된 판정요원은 당일에 한하여 유효한 것으로 선정한다.

3. 악취물질 기기분석법

우리나라에서는 악취물질로 22종을 지정하였으며, 각 악취물질별로 측정법을 정하고 있다. 악취물질별 측정방법의 개요는 다음과 같다.

- 암모니아

이 방법은 대기 중 암모니아의 농도를 측정하기 위한 방법이다. 분석용 시료용액에 페놀-니트로프루시드 나트륨용액과 차아염소산 나트륨용액을 가하고 암모늄이온과 반응시켜 생성되는 인도 페놀류의 흡광도를 측정하여 암모니아를 정량한다.

- 메틸머captan, 황화수소, 다이메틸설파이드, 아이메틸다이설파이드

이 방법은 대기 환경 중에 존재하는 황화합물의 농도를 측정하기 위한 시험방법이다. 흡인상자법을 시료채취방법으로 하고, 저온농축-모세 분리관 기체크로마토그래피 분석법과 저온농축-충전형 분리관 기체크로마토그래피법(이하 GC로 한다)을 분석방법으로 한다.

- 트라이메틸아민

이 방법은 대기 환경 중에 존재하는 트라이메틸아민의 농도를 측정하기 위한 시험방법이다. 임핀저 방법과 산성여과지 방법을 시료채취방법으로 하고, 저온농축-충전형 분리관 기체크로마토그래피(이하 GC), 헤드스페이스-모세관 칼럼 기체크로마토그래피로 분석 한다.

- 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, n-발레르알데하이드 및 iso-발레르알데하이드

이 시험방법은 악취물질 중 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, n-발레르알데하이드 및 iso-발레르알데하이드에 대한 농도를 동시에 측정하기 위한 시험법으로서 알데하이드 물질을 2,4-디니트로페닐히드라존(이하 DNPH라 함) 유도체를 형성하게하여 액체크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatography, 이하 HPLC)와 기체크로마토그래피(Gas Chromatography, 이하 GC)로 분석 한다.

- 스타이렌

이 방법은 고체흡착관을 이용한 방법, 캐니스터를 이용한 방법, 시료채취주머니를 이용한 방법을 시료채취방법으로 하고 저온농축-기체크로마토그래피(이하 GC로 한다)방법과 고체상미량추출장치(이하 SPME라 한다)-기체크로마토그래피로 분석 한다

- 톨루엔, 자일렌, 메틸에틸케톤, 메틸아이소부티르케톤, 뷰티르아세테이트, 스타이렌, i-뷰티르알코올

톨루엔, 자일렌, 메틸에틸케톤, 메틸아이소부티르케톤, 뷰티르아세테이트, 스타이렌, i-뷰티르알코올은 지정악취물질로서 시료는 부지경계선에서 채취한다. 고체흡착관으로 시료를 채취하고 저온농축/열탈착하여 기체크로마토그래프로 분석한다.

- 프로피온산, n-뷰티르산, n-발레르산, I-발레르산

이 방법은 환경대기 중에 존재하는 유기산의 농도를 측정하기 위한 시험방법이다. 알칼리함침필터법, 알칼리수용액 흡수법을 시료채취방법으로 하고 채취된 시료의 유기산 성분을 휘발시키기 위하여 헤드스페이스법을 사용하여 전처리하고 기체크로마토그래프를 사용하여 분석한다.

●● 미국의 악취측정방법

1. Dynamic olfactometry

미국의 악취 측정기기 및 방법은 실험실 내에서 악취를 측정하는 Dynamic olfactometry와 현장에서 휴대용 악취측정 장비를 이용하여 측정하는 Scentometer, 표준악취물질을 이용하여 악취의 강도를 판정하는 OIRS 방법이 주로 이용되고 있다. 악취측정방법의 종류와 특징은 아래의 표와 같다.

<표 1> 미국 주요 악취측정방법의 종류와 특징

측정방법	특징
Dynamic olfactometry	<ul style="list-style-type: none"> •악취 시료를 포집하여 알고 있는 희석배수에 대한 악취 감지여부 평가 •모든 악취판정원이 동일한 시료, 환경에서 평가 가능 •시료 보관 과정에서의 시료 변질 우려, 소요되는 비용과 시간이 큼 •1 port 를 이용하는 yes/no 방법 1 과 2 port 를 이용하는 forced-choice 방법 2 이 있음
Field olfactometry (Scentometer)	<ul style="list-style-type: none"> •악취시료의 희석배수를 조절 할 수 있는 휴대용 장비를 이용하여 현장에서 악취 측정 •운영조건, 기상조건, 인접배출원의 영향을 받을 수 있음 •현장에서 직접 측정이 가능하고 비교적 소요비용과 시간이 적음 •다양한 장비가 상용화되어 있음
Odor Intensity Reference Scale (OIRS)	<ul style="list-style-type: none"> •ASTM 의 표준시험방법인 ASTM E544-10(99)에서 제안하고 있는 악취 평가 방법으로 Dynamic scale method 와 static scale method 로 구분됨 •Dynamic scale method 는 실험실에서 표준악취물질의 희석배수를 조절하면서 악취시료와 비교하여 악취강도를 판정하는 방법임 •Static scale method 는 현장에서 고정된 희석배수가 적용된 여러 표준악취물질과 악취시료를 비교하여 악취강도를 판정하는 방법임

1: Yes/no 방법: 희석배수 조절에 따른 악취 감지여부 판정

2: forced-choice 방법: 희석된 시료와 청정한 공기를 2개의 port에서 배출하고 취기가 느껴지는 port를 선택

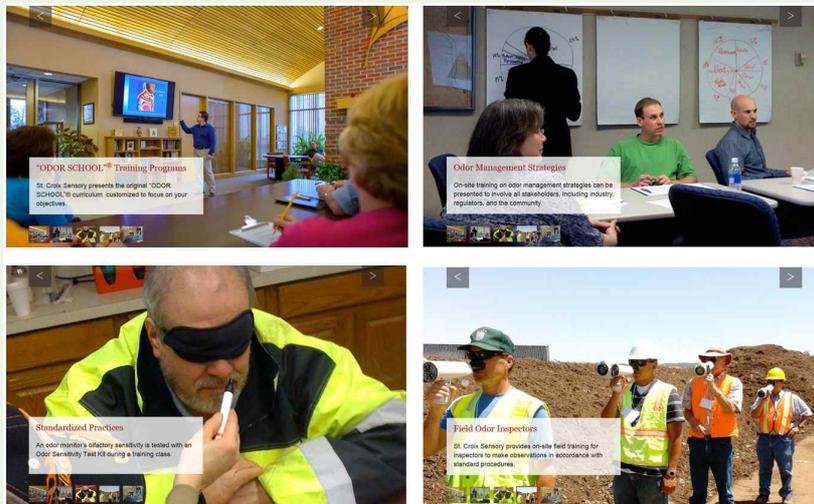


<그림 1> Dynamic olfactometry 악취 측정 방법

2. 악취판정원

미국에서는 악취 사업장을 조사하고 악취를 판정하기 위한 악취판정원(Odor Panel)을 양성하기 위한 여러 프로그램을 대학 및 기업 등에서 운영하고 있고 주 조례에 악취판정원의 요건을 규정하기도 한다.

미국 EPA(Environmental Protection Agency)에서는 현장 조사원을 양성하기 위한 "Visible Emissions Evaluation Field Certification and Classroom Lecture Program"의 일환으로 대학 및 연구소 등을 통해 odor school program을 운영하고 있다.



<그림 2> St. Croix Sensory, Inc.의 odor school program

미국 North Dakota 주에서는 다양한 악취농도를 측정하기 위해 odor certification course를 성공적으로 이수한 악취판정원(Odor Evaluator)에 의해 악취평가를 수행하도록 규정하고 있다. 그리고 보건부에서 악취인증가이드라인(Odor Certification Guideline)을 통해 악취판정원을 선정하기 위한 지침을 제시하고 있고 무료 교육을 신청할 수 있다.

악취조사원은 일반적인 사람(“average” person)을 대표할 수 있어야 하며 악취인증프로그램의 목적은 악취에 둔감한 사람을 제외하는 것으로 규정하고 있고

악취인증프로그램은 ① the triangle test, ② the intensity test, ③ the multicomponent test의 3가지 과정으로 구성되며 인증 유효기간은 1년이다.

●● 독일의 악취측정방법

1. 격자법 (Grid method)

- ① 평가 영역의 선정 : 발생원을 중심으로 굴뚝 높이의 30배에 상당하는 지역을 격자망으로 구분(최소반경 600m) 한다.
- ② 격자의 구성 : 한 변의 길이는 보통 250m이며 악취의 균일정도에 따라 조정가능
오염원의 배출 위치가 사각형의 중심과 일치하도록 위치시킨다.
- ③ 측정 높이 : 지상 1.5~2m, 건물이나 방해물로부터 최소 1.5m 이상 이격되어야 한다.
- ④ 측정 기간 : 기본적으로 1년이며 특수한 경우 3개월 혹은 6개월간 수행할 수 있다.
- ⑤ 측정 지점 : 사각형의 결점(node, 꼭짓점)과 최대한 근접한 주거지역으로 선정한다
- ⑥ 측정 빈도 : 6개월 측정에는 13회 또는 26회, 12개월 측정에는 26회 측정지점 방문하여 10분동안 60회 측정하여 10% 이상 악취가 감지될 경우 1 Odor hour로 표시한다.
- ⑦ 현재 노출 특성값의 계산 : 현재 악취 노출도의 특성 값은 아래 식으로 계산한다.



<그림 3> 독일의 격자법에 의한 평가 사례

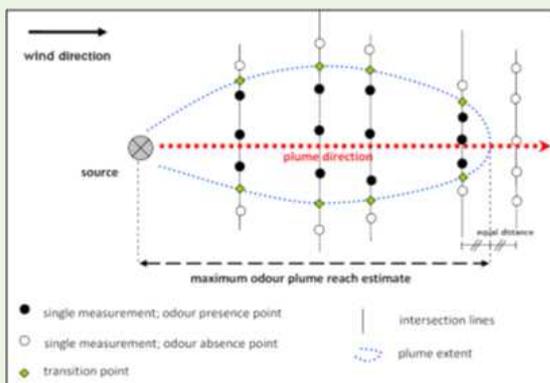
2. 플룸 방법(plume method)

1) 정적인 방법

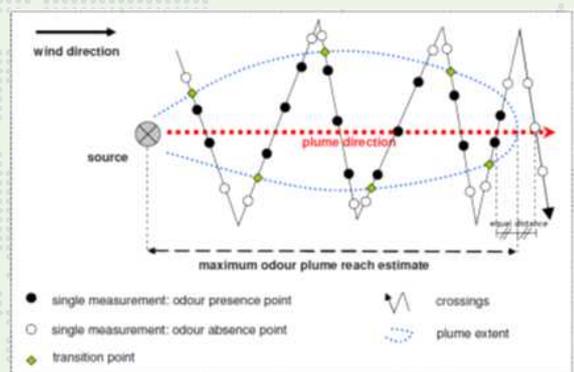
- 배출구로부터 풍하 방향에 대한 수직선을 최소 4개 이상 설정한다.
- 각 수직선별로 5개 이상의 측정지점을 설정 (총 20개 이상의 측정지점 설정)
- 악취가 감지된 경우에는 검은색, 감지되지 않은 경우에는 흰색으로 표시한다.
- 두 지점 사이에 등간격을 고려하여 전이지점(transition point)을 정한다.
- 검은색 지점이 전혀 없는 수직선이 나타나면, 그 수직선까지의 거리가 최대 악취도달 거리이다.
- 최대 악취 도달거리와 바로 인접한 수직선 간의 거리는 최대악취 도달거리의 20% 이내가 되도록 설정한다.
- 최대 악취 도달거리의 30%~70% 사이의 거리 안에 플룸 양쪽으로 최소한 2개씩의 전이지점이 있는 수직선을 최소한 2개 이상 포함할 수 있도록 조사한다.
- 전이지점끼리 연결한 선 안의 영역이 악취감지 영역이다.

2) 동적인 방법

- 전이지점이나 최대 악취 도달거리 등의 의미는 정적인 방법과 동일하다.
- 차이점은 두 명의 패널이 이동하면서 악취 여부를 조사
- 최대 악취 도달거리의 30% ~ 70% 사이의 거리 안에 플룸 양쪽으로 최소한 4개씩, 모두 8개의 전이지점을 가질 수 있도록 조사한다.



<그림 4> 정적인 방법



<그림 5> 동적인 방법

관능측정 방법(Dynamic Olfactometry)

Olfactometry법은 현재 독일, 영국, 프랑스 등의 유럽 17개국과 영연방국가(호주, 캐나다) 및 싱가포르, 홍콩 등에서 사용하고 있으며, 유럽 국가들 사이에 정량적이며 동일한 악취허용 기준을 마련하기 위한 측정법으로 사용하고 있다.

악취의 표준단위(European odour unit, OU_E)는 표준상태에 있는 $1m^3$ 의 비반응성 가스 냄새를 판정원 50%가 감지할 때의 악취량($10OU/m^3$ 의 악취농도로 정의)을 의미한다. 이것은 표준가스로서 n-butanol $123\mu g$ 을 $1m^3$ 중성가스 속에 휘발시킨 냄새($40ppb$)로 정의(n-butanol은 99.9% spectroscopic grade로 사용)할 수 있다.

$$1 OU_E = 123\mu g \text{ n-butanol} = 1 \text{ EROM(European Reference Odour Mass)}$$



<그림 6> Olfactometry법의 구성과 패널에 의한 테스트

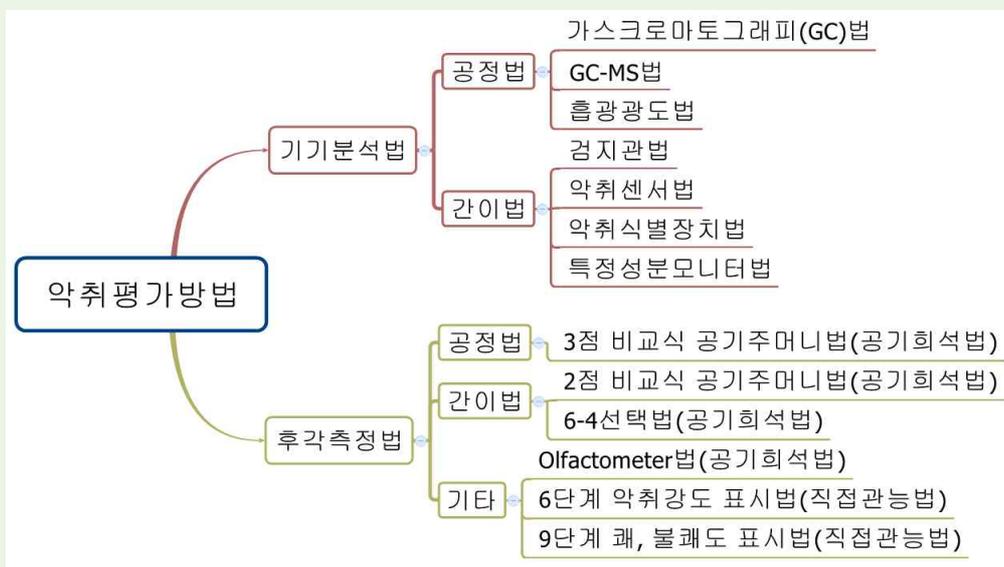
●● 일본의 악취측정방법

일본의 악취측정법은 악취방지법에 의해 후각측정법 및 기기측정법을 이용하고 있다. 이 방법은 보다 정확하게 측정하는 데 효과적이지만, 측정조작이 복잡하며, 기기 유지비용 또는 패널 인건비가 소요되는 단점도 있다. 그리고 준비 및 분석 등에 시간이 소요되어 현장에서 신속한 대응이 어렵다.

일본은 취기지수 규제가 전국적으로 시행되고 있으며, 지방공공단체가 민원 발생 시 공장 등에 현장조사 할 경우 “간편성”과 “적은 인원으로 판정” 가능한 측정법이 요구되고 있다. 즉, 탈취장치의 경우에는 일상적인 성능평가, 유지관리 및

악취 배출사업장에서의 자주관리, 공정법의 스크리닝 등을 위해 보다 간편한 평가 방법이 요구되고 있다.

또한 공정법은 악취방지법에 기초하여 규제의 운용에 불가결한 측정방법이다. 공정법은 신뢰성이 높지만, 측정조작이 복잡하며, 현장에서 결과를 알 수 없으며, 측정비용 또한 높다. 따라서 일본에서는 간이측정법이 공정법보다 정도가 높지 않지만, 현장에서 간단, 신속하게 농도 및 악취강도를 간단하게 측정하기 위해 적용된다.



<그림 7> 일본의 악취 평가방법

일본은 악취 측정방법을 이용함에 있어 목적에 따라 분류되는데, ① 규제를 실시할 때 법적근거를 얻기 위해서 실시, 또는 그에 준한 측정, ② 악취 배출 사업자가 일상적으로 자주관리를 위해 수행하는 측정, ③ 악취대책을 위한 원인물질의 해명 및 시간변동 파악 등 발생원 특성을 파악하기 위한 측정 등이 있다. 따라서 필요한 정도, 비용 등의 조건도 다르기 때문에 목적에 맞는 최적의 평가방법을 선정하여 이용하는 것이 합리적이다.

간이측정법은 공정법보다 간편하고, 실측조사 및 복수 기관에 의한 크로스체크로

공정법과의 상관성이 높게 나타나 실현 가능성이 높은 측정방법이다. 간이측정법은 탈취기술 성능평가, 악취배출 사업자의 자주관리, 악취 실태조사, 경시변화의 우려가 있는 시료 등에 이용된다.

<표 2> 일본의 이용목적에 따른 악취측정법

이용목적	개요 및 특징	측정방법
법에 의한 규제 등	<ul style="list-style-type: none"> · 법에 정해진 방법 · 개선명령, 벌칙의 적용에 이용되기 때문에 충분한 정도확보가 필요 · 소송 등에도 이용됨 · 비용이 소요됨 	<ul style="list-style-type: none"> · 가스크로마토그래피법 · 3점 비교식 공기주머니법
자주관리	<ul style="list-style-type: none"> · 특별한 법적 측정의무가 없는 경우에는 비용 소요가 적은 것이 필요함 · 정도는 다소 나쁘더라도 문제는 없음 · 자주관리를 위해서는 연속측정 및 정기적인 측정을 수행할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 검지관법 · 악취센서법 · 악취식별장치법 · 특정성분 모니터 · 후각에 의한 직접관능법 · 간이 후각측정법
발생원 특성 파악	<ul style="list-style-type: none"> · 포함된 악취성분의 검색 및 악취의 기여도 추정과 발생량의 시간적 변동 파악 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 악취성분의 검색: 가스크로마토그래피법, GC-MS법 등 · 연속모니터링: 악취센서법, 악취식별장치법, 특정성분 모니터법 등

<표 3> 일본의 간이측정법 적용

탈취기술의 성능 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 제조사업자의 제품개발과정의 성능시험 - 지자체의 규제지도에서 탈취대책 평가의 경우, 유지관리 상황 파악 및 흡착제 교환시기 확인
악취 배출 사업자의 자주관리	<ul style="list-style-type: none"> - 악취 배출사업자에 의한 자주측정 - 부지경계 등 환경악취 수준 확인 - 악취 발생상황의 변동 특성 파악
악취 실태 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 규제지도에서 악취실태 파악 및 악취 발생원 탐색, 지역분포 및 시간변동 등 다수의 데이터가 필요한 경우
경시변화의 우려가 있는 시료	<ul style="list-style-type: none"> - 연소배가스, 조리 악취 등의 분석

일본은 후각측정법이 최근 다양화 되고 있는 악취 민원 등에 대한 적절한 대응이 가능하기 때문에 최근 취기 지수 규제로 전환하는 지자체가 증가하고 있다. 취기 지수 측정방법은 악취방지법에서 3점 비교식 공기주머니법으로 정해져 있다. 그러나 판정시험 실시 시 패널 인건비 및 소모품 등에 고가의 비용이 소요되고, 현장에서 바로 결과수치를 얻을 수 없는 등 신속성에 관한 과제가 있어 간이 평가방법 적용이 요구되고 있다.

간이 후각측정법은 공정법과 비교하여 정량성, 객관성은 부족하지만, 필요한 인원수를 통상 2인(오퍼레이터, 패널 각 1명이 교대로 실시)으로 하여 조작을 간이화함으로써 현장에서 단시간에 대략적인 취기 지수를 얻는 것이 목적이다. 간이 후각측정법의 특징은 다음과 같다.

공정법과 비교하여 거의 동일한 정도의 편차로서 높은 상관성이 있으며, 환경시료 및 배출구 시료를 동일한 순서로 측정이 가능하다. 취기 지수 10 미만의 저농도 악취에도 대응이 가능할뿐만 아니라 패널은 2개 주머니에 집중할 수 있으며 2인택1로 판정이 쉬운편이다. 그리고 비교용 무취주머니가 바로 준비되어 있어 차이를 알기 쉬우며 적은 인원으로도 측정이 가능하며 패널이 2명 또는 3명일 경우에도 단 시간에 측정 가능하며 조제작업이 간단하다.

〈참고자료출처〉

1. <http://www.fivesenses.com/>
2. 김선태, 2012 일본의 악취관리 정책
3. 일본 환경청, 1994 특정악취물질의 측정 방법
4. 일본 환경청, 1995 악취지수의 산정방법
5. Germany, 2009 독일 바덴뷔템베르그 연방산업관리국 규범집
6. Guillot, J.M., Bilsen, I., Hangartner, M., Kost, W.J., Kunz, W., Nicolas, J., Oxbol, A., Secanella, J., Van Belois, H., Van Elst, T., Van Harreveld, T., and Milan, B. 2012. The Future European Standard to Determine Odour in Ambient Air by Using Field Inspection. *Water Science & Technology*, 66(8), pp.1691-1698.
7. 독일 브란데부르크주, 1995 Empfehlung zu den Abstden zwischen Industrie-/Gewerbegebieten Sowie Hochspannungsfreileitungen/ Funksendestellen und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung unter den Aspekten des Immissionsschutzes(Abstandsleitlinie) des Ministers fUmwelt. Naturschutz and Raumordnung
8. 환경부, 2013 악취공정시험법
9. 환경부, 2013 악취방지법





국내IP
환경동향보고