

공단지역 악취현황 조사

산단지역의 개별공장에서 발생하는 악취물질조사와 계절별 특성을 모니터링하여 주변 주거지역으로 확산, 영향 등을 조사함으로써 악취오염 저감과 해소에 기여

1. 조사개요

- 조사근거 : 보건환경연구원 산업환경과-268('11.02.09.)호의 “2011년 공단지역 악취현황 조사계획”
- 조사주기 : 매분기 1회(3, 6, 8, 11월) 실시, 하절기 중점조사
- 조사대상 : 공단현황은 표 1. 그림 1과 같다.

표 1. 2011년도 조사대상 공단현황

구 분	명지녹산 국가산업단지	신평장림 일반산업단지	사상 지방공업단지	부산정관 지방산업단지
조성기간	'90 ~ '01	'80 ~ '84	'68 ~ '75	'01 ~ '06
면적(km ²)	7,317	2,778	6.62	1.187
주업종	기계, 목재, 운송장비, 철강, 전기전자	조립금속, 섬유 의복, 기계 염색, 피혁, 도금	주물, 기계가공, 사료제조, 고무	섬유, 화학, 목재, 철강 등
주요악취 배출시설	페인트, 사료제조	피혁공동폐수처리장, 사료제조	주물, 사료제조	폐기물처리, 하수처리, 사료제조
조사지점과 인근 주거지 최단거리	르노삼성자동차 약 100 m	피혁폐수처리조합 약 420 m	케스텍코리아 약 260 m	환경공단정관사업소 약 470m

▷ 공단특징

- 사료제조, 페인트, 주물 등 산업단지의 특성상 환경취약시설 집중
- 생산환경 변화로 시외이전 공장부지는 중소규모 공장으로 대체
- 생산시설과 주거시설이 공존하는 기형적 공간으로 악취민원 빈번
- 정관신도시 입주로 주변 산업단지내 공장 등으로 악취민원 다수발생

▷ 지점 선정시 우선고려 사항

- 악취기여도가 높은 사료제조, 음식물쓰레기 처리시설, 주물공장 등
- 악취발생원으로부터 근거리에 있는 주거지역, 인근마을
- 민원발생지역 및 우려지역, 관할 구군의 요구 등을 반영하여 선정



그림 1. 구군별 공단 및 주변지역 현황

2. 조사방법

- 조사지점 : 총 26개 지점(기존 20개, 확대 6개), (표 2.)
 - ▷ 기존지점 : 매년 악취발생 추이 관찰을 위해 ' 10년도 조사지점과 동일
 - ▷ 지점확대 : 기장군 정관신도시 입주에 따른 정관지방산업단지로 조사확대(그림 2)

표 2. 2011년도 조사지점

구 분	공단지역	주변지역
강서구(7개 지점)	KCA, 현대수산, 르노삼성자동차, 서희건설	송정마을, 월드하임apt., 세산마을
사하구(8개 지점)	한국주철관, 염색단지, 주은, 은행수산, 동창	보림초등학교, 현대apt., 롯데몰운대apt.
사상구(5개 지점)	대한산업, 캐스텍코리아, 대흥사료	목화아파트, 삼락중학교
기장군(6개 지점)	NC부산(주), (주)선진환경기술, 부산환경시설공단정관사업소	재흥아파트, 센트럴휴먼시아, 정관휴먼시아1단지



그림 2. 2011년도 추가 조사지점

○ 조사항목 : 표 3.과 같다.

표 3. 복합악취 및 지정악취물질 22개 항목

복합악취 (26개 전지점)	○ 한국주철관, KCA, 대한산업, NC부산 등
지정악취물질 (15개 지점)	○ 사하구 : 한국주철관, 염색단지, 주은, 은항수산, 동창(5개소) ○ 강서구 : KCA, 현대수산, 르노삼성자동차, 서희건설(4개소) ○ 사상구 : 대한산업, 캐스텍코리아, 대흥사료(3개소) ○ 기장군 : NC부산, 환경공단정관사업소, 선진환경기술(3개소)



※ 지정악취물질(22개 항목) ▷ 암모니아, 메틸머캅탄, 황화수소, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드, 트라이메틸아민, 아세트알데하이드, 스타이렌, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, n-발레르알데하이드, i-발레르알데하이드, 스타이렌, 톨루엔, m,o-자일렌, MEK, MIBK, 프로피온산, n-부티르산, n-발레르산, i-발레르산

- ▷ 공단과 주변지점의 조사내용을 달리한 이유
 - 공단지점 : 공장에서 발생하는 악취물질의 종류와 배출농도 조사
 - 주변지점 : 악취유무와 취기정도 판단을 위해 복합악취 조사
- 조사방법
 - ▷ 시료채취·분석은 악취공정시험방법(국립환경과학원 고시 제2005-4호(2005.2.22.))에 따름
 - ▷ 참고기준 : 악취방지법 제7조(배출허용기준)

- 적용범위 : 본 보고서 조사결과는 악취수준을 참고하기 위한 기준값이며, 기준을 초과한 경우 **행정명령 등의 조치는 할 수 없음**
- 공업지역 : 공단내 소재 사업장
- 기타지역 : 사하구(은항수산,주은), 강서구(서희건설), 기장군(선진환경), 그 외 지역

3. 조사결과 및 고찰

- 공단지역 : 사하구 신평·장림일반산업단지(표 4.)
 - ▷ 사하구 공단지역 복합악취 평균 14배('10년도 15배), 주변지역 4배('10년도 4배)
 - 공단지역 지점별 복합악취(기준 20배) 평균은 8~17배('10년도 9~22배)
 - ▷ 사료제조(주은, 동창), 수산물가공(은항수산)시설 전년도 수준
 - 복합악취 평균은 주은 17배('10년도 22배), 동창 17배('10년도 18배), 은항수산 14배('10년도 18배)로 한국주철관 8배 보다 높음
 - 복합악취 20배 이상은 6개 지점('10년도 8개), 주변지역은 모두 평균 3~5배('10년도 3~4배)로 전년과 비슷한 수준
 - ▷ 지정악취물질은 1분기 유기산류 중 n-뷰티르산 최대 0.032 ppm
 - n-뷰티르산(기준 0.002ppm)은 주은 0.032 ppm, 은항수산 0.005 ppm, 염색단지 0.005 ppm, 한국주철관 0.004 ppm, 동창 0.003 ppm
 - i-발레르산(기준 0.004ppm)은 염색단지 0.018 ppm, 은항수산 0.006 ppm, 한국주철관 0.005 ppm
 - ▷ TMA, 뷰티르알데하이드 1분기 염색단지 높게 나타남
 - 1분기 TMA(기준 0.02ppm) 0.058 ppm, 뷰티르알데하이드(기준 0.1 ppm) 0.258 ppm

표 4. 사하공단, 주변지역 복합악취 최대 및 평균값 (단위 : 희석배수)

구 분	공단지역(기준 : 20배)					주변지역(기준 : 15배)		
	한국 주철관	염색 단지	주은	동창	은항 수산	현대 아파트	보림 초교	롯데물운대
2011.최대(평균)	10(8)	30(15)	21(17)	20(17)	20(14)	4(4)	8(5)	3(3)
2010.최대(평균)	14(9)	14(9)	30(22)	30(18)	30(18)	5(4)	4(4)	3(3)

※ 주은과 은항수산은 주변지역 기준적용

- 공단지역 : 강서구 명지·녹산국가산업단지(표 5.)
 - ▷ 강서구 공단지역 복합악취 평균 16배('10년도 9배), 주변지역 3배('10년도 3배)
 - ▷ 공단지점별 복합악취 평균은 KCA 11배('10년도 8배), 현대수산 30배('10년도 21배), 르노삼성 10배('10년도 6배), 기타지역의 서희건설 30배('10년도 25배)
 - 3, 4분기 현대수산은 30배, 서희건설은 1~4회 분기 모두 20~30배
 - ▷ 지정악취물질 조사에서 암모니아와 TMA는 낮은 농도를 보임

- 암모니아(기준 2 ppm) 지점별 평균 0.2~0.3 ppm
- TMA(기준 0.02 ppm)는 0.000~0.003 ppm
- ▷ 황화합물 중 DMDS(기준 0.03 ppm) 평균은 KCA 0.001 ppm('10년도 0.002 ppm), 현대수산 0.001 ppm('10년도 0.000 ppm)
 - DMDS 지점별 평균은 KCA 0.001 ppm('10년도 0.002 ppm), 현대수산 0.001 ppm('10년도 0.000 ppm), 그 외 지점은 불검출
 - 메틸머캅탄, 황화수소, DMS는 전조사지점 불검출
- ▷ 그 외 알데하이드류와 VOCs도 대부분 지점에서 불검출 내지 미량검출

표 5. 강서공단, 주변지역 복합악취 최대 및 평균값 (단위 : 희석배수)

구 분	공단지역(기준 : 20배)				주변지역(기준 : 15배)		
	조사지점	KCA	현대수산	르노삼성	서희건설	송정마을	월드하임apt.
2011.최대(평균)	14(11)	30(21)	10(6)	30(25)	3(3)	4(3)	3(3)
2010.최대(평균)	14(8)	21(12)	4(3)	20(14)	4(3)	5(4)	4(3)

※ 서희건설은 주변지역 기준적용

- 공단지역 : 사상구 사상지방공업단지(표 6.)
 - ▷ 사상구 공단지역 복합악취 평균 16배('10년도 12배), 주변지역 6배('10년도 5배)
 - 1분기, 4분기 대한산업 30배, 4분기 삼락중학교(기준 15배) 20배
 - ▷ 공단지역 지점별 복합악취 최고는 대한산업 30배
 - 조사평균은 대한산업 21배('10년도 16배), 캐스텍코리아 16배('10년도 8배), 대흥사료 11배('10년도 16배)로 1개 지점 증가, 2개 지점 감소
 - ▷ 암모니아 0.2~0.6 ppm, TMA 0.002~0.005 ppm
 - 암모니아(기준 2 ppm) 평균은 대한산업 0.6 ppm('10년도 0.0 ppm), 캐스텍코리아 0.2 ppm('10년도 0.1 ppm), 대흥사료 0.2 ppm('10년도 0.0 ppm)
 - TMA(기준 0.02 ppm) 평균은 대한산업 0.002 ppm('10년도 0.001 ppm), 캐스텍코리아 0.005 ppm('10년도 0.003 ppm), 대흥사료 0.004 ppm('10년도 0.001 ppm)
 - ▷ 그 외 유기산류 중 n-뷰티르산(기준 0.002 ppm) 대흥사료 0.085 ppm
 - 4분기 대흥사료에서 n-뷰티르산 0.085 ppm으로 최고농도
 - 알데하이드류, 스타이렌, 톨루엔, 자일렌 등은 전지점 불검출 내지 미량검출

표 6. 사상공단, 주변지역 복합악취 최대 및 평균값 (단위 : 희석배수)

구 분	공단지역(기준 : 20배)			주변지역(기준 : 15배)	
	조사지점	대한산업	캐스텍코리아	대흥사료	목화아파트
2011.최대(평균)	31(21)	20(16)	14(11)	4(3)	20(9)
2010.최대(평균)	30(17)	10(8)	14(12)	5(4)	10(6)

- 공단지역 : 기장군 정관지방산업단지(신규조사지역)
 - ▷ 기장군 공단지역 복합악취 조사평균 10배, 주변지역 3배
 - ▷ 공단지점별 평균 4~15배(최대 6~20배), 선진환경(기준 15배) 3분기와 4분기 20배로 높게 나타남
 - 선진환경은 1분기 8배, 4분기는 11배, NC부산은 5~20배, 정관사업소는 3~6배
 - ▷ 주변지역 복합악취(기준 15배)는 평균 3배로 무취수준
 - 재흥아파트와 휴먼시아아파트 2개 지역 복합악취는 3~4배 수준
 - ▷ 지정악취물질 조사결과 대부분 불검출 내지 미량검출
 - 황화합물, 알데하이드류, 휘발성화합물 등 대부분 지점에서 불검출
 - 암모니아(기준 0.2 ppm)는 NC부산 0.4 ppm, 정관사업소 0.2 ppm, 선진환경 0.2 ppm으로 감지농도(1.5 ppm) 보다 낮은 수준
- 복합악취(누적104회 조사, 20배 이상 19회('10년도 11회))
 - ▷ 공단 60회, 주변 44회 조사결과, 복합악취 20배 이상 19회 발생(표 7.)
 - 26개 지점 복합악취 20배 이상 1분기 3회('10년도 0회), 2분기 4회('10년도 5회), 3분기 3회('10년도 2회), 4분기 9회('10년도 4회)
 - ▷ 공단 및 주변지역 복합악취 조사평균
 - 복합악취평균은 공단지역 14배('10년도 12배), 주변지역 4배('10년도 4배)
 - 공단지역별 평균은 사하구 14배('10년도 15배), 강서구 16배('10년도 9배), 사상구 16배('10년도 12배), 기장군 10배(신규지역)
 - 주변지역별 평균은 사하구 4배('10년 4배), 강서구 3배('10년 3배), 사상구 6배('10년 5배), 기장군 6배('11.년 신규지역)
 - ▷ 공단지역과 주변지역의 복합악취 최고
 - 지점별 최고악취는 사하구 염색단지 30배(4분기), 강서구 서희건설 30배(1, 4분기), 사상구 대한산업 31배(1분기), 기장군 선진환경기술(2, 3분기), NC부산(4분기) 20배
 - ▷ 복합악취 부적합은 4분기 7개 지점 등 총17개 지점(표 7.)
 - 1분기 3개, 2분기 4개, 3분기 3개, 4분기 7개 지점('10년도 총10개 지점)
 - ▷ 주로 사료제조시설에서 악취가 높게 조사됨
 - 7개 사료제조시설 총28회 조사결과, 복합악취 20배 이상 총14회(50 %) 발생
 - 금속·주물·자동차 총12회 조사, 복합악취 20배 이상 총 1회(8.3 %) 발생
 - ▷ 타 시·도 지역공단과 단순 비교결과 조사지역의 악취강도는 양호
 - 우리시 공단지역의 복합악취 평균 10~16배, 경기도 반월·시화공단의 화학업종 30~1,000배, 페인트제조 17배, 경남 창원공단의 주물 8~76배

표 7. 공단, 주변지역 복합악취 평균

(단위 : 희석배수)

구 분	사하구		강서구		사상구		기장군	
	'11년	'10년	'11년	'10년	'11년	'10년	'11년	'10년
공단지역(기준 20) ¹⁾	14	15	16	9	16	12	10	-
주변지역(기준 15)	4	4	3	3	6	5	3	-

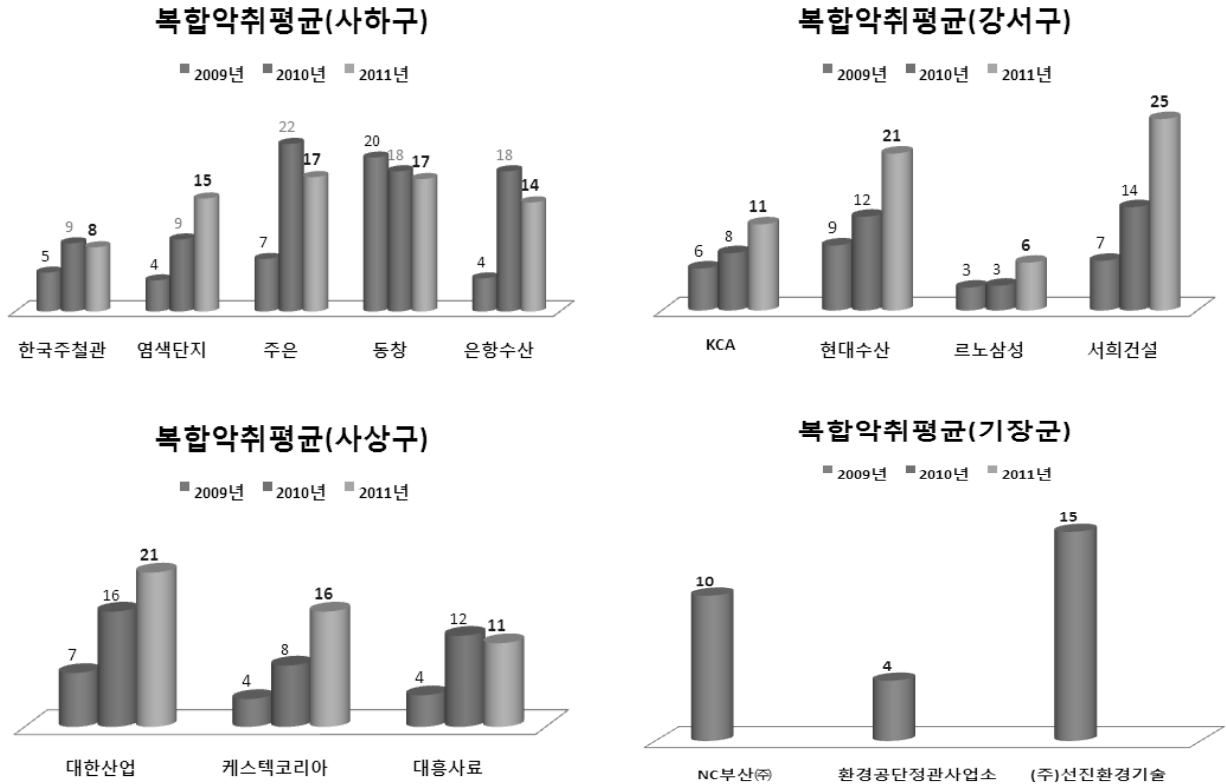


그림 3. 최근 3년간 조사지점별 복합악취 평균

○ 사료시설, 고무제조시설 복합악취 변화추이

- ▷ 7개 지점 3년간 복합악취 변화는 증가 6개 지점, 유지 1개 지점
- ▷ 사하구 사료시설 악취변화는 동창은 유지, 주은과 은항수산은 상승(그림 4.)
 - 주은(음식물쓰레기), 은항수산(생선가공), 동창(생선부산물가공)
 - 동창은 감소추세, 주은과 은항수산은 악취배출이 증가 추세



1) 악취방지법 제7조 같은법 시행규칙 제8조 제1항 별표3의 배출허용기준

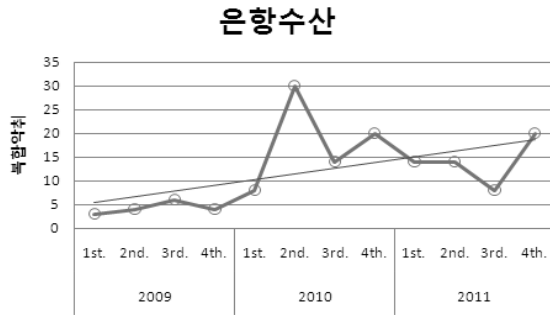


그림 4. 최근 3년간 사하구 사료시설 약취변화

- ▷ 강서구 사료화 시설
 - 현대수산(생선부산물가공), 서희건설(음식물사료) 증가추세 (그림 5.)

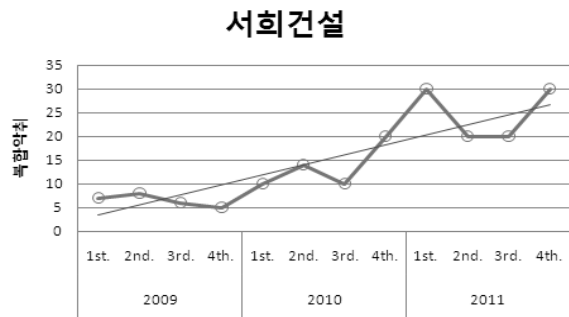
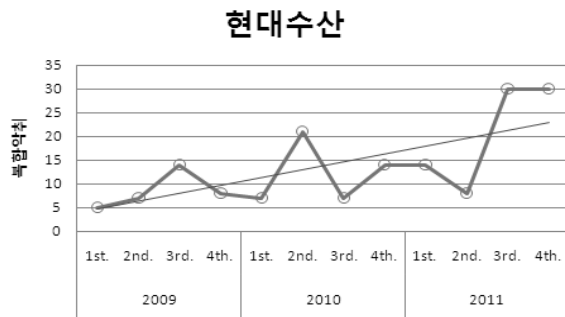


그림 5. 최근 3년간 강서구 사료시설 약취변화

- ▷ 사상구 사료화시설, 고무제조
 - 대흥사료(생선부산물가공), 대한산업(고무제조) 증가추세(그림 6.)

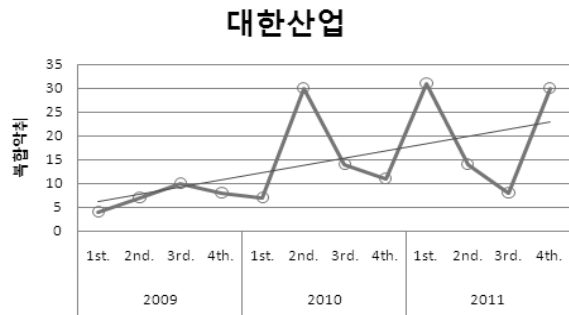
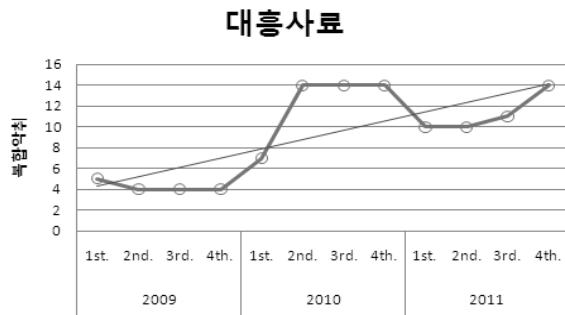


그림 6. 최근 3년간 사상구 사료, 고무시설 약취변화

○ 지정악취물질(11개 지점, 20개 항목 기준초과)

▷ 암모니아, 트라이메틸아민(TMA)

- 주로 식료품 및 사료제조시설, 쓰레기집하장 등 유기물 분해과정에서 생성, 냄새는 자극적이며, 트리메틸아민은 생선비린내
- 암모니아(기준 2 ppm) 평균 최고농도는 사상구 대한산업 0.6 ppm, 공단지역 암모니아 평균농도는 0.3 ppm('10년도 0.1 ppm)
- 공단 지점별 평균검출범위는 사하구 0.2~0.3 ppm('10년도 0.0~0.1 ppm), 강서구 0.2~0.3 ppm('10년도 0.0~0.4 ppm), 사상구 0.2~0.6 ppm('10년도 0.0~0.1 ppm), 기장군 0.2~0.4 ppm으로 최소감지농도(1.5 ppm)²⁾ 보다 낮게 나타됨
- 지점별 평균 최고농도는 사하구 한국주철관 0.3 ppm('10년도 0.1 ppm), 강서구 KCA 0.3 ppm('10년도 0.3 ppm), 사상구 대한산업 0.6 ppm('10년도 0.0), 기장군 NC부산 0.4 ppm

▷ TMA(기준 0.02 ppm)는 대부분 지점에서 낮게 검출

- TMA 최고는 1분기 사하구 염색단지 0.058 ppm, 평균 0.003 ppm('10년도 0.001 ppm)
- 공단별 평균농도 범위는 사하구 0.001~0.017 ppm, 강서구 0.000~0.003 ppm, 사상구 0.002~0.005 ppm, 기장군 0.000~0.001 ppm
- 5개 지점은 평균 TMA가 최소감지농도(0.0024 ppm) 보다 높게 검출(염색단지, 은항수산(사하구), 르노삼성자동차(강서구), 캐스텍코리아, 대흥사료(사상구))

▷ 황화합물(Sulfurs)

- 썩은달걀·배추 냄새 등으로 자극적이고 불쾌한 악취유발
- 전년도와 동일하게 황화수소, 메틸머캅탄, 디메틸설파이드(DMS), 디메틸디설파이드(DMDS) 4개 항목조사
- 15개 지점에서 총240회 조사결과 대부분 불검출 내지 미량검출, 감지농도 보다 높게 검출된 지점은 1분기 사하구 염색단지에서 황화수소(감지농도 0.00041 ppm) 0.01 ppm 검출
- 2분기 강서구 KCA, 현대수산사료에서 DMDS(감지농도 0.012 ppm)가 0.002 ppm 검출, 황화합물 검출횟수는 4회로 '10년도 36회 보다 감소

▷ 알데하이드류(Aldehydes)

- 썩은냄새로 불쾌하고 자극적이며, i-발레르알데하이드는 저농도에서 사과냄새
- 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, i-발레르알데하이드, n-발레르알데하이드 등 총 5개 물질을 15개 지점에서 분기별 조사
- 누적 300항목 조사결과 대부분 불검출, 11개 항목 검출, 사하구 염색단지 1분기 뷰티르알데하이드(기준 0.1 ppm) 0.258 ppm으로 최고

2) 매우 얇은 농도에서 서서히 진하게 하면 무엇인지는 모르지만 냄새의 존재를 느끼는 농도

- '10년도 36개 항목 검출, 올해는 11개 항목으로 대폭감소
- 알데하이드류는 인천광역시 산업단지 보다 낮은 수준, 사하구 은항수산(사료제조)에서 i-발레르알데하이드 평균 0.001 ppm, 전년과 동일, 은항수산과 염색단지외 지점 대부분은 불검출

※ 인천광역시 산업단지의 지정악취물질³⁾

구분	Acetaldehyde	Propionaldehyde	Butyraldehyde	i-Valeraldehyde	n-Valeraldehyde
농도(ppm)	0.05~0.1	0.05~0.1	0.029~0.1	0.003~0.006	0.009~0.002

▷ 방향족화합물, 알콜류(i-뷰티르알콜을)

- 자극적이고 기름냄새, 코를 찌르는 냄새, 조사항목은 스타이렌, 톨루엔, 자일렌, 뷰티르 아세테이트, i-뷰티르알콜을 등
- 톨루엔(기준 30 ppm) 평균최고 강서구 KCA 0.09 ppm('10년도 42.88 ppm)
- 공단별 톨루엔의 평균 최고농도는 사하구 0.01 ppm('10년도 3.03 ppm), 강서구 0.09 ppm('10년도 42.88 ppm), 사상구 0.12 ppm('10년도 1.90 ppm), 기장군 불검출, 모두 감지농도(1.55 ppm) 보다 낮은 수준
- i-뷰티르알콜을(기준 4 ppm) 평균최고 강서구 현대수산 0.020 ppm, 지역별 평균 최고는 사하구 주은 0.010 ppm, 강서구 현대수산 0.020 ppm, 사상구 대흥사료 0.014 ppm, 기장군 NC부산 0.001 ppm

▷ 케톤류(MEK, MIBK), 에스테르류(Butylacetate)

- 고농도에서 자극성을 띠며, 저농도에서 파인애플, 배(pear)냄새, MEK, MIBK, 뷰티르 아세테이트 3개 항목 조사
- 케톤류(MEK, MIBK)는 대부분 지점에서 검출
- 조사공단별 평균 최고는 사하구 동창 0.004 ppm, 강서구 현대수산 0.007 ppm, 사상구 대한산업 0.002 ppm, 기장군 선진환경기술 0.001 ppm
- 에스테르류(Butylacetate)는 뷰티르아세테이트(기준 4 ppm) 평균 최고농도는 강서구 르노삼성 0.008 ppm, 사상구 대한산업 0.004 ppm, 사하구와 기장군은 불검출

▷ 유기산류(Organic acid, '11.년 추가 조사물질)

- 자극적이고 불쾌한 냄새, 썩은 걸레냄새, 땀·치즈 냄새 등으로 조사물질 종류는 프로피온산, n-뷰티르산, n-발레르산, i-발레르산으로 4종
- n-뷰티르산, i-, n-발레르산은 사료제조시설에서 높게 검출
- 사하구 주은 1분기 n-뷰티르산(기준 0.002 ppm) 0.032 ppm, i-발레르산(기준 0.004 ppm) 0.018 ppm, n-발레르산(기준 0.002 ppm) 0.017 ppm

3) 인천지역 산업단지의 악취관리지역 운영방안에 대한 연구, 한국냄새환경학회지, 제8권 제2호, 2009. 9

- n-뷰티르산(기준 0.002 ppm)은 강서구 서희건설 0.087 ppm, 사상구 대흥사료 0.085 ppm

○ 복합악취와 지정악취물질의 상관성

- ▷ 사료제조시설은 황화합물과 TMA, 섬유는 황화수소, 암모니아, 황화합물, 저급지방산류, 고무제조시설은 스타이렌, 케톤류, 알데하이드류, 황화합물 등이 주로발생⁴⁾
- ▷ 악취유발은 물질종류, 농도에 따라 차이
 - '11년도 지정악취물질 정량은 1 ppb 이상, 이보다 낮은 농도에서 감지되는 황화수소, i-, n-발레르알데하이드, 발레르산 등은 배출되더라도 미검출
 - 지정악취물질의 농도가 높아도 복합악취는 낮거나, 복합악취가 높아도 지정악취물질농도가 낮은 경우가 자주 관찰됨
- ▷ 자료⁵⁾에서도 개별물질 황화수소 0.01 ppm은 복합악취 30배, 0.1 ppm은 복합악취 173 배를 유발하는 것으로 알려져 있으나,
 - 올해 1분기 사하구 염색단지 황화수소 0.01 ppm에서 복합악취는 8배, 4분기 사상구 대흥사료 n-뷰티르발레르산(감지농도 0.037 ppb) 0.085 ppm에서 복합악취는 14배
 - 단일 물질로 사람이 느끼는 악취정도를 판단하기는 한계가 있음을 알 수 있음⁶⁾

4. 악취개선대책 및 향후 계획

○ 개선대책

- ▷ 악취관리지역 확대지정으로 행정지도력 강화
- ▷ 악취취약시설 시설개선 자금지원을 위한 행정적, 재정적 지원
- ▷ 민원인과 이해당사자의 참여와 대화를 통한 문제해결 방안 강구
- ▷ 녹지공간 확대조성과 환경정비 등 공공투자 확대

○ 향후계획

- ▷ '12년은 지정악취물질 최소감지농도 수준으로 확대 정밀분석 추진

따로붙임 : 2011년도 공단지역악취현황조사 결과 1부.

4) 환경부악취관리편람, 2007

5) 개별 악취물질과 혼합 악취물질에 대한 농도와 악취강도의 연계성 연구, 김기현외, 한국냄새환경학회지 제9권 제2호

6) 시화산업단지 블록별 악취유발물질 특성, 변상훈외, 대한환경공학회지, 2009