

## 산업단지에서 배출되는 악취원인물질의 규명

안 상 영\* · 최 성 우

\*경상북도보건환경연구원, 계명대학교 환경과학과  
(2004년 6월 3일 접수; 2004년 12월 23일 채택)

## Measurement of odor compounds from odorous emissions source of Industrial Complex

Sang-Young An\* and Sung-Woo Choi

\*Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment, Daegu 702-702, Korea  
Department of Environmental Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea  
(Manuscript received 3 June, 2004; accepted 23 December, 2004)

As a typical example of simultaneous analysis of the odorous compounds, the volatile organic compounds from inventory sources in Seongseo industrial area were concentrated and analyzed with thermal desorber/GC/MSD, and major malodorous compounds were estimated. Odor intensity and odor concentration was analyzed simultaneously. During a period from November in 2002 to December in 2003, this study was conducted to evaluate malodor emission characterization in major treatment facilities. The major components were Dimethyl sulfide, Dimethyl disulfide, Methyl mercaptane, Ammonia, Benzene, Toluene, m,p-xylene, o-xylene, Styrene, 1,2,4-T.M.B and 1,3,5-T.M.B. Among the six major inventory sources, the odor unit concentration of Night-soil disposal facilities was the highest, 669~2344 ou/m<sup>3</sup>.

Key Words : Malodorous material, Odor unit concentration, Odor intensity

### 1. 서 론

국토면적이 좁은 우리나라는 인구밀도가 높고 공업지역과 주거지역이 인접한 경우가 많아 악취에 대한 민원의 소지가 높다. 생활수준의 향상으로 과거에는 참고 살았던 생활민원형 악취에도 민감하게 반응하는 등 삶의 질에 대한 욕구가 높아지면서 민원의 형태로 행정기관등에 불만을 호소하는 사례가 급증하면서 악취에 대한 인식이 새롭게 부각되고 있다. 그러나 공업단지에 산재한 배출원의 악취성분에 대한 규제보다는 생활악취에 대한 규제에 중점을 두고 관리하여 왔다. 그 이유는 악취원인물질은 그 종류가 이미 알려진 200만종의 유기화합물 중 약 1/5 인 약 40만종이나 되고, 수ppb이하의 미량물질도 악취의 원인이 될 수 있다는 점, 여러 물질이 복합적으로 작용한다는 점 등의 제약으로 인하여 악취원

인물질규명을 어렵게하고 있다.

최근 몇 년간 행정기관에 접수된 악취민원통계<sup>1)</sup>에 따르면 2001년(2,760건)→2002년(2,878건)→2003년상반기(1,550건)으로 악취민원이 지속적으로 증가하는 실정이다. 또한 대도시 인근에 위치한 대규모 산업단지 인근주민들에 의한 악취민원이 대부분을 차지한다는 사실에 주목할 필요가 있다. 즉, 과거의 생활악취에서 배출시설 악취로 이동하면서 이들 발생원에 대한 규제가 절실히 요구되고 있다.

특히 사업장에서 발생하는 악취의 경우 유해한 대기오염물질과 연계되어 있고 악취의 특성상 현행대기오염관리방식으로는 해결이 곤란하다. 따라서 정부에서는 악취방지법<sup>2)</sup>을 제정하여 악취민원을 근원적으로 해결코자 노력하고 있다. 악취현상과 관련한 국내의 연구는 환경기초시설인 하수종말처리장이나 분뇨종말처리장을 중심으로 한 악취의 원인물질 및 악취제어와 관련한 연구<sup>3,4)</sup>에 집중되었으나 최근 들어 악취평가에 대한 연구<sup>5~9)</sup>가 활발히 수행되고 있으며 기기를 활용한 악취물질의 규명과 관련된 연구<sup>10,11)</sup>와 후각을 이용한 관능측정 평가<sup>12~15)</sup>, 센서를

Corresponding Author : Sung-Woo Choi, Department of Environmental Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea  
Phone: +82-53-580-5245  
E-mail: swchoi@kmu.ac.kr

활용한 악취평가방법 및 활용에 관한 연구<sup>16-19)</sup> 등, 과거에는 주로 환경기초시설을 중심으로 악취물질에 대한 연구가 수행되었고 최근에는 산업장 발생원을 중심으로 복합성 악취원인물질에 대한 규명으로 이어지고 있는 추세이다.

공단배출업소에 대한 악취민원 저감 및 근본해결을 위한 방안으로 악취민원유발사업장을 악취중점관리대상업체로 지정하여 점검횟수를 늘리는 등 특별 관리하고 있으나, 악취민원이 줄지 않고 있다. 지금까지 국내에서 악취물질에 대한 조사는 주로 울산공단<sup>19)</sup>이나 시화·반월공단<sup>20)</sup> 등 일부 지역에서 이뤄진 반면에 대구성서공단은 실태조사가 거의 이루어지지 않은 상태이다. 이에 본 연구에서는 악취 측정지역의 인근주민들을 대상으로 설문조사를 하였으며, 악취유발성 일부 VOCs를 포함한 Sulfur계통을 중심으로 GC/MSD에 의한 개별악취물질농도 분석, 공기희석관능법에 의한 악취농도 측정, 악취세기과 악취농도의 상관관계 및 개별악취물질의 종류와 악취농도와의 관계규명 등 악취물질의 실태조사를 통해 향후 악취물질의 효과적인 관리방안 수립을 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

## 2. 예비조사

### 2.1. 예비조사 실시권역

먼저 평소 악취에 대한 인식과 피해정도를 알아

보고자 성서공단 인근주민에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문대상은 성서공단 인근지역을 3개 권역별 즉, 성서·이현공단 인근, 동쪽주택가, 남쪽주택가(Fig. 1)로 나누어 달서구청에 등록된 환경모니터요원을 중심으로 20-60대 남·여 주민 170명을 설문대상으로 삼았으며, 설문자료분석은 Spss10.0을 이용하여 빈도분석(Frequency analysis), 교차분석(Crosstabulation), 회귀분석(Regression)을 하였다.

### 2.2. 예비조사 결과

“악취를 느낀 적이 있는가”라는 질문에 성서공단 인근지역의 주민이 악취를 가장 많이 느낀 것으로 조사되었다(Fig. 2). 악취를 느낀 계절은 Fig. 3에서

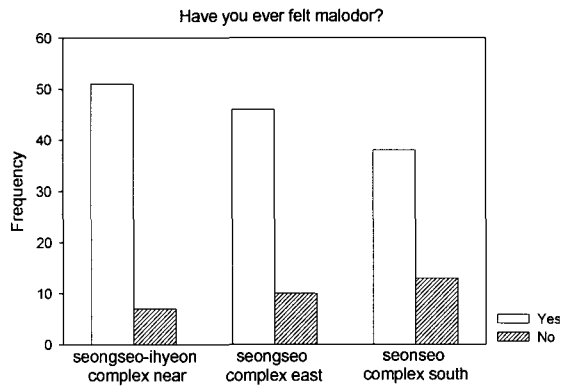


Fig. 2. Malodor sense frequency.

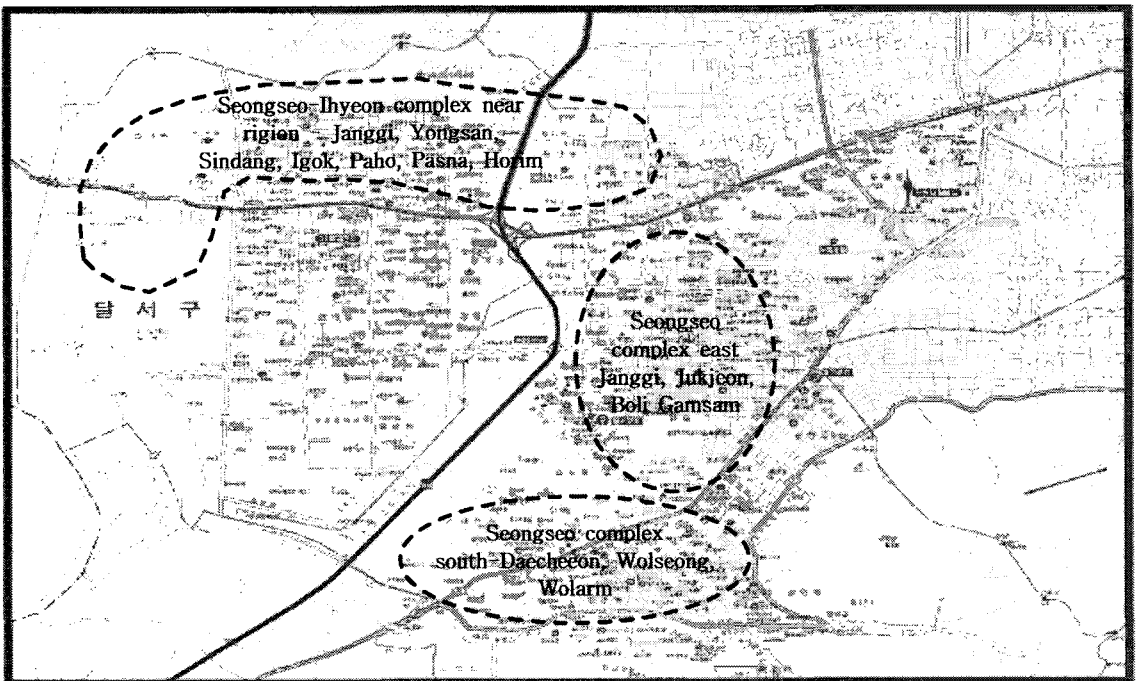


Fig. 1. Regional sections causing malodor complaints.

산업단지에서 배출되는 악취원인물질의 규명

알 수 있듯이 여름이 가장 높았으며 악취를 느낀 시간대는 성서·이현공단인근과 성서공단동쪽 지역에서는 이른 아침 전·후에 가장 많이 느낀 것으로 조사되었다(Fig. 4). 또한, 악취를 느낀 횟수에 대한 질문에 성서공단 동쪽과 남쪽지역에서 악취를 계속적으로 느낀 것으로 추정된다. Fig. 5은 악취강도로 성서공단 동쪽과 남쪽지역에서 가장 높은 것으로 나타났는데 그 원인은 Fig. 6과 관련지어 볼 수 있다.

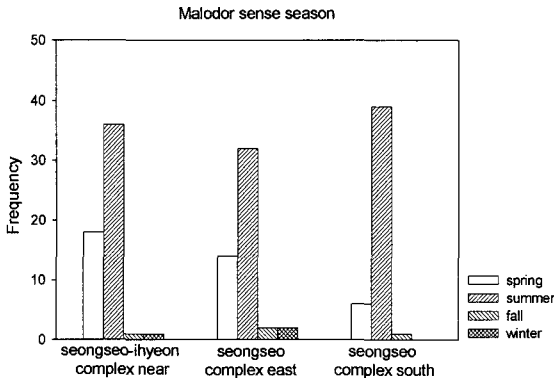


Fig. 3. Malodor sense frequency by season.

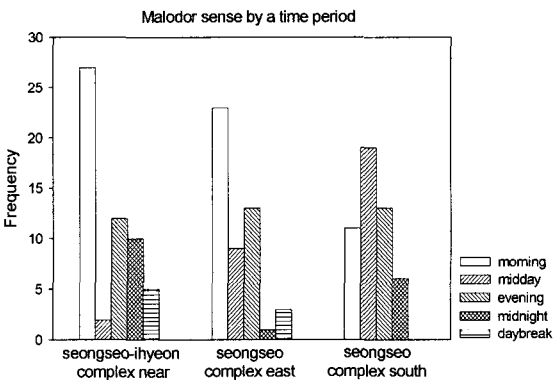


Fig. 4. Malodor sense frequency time period.

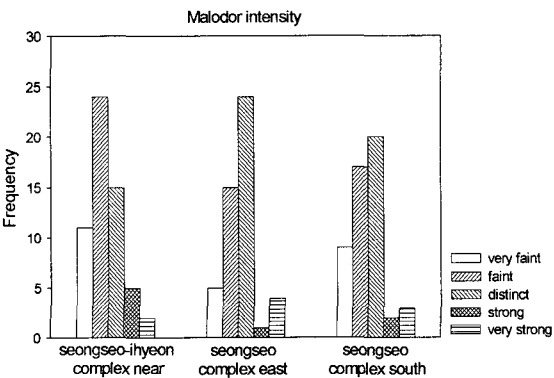


Fig. 5. Malodor intensity frequency by regional sections.

즉, 성서·이현공단 인근 지역에서 조사된 메틸메르캅탄, 황화메틸, 황화수소는 쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장 등의 영향을 받는 것으로 추정되며, 성서공단 동쪽 및 남쪽 지역의 암모니아, 메르캅탄 물질은 하수 쓰레기의 영향이 가장 큰 것으로 추정된다. 공단의 영향을 가장 많이 받은 지역은 Fig. 7과 같이 성서이현공단인근으로 표시된 성서공단을 중심으로 북쪽과 서쪽지역인 것으로 조사되었다(P-value 0.024). 신체피해양상에 대한 질문에 3개 지역 모두 두통과 호흡곤란증상을 보이는 것을 Fig. 8에서 알 수 있다. 특히 호흡곤란현상은 작업공정상 화학반응에 의하거나 화학약품에 의한 취로 알려져 있으며, 성서공단은 산업용화학제품제조업이 많은 비중을 차지하는 것과 깊은 연관이 있는 것으로 사료된다. 또한, 악취발생시 기상상태에 대한 질문에 Fig. 9와 같이 흐린 날 악취가 가장 심한 것으로 조사되었다.

Fig. 10, 11, 12를 통해서 볼 때 악취에 대한 민감도는 성서·이현공단 인근 지역이 가장 높은 것으로 조사되었지만 악취를 줄이거나 원인분석 또는 관계기관에 진정을 의뢰하는 등 적극적인 행동을 보이는 경우가 비교적 적어서 악취현상에 익숙해진 것으로 판단된다. 악취문제에 대한 적극성을 보고자

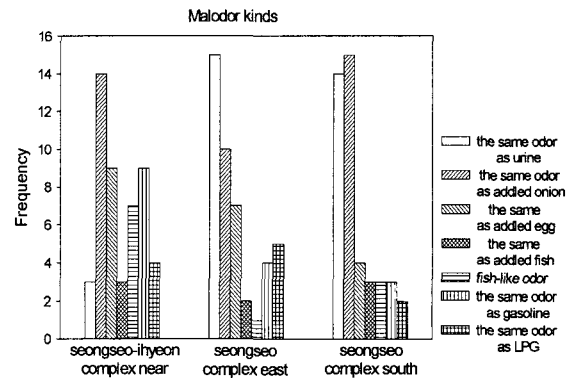


Fig. 6. Malodor kinds by regional sections.

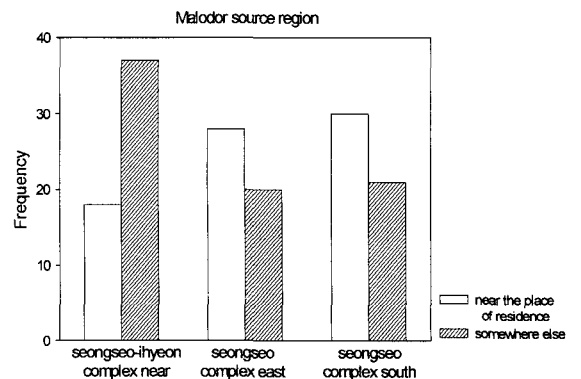


Fig. 7. Malodor source frequency by regional sections.

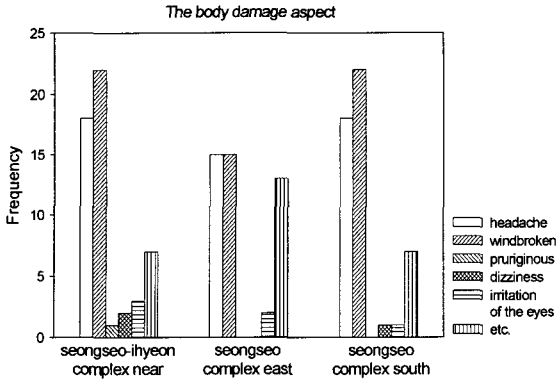


Fig. 8. The body damage frequency by regional sections.

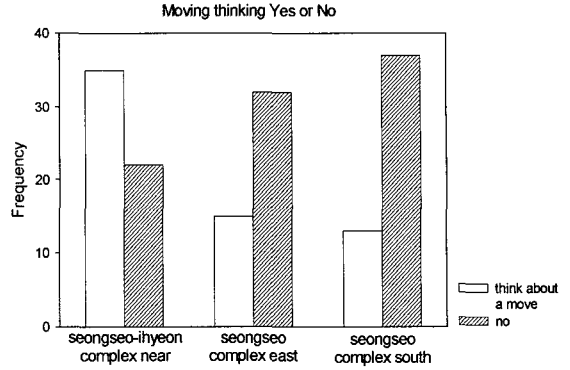


Fig. 11. Unpleasant frequency by regional sections.

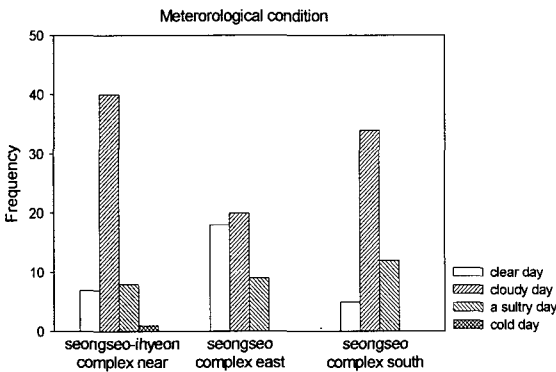


Fig. 9. Meteorological condition at malodor occurrence.

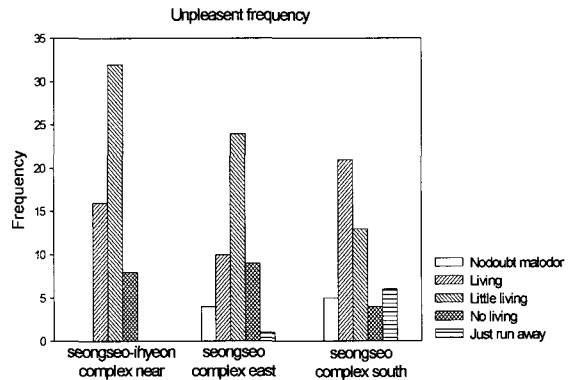


Fig. 12. Unpleasant frequency by regional sections.

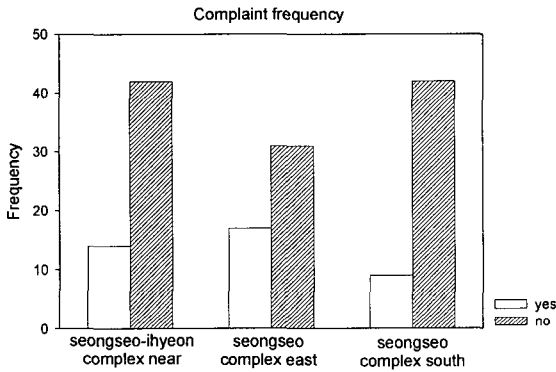


Fig. 10. Complaint frequency by regional sections.

민원제기와 불쾌도를 독립변수로 이사를 생각한 적이 있는가를 종속변수로 두고 회귀분석을 해본 결과 결정계수( $R^2$ )가 각각 0.132, 0.204, 상관계수( $r$ )가 0.363, 0.451로 낮게 나타나 악취문제에는 상당히 소극적임을 알 수 있었다.

### 3. 연구방법

#### 3.1. 시료채취

이 연구는 2002년 11월~2003년 12월 동안 대구성

서공단에 입주한 악취중점관리업소를 대상으로 악취 배출원과 배출구를 중심으로 직접관능법에 의한 악취세기, 삼점비교식취대법 및 공기회석관능법에 의한 악취농도를 구하였고, 암모니아( $NH_3$ )는 봉산흡수액법<sup>21)</sup>을 이용하여 분석하였고, GC/MSD를 이용하여 황화합물 3개, 방향족화합물 8개 성분을 조사하였다.

삼점비교식취대법 및 공기회석관능법에 의한 회석배율 조사를 위한 시료채취는 10ℓ Tedlar bag (TDC, Japan)에 냄새물질을 포집하였으며 기기분석용 시료는 6ℓ 용량의 Silco Canister(Entech Inc, USA)를 이용하여 발생원 악취물질을 단시간에 포집하였다. 시료를 포집하기 전에 Canister cleaner(3100, Entech Inc, USA)로 자동세척 후 감압하여 사용하였고, Tedlar bag은 무취공기로 충분히 냄새성분을 제거후 사용하였다.

#### 3.2. 후각측정을 위한 Panel선정

Tedlar bag에 채취한 냄새시료는 무취실에서 무취공기로 일정배율씩 희석하여 사람의 후각을 이용하여 냄새를 감지하지 못할 때까지 희석하여 희석배율을 구하는데, 악취판정을 위한 panel선정은 acetic

acid(1.0 wt%), trimethylamine(0.1 wt%), phenol (1.0 wt%)의 3종류시험액을 모두 알아 맞추는 사람을 선정하였다<sup>22)</sup>.

3.3. 간접관능법에 의한 악취농도측정

악취분석은 일반적으로 직접관능법과 간접관능법 및 기기분석법으로 크게 나누어 볼 수 있다. 냄새는 인간의 후각을 통하여 감지하는 것으로서 기기분석에 의한 개별악취물질이 규명되었다 하더라도 각 물질마다 최소감지값이 달라 후각을 이용한 병행측정이 필수적이다. 따라서 이번 조사에서는 회석배출 측정법으로서 일본의 주시험법인 삼점비교식취대법 (Triangle odor bag method)<sup>23)</sup>과 우리나라 주시험법인 공기회석관능법을 병행해서 측정하였다.

공기회석관능법과 삼점비교식취대법의 차이를 보면 공기회석관능법은 판정원(Panel)이 5명이상이 실험에 참석하여 최대, 최소치를 제외한 나머지 3인의 회석배출을 기하평균하여 구하는 반면, 삼점비교식취대법은 6명이상이 실험에 참석하여 최대, 최소치를 제외한 나머지 4인의 회석배출을 산술평균하여 구한다<sup>24)</sup>. 이들 두 시험법간의 차이는 정밀도면에서 일본법이 양호한 것으로 알려져 있으며, 특히 저농도에서는 공기회석관능법으로는 측정이 불가능한 경우가 많다.

3.4. GC/MSD분석을 위한 시료전처리 및 분석조건

본 시험방법은 미국 환경청(US EPA)에서 제시한 TO-14방법<sup>25)</sup>에 따라 수행하였으며, 이번엔 사용한 전처리는 Entech 7100 Preconcentrator를 사용하여 농축한 후에 GC/MS에 도입하였고, GC/MS의 분석조건(Table 1) 및 기기모형도는 (Fig. 13)과 같다.

4. 결과 및 고찰

4.1. 냄새감지한계 회석배수에 의한 악취농도

회석배수에 의한 악취농도(Odor unit concentration)분석법은 개별 악취물질의 농도를 분석하는 기

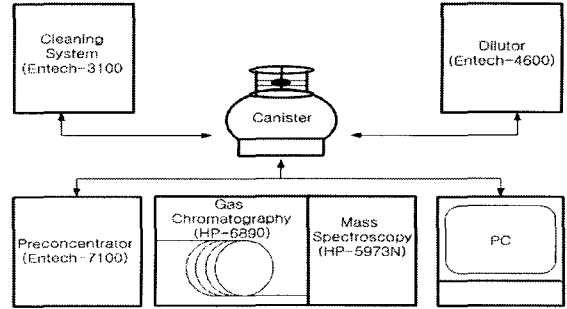


Fig. 13. Schematic diagram of Entech system/GC/MSD.

기분석방법과 달리 여러 물질이 복합적으로 작용하는 악취의 특성을 잘 반영해 주기 때문에 최근 병행하는 추세이다<sup>26,27,14)</sup>. 각 업종별 악취농도 조사결과 (Table 2) 음식료품제조업의 경우 발생원에서 65 o.u/m<sup>3</sup>, 배출구에서 430 o.u/m<sup>3</sup>였다. 산업용 화학제품제조업의 경우 성서공단에 중점관리대상업소로 많이 포함되어 있는데, 대구지역은 섬유업체가 많이 분포하고 있으며 여기에 사용되는 호부제 생산업체로서 화학제품제조사가 다량 입주하고 있다. 배출구의 경우 33~3094 o.u/m<sup>3</sup>, 발생원 55~977 o.u/m<sup>3</sup>로 조사되었다. 하,폐수처리장은 평균 669 o.u/m<sup>3</sup>, 분뇨처리장 1382 o.u/m<sup>3</sup>, 폐수소각시설의 발생원 646 o.u/m<sup>3</sup>, 굴뚝 242 o.u/m<sup>3</sup>로 조사되었는데 배출구가 낮게 나타난 것은 3차에 걸친 세정식방지시설이 설치되어 있어서 상당량의 악취물질이 제거되는 것으로 보여 진다. 이번 조사는 일본법과 우리나라법을 동시에 조사하였는데 일본법이 1.9배 정도 높게 나타나 김선태 등<sup>12)</sup>이 발표한 1.78배와 비슷한 수준으로 조사되었다.

업종별 악취농도를 살펴보면 분뇨처리장>폐수소각시설>하수처리장>화학제품제조시설>음식료품제조업>일반쓰레기소각시설 순으로 나타났다.

4.2. 업종별 개별악취유발물질 농도

이번 조사는 성서공단의 대표적인 악취유발업체

Table 1. Summary of instrument and analytical condition of GC/MSD

Instrument	Instrumental model and conditions
Preconcentrator	Entech 7100
Diluter	Entech 4600
Cleaning system	Entech 3100
GC/MSD	HP-6890/HP-5973N · Column : DB-1, (60m * 0.32mm ID *1.0 $\mu$ m) · Carrier gas : Helium · Column flow : 1.0ml/min · Oven : 40 $^{\circ}$ C(5min) $\rightarrow$ 70 $^{\circ}$ C(3min) $\rightarrow$ 120 $^{\circ}$ C(3min) $\rightarrow$ 200 $^{\circ}$ C(3min)

로 알려진 이른바 악취중점관리대상업체를 중심으로 조사하였으며, 배출원별 악취원인물질은 Table 3 과 같다.

Sulfur계열 및 VOCs계열은 각각 method TO-14 에 의거하여 분석하였다. 먼저 폐수소각시설의 경우 Dimethyl sulfide 2.88~29.55ppb, Dimethyl disulfide 0.86~1.49ppb, Methyl mercaptane 0.93~1.38ppb, Toluene 29.18~1105.0ppb, Ethylbenzene 31.34~1056.0 ppb, m,p-xylene 46.36~548.0ppb, Styrene 23.40~2421.9ppb로 이번에 조사한 주요 발생원 중 가장 높

게 나타났다. 음식료품제조업의 경우 Methyl mercaptane 1.01~1.05ppb, Ammonia 880ppb으로 검출되었다. 메틸메르캡탄의 경우 최소감지값이 0.12ppb로 매우 낮아서 악취원인 물질임을 알 수 있다. 분뇨처리 시설의 경우 Ammonia 980ppb, Dimethyl sulfide 0.82~2.10ppb, Dimethyl disulfide 0.32~0.36ppb, Toluene 21.67~82.65ppb 등으로 악취농도단위에서 나타난 고농도(Max 2344 o.u/m<sup>3</sup>)와 비교할 때 암모니아를 제외한 특별히 고농도로 검출된 물질은 이번 조사에서는 없었다. 화학제품제조업은 유황계열은

Table 2. The results of odor threshold dilution ratio of Classify of business type

Classify of business type	Sampling sites	Odor unit concentration(o.u/m <sup>3</sup> )				S.D
		n=28	Mean	Max	Min	
Food manufacturing industry	Emission	2	65 <sup>a)</sup> ( 38) <sup>b)</sup>	74 ( 45)	55 ( 30)	13.4 ( 10.6)
	Stack	2	430 (176)	550 ( 208)	309 (144)	170.4 ( 45.3)
Chemical manufacturing industry for industry	Emission	4	571 (448)	977 ( 699)	55 ( 30)	398.0 (277.3)
	Stack	3	174 (100)	309 ( 144)	33 ( 30)	138.0 ( 57.5)
Sewage disposal facilities	Emission	3	669 (300)	1738 (1000)	132 ( 67)	817.6 (485.6)
Night-soil disposal facilities	Emission	4	1382 (610)	2344 (1442)	669 (300)	689.6 (492.5)
Waste water incinerator	Emission	4	646 (374)	1413 (1000)	174 (100)	518.9 (386.0)
	Stack	2	764 (374)	977 ( 448)	550 (300)	301.9 (104.7)
General Garbage incinerator	Emission	2	242 (122)	309 ( 144)	174 (100)	95.5 ( 31.1)
	Stack	2	166 ( 84)	234 ( 98)	98 ( 67)	96.2 ( 23.3)

<sup>a)</sup>Triangle Odor Bag Method. <sup>b)</sup>Air Dilution Sensory Method.

Table 3. Analytical result of odor material emitted from inventory source

(Unit : ppb)

Sampling sites	Types Compounds	Range					
		F.M.I <sup>a)</sup> (n=2)	C.M.I <sup>b)</sup> (n=2)	S.D.F <sup>c)</sup> (n=2)	N.D.F <sup>d)</sup> (n=2)	G.G.I <sup>e)</sup> (n=2)	W.W.I <sup>f)</sup> (n=4)
Emission	Ammonia <sup>21)</sup>	600~880	410~350	760~710	980	-	-
	Dimethyl sulfide	1.16~14.61	0.41~0.57	1.66~2.91	0.82~2.10	0.38~0.41	2.88~29.50
	Dimethyl disulfide	0.19~0.85	N.D	N.D~0.45	0.32~0.36	N.D	0.86~1.49
	Methyl mercaptane	1.01~1.05	N.D~0.54	N.D~1.85	N.D	0.16~0.51	0.93~1.38
	Benzene	4.50~5.82	4.49~16.14	4.46~4.52	4.32~4.82	4.54~4.73	8.18~735.81
	Toluene	43.63~45.10	92.61~145.90	90.13~265.62	21.67~82.65	147.06~182.39	29.18~1105.0
	Ethylbenzene	6.67~11.24	10.21~118.61	6.81~9.91	5.54~10.06	6.50~11.19	31.34~1056.0
	m,p-xylene	6.63~17.42	3.12~10.50	6.82~14.07	5.55~12.31	6.14~6.66	46.36~548.0
	o-xylene	6.68~16.95	8.85~35.17	7.53~16.59	5.76~10.33	6.29~11.15	6.56~194.32
	Styrene	4.82~9.82	9.18~4777.59	3.09~6.11	3.04~5.83	2.11~2.48	23.40~2421.9
	1,2,4-T.M.B	2.43~18.63	2.60~14.88	2.40~2.63	1.85~5.77	2.26~2.63	2.02~2.85
	1,3,5-T.M.B	2.52~4.07	2.60~5.87	2.60~2.63	3.18~3.27	2.55~2.66	7.05~52.22

<sup>a)</sup>Food manufacturing industry, <sup>b)</sup>Chemical manufacturing industry, <sup>c)</sup>Sewage disposal facilities, <sup>d)</sup>Night-soil disposal facilities, <sup>e)</sup>General garbage incinerator <sup>f)</sup>Waste water incinerator, <sup>21)</sup>Boric acid absorption method.

### 산업단지에서 배출되는 악취원인물질의 규명

불검출되거나 미량 검출된 반면, Toluene 92.61~145.90ppb, Ethylbenzene 10.21~118.61ppb, o-xylene 8.85~35.17ppb, Styrene 9.18~4777.59ppb은 고농도로 검출되었는데 사용원료 및 작업공정의 영향으로 보여진다.

배출원별 분석결과를 보면 최소감지값(Threshold value)이 낮은 물질인 유황계통이 검출되었으며, 압모니아는 기기분석법이 아닌 현행 공정시험법인 봉산흡수에 의한 용액흡수법을 사용하였다.

Table 4는 이번 조사결과를 다른 연구결과인 국립환경연구원<sup>20)</sup>, 진준민 등<sup>28)</sup>과 비교할 때 측정지점이 시화공단이나 여수산업단지의 경우 단지내 일반 대기환경 혹은 부지경계선상에서 조사한 결과로 발생원을 중심으로 한 이번 조사와 직접 비교하기

는 곤란하나 대부분 물질이 이번 조사에서 높게 나타났다.

또한 각 업종별로 고농도로 검출된 물질을 중심으로 한 배출특성을 살펴보면 Fig. 14에서와 같이 화학제품제조업에서 Styrene이 가장 높고 폐수소각 시설의 경우 BTEX계열을 포함한 대부분의 물질이 끌고루 고농도로 검출되었으며, 음식료품제조업의 경우 Sulfur compounds가 비교적 많이 검출되었다.

#### 4.3. 희석배율에 의한 악취농도와 악취세기와의 상관관계

업종별 악취농도와 악취세기와의 상관계수(r)가 0.31로 나타나, 별다른 상관관계가 없는 것으로 판단되며(Fig. 15), 그보다는 개별 악취물질농도값과 악취세기가 관련이 큰 것으로 판단된다. 즉, 발생원인

Table 4. Comparison of odor concentrations measured in this study and the other studies (Unit : ppb)

Compounds	Siwha <sup>20)</sup>	Yeosu <sup>28)</sup>	This study		
	Border	Border	Emission		
	Average	Average	Max.	Min.	Average
Dimethyl sulfide	2.20	N.D	29.50	0.41	14.96
Dimethyl disulfide	2.24	5.56	1.49	0.19	0.84
Methyl mercaptane	1.68	3.02	1.38	0.16	0.77
Benzene	8.62	1.32	735.81	4.32	370.07
Toluene	104.93	5.06	1105.0	21.67	563.33
Ethylbenzene	6.97	0.38	1056.0	5.54	530.77
m,p-xylene	16.38	0.46	548.0	3.12	275.56
o-xylene	15.36	0.40	194.32	5.76	100.04
Styrene	-	0.12	2421.9	2.11	1212.00
1,2,4-T.M.B	3.60	0.10	18.63	1.85	10.24
1,3,5-T.M.B	5.92	0.20	52.22	2.52	27.37

<sup>20)</sup>Siwaha industrial site : NIER (2001), <sup>28)</sup>Yeosu industrial area : JETEC (2002).

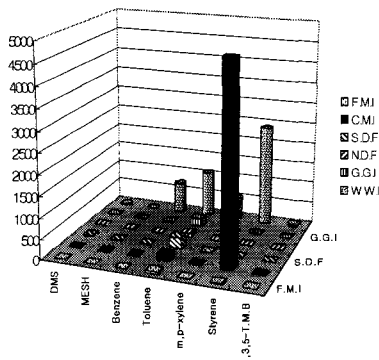


Fig. 14. Emissive characteristics of odor pollutants.

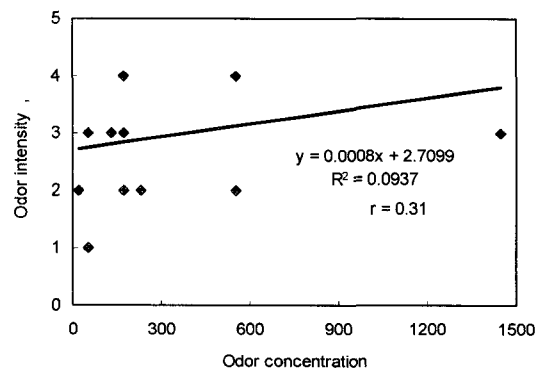


Fig. 15. The relationship between odor concentration and odor intensity.

작업장 안이나 배출구 등에서의 악취세기가 매우 높게 나타났지만 무취공기회석에 의한 악취농도가 낮게 나타난 경우는 개별 악취물질의 종류가 최소감지값이 높은 물질 또는 VOCs물질이 검출된 경우로 대표적인 업종이 산업용화학제품제조업으로 조사되었다. 반면에 발생원에서의 최소감지값이 낮은 물질이 포함되어 있는 경우, 악취농도는 높게 나타났는데 대표적인 업종이 분뇨처리업으로 조사되었다.

#### 4. 결 론

최근 대도시 인근에 위치한 대형 산업단지를 중심으로 주변지역에서 악취민원을 제기하는 사례가 급증함에 따라 인근주민을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 일부 VOCs를 포함한 Sulfur compounds를 GC/MSD를 통한 기기분석법을 활용하였고, 공기회석관능법에 의한 악취농도측정을 수행하였으며 이를 근거로 악취농도와 악취세기와 상관계수를 알아보았다.

연구결과 첫째, 악취물질 원인규명을 위한 예비조사로 설문조사를 실시한 결과 조사대상 대부분은 악취에 대해 심각하게 피해를 호소하고 있었으며, 성서공단 동쪽과 남쪽지역에서 가장 많이 악취를 느낀 것으로 조사되었다.

둘째, 회석배출에 의한 악취농도는 분뇨처리시설 >하,폐수처리시설>폐수소각시설>화학제품제조업>음식료제품제조업 순으로 높게 나타났다.

셋째, 업종별 개별 악취물질은 Methyl mercaptan, Dimethyl sulfide, Dimethyl disulfide, Benzene, Toluene, xylene, Styrene 등 많은 물질이 검출되었으며, 폐수소각시설의 경우 대부분물질이 고농도로 검출되었다.

넷째, 업종별 악취농도와 악취세기와 상관계수(r)는 0.31로 별다른 상관관계가 없는 것으로 조사되었다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 국립환경연구원, 2003, 악취배출시설 및 배출허용기준(안), 악취방지법 공청회 자료집, 2pp.
- 2) 환경부, 2004, 악취방지법, 법률 제1710호.
- 3) 허 목, 박청길, 2001, 간접폭기형 생물침적탈취장치에 의한 분뇨처리장의 악취제어, 대한환경공학회지, 11(1), 1-12.
- 4) 허 목, 1992, 생물접촉여상 탈취장치를 이용한 분뇨처리장의 악취제어, 한국폐기물학회지, 9(2), 161-168.
- 5) Chang, M. B. and T. D. Tseng, 1993, Gas-phase removal of H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub> with dielectric barrier discharges, Journal of environmental engi-

- neering, 122(1), 41-46.
- 6) Hardy, P., J. E. Burgess, S. Morton and R. Stuetz, 2001, Simultaneous activated sludge wastewater treatment and odor control, Water Science and Technology, 44(9), 189-196.
- 7) 유미선, 양성봉, 안정수, 2002, 흡착 열탈착 GC/MS를 이용한 휘발성 유기화합물의 분석과 악취원인 성분의 예측, 한국분석과학회지, 15(1), 80-86.
- 8) 김만구, 정영림, 방정진, 2002, 관능법과 기기분석법을 접목한 악취원인물질 평가방법, 한국냄새환경학회지, 1(1), 31-38.
- 9) 신찬기, 1997, 공기회석법에 의한 악취평가에 관한연구, 국립환경연구원보, 9, 279-285.
- 10) 양성봉, 유미선, 서은희, 2002, 흡착/열탈착/GC/MS를 이용한 대기 중 VOC's로 인한 악취농도 평가, 한국냄새환경학회 추계학술대회논문집, 108-111pp.
- 11) 전선주, 허귀석, 1999, 캐니스터와 Tedlar bag시료채취법을 이용한 대기중의 휘발성유기화합물의 측정, 한국대기환경학회지, 15(4), 417-428.
- 12) 김선태, 박민수, 김학민, 홍지형, 전의찬, 김덕현, 2003, 간접관능법을 이용한 지정폐기물 소각시설 악취농도단위 평가, 한국냄새환경학회지, 2(2), 101-108.
- 13) 이병규, 김정기, 2003, 관능법에 의한 울산 지역의 악취도 평가, 한국냄새환경학회지, 2(1), 23-31.
- 14) 박상진, 2003, 공기회석관능법을 이용한 국내 하수처리장 처리공정별 악취농도에 대한 조사연구, 한국냄새환경학회지, 2(1), 32-37.
- 15) 황용수, 방상진, 김기돌, 민태홍, 2003, 후각측정법을 이용한 하수관거 발생악취의 취기농도에 대한 연구, 한국냄새환경학회 추계학술대회논문집, 26-27pp.
- 16) 요시에 야스키, 2002, 냄새센서를 이용한 악취관리, 한국냄새환경학회지, 1(1), 70-75.
- 17) 팽종인, 김학민, 2001, 환경악취평가를 위한 복합취기센서의 활용성 평가, 환경관리학회지, 7(3), 481-487.
- 18) 김학민, 2001, 복합취기센서를 이용한 환경악취평가방법 개발 및 활용에 관한연구, 대전대학교 대학원 박사학위논문, 39-46pp.
- 19) 양성봉, 2002, 울산지역의 계절별 악취 발생의 특징 및 악취 감지시스템 설치 타당성 조사, 울산지역환경기술개발센터, 18-49pp.
- 20) 국립환경연구원, 2001, 시화·반월지역 악취원인물질 규명을 위한 정밀조사, 141-153pp.



산업단지에서 배출되는 악취원인물질의 규명

- 21) 양성봉, 이성화, 1997, 악취의 성분분석, 동화기술, 135-137pp.
- 22) 환경부, 2002, 대기오염공정시험법 악취편, 671-681pp.
- 23) 島根縣環境保健部, 平成元年8月, 官能試験法による悪臭防止に関する指導指針, 11-50pp.
- 24) 환경부, 2001, 악취물질 발생원 관리방안 개선을 위한 조사연구, 368-37pp.
- 25) US Environmental Protection Agency, 1999, Compendium method TO-14 Determination of Volatile Organic Compounds(VOCs) In air collected in specially-prepared canister and analyzed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry(GC/MS), Center for Environmental Research Information Office of Research and Development, US-EPA Cincinnati, OH 45268, EPA/625/R-96/010b.
- 26) 이오근, 김태우, 양성봉, 2002, 화학공장에 있어서 배출구 악취농도와 성분농도의 상관성에 관한 연구, 한국냄새환경학회 추계학술대회논문집, 115-116pp.
- 27) 김학민, 박민수, 정의석, 김선태, 2002, 사업장 발산악취 평가결과를 이용한 간접관능법 고찰, 한국냄새환경학회 추계학술대회논문집, 214-216 pp.
- 28) 전준민, 서성규, 정경훈, 허당, 윤형선, 문정선, 2002, 여수 석유화학공단 지역의 악취물질 특성, 한국냄새환경학회 추계학술대회논문집, 105-107pp.