

익산지역에서 직접관능법에 의한 악취관리 사례 연구

김화옥¹ · 박희근¹ · 신대윤² · 강공언^{3*}

익산환경운동연합 · 만도기계(주)¹ · 조선대학교 환경공학과² · 원광보건대학 의무행정과³

Application case of odor management applied direct olfactory method in Iksan

hwa-ok Kim¹ · hui-geun Park¹ · dae-yewn Shin² · gong-unn Kang³

Iksan KFEM(Korean Federation for Environmental Movement), Iksan, 570-964, Korea

¹ *Mando Corporation, Iksan, 570-998, Korea*

² *Dept. of Environmental Engineering, Chosun University, Gwanju 501-759, Korea*

³ *Dept. of Medical Administration, Wonkwang Health Science University, Iksan, 570-750, Korea*

Abstract

In Iksan city, there have been a lot of complaints caused by offensive odor from residents living near the public environmental infrastructures and the Iksan industrial complex. To solve these problems, it is important to know the present condition of odor pollution level in these areas, the emission characteristics of malodorous gases in temporal and spatial variations in addition to meteorological components, and the facilities of major sources emitting malodorous compounds. The objectives of this study is to make the odor monitoring network for 20 people who lived and worked in areas where the environmental infrastructures and the Iksan industrial complex are located and their neighboring areas for six months from June 1st to October 31st in 2008 in Iksan and to monitor the temporal and regional frequency and characteristics of odor intensity using direct olfactory methods. As a result of odor monitoring, the highest frequency of sensed odor per month and 20 people for six months was found to be 107 in July, followed by 84 in September, 80 in August, 54 in June, 38 in October, respectively. Odor intensity trend showed a regional trend in the decreasing order of Dongsan-dong, Busong-dong, and Palbong-dong. Odor was widely perceived from night through next morning and considered as the sense of excreta, chemicals, sewage, compost, waste, etc. When high odor intensity was sensed, there were constant meteorological characteristics: relative humidity was 80~90%, wind speed was less than 0.5~1 m/sec, and main wind directions were from the east, the southeast, and the south.

Key words : odor monitoring network, odor intensity, direct olfactory method,
meteorological conditions

* Corresponding author E-mail : gukang@wkhc.ac.kr

I. 서론

익산지역은 금강동에 하수처리장과 음식물쓰레기처리장, 폐기물압축중간처리장 등의 환경기초시설이 집중되어 있으며, 부송동에는 압축된 폐기물의 적체시설과 매립장이 위치하고 있다. 또한 금강동과 부송동 사이에는 170여개의 업체가 입주해 있는 40만평 규모의 익산제1산업단지와 130여개의 업체가 입주해 있는 익산제2산업단지가 위치하고 있다. 이와 같이 익산시의 경우 악취발생이 가능한 시설물들이 대부분 주거지역과 근접 또는 혼재하고 있어 상시적으로 민원이 제기되고 있다(익산시, 2009).

악취관리를 위해서는 먼저 악취오염도에 대한 정확한 실태 파악이 이루어져야 하는데, 익산지역의 경우 그 동안 전북환경기술개발센터의 주관으로 4회에 걸쳐 악취의 실측조사가 이루어졌다(전북지역환경기술개발센터, 2005; 2004; 2003; 2001). 그러나 민원을 초래하는 고감도 악취발생에 대한 시·공간적인 정확한 실태파악이나 저감대책이 여전히 마련되지 못하고 있는 실정이다. 이것은 기존 조사연구의 대부분이 한정된 예산으로 인해 일부 악취발생지역의 부지경계선을 대상으로 계절별 복합악취 및 지정악취물질의 측정·분석에 초점이 맞추어져 있는데다 측정기간이 악취분석기관의 일정에 맞추어 한정된 시간에 이루어져 민원발생에 따른 복합악취와 지정악취물질에 대한 악취실측자료확보가 현실적으로 불가능하였기 때문이다.

악취물질은 극히 낮은 농도에서도 생활에 불편감을 주고 정신적·생리적 스트레스 유발과 메스꺼움·두통·구토 등의 인체자각 증상을 초래할 뿐만 아니라 학습과 업무의 효율저하, 수면장애 등 생활전반에 걸쳐 심각한 피해를

초래하기 때문에 그 원인물질을 정확하게 파악하기 위해서는 고도의 측정 및 분석기술이 요구된다(정의석, 2004; 양성봉과 김석만, 2000). 이것은 대기 중에 극미량으로 존재하는 악취물질이 어떤 성분이고 또한 얼마만큼 존재하는지를 규명하는데 고가의 비용이 소요됨을 의미한다. 재정자립도가 낮은 지방자치단체의 경우 악취실태 파악 및 저감대책 수립을 위한 충분한 예산 확보가 어렵기 때문에 고감도 악취발생시점을 중심으로 한 악취실태파악이 우선적으로 요구된다고 하겠다. 더욱이 악취물질은 풍향·풍속 등의 기상조건에 따라 국지적인 발생원에서 먼 거리까지 영향을 미칠 수 있으며, 단기간에 발생·소멸되는 특징이 있다. 이와 같이 기상조건에 따라 악취발생조건이 달라지기 때문에(김유근 등, 2007; 전의찬 등, 2006b; 김유근 등, 2003) 정확한 악취실태파악을 위해서는 장기간 동안 연속적인 악취측정이 요구되는데, 지방자치단체에서 소규모의 예산으로 인한 악취관리를 위해서는 악취물질의 측정시점이 매우 중요한 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

악취는 다른 환경오염문제와 달리 지극히 주관적인 감각공해로서 객관적인 평가가 어려운데, 동일한 악취배출시설의 인근 주민이라 할 지라도 개인에 따라 악취를 느끼는 정도는 다르게 된다. 또한 악취발생횟수나 강도가 비슷할지라도 계절과 날씨에 따라 느끼는 정도는 다르게 된다. 더욱이 악취물질의 종류는 매우 다양하고 대기 중에서 혼재되어 복합적으로 작용하기 때문에 악취방지법에 규정하고 있는 지정악취물질만으로 평가할 경우 많은 한계점을 내포하고 있다고 볼 수 있다(이진현 등, 2007). 이와 같은 악취특성을 고려할 때 민원발생에 따른 악취오염도 및 건강위해성을 평가하는데 있어 특정악취물질에 대한 정량적인 평

가만으로 문제 해결이 어렵고, 인간의 감각기관에 의한 관능법은 개인의 주관적인 판단에 의해 이루어지며 정량화가 쉽지 않아 악취오염도의 평가지표로 사용하는데 한계가 있음을 의미한다(양성봉과 김석만, 2000). 따라서 악취 원인물질에 대한 연속적인 실측에 의한 악취관리가 곤란한 경우 이러한 문제점을 상호 보완할 수 있는 악취관리방법이 우선적으로 요구된다고 하겠다. 결과적으로 주요 악취발생원의 인근지역 주민들을 대상으로 직접관능법에 의한 악취모니터링을 실시할 경우 개략적으로 시·공간적인 악취실태 파악이 가능할 것으로 판단된다(전의찬 등, 2006b). 더욱이 악취모니터링이 성공적으로 운영될 경우 고감도 악취발생을 초래하는 원인물질에 대한 정량적인 실측이 이루어질 수 있도록 측정시점에 대한 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 익산시의 환경기초시설과 익산 제1·2산업단지를 중심으로 하여 인근지역 주민들을 대상으로 직접관능법에 의한 악취모니터링망(odor monitoring network)을 구축한 후 행정구역별 악취발생실태를 파악하였으며, 악취분석기관에 고감도 악취발생시점에 대한 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 또한 악취모니터링과 함께 풍향·풍속 등의 기상관측을 실시하여 악취모니터링에 따른 설문자료와 기상조건을 분석하여 고감도 악취발생을 유발하는 악취발생특성을 해석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 기상요소의 관측

직접관능법에 의한 악취모니터링 자료와 악취물질에 대한 정량적인 실측자료 해석에 있어 기상자료는 매우 중요한 정보를 제공하게 된

다. 즉, 고감도 악취발생시 풍향·풍속 등의 기상자료를 분석할 경우 기상조건에 따른 악취발생특성 뿐만 아니라 악취물질의 이동경로 및 발생원에 대한 추정이 가능하게 된다(김유근 등, 2007; 전의찬 등, 2006b; 김유근 등, 2003).

본 연구에서는 기상자료 확보를 위하여 Davis Vantage Pro2 기상관측장비(Davis Instruments Corp., USA)를 신흥초등학교의 본관건물 옥상에 설치하였다(Fig. 1). 이곳은 악취 민원이 자주 제기되고 있는 신흥동 대신쉐르빌아파트와 금강동 환경기초시설이 밀집되어 있는 부지경계선의 중간에 위치하고 있다. 기상관측은 2008년 7월부터 이루어졌으며, 각종 기상요소(풍향·풍속·기온·습도·강수량 등)는 10분 간격으로 연속 측정하였다.

2. 악취모니터링망(odor monitoring network)의 구축

악취모니터링은 익산시의 환경기초시설 밀집지역과 익산 제1·2산업단지를 중심으로 하여 인근 주민을 모니터링 요원으로 선발한 후 잦은 악취 민원이 예상되는 2008년 6월부터 10월까지 5개월 동안 실시하였다. 악취모니터링은 직접관능법에 의한 악취감지에 따른 냄새강도를 설문 조사하는 것으로 설문지에 악취발생일 및 시간, 악취강도, 냄새유형, 날씨 등을 표기할 수 있도록 하였다. 설문지 작성결과에 대한 신뢰성 확보를 위하여 직접 개인별로 설문내용에 대한 교육을 실시하였으며, 모니터링 참여자들에게 매월 소정의 비용을 지불하였다. 다만, 자원봉사를 희망하는 일부 참여자들의 경우 무보수로 악취모니터링이 이루어졌다. 또한 악취모니터링 과정에서 고감도 악취감지시 악취분석기관으로 하여금 악취실측이 이루어질 수 있도록 무선전화기 또는 문자전송을

이용한 연락망을 구축하였다. 설문지 작성내용 중 악취발생시간은 아침(6~9시), 오전(9~12시), 오후(12~17시), 저녁(17~22시), 한밤(22~24시), 새벽(24~6시)으로 구분하였다. 또한 악취강도는 감지정도에 따라 1도(약간 느낌), 2도(지속적인 냄새), 3도(불쾌함), 4도(자극적), 5도(극히 자극적, 수면방해)로 하여 총 5단계로 구분하였다.

악취모니터링 지역은 환경기초시설(익산하수처리장, 음식물쓰레기처리장, 쓰레기압축중간처리장) 인근 주거지역, 익산 제1·2산업단지 와 인근 주거지역, 쓰레기야적장과 익산 제2산업단지 인근 주거지역 등으로 구분하였다. Fig. 1은 직접관능법에 의한 악취모니터링 지점을 나타낸 것으로 모니터링 설문조사에 총 20명이 참여하였다. 악취모니터링 참여자들의

공간적인 배치는 악취발생시설의 분포를 고려하여 환경기초시설의 영향을 가장 많이 받을 것으로 예상되는 신흥동과 동산동 지역에 7명(지점 1~7), 영등동(지점 8~10)과 부송동(지점 11~14)에 7명, 야적장과 인근 제2산단의 영향을 동시에 받을 수 있는 팔봉동 기안아파트(지점 15~16)에 2명, 그리고 산업단지(제1산단: 지점 17~18, 익산 제2산단: 지점 19~20) 내에 4명을 선정하였다. 이들은 대부분 집에 상주하는 30~40대의 전업주부들이며, 신흥동의 경우 일부 초등학교 교사로 재직 중이었다. 익산 제1·2산업단지의 경우 현장 근무자들을 대상으로 선정하였다. 악취모니터링에 따른 설문지 회수는 1~2주일마다 직접 방문하거나 전자메일을 이용하였다.

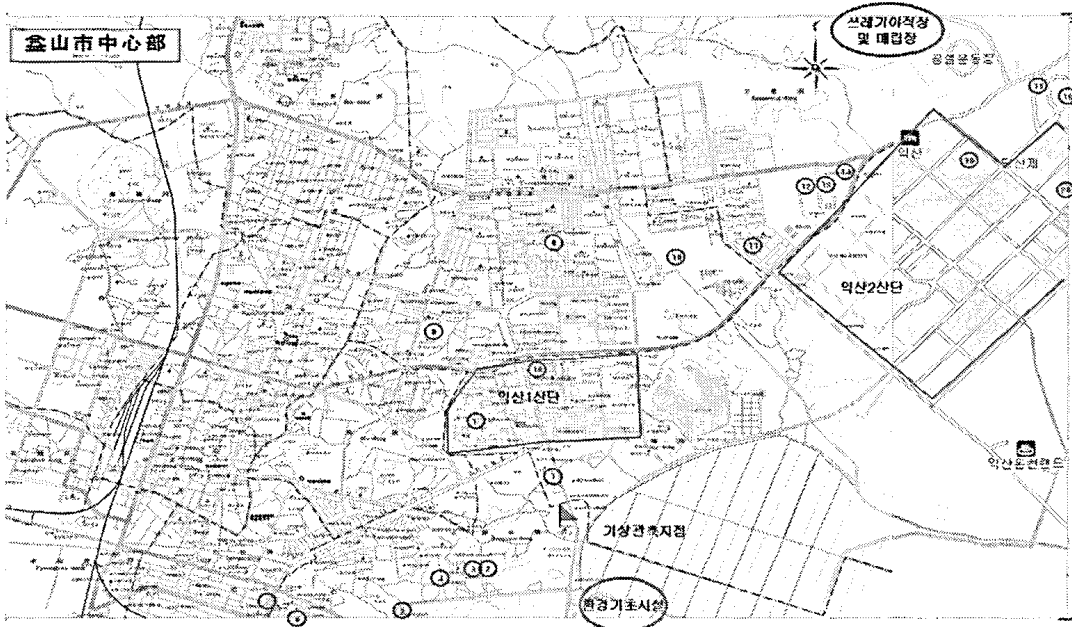


Fig. 1. Monitoring sites of odor applied direct olfactory method for 5 months from June to October 2008 in Iksan.

III. 결과 및 고찰

1. 악취모니터링에 따른 악취실태

Table 1은 악취모니터링이 이루어진 2008년 6~10월의 악취감지일과 감지횟수를 나타낸 것이다. 여기에서 악취감지일은 악취모니터링 요원들에 의해 매월 악취감지가 일어난 일수

를 의미한다. 감지횟수는 총 20개의 악취모니터링 지점에서 매일 이루어진 악취감지일수를 나타낸 것으로, 모든 지점에서 한 달 내내 악취감지가 이루어질 경우 총 600~620회가 된다.

월별 악취감지일을 살펴보면 악취모니터링이 시작된 6월의 경우 30일중 22일 동안 악취가

감지된 것으로 나타났으며, 7월부터 9월까지의 거의 한달 내내 감지된 것으로 조사되었다. 악취감지횟수의 경우 10월에 가장 낮은 38회였으며, 한여름인 7월에 107회로 최고치를 기록하였다. 이러한 결과는 환경기초시설이나 공단 지역 인근 주민들의 대다수가 악취의 영향권 하에 놓여 있음을 시사한다.

Table 1. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method from June to september 2008 in Iksan.

	June	July	August	September	October
Detection day	22/30	30/31	30/31	28/30	21/31
Detection No.	56/600	107/620	80/620	84/600	38/620
Rain day	14/30	18/31	14/31	8/30	5/31

Table 2~6은 악취모니터링 기간 동안 악취 강도에 따른 악취감지일의 빈도수를 지역별로 나타낸 것이다. 2008년 6월의 경우 모니터링이 시작되는 시점으로 모니터링 요원 교육과 설문지 작성 미숙 등의 이유로 모니터링이 전 지역에서 동시에 시작되지 못하였다. 이러한 이유로 마동과 영등동 지역의 경우 설문지가 회수되지 못하였으며, 다른 지역의 경우도 상대적으로 설문지 회수율에도 영향을 주었을 것으로 생각된다.

Table 2는 2008년 6월의 악취모니터링 설문결과를 정리한 것이다. 여기에서 지역별 악취감지빈도를 살펴보면 동산동 지역이 가장 많은 20회로 전체 감지빈도의 35.7% 수준이었으나, 약한 취기의 1~2도가 80%를 점유하였다. 이 지역에서 감지된 냄새의 유형은 거의 절반 이상이 하수구와 시궁창 냄새로 조사되었다. 이외에도 쓰레기, 가스, 화학약품 냄새 등이 감지되는 것으로 나타났다. 환경기초시설과 가장 인근에 위치한 신흥동 지역은 강한 취기

의 3도가 절반 수준이었으며, 자극적인 취기인 4도가 1회 감지된 것으로 조사되었다. 악취가 감지될 경우 한 가지 냄새만 나는 것이 아니라 쓰레기, 비린내, 퇴비, 시궁창, 화학약품 등 여러 가지 취기가 한꺼번에 발생하는 것으로 조사되었다. 악취 강도는 다른 지역에 비해 불쾌감을 느끼는 3도가 가장 많이 감지된 것으로 나타났다. 부송동의 경우 익산 제2산업단지와 가까운 거리에 위치하는데 약한 취기의 1도 감지빈도가 높았으며, 2~4도의 냄새도 감지되었다. 냄새의 유형은 주로 배출가스(매연)와 분뇨 냄새가 감지된 것으로 나타났다. 익산 제2산업단지 외곽에 위치한 팔봉동 기안아파트 지점은 화학약품이 6회로 가장 많이 감지되었고, 그 외에도 특이하게 진한 소나무의 송진향이 느껴져 불쾌감을 유발하는 것으로 조사되었다. 소나무향은 평소에 사람들에게 신선한 느낌을 주므로 거부감을 나타내지 않으나, 모니터링 요원들의 면담결과 2도 이상의 강도로 느껴질 경우 민감한 사람들에게는 불쾌감이나 두통까

지도 유발하는 것으로 조사되었다. 악취강도는 악취감지가 이루어진 총 56회 중 1~2도가 약 70%로 거의 대부분을 점유하였으며, 불쾌감을 느끼는 3도는 25% 수준이었다.

Table 3은 2008년 7월의 악취모니터링 설문결과를 나타낸 것으로 5개월의 모니터링 기간 중 가장 높은 발생빈도인 107회의 악취감지가 이루어졌다. 이것은 악취모니터링이 시작된 6월에 비하여 전 지역에서 설문지 회수가 가능한데다 시기적으로 본격적인 여름철이 시작된 계절적인 요인이 주요 원인으로 생각된다(전의찬 등, 2006a). 주요 냄새의 유형은 지역에 관계없이 분뇨와 화학약품 그리고 가스 냄새가 가장 많이 감지되었다. 신흥동의 경우 여러 날에 걸쳐 페인트와 화학약품 냄새가 분뇨취기와 섞여 동시에 발생한 것으로 조사되었다. 페인트 냄새의 경우 악취모니터링 요원의 인근지역에 위치한 자동차공업사의 작업공정이나 신축건물의 공사현장, 상가 리모델링 공정 등에 기인한 것으로 사료된다. 부송동의 경우에 아주 심한 축산분뇨 냄새와 전선 타는 냄새가 감지된 것으로 조사되었는데 축산분뇨의 경우 익산시 환경기초시설과 왕궁축산단지로부터 기인한 것으로 사료된다. 전선 타는 냄새의 경

우 자동차 오일이나 고무, PVC 제품 등을 임의 처리한데 기인한 것으로 추측된다. 특히 7월의 경우 6월에는 한 번도 기록되지 않았던 극심한 취기의 5도가 5회나 감지되었는데, 주요 냄새는 화학약품과 분뇨에 의한 것으로 조사되었다. 모니터링 참여자들의 면담결과 5도 취기를 느낄 경우 “수면 중에 냄새 때문에 잠을 깨고 창문을 모두 닫아도 다시 잠을 자기가 어려운 정도”라는 일치된 답변을 들을 수 있었다. 동산동의 경우 하루 종일 3~4도의 악취가 발생한 날이 3일이나 되는 것으로 조사되었는데, 화학약품과 가스냄새가 주를 이루었다. 지역별 악취강도를 살펴보면 부송동의 경우 약한 취기의 1도가 40% 수준이었으며, 최고 강도인 5도가 2회 발생한 것으로 기록되었다. 7월의 악취감지시간을 살펴보면 한밤(10~12시)이 30회로 가장 많았고, 아침(6~9시)이 23회, 다음이 새벽으로 조사되었다. 지역별 악취감지횟수가 가장 많은 부송동의 경우 한밤이 9회로 가장 많았으며, 아침 7회, 새벽 5회로 조사되어 전반적으로 악취감지시기가 유사한 것으로 나타났다.

Table 2. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method in June 2008 in Iksan.

Region		Donsan-dong	Sinbeung-dong	Busong-dong	Palbong-dong	Yeongdeung-dong	Ma-dong	Total
Frequency								
Detection day		20	13	11	12	-	-	56
Odor intensity	1	8	2	4	6	-	-	20
	2	8	3	2	6	-	-	19
	3	4	7	3	-	-	-	14
	4	-	1	2	-	-	-	3
	5	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method in July 2008

in Iksan.

Region Frequency	Donsan-dong	Sinheung -dong	Busong-dong	Palbong -dong	Yeongdeung -dong	Ma-dong	Total
Detection day	26	10	35	20	11	5	107
Odor intensity	1	7	3	15	12	2	41
	2	6	-	4	4	3	18
	3	5	3	10	2	6	28
	4	7	3	4	1	-	15
	5	1	1	2	1	-	5
Odor type	Chemicals Excreta	Paints Excreta	Excreta Paints	Chemicals Excreta	Excreta	Sewage	-

Table 4는 8월의 악취모니터링에 대한 설문 결과를 정리한 것으로 악취감지일수는 7월의 75% 수준인 80건이었다. 이것은 여름철 방학과 휴가기간으로 인해 악취모니터링 참여가 부진했던 것으로 생각된다. 특히 신흥동의 경우 6월과 7월에 각각 13회와 10회 악취 감지가 이루어진 반면, 8월의 경우 4건만이 보고되었다. 이는 모니터링 요원 중 일부가 학교 근무자인 경우도 있었는데, 면담결과 휴가기간에 타 지역에 머무른 것으로 확인되었다. 이러한 사례는 타 지역의 경우에도 나타나 상당수의 기록이 이루어지지 못한 것으로 생각된다. 그러나 8월 중 악취감지일수는 31일 중 30일인 것으로 조사되어 악취가 지속적으로 감지되고 있음을 알 수 있었다. 악취감지횟수는 다른 계절에 비해 높지 않았는데 모니터링 요원들이 휴가 등으로 인해 외부체류기간이 많았기 때문으로 사료된다. 이 기간에 감지된 냄새유형은 분뇨(정화조, 거름), 화학약품(가스, 페인트, 농약), 하수구(시공창), 쓰레기, 간장냄새 그리고 기타 등으로 조사되었다. 이중에서도 특히 분뇨 냄새가 전체 약 39%로 가장 많았으며, 화학약품이 25%를 점유하였다. 화학약품 냄새는

특히 새벽시간에 3~5도의 고강도로 발생하는 것으로 조사되었다. 화학약품과 가스냄새 등의 복합취기는 8월 중순부터 주로 한밤에 자주 감지된 것으로 나타났다. 이러한 냄새는 자동차 매연과 알코올류의 부패 그리고 천연가스나 LPG의 탄화수소화합물에 첨가된 부취제(odorant)에서 기인하는 것으로 사료된다. 부취제는 무색무취로 공급되는 가스에 감지할 수 있는 냄새가 나는 물질을 혼합한 것으로 일상 생활의 냄새와는 명확히 구분되어야 하며(한국 도시가스, 2009), 현재 메르캅탄과 환상황화물, 황화알킬 등이 사용되고 있다. 냄새감지시간은 전반적으로 한밤이 가장 빈번하였으며, 새벽과 아침, 저녁시간, 그리고 밤부터 다음날 아침 또는 오전까지 악취가 감지되었다. 분뇨 냄새의 경우 팔봉동과 부송동에서 각각 7, 8회 감지되었고, 화학약품 냄새는 각각 동산동 6회, 신흥동에서 4회 기록되었다. 영등동의 경우 특이하게 간장다리는 냄새와 유사한 취기가 감지되었다는 기록이 9회나 있었는데, 이 냄새는 알코올 · 케톤 · 알데히드 · 휘발성산 · 에스테르 · 페놀 등의 성분에 기인하며 맥주숙성 과정에서 배출되기도 한다.

Table 4. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method in August 2008 in Iksan.

Region Frequency	Donsan-dong	Sinheung -dong	Busong-dong	Palbong -dong	Yeongdeung -dong	Ma-dong	Total	
Detection day	28	4	18	11	14	5	80	
Odor intensity	1	12	-	8	7	8	4	39
	2	7	-	4	3	4	1	19
	3	7	1	5	1	2	-	16
	4	2	1	-	-	-	-	3
	5	-	2	1	-	-	-	3
Odor type	Chemicals Excreta	Paints Excreta	Excreta Paints	Chemicals Excreta	Excreta	Sewage	-	

Table 5는 9월의 악취모니터링에 대한 설문결과를 정리한 것으로 28일의 악취감지가 이루어졌고, 발생회수는 84회로 조사되었다. 이 시기에는 처음 모니터링 요원으로 선정된 참여자들 중 일부가 교체되었다. 처음부터 무보수로 참여한 모니터링 요원들의 경우 지속적인 설문 조사에 대한 열의가 떨어져 장기간에 걸친 모니터링 조사의 문제점으로 나타났다. 지역별 악취감지빈도를 살펴보면 동산동이 가장 많은 감지횟수를 기록하였으나, 악취강도는 약한 취기인 1도가 약 70%를 점유하였다. 부송동과 팔봉동의 경우에도 감지횟수는 증가하였으나, 취기강도를 고려할 경우 8월의 경우와 유사한 경향을 보이는

것으로 나타났다. 극심한 취기의 5도의 경우 8월에는 3건이었으나, 9월의 경우 감지되지 않은 것으로 나타났다. 감지된 냄새의 유형은 여름철과 유사하게 주로 분뇨, 화학약품, 쓰레기 등으로 조사되었다. 가장 많이 감지된 냄새는 분뇨로서 여기에는 가축분뇨 냄새까지 포함된 것이다. 매달 회수된 설문지의 내용에 따르면 가축분뇨에 대한 기록이 적게는 3회에서 많게는 12회까지 포함되어 있었다. 또한 다른 달에 비해 퇴비거름 냄새에 대한 감지기록이 증가하였다. 감지시간은 7, 8월과 비슷한 한밤(10~12시)이 가장 많았고, 다음으로 아침(6~10시) 순이었다.

Table 5. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method in september 2008 in Iksan.

Region Frequency	Donsan-dong	Sinheung -dong	Busong-dong	Palbong -dong	Yeongdeung -dong	Ma-dong	Total	
Detection day	25	8	23	18	8	2	84	
Odor intensity	1	17	1	11	9	2	1	41
	2	5	1	6	6	3	1	22
	3	3	4	4	3	3	-	17
	4	-	2	2	-	-	-	4
	5	-	-	-	-	-	-	-
Odor type	Excreta	Chemicals Excreta	Waste Excreta	Excreta	Foods Excreta	Excreta	-	
Occurrence time	Deep night	Morning	Deep night	Morning	Deep night	Deep night	-	

Table 6은 10월의 악취모니터링에 대한 설문결과를 정리한 것으로 악취감지일수와 감지횟수가 각각 21일과 38회로 나타나 5개월의 모니터링 기간 중 가장 낮은 것으로 나타났다. 이것은 낮은 기온과 건조한 날씨로 인해 유기물 등 악취원인물질의 부패가 억제되고 완전한 가을철에 접어들면서 달라진 계절적인 요인이 주요 원인으로 생각된다(전의찬 등, 2006a). 실제로 모니터링 참여자들과의 면담을 통해 10월 들어서 “요즘에는 냄새가 나지 않는다.”라는 답변을 들을 수 있었다. 악취감지빈도의 경우 9월의 45% 수준이었으며, 가장 많은 감지빈도를 나타낸 7월의 35% 수준에 불과하였다. 악취강도의 경우도 비교적 고강도인 3~4도의 발생횟수가 절반 이하로 낮아졌다. 전반적으로 악취강도 2도의 발생횟수가 다른 모니터링 기간에 비해 비교적 높은 편으로 6월과 유사한 경향을 보였다. 냄새의 유형은 주로 분

뇨(거름), 가스(화학) 냄새 등으로 분뇨 냄새의 경우 단독으로 감지되기 보다는 가스와 분뇨, 분뇨와 화학약품 냄새 등이 동시에 감지된 것으로 나타났다. 지역별로는 동산동의 경우 가축분뇨와 퇴비, 팔봉동의 경우 분뇨와 화학약품, 부송동의 경우 가스와 분뇨냄새가 동시에 다발적으로 감지된 것으로 나타났다. 시간은 대부분 한밤중(10~12시)이었으며, 다음으로 저녁시간대 순이었다. 그러나 팔봉동의 경우 새벽을 제외한 전 시간대에 걸쳐 고르게 취기가 감지된 것으로 나타났다. 부송동과 팔봉동의 경우 고강도 냄새감지빈도가 9월에 비해 낮은 것으로 조사되었는데, 이것은 앞에서 언급한 계절적인 기상조건 이외에도 공단 내 악취민원의 주원인으로 제기되었던 사업장에서 이루어진 악취방지시설 개선에 의한 영향이 반영된 것으로 생각된다.

Table 6. Odor monitoring data obtained from direct olfactory method in October 2008 in Iksan.

Region		Donsan-dong	Sinheung-dong	Busong-dong	Palbong-dong	Yeongdeung-dong	Ma-dong	Total
Frequency								
Detection day		15	1	8	8	2	4	38
Odor intensity	1	7	-	4	4	-	1	16
	2	7	-	1	4	1	1	15
	3	1	-	3	-	-	2	6
	4	-	1	-	-	1	-	2
	5	-	-	-	-	-	-	-

결과적으로 2008년 6월부터 10월까지 5개월의 모니터링 기간 동안의 지역별 악취감지횟수를 정리해보면 냄새발생빈도가 가장 높은 지역은 동산동과 부송동 그리고 팔봉동 순으로 나타났다. 여기에서 감지빈도의 경우 각 지역에 참여하는 모니터링 인원수에 따라 차이를 보일 수 있기 때문에 본 연구에서는

동산동 5명, 부송동 4명, 팔봉동 4명 등으로 배치하여 가급적 모니터수에 따른 영향을 배제하고자 하였다. 월별 발생횟수의 차이가 큰 지역은 부송동과 신흥동으로 이것은 8월의 경우 하절기 휴가기간 동안 모니터링 요원이 타 지역에 머무는 시간이 많았기 때문인 것으로 사료된다. 냄새는 주로 분뇨, 화학

약품, 하수구, 거름, 쓰레기 취기인 것으로 감지되었었다. 또한 거의 모든 지역에서 축산분뇨를 포함한 분뇨 냄새가 감지된 것으로 나타났다. 특히 부송동 지역의 경우 축산분뇨 취기에 대한 언급이 많았으며, 다음으로 신흥동, 동산동 지역 순이었다. 여기에서 모든 모니터링 지역에서 축산분뇨가 감지된 것은 익산시 관내의 주거지역과 인접한 신흥동의 환경기초시설과 부송동·영동동의 주거지역과 인접해 있는 산업단지 이외에 왕궁, 춘포, 오산 등에서 발생하는 축산분뇨의 영향권에 있음을 시사한다. 이러한 내용으로 미루어 익산시 환경기초시설과 산업단지가 인근 주거지역의 악취발생에 대한 주요 발생원이라 할지라도 그 이외의 다원적인 발생원의 영향을 받고 있는 것으로 생각된다. 따라서 익산시 악취관리 대상지역을 익산환경기초시설과 산업단지만으로 제한하기에는 한계가 있는 것으로 사료되며, 보다 다양한 악취발생원을 대상으로 기상자료 수집과 함께 지속적인 악취실태조사가 필요하다고 하겠다.

또한 직접관능법에 의한 악취모니터링은 악취관리가 요구되는 지방자치단체에서 소규모의 예산으로 인해 지속적인 악취실측이 곤란한 경우 악취실측시점에 대한 매우 중요한 정보를 제공할 수 있다. 즉, 악취모니터링에 따르면 주로 고감도 악취가 한밤중이나 이른 아침에 감지되었기 때문에 민원 발생에 따른 악취실태를 파악하기 위해서는 이러한 시점을 고려하여 악취실측을 하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 악취모니터링 과정에서 고감도 악취감지시 악취분석기관으로 하여금 악취실측이 이루어질 수 있도록 무선전화기 또는 문자전송을 이용한 연락망을 구축한 후 측정시점에 대한 정보를 제

공하였다. 이 경우에 고감도 악취발생에 따른 악취원인물질에 대한 정량적인 자료 축적이 가능하기 때문에 재정자립도가 낮은 지방자치단체에서 최소비용으로 악취 민원에 대한 효과적인 대응이 가능하게 된다. 결과적으로 시민들을 대상으로 한 관능법에 의한 악취모니터링의 경우 악취관리가 요구되는 소규모의 지방자치단체에서 악취관리를 위한 하나의 관리방안이 될 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 악취모니터링에 따른 고농도 악취발생이 감지되거나 예측시 발원지의 부지경계선에서 악취실측이 이루어질 경우 최소비용으로 악취배출원에 대한 복합악취 및 지정악취물질의 배출허용기준 준수여부에 대한 자료 확보가 가능하고 이를 토대로 악취발생원의 배출원 관리 및 저감방안 수립에도 기여할 수 있게 된다. 또한 악취발생지역의 지역주민 및 환경관련단체와 공동으로 실시하게 될 악취모니터링 제도의 경우 포괄적이고 신속한 악취발생현황 및 피해정도를 파악하게 함으로써 행정기관에서의 제한된 악취감시업무에 대한 보완 기능으로 활용할 수 있게 된다.

악취모니터링 운영에 따른 문제점으로는 참여자들의 주 생활공간에 따른 차이가 발생한다는 것이다. 예를 들면 산업단지 근무자들의 경우 거의 대부분이 냄새가 감지되지 않은 것으로 조사되었었다. 이것은 오랫동안 일정한 작업환경에 노출되어 익숙해짐으로써 냄새 감지가 이루어지지 않은 것으로 사료된다. 또한 여러 차례의 면담결과 모니터링 요원들이 일상생활을 하면서 악취가 발생한 시점의 기상조건들과 냄새 유형을 구분하는데 애로사항이 많은 것으로 조사되어 이에 대한 보완도 필요한 것으로 나타났다.

이외에도 관능법에 의한 악취모니터링 자료의 신뢰성 확보와 악취모니터링망의 효율적인 관리를 위하여 설문지를 작성하여 회수하는 대신 인터넷 웹을 기반으로 한 악취모니터링망을 구축하여 실시간으로 이루어지는 것이 보다 바람직한 것으로 사료된다. 오늘날 일상생활에서 제기되는 민원은 지자체 홈페이지를 이용한 방법이 대부분을 차지하고 있기 때문에 인터넷을 이용한 악취모니터링 시스템의 경우 매우 효과적인 관리수단이 될 수 있을 것이다. 여기에는 민원을 제기한 일시와 악취가 지속된 시간, 악취종류, 그리고 감지된 악취의 강도 등을 기록할 수 있어야 한다. 또한 악취는 기상조건에 따라 주변지역에 미치는 영향에 차이가 있기 때문에 신뢰성 있는 기상자료 확보는 매우 중요하게 된다(김유근 등, 2007; 전의찬 등, 2006b; 김유근 등, 2003). 관측된 기상자료는 악취 민원 발생에 대한 적절한 대응이 가능하게 되며, 이를 통하여 악취배출사업장의 악취저감을 유도하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 결과적으로 기상관측과 함께 악취센서가 채용된 악취모니터링시스템을 이용하여 악취물질에 대한 실시간 모니터링을 도입할 경우 보다 효과적인 악취관리 및 예측이 가능하게 될 것이다(나경호 등, 2007; 이효정 등, 2006).

2. 기상조건에 따른 악취발생특성

악취모니터링이 시작된 2008년 6월중 동시다발적으로 여러 지역에서 악취감지가 이루어진 시점은 21, 23, 25일로 기상조건은 모두 기온이 20℃ 이상으로 비가 오거나 구름이 많은 날이었다. 6월에는 기상장비가 설치되기 전으로 기상조건에 따른 자료해석은 이루어지지 못하였다.

7월에는 11일(8지점)과 5, 8, 12일(7지점)에 동시다발적으로 여러 지역에서 악취감지가 이루어진 것으로 나타났다. 당시의 기상조건을 살펴보면 습도는 60~90% 수준으로 변화가 크고 날씨는 흐리거나 비가 내리는 것으로 나타났다. Fig. 2는 2008년 7월 동안 신흥초등학교 옥성에 설치된 기상관측장비에 의해 얻어진 주요 기상요소를 나타낸 것이다. 이 기간에 강한 취기의 악취감지는 주로 밤과 저녁시간대에 나타났는데, 기상조건을 살펴보면 습도는 80~90%이었으며, 풍속은 1 m/sec 수준이었다. 또한 악취감지빈도가 높은 동산동, 부송동, 팔봉동 지역이 익산환경기초시설이나 산업단지로부터 영향을 받았을 경우 바람이 동풍, 남동풍, 남풍이 불어야 하는데, 기상자료의 분석결과 이러한 풍향을 갖는 것으로 나타났다. 부송동 지역에서 강한 취기의 4~5도가 감지된 시점은 3, 8, 11, 12일인데, 당시의 악취감지시점에서 풍속은 0.5 m/s 이하이고 습도는 90% 이상이며, 풍향은 남풍 및 동풍이 우세하였다.

8월에는 28일(6지점), 4일과 27일(5지점)에 악취가 동시다발적으로 감지되었는데, 이 기간의 기상조건은 하루 중 습도 변화가 7월과 마찬가지로 50~90%로 크고, 풍속은 0~3.5 m/sec이었으며, 낮 동안에는 바람의 방향이 일정하지 않았다. 그러나 강한 취기가 감지된 시간은 저녁부터 새벽까지로 날씨는 동풍과 남동풍이 우세하였으며, 풍속의 경우 0.5 m/sec 이하인 것으로 나타났다.

9월에는 8, 12, 16, 19일에 상대적으로 악취감지기록이 많았는데, 이 기간의 기상조건은 습도 38~88%, 기온 19~33℃, 풍속 0~4.0 m/sec로 그 편차가 큰 것으로 나타났다. 악취가 감지된 저녁부터 아침까지의 기상조건

은 습도 80% 이상, 풍속은 0.5 m/sec 이하이고, 주 풍향은 동풍과 남동풍이었다. 전체 악취감지빈도 중 3~4도의 취기가 75% 이상 감지된 신흥동에서 악취감지시점인 1, 12, 16일 아침의 기상조건은 습도 80% 이상, 풍속 0.5 m/sec 이하로 풍속이 느리고, 동풍과 남동풍이 약하게 부는 경우 화학약품 냄새가 주로 감지된 것으로 나타났다. 팔봉동의 경우에도 악취가 감지될 때 기상조건은 위에서와 마찬

가지로 90% 이상의 습도와 낮은 풍속 그리고 동풍과 남풍이 우세한 것으로 나타났다.

10월에는 8일 한밤중에 동시에 가장 많은 지점에서 악취감지가 이루어졌는데, 이 시점의 기상요소를 살펴보면 기온 15~20℃, 풍속 0.5 m/sec 이하, 습도 80% 이상, 주풍향이 남동풍과 동풍으로 나타나 9월의 악취발생시점과 유사한 기상조건을 나타내었다.

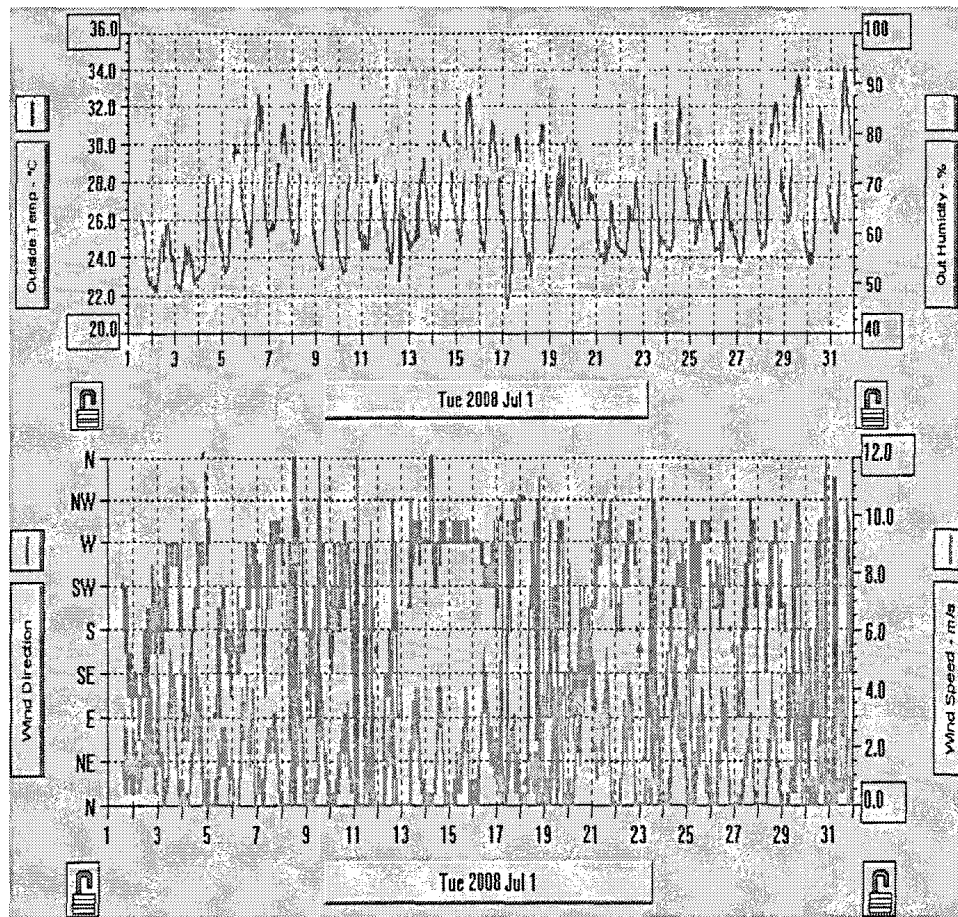


Fig. 2. Meteorological conditions in July 2008 in Iksan.

IV. 결론

여름철에 상시적으로 악취 민원이 제기되고

있는 익산지역에서 저비용에 의한 악취관리 방안으로서 직접관능법에 의한 악취모니터링을 2008년 6월부터 10월까지 5개월 동안 환경기초 시설과 산업단지 인근 주민들을 대상으로 시도 하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 악취감지빈도는 동산동 > 부송동 > 팔봉동 순으로 조사되었다. 동산동과 팔봉동의 경우 모니터링 기간 동안 거의 비슷한 악취감지횟수를 나타낸 반면, 부송동의 경우 7월의 감지횟수가 8월에 비해 3배 정도 높게 나타났다. 월별로는 7월에 107회로 가장 많이 감지되었으며 9월 84회, 8월 80회, 6월 54회, 10월 38회로 조사되었다.
2. 감지된 냄새는 주로 분뇨, 화학약품, 하수구, 기름, 쓰레기 취기 등으로 나타났으며, 거의 모든 지역에서 축산분뇨를 포함한 분뇨 냄새가 감지되었다. 이것은 익산시 주거지역과 인접한 금강동의 환경기초시설과 부송동 · 영등동의 주거지역과 인접해 있는 산업단지 이외에 왕궁, 춘포, 오산 등에서 발생하는 축산분뇨의 영향으로 추정되며, 정확한 실태파악을 위해서는 이들 지역을 포함한 광범위한 모니터링 구축과 함께 익산시 관내 악취발생원의 공간분포에 대한 체계적인 조사가 필요한 것으로 나타났다.
3. 자극적인 냄새가 감지된 시점은 거의 모든 지역에서 주로 저녁 이후부터 다음날 아침까지로 나타나 악취 민원 발생에 따른 실태파악을 위해서는 악취방지법에서 규정하고 있는 복합악취 또는 지정악취물질의 실측이 가급적 한밤중이나 이른 아침에 이루어지는 것이 바람직한 것으로 조사되었다. 강한 취기가 감지된 시점의 기상조건은 습도가 80~90% 이상으로 높고, 풍속은 0.5~1 m/sec 이하이며, 주 풍향은 동풍 · 남동풍 · 남풍 등인 것으로 나타났다.
4. 직접관능법에 의한 악취모니터링 자료의 신뢰성 확보와 효율적인 관리를 위해서는 설문지

를 작성하여 회수하는 대신 인터넷을 이용한 웹기반의 악취모니터링망 구축이 바람직하고, 이 경우 실시간으로 악취실태조사와 평가가 가능하게 된다. 또한 기상관측과 연계한 실시간 악취모니터링시스템이 도입될 경우 보다 효율적인 악취관리 및 저감대책 수립이 가능한 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 2008년도 전북환경기술개발센터의 조사연구사업으로 이루어졌으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김유근, 이영미, 이평근 : 울산지역 악취발생과 관련한 기상특성, 한국대기환경학회 2003년 춘계학술대회논문집, 308-309, 2003.
2. 김유근, 강재은, 박상현, 송상근, 박홍재, 정성욱 : 산업단지 주변의 악취물질 농도 분포와 기상조건과의 관계, 한국대기환경학회 2007년 환경공동학술대회 초록집, 1660~1663, 2007.
3. 나경호, 박용출, 장영기 : 바람장 및 Fingerprint를 이용한 악취추적기법 활용가능성 평가, 한국대기환경학회지 제23권 제1호, 1-13, 2007.
4. 양성봉, 김석만 : 악취관리제도의 국가간 비교연구, 한국대기환경학회지 16(1), 79~87, 2000.
5. 이진현, 강희숙, 김병빈 : 석유화학공단과 화력발전소 주변지역 주민들이 인식하는 악취발생과 건강영향의 관련성 연구, 한국환경보건학회지, 33(2), 83~91. 2007.
6. 이효정, 동종인, 강경희, 서성석, 임성택, 권오준 : 시흥지역 악취원 분포파악 및 악취예고제 적용을 위한 기초 연구, 한국대기환경학회 2006년 춘계학술대회논문집, 382~

- 383, 2006.
7. 익산시 홈페이지 : 전자민원창구,
<http://www.iksan.go.kr/cms/cms.bogo?siteid=IKSAN&menuid=MENU03060000&setupid=IKSAN030600>, 2009.
 8. 전북지역환경기술개발센터 : 익산시 대기중 중금속 및 악취 오염도 조사, 2005.
 9. 전북지역환경기술개발센터 : 전북지역 산단 (전주, 군산, 익산, 완주)의 악취 및 VOCs 관리방안수립을 위한 조사연구, 2004.
 10. 전북지역환경기술개발센터 : 전북지역 산업단지(전주,익산) 대기환경 모니터링, 2003
 11. 전북지역환경기술개발센터 : 전주/익산 지역 산업단지 악취 및 유해 대기 오염물질 발생원 조사, 2001.
 12. 전의찬, 사재환, 김선태, 홍지형, 김기현 : 생활악취 배출원의 악취 배출 특성 연구, 한국대기환경학회지22(3), 337~351, 2006a.
 13. 전의찬, 윤석경, 박종호, 구윤서, 김성태, 김대회, 박강호 : 공단지역 악취 민원 및 모니터링의 시·공간적 특성과 기상인자와의 상관관계 분석, 한국대기환경학회 2006년 춘계학술대회논문집, 63~64, 2006b.
 14. 정의석 : 직·간접관능법을 응용한 악취평가방법 및 해석에 관한 연구, 대전대학교 대학원 박사학위논문, 2004.
 15. 조정구, 송복주, 홍승기, 장서윤, 김조천, 김지용, 김기준 : 부산광역시 악취발생 지역의 연속 감시시스템 구축사례 및 결과에 대한 연구, 한국대기환경학회 2005년 추계학술대회논문집, 146~147, 2005.
 16. 한국도시가스 홈페이지 : 도시가스용어사전 <http://www.hjcgas.com/gasinfo/gasdictio n/gasdictio n.asp?SearchCHAR=B>, 2009.