

## 부산지역 도심 하천의 악취 분포 특성 연구 - 사상구 지방하천 중심으로 -

임용승<sup>†</sup> · 유숙진  
산업환경과

### Study on Distribution Characteristics of Odor Compounds at Local Rivers in the Busan Sa-Sang

Im Yong-seung<sup>†</sup> and You Sook-jin  
Industrial Environment Division

#### Abstracts

The results of this study are as follows: At local rivers of Samrakcheon upstream, medium and downstream in Sa-Sang Gu, Dilution threshold of complex odors was ranged from 4 to 14 times, Gamjeoncheon 4 - 6 times, and Hakjangcheon 4 - 8 times, The Clean Air Act emission standards established by law does not exceed 15 times, Also four species of sulfur compounds were detected in lower than emission standards of industrial area.

Samples collected after passing through the reactor experiment, The concentration of hydrogen sulfide and methyl mercaptan do not detected but concentration of dimethyl sulfide(DMD) and dimethyl disulfide(DMDS) detected each 0.84 ppb and 0.05 ppb in Samrakcheon and each 1.64 ppb, 0.14 ppb in Gamjeoncheon detected in trace amounts.

To identify the results of this study, we conducted the statistical analysis such as question investigations from the residents near the river. As a result of question investigations, "more many of those who felt" is 50 % at Samrakcheon, Gamjeoncheon is 57 %, Hakjangcheon is 74 %, More than 50 % of the residents to live near the river and to use the rivers have received the discomfort of the river odor.

Through the statistical analysis, we improve the result of this study about the odor of questions from the people. To reduce odor near the river, more than half the people want to conduct "the basic method of prevention from sewage water and waste water odor" As the preferred measures.

**Key words** : dimethyl sulfide(DMD), dimethyl disulfide(DMDS)

## 서 론

사상구는 1995년 3월 부산 북구 관할에 있던 삼락동, 모라동, 괘법동, 감전동, 주례동, 학장동, 엄궁동 지역을 분할하여 발족되었고 사상구내에 있는 사상공단은 1975년 부산 최초의 지방공업단지

로 철강금속(주물, 금속열처리, 도금), 석유화학(도료), 신발고무 등의 다양한 업종이 상주하고 있으며, 사상구의 총 세대수는 96,373세대, 인구는 250,424명으로 1개의 국가하천(낙동강), 삼락천, 감전천, 학장천 3개의 지방하천, 3개의 소하천(구덕천, 운수천, 운산천)과 2개의 우수지(감전 및 엄궁 우수

<sup>†</sup> Corresponding author. E-mail : im3632528@korea.kr  
Tel : +82-51-309-2933, Fax : 82-51-309-2739

지)를 가지고 있다.<sup>1,2)</sup>

사상구의 도심 지방하천을 중심으로 하여 악취 오염을 유발시킬 수 있는 여러 업종의 영세업체와 주민이 거주하는 주거지역이 완전히 따로따로 분리되어 있지 않고 혼재된 상태로 분리 오·폐수관이 완전하게 설치되어 있지 않는 곳이 많아, 이러한 업체와 주거지역에서 발생된 생활하수와 폐수가 적절한 처리를 거치지 않고 도심 지방하천으로 유입되어 지방하천 주변의 산책로와 운동할 수 있는 휴식 공간을 하천 주변에 거주하고 있는 주민들이 많이 이용함에 따라 하천변에서 발생하는 불쾌한 냄새(악취)에 많은 고통과 불안감을 호소하고 있는 실정이다. 따라서 부산광역시와 해당 사상구에서는 국비 및 시비 등의 예산을 확보하여 삼락천과 감전천에 대해서는 “낙동강살리기 43공구 사업추진”, 학장천은 “고향의 강” 사업추진으로 오염으로 몸살난 지방하천을 깨끗하고 주민들의 휴식공간이 될 수 있는 건강한 생태하천으로 복원시키기 위해 공사를 하였거나 진행 중에 있다.

악취는 인간의 감각을 자극하여 불쾌감과 함께 혐오감을 유발하는 물질이라 할 수 있으며, 현재까지 알려진 물질도 수십만 가지가 넘는 냄새를 발생할 수 있는데 이들 중 악취물질은 인체에 직접적인 피해보다는 심리적 또는 정신적인 피해를 끼치기 때문에 감각공해 물질이라고 할 수 있고,<sup>3)</sup> 또한 악취영향권에 있는 거주지역 주민의 관점에서 보면 악취유발 물질종류와 유해성이 검증되지 않은 상황에서 불안감이 높을 수밖에 없다.

이러한 악취 고통 문제는 해당지자체의 민원으로 이어져 특히 악취 단속 요구 민원이 해마다 꾸준히 증가하는 추세이고 이에 따라 해당 지자체에서도 악취저감을 위해 유관기관과 합동으로 악취배출사업장에 대한 지도점검 강화, 주요 악취배출 사업장에 대한 지속적인 기술지원 홍보 및 시설개선 악취

민원 유발지역에 상시 악취모니터링시스템 구축, 하천바다에 쌓인 퇴적물 준설과 부족한 하천유지 용수를 증가시키기 위해 낙동강에서 물을 끌어와 공급하는 등의 생태하천 조성으로 악취를 감소시키려는 노력을 하고 있다.

그러나 현재까지의 대부분의 연구는 악취배출사업장과 부지경계선을 중심으로 발생되고 있는 악취 원인물질에 대한 다양한 분석 기법 및 발생원 추적 조사 등에 많은 연구가 되어 있으나<sup>3,8)</sup>, 지역 주민들 생활의 질 향상을 위해 도심하천 주변에 만들어진 공원 및 휴식공간을 갖춘 도심하천변에서 악취원인 물질 발생 및 특성 파악에 대한 조사·연구는 많이 진행되어 있지 않은 상태이다.

따라서 본 연구는 사상구의 영세공장 및 주거지역을 통과하여 낙동강으로 최종 유출되는 도심하천인 삼락천, 감전천과 학장천변의 상, 중, 하의 3개 지점에서 복합악취 및 황화합물 4종의 발생량 분포 특성 조사, 하천수에서 악취를 유발시키는 황화합물의 발생량과 황화합물 발생과 밀접한 관계가 있는 수질 인자들과의 비교를 통한 악취 원인물질의 발생 상관성 조사, 하천을 자주 찾는 지역주민들의 현장 설문조사를 통해 하천변의 주된 악취발생원이 어디에서 기인되고 있는지, 향후 도심하천을 생태하천으로 변경함으로써 악취오염의 증·감 변화 추이에 대한 지역주민들이 가지고 있는 생각들을 제시함으로써 해당 지자체가 도심하천을 대상으로 악취방지 사업 수행 시 필요로 하는 자료 제공 및 도심하천에서 발생한 악취 민원 해소에 도움이 되고 자함에 있다.

## 재료 및 방법

### 시료채취

사상구의 도심지를 통과하여 최종적으로 낙동강

으로 흘러 들어가는 지방하천인 삼락천, 감전천과 학장천 3개소에서 각각 상류, 중류, 하류 3개 지점을 선정하여 흐르고 있는 하천수에서 가장 근접하고 악취시료 채취가 가능한 위치에서 악취 시료 포집기를 이용하여 시료를 채취하였다. 9개 지점의 악취 시료채취 지점과 위치는 Fig. 1과 같이 삼락천은 A-1(상류), A-2(중류), A-3(하류)이고 감전천은 B-1(상류), B-2(중류), B-3(하류)이고 학장천은 C-1(상류), C-2(중류), C-3(하류)이다.

악취 시료채취 지점의 시료채취시의 채취시간,

온도, 풍속, 풍향, 습도는 Table 1에 나타내었다. 악취 시료채취는 악취가 가장 심할 것으로 생각되고 온도가 높은 월인 2013년 7월, 8월과 10월, 총 3회에 걸쳐 복합악취 및 황화합물 4종에 대해 악취공정시험방법<sup>9)</sup>에서 요구하고 있는 시료채취 방법에 따라 에이스 앤(ACEN : Always Clean Environment) 제품의 진공 흡입상자를 이용하여 진공이 걸린 상태에서 악취 시료를 햇빛이 투과되지 않는 테드라 백 10 L에 5 min 이내에 순간 포집하여 복합악취 및 황화합물 분석용으로 사용했다.

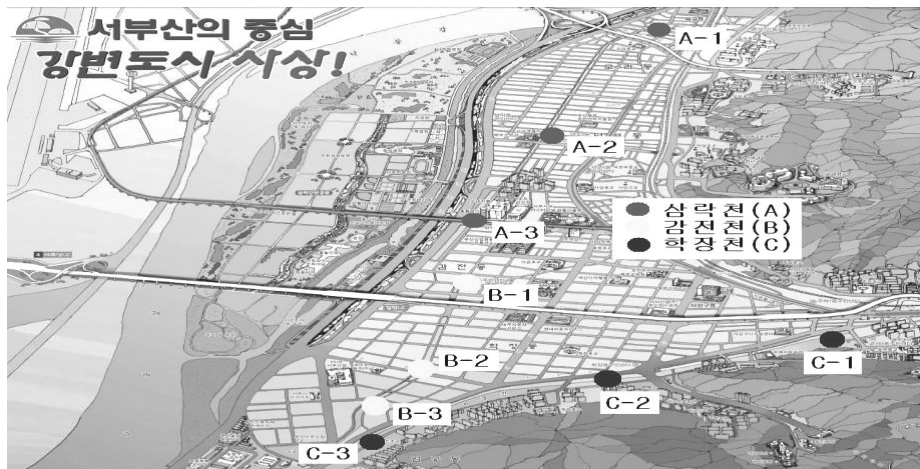


Fig. 1. Sites of sampling in local rivers of Sa-Sang Gu.

Table 1. Climate conditions of sampling site

Site	1st(7/9)					2nd(8/26)					3rd(10/16)				
	ST (hr:min)	Temp. (°C)	WV (m/s)	WD	Hum. (%)	ST (hr:min)	Temp. (°C)	WV (m/s)	WD	Hum. (%)	ST (hr:min)	Temp. (°C)	WV (m/s)	WD	Hum. (%)
A-1	14:18	30.4	1.8	WNW	64.7	13:05	31.6	0.7	NNE	47.2	11:20	18.6	1.9	ENE	35.2
A-2	14:41	29.5	3.1	WNW	67.5	12:55	30.8	1.2	NNE	50.7	11:07	18.6	1.6	NE	34.8
A-3	15:00	29.2	1.4	WNW	68.0	12:48	30.5	1.2	NNE	50.7	10:52	18.1	1.6	ENE	36.3
B-1	13:33	30.7	2.8	WNW	62.2	9:46	28.0	1.3	NNE	65.3	10:47	18	1.7	NNE	35.0
B-2	13:20	29.4	3.5	WNW	64.0	12:37	29.6	1	NNE	53.0	10:37	16.2	3.1	ENE	39.7
B-3	13:12	29.0	3.8	W	71.0	12:28	29.2	1.3	SSE	54.8	10:22	18.6	2.8	ENE	33.7
C-1	15:40	29.2	1.5	W	68.1	11:38	29.3	1.2	SSE	53.1	10:00	17.6	1	ENE	35.1
C-2	15:27	29.2	1.8	W	69.7	11:28	29.5	1	S	58.5	9:46	16.9	0.9	ENE	37.0
C-3	15:17	30.6	1.9	WNW	66.4	11:10	29.2	1.1	SE	64.3	9:35	16.5	0.8	ENE	44.9

ST : Sampling time, WV : Velocity of wind, WD : Direction of wind, Hum. : Humidity

### 복합악취 및 황화합물 분석

악취공정시험방법<sup>9)</sup>에 따라 채취된 시료는 검은 비닐봉지(100 L)에 담아 신속하게 실험실로 이송 후 악취물질[복합악취(1), 황화합물(4)] 5항목을 공기 희석관능법과 TD/GC(PFPD) 분석기기를 이용하여 분석하였다. 시험데이터의 정확성을 기하기 위하여 악취공정시험방법에서 요구하고 있는 내부정도 관리[최소검출한계(7회 표준편차×3.14)측정 값 0.2 ppb이하 등]로 분석기기가 최상의 안정된 상태가 되도록 하여, 악취시료 채취 후 적어도 48시간 이내에 모든 분석을 완료하였다.

#### 1) 복합악취

환기장치가 설치되어 있고 통풍이 원활한 방에서 주사기로 시료가 담긴 10 L 테트라 백에서 적당량의 시료를 빼낸 다음 3배수의 희석배수(부지경계선 : 10배부터 시작)가 되도록 한 시료 희석주머니(3 L)를 5명의 판정요원에 의해 관능시험방법으로 희석배수를 판정하였다.

#### 2) 황화합물 분석

분석에 사용된 표준가스는 (주)리가스에서 구입한 것으로 황화합물 4종[Hydrogen sulfide( $H_2S$ ),

Methyl mercaptan( $CH_3SH$ ), Dimethyl sulfide (DMS), Dimethyl disulfide(DMDS)] 농도가 각각 10 ppm인 것을 10 ppb로 희석하여 사용하였다. 분석 장비는 저온농축 열탈착기인 TD(Unity 2, Markes Ltd. UK)와 황화합물 전용 검출 디텍트가 장착된 가스크로마토그래피인 GC/PFPD(Bruker 456-GC, USA)를 사용하였다. 기기의 분석 조건을 Table 2에 나타내었다.

#### 반응조 장치

하천수내에 황화합물이 어느 정도 포함되어 있는지를 조사하기 위해 Fig. 2와 같은 20 L 반응조에 각 하천의 하류에서 채취한 하천수 10 L을 넣고 외부에서 공기 출입이 없도록 봉한 후 공기주입기(DK-

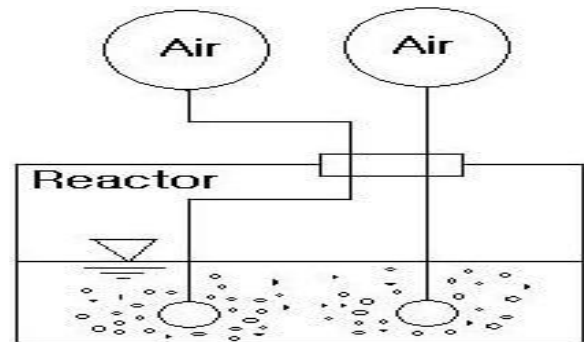


Fig. 2. Air injection Reactor using river water.

Table 2. Summary of analytical method.

Target compound	Instrument	Analytical conditions
Sulfur Compounds	GC/PFPD (Bruker 456-GC)	Column : CP-Sil 5(60 m×0.32 mm×5 μm) Column flow : 2.2 mL/min(18 psi) Oven condition : 80 °C(5 min) → 8 °C/min → 150 °C(5 min) Carrier gas : $H_2$ (14 mL/min)
	TD (Markes Unity 2)	Cold trap : Sulfur trap Sampling flow : 50 mL/min Flow path temp. : 80 °C, Hold time : 5 min Trap low temp. : -15 °C, Trap high temp. : 250 °C Carrier gas : $N_2$

※ GC/PFPD(Gas Chromatography/Pulsed Flame Photometric Detector), TD(Thermal Desorber)

3000, Dae Kwang)로 30 min 동안 충분히 공기를 주입하여 하천수내에 포함된 악취성분들을 탈리시킨 후 테드라 백(10 L)으로 반응조 상층 대기 부분을 채취하여 황화합물 분석을 하였다.

각 하천 하류의 수질 채취시 현장수질 측정기(Ysi 556 MPS, US)를 이용하여 수온, DO, pH, 전기전도도를 현장에서 즉시 측정하였고 시료채취 후 실험실로 이동하여 즉시 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)과 총유기탄소(TOC)를 측정하여 황화합물과의 상관성 여부를 조사하였다. 황산이온은 Ion Chromatography(Dionex ics-3000, US), 총유기탄소는 TOC Analyzer(Tekmar Apollo 9000, US)로 분석하였다.

### 설문조사

지방하천인 삼락천, 감전천, 학장천에 대한 “악취를 느낀 경우가 있는지” 등의 하천악취에 관해 주민들의 생각은 어떤지를 알기 위해 설문조사를 실시하였다. 조사항목은 삼락천과 감전천은 11항목, 학장천은 10항목을 선정하여 각 하천마다 20명씩 총 60명을 대상으로 했다. 삼락천은 하천주변으로 공장과 주거지가 혼재해 있고 하천변이 차 도로로 연결되어 있어 하천변으로 왕래하는 사람이 적어 공장에서 일하고 있는 직원과 주거지를 직접 방문해서 설문조사를 하였고 감전천도 삼락천과 주변 상황이 비슷하지만 삼락천과 다르게 하천주변으로 대부분 공장지대이기 때문에 업체에서 근무하고

있는 직원들을 대상으로 했다. 반면 학장천 주변은 주민들이 운동과 산보를 할 수 있도록 제방으로 된 흙길이 학장천을 따라 만들어져 있고 해당 지역의 주민들이 이곳을 많이 이용하고 있으므로 운동 및 산보를 하고 있는 해당 지역 주민들을 대상으로 설문조사를 하였다.

## 결과 및 고찰

### 지방하천변의 악취물질 특성

지방하천인 삼락천, 감전천과 학장천의 상류, 중류, 하류에서 각각 시료를 채취하여 공기희석 관능법으로 복합악취를, 황화합물 4종은 TD/GC-PFPD로 분석하였으며 결과는 Table 3에 나타내었다. 시료채취 당시 삼락천과 감전천은 “낙동강살리기 43공구 사업추진”이 거의 마무리 되는 상태였고 학장천은 “고향의 강” 사업추진이 아직 진행되지 않은 상태였지만 10월 16일 시료 채취시에는 사업이 진행되는 시점이었다.

삼락천(A-1 - A-3)의 복합악취 희석배수는 최소 4배에서 최고 14배였고 감전천(B-1 - B-3)은 최소 4배에서 최고 6배, 학장천(C-1 - C-3)은 최소 4배에서 최고 8배로 악취방지법의 부지경계선에서 정하고 있는 배출허용기준 15배를 초과하지 않았다.

최고농도 희석배수를 기준으로 복합악취 평가 시 삼락천 14배, 학장천 8배, 감전천 6배로 하천주변으

**Table 3.** The detected concentration of each item in the local rivers

(Unit : ppb)

Components	Odor Threshold	Sampling sites								
		A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
DRVTL(Unit : DT)	-	5 - 10	4 - 14	5 - 8	4 - 6	5	4 - 5	4 - 6	5	4 - 8
Hydrogen Sulfide	0.41	0.69 - 48.45	ND	ND - 0.70	ND - 0.45	ND	ND - 0.01	ND	ND - 0.22	ND - 1.27
Methyl Mercaptan	0.070	ND - 2.78	ND - 0.04	ND	ND - 0.06	ND - 0.05	ND - 0.52	ND - 0.04	ND - 0.03	ND - 0.08
Dimethyl Sulfide	3.0	ND - 1.30	ND - 1.16	0.03 - 1.03	ND - 0.95	ND - 0.94	ND	ND - 0.93	ND - 0.95	ND - 0.95
Dimethyl Disulfide	2.2	ND - 0.20	ND - 0.22	ND - 0.21	ND - 0.21	ND - 0.20	ND - 1.88	ND - 0.21	ND - 0.21	ND - 0.21

DRVTL : Dilution Ratio Values of the Threshold Limit(복합악취), ND : Not Detected, DT : Dilution Threshold(희석배수)

로 공장, 축산물시장과 주거지역이 혼재해 있는 삼락천이 가장 높게 나타난 반면 하천주변으로 거의 공장만 들어 서 있는 감전천변의 복합악취 농도는 가장 낮은 희석배수를 보였다. 삼락천의 복합악취 최고 희석배수는 7월 9일 중류(사상경찰서 앞)에서이며 이 당시 공사가 완전히 끝나지 않은 상태로 이 구간에서는 일부 공사가 진행 중에 있었으며 상류에서 강우에 의해 밀려 내려온 쓰레기가 일부 부유해 있고 하천바닥에서 준설된 퇴적물이 하천변을 따라 쌓여 있는 상태에서 시료를 채취한 결과로 보여 진다. 또한 8월 26일 상류(낙동강물 유입지점) 지점에서 복합악취 희석배수가 10배로 다른 지점에 비해 높게 나타난 것은 낙동강물이 유입되면서 낙차에 의한 심한 포기에서 발생된 악취와 상류 하천변에 집중적으로 형성되어 있는 축산물 도매시장에 취급하고 있는 도축된 가축에서 발생된 것으로 생각되어진다. Fig. 3에서 알 수 있는 것처럼 삼락천을 제외하고는 다른 하천에서는 복합악취 희석농도가 대부분 6배 이하로 일반 주거지역에서 발생 가능한

보통악취 희석배수 정도의 수준을 나타내었다.

지정악취 물질이면서 하천 등에서 악취를 유발시키는 황화합물 4종 중 각 항목에서 최고 농도로 검출된 하천은 황화수소가 삼락천에서 48.45 ppb, 메틸머캅탄은 삼락천에서 2.78 ppb, 다이메틸설파이드는 삼락천에서 1.30 ppb, 다이메틸다이설파이드는 감전천에서 1.88 ppb로 공업지역 배출허용기준(황화수소 60 ppb, 메틸머캅탄 4 ppb, 다이메틸설파이드 50 ppb, 다이메틸다이설파이드 30 ppb)보다는 작았지만 황화수소와 메틸머캅탄의 악취 농도는 지정악취 기준에 근접한 반면 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드는 기준에 비해 미량으로 검출되었다. 또한 황화수소와 메틸머캅탄은 하천의 일부 지점에서 악취 최소감지농도인 0.41, 0.070 ppb보다 높게 검출된 곳이 있었으나 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드는 대부분 최소감지농도(3.0, 2.2 ppb) 이하로 검출되었다. 따라서 하천에서 황화합물에 의한 악취는 대부분 황화수소와 메틸머캅탄에 의해 발생하는 것으로 생각된다.

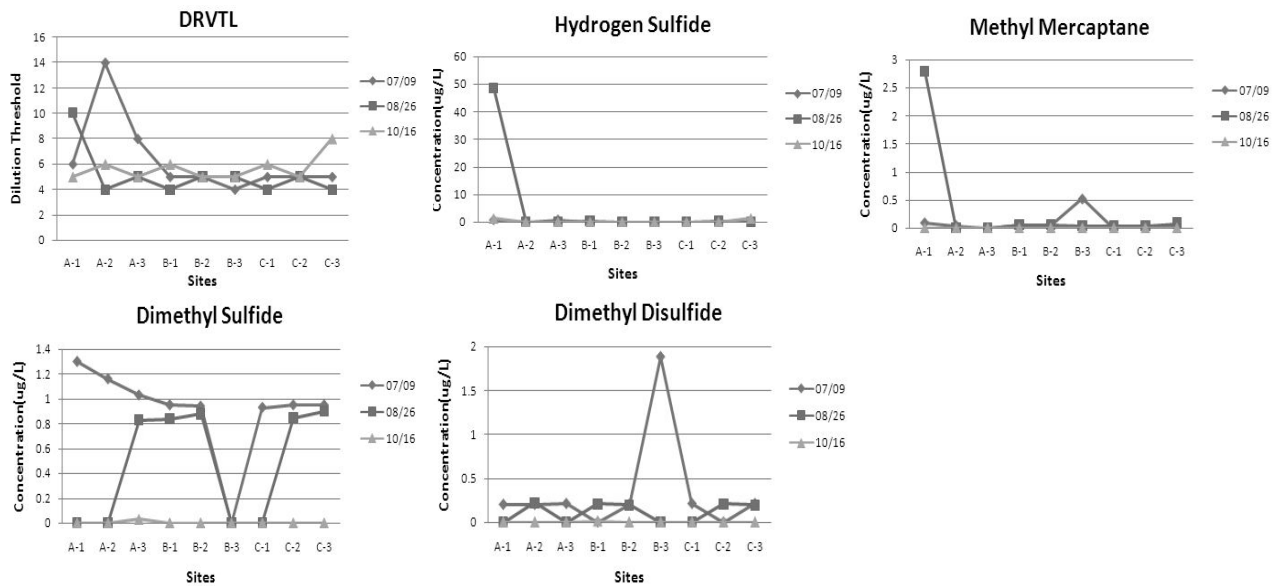


Fig. 3. The odor concentration each sites in the local rivers.

하천에서 황화수소의 검출 빈도는 8월 26일, 7월 9일, 10월 16일 순으로 낮게 나타난 반면 다른 황화합물 3종은 10월 16일에 비해 7월 9일과 8월 26일 온도와 습도가 높은 하절기에 집중적으로 거의 대부분의 지점에서 검출되었다. Fig. 3의 8월 16일 그래프에서 알 수 있듯이 복합악취 회석배수가 10배 정도로 높은 삼락천의 상류 지점에서 역시 황화수소 48.45 ppb와 메틸머캅탄이 2.78 ppb로 높게 나타났으나 7월 9일의 삼락천 중류에서는 복합악취가 회석배수 14배로 높은 반면 황화수소는 불검출, 메틸머캅탄은 0.04 ppb로 거의 미량 수준을 보였는데 이러한 결과는 복합악취의 높은 회석배수가 하천수에서 영향을 받기 보다는 여러 가지 외부에서 영향을 더 많이 받았음을 알 수 있다.

Fig. 4는 시료 채취일의 바람의 방향과 평균속도를 부산시 보건환경연구원 대기관측 시스템의 자료를 이용하여 조사한 것으로 풍향과 풍속이 뚜렷하게 일정하지 못하고 다양하게 변화됨을 보였다. 이것은 오<sup>2)</sup> 등의 사상공업지역 악취발생현황 조사연구에 의하면 사상공단은 주변 산에 의해 둘러싸인 분지형태로 발생된 악취가 정체되기 쉬우며, 또한 비열차이로 인해 주변 대기오염물질이 하천주변 지역 등으로 이동할 수 있는 지리적 특징을 가지는 지

역으로 정의하고 있는 것과 유사한 형태를 보였다.

각 하천에서 검출된 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드 농도는 각각 ND - 1.30 ppb, ND - 1.88 ppb로 최소감지농도 3 ppb, 2.2 ppb보다 낮게 나타났다. 7월 9일 그래프를 보면 메틸머캅탄과 다이메틸다이설파이드가 감전천 하류에서 각각 ND - 0.52 ppb, ND - 1.88 ppb로 높게 나타난 반면 다이메틸설파이드는 감전천 하류에서 전혀 검출되지 않음을 보였다. 10월 16일 분석한 황화합물 4종 농도는 하절기 7월 9일과 8월 26일에 비해 거의 농도가 미량으로 검출되거나 불검출임을 보였다. 이것은 삼락천과 감전천의 “낙동강살리기 43공구 추진”으로 하천퇴적물의 지속적인 준설, 순간적인 강우의 집중으로 오·폐수 분리관이 설치되지 않은 주거지역과 업체 등에서 강우시 방류되는 오·폐수의 차단, 낙동강에서 끌어온 깨끗한 물의 지속적인 유입으로 하천이 점점 생명력을 되찾아 가고 있는 결과로 생각되어진다.

**반응기를 통한 하천수의 악취물질인 황화합물의 특성 조사**

하천수내에 지정악취 물질인 황화합물이 어느 정도 포함되어 있는지 조사를 위해 Fig. 2와 같은

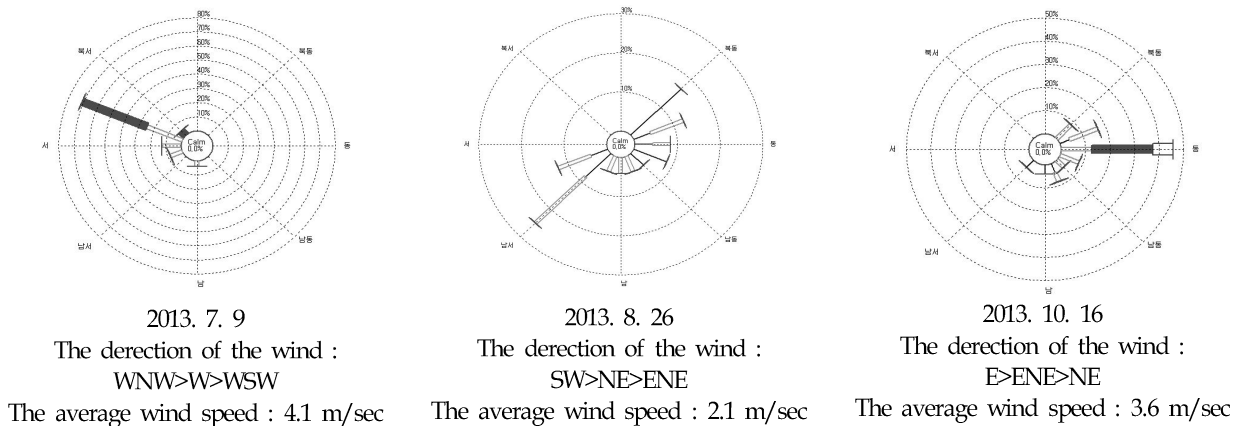


Fig. 4. The wind direction and average wind speed.

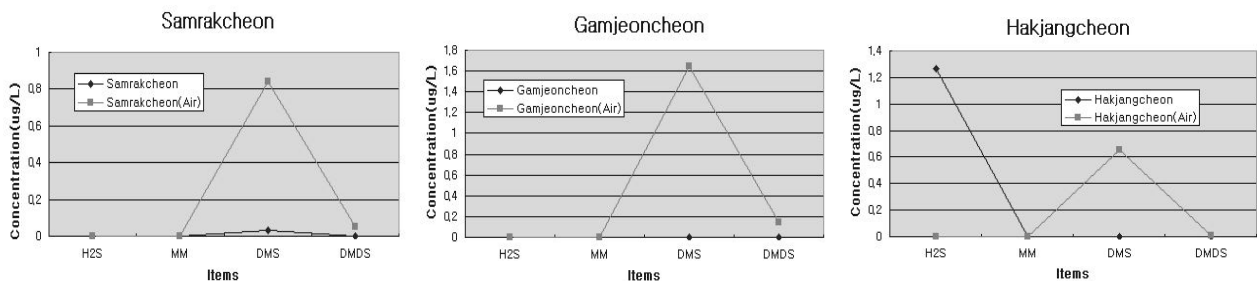
반응기에다 삼락천, 감전천과 학장천 하류에서 채취한 하천수 10 L를 넣고 하천수내에 포함 되어 있는 황화합물이 반응기내의 수계에서 대기권으로 이동되도록 충분한 양의 공기를 주입하여 30 min 동안 포기를 시킨 후 대기권의 공기를 진공펌프를 이용하여 테들라 백 10 L에 포집하여 즉시 황화합물 분석을 실시하였다. 반응기 실험에 앞서 현장에서 측정한 하천수의 수온, DO, pH, 전기전도도와 실험실에서 여러 가지 분석기기를 이용하여 측정한 총 유기탄소와 황산이온의 분석결과는 Table 4와 같다. 하천 유기물질에 의한 오염지표인 총유기탄소( TOC)는 삼락천, 학장천, 감전천 순으로 오염이 되었음을 알 수 있었다. 그러나 전기전도도 및 황산이온은 삼락천과 감전천이 학장천에 비해 약 1.9 - 2.0 배, 1.7 - 1.8배 정도 높음을 보였다. 유기물질에 의해 오염이 더 증가된다고 하더라도 반드시 황산이온과 전기전도도가 유기물질 오염정도에 따라 같이

증가하지 않음을 알 수 있다.

Fig. 5에서 알 수 있듯이 10월 16일 시료 채취한 삼락천과 감전천 하류 원수내의 황화합물 4종 중 다이메틸설파이드만이 0.03 ppb 검출되었고 나머지는 검출되지 않았다. 반면에 반응기 실험을 거친 후에 채취한 시료에서는 황화수소와 메틸머캅탄은 검출되지 않았으나 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드가 삼락천에서는 각각 0.84 ppb, 0.05 ppb, 감전천에서는 각각 1.64 ppb, 0.14 ppb로 미량 검출되었다. 학장천 원수에서는 황화수소가 1.27 ppb 검출되었고 나머지는 불검출이었으나 반응기 실험을 거친 후 황화수소와 메틸머캅탄은 검출되지 않았으나 다이메틸설파이드가 0.65 ppb, 다이메틸다이설파이드가 0.01 ppb로 미량 검출되었다. 황산이온 농도가 45.1과 41.8 mg/L인 삼락천과 감전천이 황산이온 농도가 24.9 mg/L로 낮은 학장천보다 반응기 실험 후 다이메틸설파이드 농도가 삼락천이

**Table 4.** The field test data of each item in the local rivers

Components	Unit	Sampling sites(Concentration)		
		A-3	B-3	C-3
Temperature	°C	16.3	14.9	17.8
DO	mg/L	7.5	8.9	10.7
pH	-	7.3	8.3	8.2
Electrical Conductivity	µs/cm	1.104	1.148	0.585
TOC	mg/L	2.7	4.9	3.1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	45.1	41.8	24.9



H<sub>2</sub>S : Hydrogen Sulfide, MM : Methyl Mercaptan, DMS : Dimethyl Sulfide, DMDS : Dimethyl Disulfide

**Fig. 5.** The odor concentration of each items in the local rivers.



학장천보다 약 1.3배, 감전천이 학장천보다 약 2.5배 정도 높은 값을 보였다. 다이메틸다이설파이드는 3개 하천에서 0.01 - 0.14 ppb로 다이메틸설파이드 검출량보다 상당히 낮은 농도로 검출되었다. 그리고 삼락천 원수에서도 황화수소가 1.27 ppb 검출되었으나 반응기 실험을 거친 후 황화수소가 불검출되었고 원수에는 검출되지 않은 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드가 미량 검출됨을 보였다.

Fig. 6은 감전천 하류의 하천수를 반응기 실험을 하기 전과 후의 시료에 대한 TD/GC-PFPD를 이용하여 정량 분석한 크로마토그래프이다. Blank(1)에서는 황화수소는 머무름 시간 3.45 min, 메틸머captan은 4.75 min, 다이메틸설파이드는 6.60 min, 다이메틸다이설파이드는 13.92 min에 어느 것에도 피크가 검출되지 않았다. 반응기에 공기 주입전의 감전천 하류의 하천수에서도 황화수소가 일부가 검출됨을 보이고 있으나 이 피크는 기기검출 농도이하이기 때문에 농도로 계산되지 않는 농도 수준이며 다른 황화합물 3 항목도 피크가 감지되지 않음을 알 수 있다. 그러나 반응기에 공기 주입 후에는 공기 주입 전에 보이지 않던 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드 피크가 생성되었음을 알 수 있다. 따라

서 향후 황산이온과 황화수소 등(황화합물)으로 오염된 물에 공기를 주입 하였을 때 물 속에 녹아 있는 황화합물이 어떤 기작을 통해 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드로 변환되는지에 대한 연구가 더욱 더 진행될 필요가 있다고 생각되어진다.

### 설문조사를 통한 하천에 대한 의식조사 평가

삼락천, 감전천과 학장천 주변에 거주하거나 업체에서 근무하고 있는 직원을 대상으로 하천오염 원인 발생, 대책 등에 관해 어떻게 생각하는지에 대한 의식조사를 실시하였다. 문항은 삼락천과 감전천은 11문항이고 학장천은 10문항으로 각 하천에 대해 20명씩 선정하여 조사하였다. 삼락천, 감전천, 학장천의 하천변이 이용되고 있는 용도가 다르고 하천변으로 입주 업체 및 거주하는 거주지의 유·무가 다르기 때문에 같은 내용의 설문조사 임에도 답변 내용은 다르게 나타났다. 설문조사 대상자는 삼락천인 경우 55 %가 51 - 70세였고 삼락동을 중심으로 사상구에 거주하는 사람이 85 %, 감전천은 70 %가 21 - 40세이고 사상구 거주자는 50 %, 학장천은 51 - 70세가 68 %이고 사상구 거주자는 100 %로 하천변을 따라 차이가 있었다. 하천 주변을

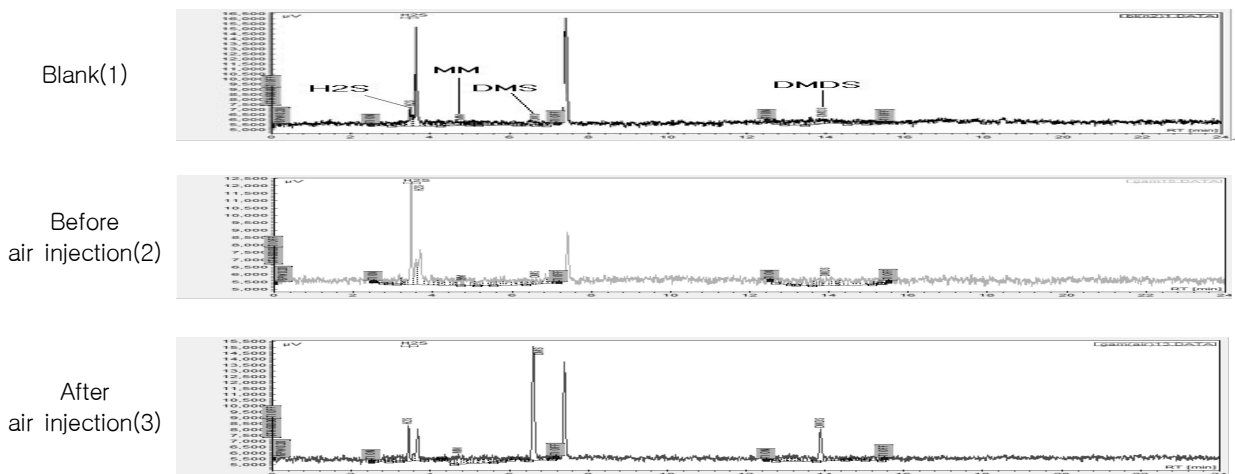


Fig. 6. Chromatograph before and after air injection.

자주 찾는 이유에 대해 삼락천은 업무 목적으로 47 %, 감전천은 업무 및 개인 사무로 70 %, 학장천은 업무 및 개인 사무로 하천을 찾는 사람은 없고 운동을 위해서가 95 %를 보여 하천변 주변으로 조성된 여건(차도로, 운동 가능한 산책길)에 따라 하천을 찾는 목적에 큰 차이를 보였다.

하천변으로 설치되었으면 하는 시설물에 대해서는 삼락천은 벽화그림(40 %), 감전천은 나무식재(42 %), 학장천도 나무식재(44 %)가 가장 많았다. 특히 삼락천에는 큰 강우가 오면 하천이 범람 할 정도로 물이 많이 흐르기 때문에 지대가 낮은 하천변에 의자 및 운동기구를 설치하는 것에는 문제가 있지 않느냐는 주민들의 따가운 질책을 설문과정에서 받기도 했다.

하천에서 악취를 느낀 경우가 있는지에 대한 설문조사 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 삼락천에서는

“많았다 이상”으로 느끼는 분이 50 %였고 감전천은 57 %, 학장천은 74 %로, 하천주변에서 생활하고 있거나 하천변을 이용하는 주민들의 50 %이상이 하천악취에 불편을 받고 있음을 알 수 있다.

Fig. 8은 하천에서 발생되고 있는 악취의 원인은 어디에서 기인되는 것이라고 생각하는지에 대한 설문에서 삼락천은 생활하수 및 폐수가 45 %로 가장 많았고 다음으로 인근 공단 30 %, 기타(비온 뒤) 15 %, 하천바닥 퇴적물 10 % 순이었으며 감전천은 생활하수 및 폐수가 50 %, 학장천은 인근 공단을 63 %로 가장 높게 조사되었다. 삼락천과 감전천의 악취를 유발시키는 주요 원인은 큰 강우 시 적정하게 처리하지 않고 버리는 하수 및 폐수에서 기인하고 학장천의 경우는 하천수에서 발생하는 악취보다는 학장천 주변 인근의 공단에서 제품 생산과정에서 발생시키고 있는 악취로 판단된다.

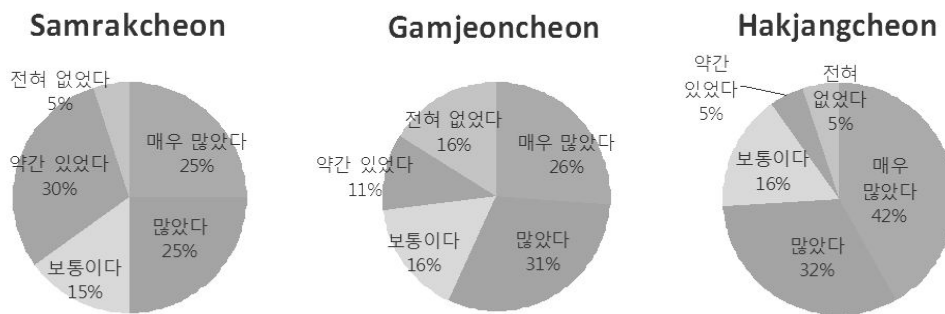
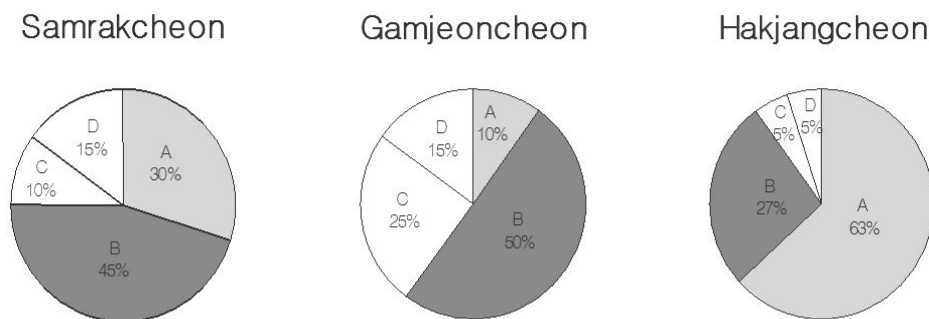


Fig. 7. Statistical analysis of whether if you feel the odor from the river.



A: 인근 공단, B: 생활하수 및 폐수, C: 하천바닥 퇴적물, D: 기타  
 Fig. 8. Statistical analysis on the cause of the odor-causing substances.

악취 발생이 가장 심하다고 느끼는 시간대에 대한 설문에서는 3개 하천의 설문 대상자 전부가 오후 시간대인 12:00 - 18:00가 가장 심하다고 답변했다. 삼락천은 50 %, 감전천은 58 %, 학장천은 42 % 였으면 기타 시간대를 선택한 설문조사 결과는 Fig. 9에 나타내었다. 24:00 - 05:00사이가 가장 심하게 악취를 느낀다는 설문 대상자는 삼락천은 15 %, 감전천은 0 %, 학장천은 5 %로 감전천의 0 %인 경우는 설문 대상자들이 새벽에 출근해서 오후 늦게 퇴근해서 집으로 돌아가기 때문에 이 시간대에는 감전천 주변의 악취 상황이 어떤지를 평가할 수 없기 때문으로 판단된다.

Fig. 10은 삼락천과 감전천은 “낙동강살리기 43공구 사업” 추진으로 삼락천과 감전천이 이전보다 악취발생이 저감되었다고 생각하는지에 대한 설문으로 삼락천의 경우 “그렇다 이상”이 80 %인 반면 감

전천의 경우는 30 %로 이번 공사가 감전천의 악취 개선에 많은 영향을 주지 못하고 있음을 시사하고 있고 또한 악취 오염 개선을 위해 더욱더 부산시와 사상구청의 적극적인 홍보 및 악취 저감 대책이 필요하다고 생각된다. 학장천은 현재 “고향의 강” 사업이 추진 중에 있으므로 학장천의 설문은 현재 진행중인 “고향의 강” 사업추진으로 학장천이 이전보다 악취 발생이 감소되어 질 것으로 기대하는가의 질문에 84 %가 “그렇다 이상”으로 답해 학장천에서 진행되고 있는 공사에 대해 학장천 주변 주민들에게 상당히 긍정적으로 받아 지고 있음을 알 수 있다. 악취발생 저감에 효과가 없을 것으로 생각하는 주민은 “그렇지 않다 이하”로 삼락천은 0 %, 감전천은 10 %, 학장천은 5 %로 여전히 3개의 하천 중에서 감전천이 가장 높게 나타났다.

3개 하천을 대상으로 악취 개선을 위해 가장 필

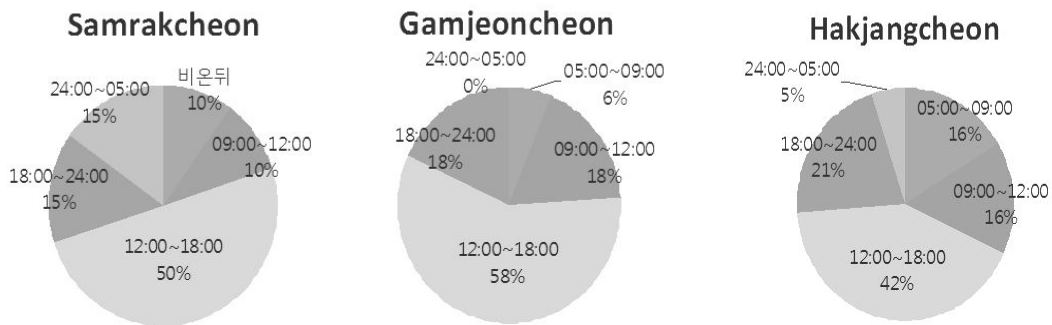


Fig. 9. Statistical analysis of the occurrence time zone generated odor.



Fig. 10. Statistical analysis of the odor reduction due to construction.

요한 조치는 무엇이라고 생각하는지에 대한 질문에 서는 삼락천은 생활하수 및 폐수의 근원적 유입 차단이 50 %, 삼락천의 수량 증가를 위한 낙동강 공급수의 증대 25 %, 하천주변으로 오염을 저감 시킬 수 있는 식물 식재 10 %순을 보였다. 감전천은 생활하수 및 폐수의 근원적 유입 차단 45 %, 하천주변으로 오염을 저감 시킬 수 있는 식물 식재 25 %, 감전천 인근 폐수발생 업체의 단속 강화 15 %순이었고, 학장천은 생활하수 및 폐수의 근원적 유입 차단이 37 %, 학장천 인근 폐수발생 업체의 단속 강화 26 %, 오염 저감을 위한 인근 주민들의 자발적인 참여 및 감시 21 % 순으로 3개 하천에서 악취를 저감시키기 위해 주민들의 가장 선호하는 조치는 하천으로 유입되는 생활하수 및 폐수의 근원적 차단이었다. 이러한 결과는 박 등<sup>10)</sup>의 인천의 굴포천에 대한 하천의 악취 발생과 시민의식에 관한 조사 연구에서 향후 굴포천의 악취 개선을 위해 주민들이 느끼는 필요한 조치를 묻는 질문에 대하여 전체의 39 %가 오염원의 차단, 29 %가 수질 개선, 18 %가 더 많은 물의 공급, 14 %가 시민들의 참여를 선택한 결과와 유사함을 보였다.

Fig. 11은 공사가 완료된 삼락천과 감전천에만 설문조사를 하였다. 설문 질문은 하천에서 악취는 지속적으로 좋아 질 것으로 생각하는지로 학장천은 현재 공사가 진행 중으로 질문 내용에 맞지 않기 때

문에 제외시켰다. 삼락천은 “그렇다 이상”이 70 %, 감전천은 48 %였고 “보통이다(그저 그렇다)”가 삼락천은 25 %, 감전천은 42 %, “그렇지 않다 이하”는 삼락천은 5 %, 감전천은 10 %로 삼락천에 비해 감전천 하천수질 향상을 위해 더욱더 행정력을 집중시켜야 할 것으로 판단된다.

### 결론

사상구내의 영세공장 및 주거지역을 통과하여 낙동강으로 최종 유출되는 도심하천인 삼락천, 감전천과 학장천변의 상, 중, 하의 3개 지점에서 복합악취 및 황화합물 4종의 발생량 분포 특성 조사 등을 통한 악취 원인물질의 발생 상관성 조사와 하천을 자주 찾는 지역주민들의 현장 설문조사를 통해 얻은 기초 자료를 토대로 해당 지자체에서 하천의 악취저감 사업 수행에 도움이 되고자 본 연구를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 삼락천의 상, 중, 하류의 복합악취 희석배수는 4 - 14배였고 감전천은 4 - 6배, 학장천은 4 - 8배로 악취방지법의 부지경계선에서 정하고 있는 배출 허용기준 15배를 초과하지 않았다.
2. 황화합물 4종이 최고 농도로 검출된 하천은 황화수소는 삼락천에서 48.45 ppb, 메틸머캅탄은 삼락천에서 2.78 ppb, 다이메틸설파이드는 삼락천

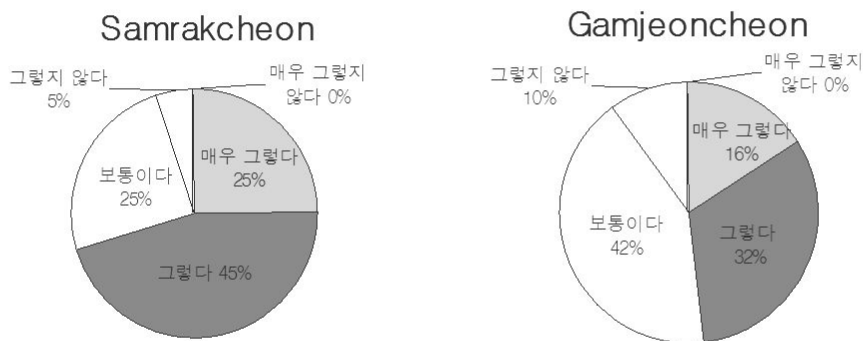


Fig. 11. The statistical analysis on the continuous odor improvement.

에서 1.30 ppb, 다이메틸다이설파이드는 감전천에서 1.88 ppb로 공업지역 배출허용기준(황화수소 60 ppb, 메틸머캅탄 4 ppb, 다이메틸설파이드 50 ppb, 다이메틸다이설파이드 30 ppb)보다는 낮게 검출되었다.

3. 삼락천과 감전천 하류 원수내의 황화합물 4종 중 다이메틸설파이드만이 0.03 ppb 검출되었고 나머지는 검출되지 않았다. 반면에 반응기 실험을 거친 후에 채취한 시료에서는 황화수소와 메틸머캅탄은 검출되지 않았으나 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드가 삼락천에서는 각각 0.84 ppb, 0.05 ppb, 감전천에서는 각각 1.64 ppb, 0.14 ppb로 미량 검출되었다.
4. 하천에서 악취를 느낀 경우가 있는지에 대한 설문조사 결과, 삼락천에서는 “많았다 이상”으로 느끼는 분이 50 %였고 감전천은 57 %, 학장천은 74 %로, 하천주변에서 생활하고 있거나 하천변을 이용하는 주민들의 50 %이상이 하천악취에 불편을 받고 있음을 알 수 있었다.
5. 삼락천과 감전천은 “낙동강살리기 43공구 사업” 추진으로 삼락천과 감전천이 이전보다 악취발생이 저감되었다고 생각하는지에 대한 설문으로 삼락천이 경우 “그렇다 이상”이 80 %인 반면 감전천의 경우는 30 %로, 학장천의 경우는 84 %로, 감전천의 악취 개선효과가 주민들이 생각하는 만큼 이루어지지 않았음을 알 수 있었다.
6. 악취 개선을 위해 가장 필요한 조치는 무엇이라고 생각하는지에 대한 질문에서는 삼락천은 생활하수 및 폐수의 근원적 유입 차단이 50 %, 감전천은 45 %, 학장천은 37 %로 3개 하천에서 악취를 저감시키기 위해 주민들의 가장 선호

하는 필요 조치로 나타났다.

## 참고문헌

1. 사상구청 : 부산 사상구 구정백서(통계연감)(2013)
2. 오광중 : 사상공업지역 악취발생현황 조사연구 (2012)
3. 충주시 악취발생원으로부터 배출되는 악취원인 물질 특성 분석, 대한환경공학회지 30권 4호 415 - 422(2008)
4. 변상훈 등 : 시화산업단지의 블록 별 악취유발 물질 특성, 대한환경공학회지 Vol. 31, NO. 12, 1161 - 1168(2009)
5. 최여진 등 : 산업단지 및 주거지역에 대한 환경 대기 중 주요 악취물질의 농도특성에 관한 연구 -안산시 반원공단을 중심으로-, Korean Earth Science Society, Vol. 27, NO. 2, 209 - 220 (2006)
6. 최재성 등 : 화학공장에서 배출되는 악취규제물질의 분석 및 평가, 한국환경과학회지 제16권 (제1호), 33 - 38(2007)
7. 박찬진 등 : 하천의 유량 변화를 통한 악취 저감 방안에 관한 조사연구 (I), 한국냄새환경학회지 제10권 제1호 Vol. 10. 1, 21 - 24(2011)
8. 임용승 등 : 부산 사상지역 산업단지내 악취배출업소 지정악취물질 배출특성 조사연구, 부산보건환경연구원보 제22-1권, 255 - 265(2012)
9. 국립환경과학원 : 악취공정시험방법(2007)
10. 박찬진 등 : 하천의 악취 발생과 시민의식에 관한 조사연구(II), 한국냄새환경학회지 제10권 제3호 Vol. 10. 3, 142 - 146(2011)