

Effect of municipal sludge from drainage facility on foul smell

도시내 배수설비 슬러지가 악취에 미치는 영향 연구

Dae-Hyun Yu · Jihoon Park · Yong-Hoon Lee · Jang-Hown Lee · Seon-Hong Kang*

유대현 · 박지훈 · 이용훈 · 이장훈 · 강선홍*

광운대학교 환경공학과

Abstract : The residents' odor complaint is steadily increasing by odor causing from sewage system. A current drainage facilities and septic tank are included in the individual sewerage according to Sewerage Act. However, definitions and legal standards of drainage tank are insufficient. In addition, specifications and maintenance standards related to structure and size are not established.

In this research, effect of drainage tank in individual sewage facilities on the odor occurrence was studied and the concentrations of H₂S and composite odor were measured.

From the measurements, the concentration of H₂S and composite odor were 1 ppm ~ 5 ppm and 1.04 OU ~ 4.05 OU, respectively, before pump operation. Also, the concentration of H₂S and composite odor were 5 ppm ~ 33 ppm and 5.10 OU ~ 35.04 OU, respectively, after pump operation. The concentration of SS in the effluent from drainage tank was ranged from 840 mg/L to 1,980 mg/L. These high concentration of SS seemed to be the major source of foul smell when high concentrated suspended solids in the public sewerage system were decomposed and then emitted.

In this research, correlation coefficient (R²) between H₂S and composite odor before and after pumping were 0.925 and 0.918, respectively.

Key words : drainage tank, pumping, H₂S, composite odor, air supply

주제어 : 배수조, 배수펌프, 황화수소, 복합악취, 공기공급장치

1. 서론

개인하수처리시설은 건물·시설 등에서 발생하는 오수를 처리하는 시설로서 생활오수 전부를 처리하는 오수처리시설과 수세식화장실에서 배출되는 분뇨만을 처리하는 정화조로 나누어진다.(Jang, 2008)

최근 전국적으로 하수관거정비사업 확대에 따

른 개인하수처리시설 특히 정화조 폐쇄 및 수세식 변기 보급 확대에 따라 분뇨발생량이 감소하였다.(Gong, 2011) 특히, 2011년 서울특별시 하수관거 총연장 10,297 Km 중 합류식 관거는 약 8,819 Km, 분류식 오수관거는 약 903 Km, 우수관거는 약 575 Km로서 이중 합류식관거는 약 86 %에 이르고 있다. 합류식 하수관거는 하나의 관에 오수와 우수가 유입되므로 건기시에는 관내 유속미달로 인해 오수가 부패되어 악취가 빗물받이 또는 맨홀에서 발생되어 주변인에게 불편을

• Received 14 April 2014, revised 08 May 2014, accepted 12 May 2014.

*Corresponding author: Tel : 82-2-940-5075 Fax : 82-2-911-2033 E-mail : seonhong@kw.ac.kr

초래하고 있다.(Seoul Green Environmental Center, 2013)

생활환경이 향상됨에 따라 화장실, 부엌 등 주택에서의 악취가 점차 없어지고 있으나 지금까지 신경 쓰지 않았던 하수도와 정화조의 냄새가 문제가 되고 있다.(Kim, 2007) 하수도 시설별 악취 민원 발생 현황 중 발산원을 근거로 했을 경우 하수관거 관련 민원이 발생하는 비율이 87%로 나타났다. 이러한 하수관거에서 발생하는 악취의 주발생원으로는 개인하수도에 포함되는 정화조와 배수설비가 있다. 배수설비란 하수를 공공하수도에 유입시키기 위하여 필요한 배수관, 받이 및 기타의 설비를 말한다.(Ministry of Environment, 2013)

현재 배수설비는 정화조와 함께 하수도법 상 개인하수도의 범위 내에 포함되어 있다. 그러나 정화조는 구조 규격 및 크기에 대한 기준이 정해져 있고, 연 1회 이상 내부 청소를 실시하여야 하는 등 유지관리 기준이 정해져 있는데 반해 배수조는 하수도법률 상의 용어 정의도 미흡하고 구조와 규격 등 설치기준 및 유지관리 기준이 전혀 정립되어 있지 않다. 더욱이 배수설비의 경우 하수도법에 배수설비와 악취 및 슬러지 처리에 관련된 관리기준이 없어서 매년 배수설비 내에 각종 찌꺼기가 쌓이고 있으며, 그로 인해 악취 및 각종 해충이 발생하고 있는 실정이다. 또한 배수설비에서 펌핑된 오수가 공공하수도에 유입되면서 악취가 많이 발생하고 있다. 현행 하수도법에는 배수설비에 관한 설치기준만 정해져 있고 관리기준은 정해져 있지 않다. 이로 인해 건축물의 소유자 및 관리자는 배수설비 청소 등 관리를 제대로 하고 있지 않는 상황이다.

우리나라의 경우 배수설비를 전문적으로 청소하고 관리하는 업체가 없기 때문에 건물 관리자들이 직접 배수펌프의 고장을 방지하고 악취 제거를 위해 청소를 하고 있다. 또한 각 지자체에 청소관련 민원이 자주 발생하고 있으나 적절히 대응을 못하고 있는 실정이다.(Seoul Green Environmental Center, 2013) 더욱이 주요 도

시 및 각 지자체에서는 관리 및 설치기준이 정해져 있지 않아 배수조의 현황조차 파악하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 정화조와 유사한 배수설비의 악취제거 및 유지관리기준에 관한 대책 마련이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 개인하수도시설의 배수조가 주변 악취에 미치는 영향에 관한 악취발생원인 및 배수조 현황에 대해 조사하고, 배수조의 황화수소와 복합악취를 측정하여 분석하고자 하였다. 또한 배수설비의 배수펌프가 가동되어지는 순간 공공하수도에 접합되는 맨홀 내부에서 황화수소와 복합악취를 측정하여 황화수소와 복합악취 농도와의 상관관계에 대해서도 알아보고자 하였다.

2. 연구 방법

1. 배수설비가 주변 악취에 미치는 영향을 조사하기 위하여 건축물의 용도별로 병원 1개소, 복지관 1개소, 사무실 2개소, 시장상가 2개소, 공동주택 2개소, 일반 음식점 2개소, 학교 2개소, 근린시설 3개소 등 총 15개소에 대하여 배수설비에 대한 내부 시설을 점검하였다.
2. 지하에 설치된 배수조 내 생활오수를 방류하는 개인소유물의 배수설비에 대하여 서울특별시 등 지자체가 관리하고 있는 공공하수도에 생활하수가 유입되는 맨홀 상부에서 배수펌프 가동 전·후의 악취를 측정하였다. 하지만 현행 악취방지법에 배수설비에 관한 악취 측정 방법과 기준은 정해져 있지 않다. 다만, 서울특별시의 경우도 도심지 하수 악취 개선을 위해 악취 측정방법을 지침화하여 시행하고 있으며, 정화조의 경우 방류조 상부 기준 30 cm 하단에서 측정하고 하수관로의 악취는 방류조에서 펌핑되는 하수가 공공하수도에 접합되는 하수 맨홀 상부 기준 30 cm 하단에서 측정하게 되어있다. 이에 본 연구의 배수조에서

도 정화조와 동일한 악취측정 지점을 정하여 측정하였다.

3. 개인하수도 부분 중 배수설비에서 배출되는 하수도내의 수질오염물질들이 생활 악취에 미치는 영향을 조사하였다.
4. 건축물의 규모 및 용도에 따른 황화수소 및 복합악취 농도를 측정하고 둘 간의 상관관계를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 건축물 용도별 배수설비 악취 측정

N 병원은 서울특별시 S구 O동에 위치하고 있으며 지하에 위치한 구내식당에서 배출되는 생활오수와 지하 화장실에서 배출되는 분뇨오수가 배수조에 혼합되어 있다. 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 배수조 내 부상되는 슬러지와 비교적 소형의 오일볼 등이 적체되어 있는 상태로 분뇨와 음식물찌꺼기가 규모 4 M×2.5 M 규모의 배수조 내부에서 체류하는 동안 미생물에 의해 부패과정이 진행되고 이 과정에서 배수조 내 용존악취물질이 혼재되어 있는 상태이다. 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.19 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 12 ppm, 복합악취는 9.01 OU로 측정되었다.

K 복지관은 서울특별시 K구 S동에 위치하고 있으며 지하에 위치한 구내식당에서 배출되는 생활오수가 일정량이 저류되면 자동수위조절 장치에 의해 수중 배수펌프가 가동되고 공공하수도로 배출되는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이러한 음식물찌꺼기 유기물질을 분해하기 위한 미생물의 부패가 진행되고 그 과정에서 발생하는

부패가스로 인해 저류조 주변에 악취와 해충이 발생되고 있다. 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 가동 전 황화수소는 3 ppm, 복합악취는 2.34 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 8 ppm, 복합악취는 15.45 OU로 측정되었다.

서울특별시 J구 T로에 위치한 S 빌딩 배수조는 지하 접촉산화식 오수처리시설 인근에 위치하여 지하층에서 배출되는 구내식당 및 일반식당가의 생활하수가 저류조로 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 펌핑 연계되고 최종 오수처리시설로 연계되어지는 구조이다. 배수조 상부에는 부상 찌꺼기 처리를 위한 스크램버가 설치되어 부상찌꺼기를 수집하는 구조로 이러한 찌꺼기는 저류조 상부에 별도로 쌓여져 있는 상태이고 이로 인해 저류조 주변에 악취가 발생되고 있다. 서울특별시 J구 S동에 위치한 B 빌딩은 구내식당이 지

Table 3.1 Measurement result before and after operation of pump in hospital

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Hospital	N hospital	2	1.19	12	9.01

Table 3.2 Measured results before and after operation of pump in welfare center

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Welfare center	K welfare center	3	2.34	8	15.45

Table 3.3 Measured results before and after operation of pump in office

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Office	S office	5	4.05	25	22.12
	B office	5	4.00	21	35.04

하에 위치하여 조리과정 및 조리기구 세척 과정에서 배출되는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다.

각각의 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 S 빌딩의 가동 전 황화수소는 5 ppm, 복합악취는 4.05 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 25 ppm, 복합악취는 22.12 OU로 측정되었다. B 빌딩의 가동 전 황화수소는 5 ppm, 복합악취는 4.00 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 21 ppm, 복합악취는 35.04 OU로 측정되었다.

M상가는 서울특별시 N구 M역 인근 시장상가 지하층에 배수조가 설치되어 있으며 지하1층에는 간이식당, 생선판매점, 육류가공 소매점(족발, 정육점 등), 튀김류 및 통닭조리점 등이 영업 중에 있다. 조리과정 및 조리기구 세척 과정에서 배출되는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조로 되어 있으며 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있었다. 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있으며, 서울특별시 G구 M동에 위치한 D상가는 빌딩 지하층에 PC방과 노래방이 위치하여 지하 화장실에서 배출되는 분뇨오수와 생활하수가 FRP 저류조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 건물 내 정화조 제

1부패조로 펌핑 연계되어 최종 공공하수도로 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 배수조 내 부상되는 슬러지는 적체되어 있는 상태이고 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다.

각각의 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 M 상가의 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.15 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 15 ppm, 복합악취는 13.70 OU로 측정되었다. D 빌딩의 가동 전 황화수소는 3 ppm, 복합악취는 2.50 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 18 ppm, 복합악취는 16.33 OU로 측정되었다.

서울특별시 S구 J동에 위치한 L 아파트는 최근 재개발된 공동주택으로 단지내 2,678가구에서 배출되는 분뇨오수와 생활오수 전체가 배수설비에 모여지고 침전조를 거쳐 상향류식 스크린에서 일부 고형물질이 걸러진다. 상등수는 방류 펌프 가동으로 분류식 공공하수도로 배출되나 일부 물에 뜨는 가벼운 고형물질은 스크린되지 않고 침전조에 체류하여 시설물 유지에 문제가 되고 있다. 또한 분뇨오수와 생활오수가 혼합되어 배수설비 침전조 주변에 악취가 발생되고 있어 관리층 내부에 배기팬 설비 중 탈취 설비를 가동 중에 있다. 서울특별시 S구 G동에 위치한 K 아파트는 공동주택으로 전체 가구에서 배출되는 생활오수 전체가 배수설비에 모여지고 자동 수위조절 장치에 의해 배수펌프 가동으로 공공하수도로 배출되는 시설이다.

각각의 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 L 아파트의 가동 전 황화

Table 3.4 Measured results before and after operation of pump in market store

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Market store	M store	2	1.15	15	13.70
	D store	3	2.50	18	16.33

Table 3.5 Measured results before and after operation of pump in apartment

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Apartment House	L apartment	1	1.05	12	9.21
	K apartment	2	1.20	15	12.02

Table 3.6 Measured results before and after operation of pump in restaurant

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Res- taur- ant	S resta- urant	3	2.00	5	5.10
	H res- taur- ant	3	2.06	20	17.32

수소는 1 ppm, 복합악취는 1.05 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 12 ppm, 복합악취는 9.21 OU로 측정되었다. K 아파트의 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.20 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 15 ppm, 복합악취는 12.02 OU로 측정되었다.

서울특별시 S구 G동에 위치한 S 중식당은 주방에서 조리과정 중 발생하는 생활오수와 식기 세척 과정에서 배출되는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 인근 공공하수도로 자연방류 배출되어지는 구조로 배수조 내에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다. 서울특별시 J구 S동 N 빌딩 지하에 위치한 H 음식점은 주방의 조리과정 및 조리기구 세척 과정에서 배출되는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다.

각각의 배수펌프 가동 전·후 인근 공공하수도 빗물받이 상부에서 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 S 중식당의 가동 전 황화수소는 3 ppm, 복합악취는 2.00 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 5 ppm, 복합악취는 5.10 OU로 측정되었다. H 음식점의 가동 전 황화수소는 3 ppm, 복합악취는 2.06 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 20 ppm, 복합악취는 17.32 OU로 측정되었다.

Table 3.7 Measured results before and after operation of pump in school

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
School	C high school	1	1.05	10	8.55
	S uni- versity library	2	1.24	10	8.87

서울특별시 S구 B동에 위치한 C 고등학교는 교내식당 조리과정에서 배출되는 생활오수가 지하에 위치한 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 교내 하수도로 펌핑 배출되어지는 구조로 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다. 서울특별시 Y구 C동에 위치한 S 대학교 도서관은 지하층에 위치한 화장실에서 배출되는 분뇨오수가 저류조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 건물 내 정화조로 펌핑 연계되어 최종 공공하수도로 배출되어지는 구조이다. 그러나 최종 처리시설인 정화조가 시설물 노후로 인해 가동 중단 상태여서 일시적으로 배수조에서 유입되는 오수의 유입량만큼 정화조 내 방류조에서 배출되는 오수가 하수도에 영향을 미치고 있는 상태이다. 배수조에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 배수조 내 부상되는 슬러지는 적체 부패되는 과정에서 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다.

각각의 배수펌프 가동 전·후 맨홀 내부에서 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 C 고등학교의 가동 전 황화수소는 1 ppm, 복합악취는 1.05 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 10 ppm, 복합악취는 8.55 OU로 측정되었다. S 대학교 도서관의 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.24 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 10 ppm, 복합악취는 8.87 OU로 측정되었다.

Table 3.8 Measurement results before and after operation of pump in neighborhood facilities

Use	Building	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Neighborhood facilities	D building	2	1.15	18	12.50
	U building	1	1.04	11	8.00
	S building	2	1.25	16	11.00

서울특별시 G구 U동에 위치한 D 빌딩은 운수 버스 종점으로 버스회사 종사자들이 사용하는 구내식당이 지하에 위치하여 조리과정 및 조리기구 세척 과정에서 배출되는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다. 서울특별시 J구 M동에 위치한 U 빌딩은 지하에 일반음식점이 입점하여 주방에서 발생하는 생활오수가 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조로 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다. 서울특별시 J구 U로 4가에 위치한 S 빌딩은 지하에 위치한 대중 사우나에서 배출되는 생활오수가 지하 배수조에 모여 고여진 상태로 일정 시간 체류된 이후 자동 수위 조절 장치에 의해 인근 공공하수도로 펌핑 배출되어지는 구조이다. 배수조 내에 설치된 수중펌프 및 배관에 머리카락 및 물 때 등 찌꺼기가 쌓여져 있으며 이로 인해 배수조 주변에 악취가 발생되고 있다.

3개소에 대한 배수펌프 가동 전·후 맨홀 내부에서 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 D 빌딩의 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.15 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 18 ppm, 복합악취는 12.50 OU로 측정되었다. U 빌딩의 가동 전 황화수소는 1 ppm, 복합악취는 1.24 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화

수소는 11 ppm, 복합악취는 8.00 OU로 측정되었다. S 빌딩의 가동 전 황화수소는 2 ppm, 복합악취는 1.25 OU로 측정되었으며, 가동 후 황화수소는 16 ppm, 복합악취는 11.00 OU로 측정되었다.

배수설비가 공공하수도 악취에 미치는 영향을 조사하기 위해 건축물 용도별로 15개소를 조사한 결과 건축물들의 복합악취와 황화수소 값이 비슷하게 나타났고, 배수펌프 가동이전보다 가동 이후 높은 측정값을 나타냈다. 건축물들의 복합악취와 황화수소 값이 비슷하게 나타난 이유는 저류조에 들어오는 분뇨와 음식물찌꺼기 등의 생활하수 성상이 대부분 비슷하기 때문인 것으로 판단되고 배수펌프 가동 이후의 측정값이 높은 이유로는 저류조에서 일정시간 체류하는 동안에 하수가 부패되어 있다가 펌핑과 함께 황화수소 및 복합악취가 펌핑전보다 많이 확산되었기 때문인 것으로 판단된다.

3.2 건축물 용도별 공공하수도 맨홀에서의 평균 악취 농도 비교

Table 3.1에서 Table 3.8까지의 결과를 종합하여 Table 3.9에 나타내었다. 조사대상 건물들은 병원 1개소, 복지관 1개소, 사무실 2개소, 시장상가 2개소, 공동주택 2개소, 일반 음식점 2개소, 학교 2개소, 근린시설 3개소 등 건축물의 용도별로 총 15개소이었고 이들에 대해 배수설비 조사를 실시하였다. 15개소를 건축물의 용도별로 구분하여 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취의 평균 악취농도를 측정된 결과 배수펌프 가동 전 황화수소는 1.5 ppm ~ 5 ppm, 복합 악취는 1.13 OU ~ 4.3 OU로 측정되었으

Table 3.9 Average odor concentrations in buildings by use

Use	Site	Before		After	
		H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)	H ₂ S (ppm)	composite odor (OU)
Hospital	1	2	1,19	12	9,01
Welfare center	1	3	2,34	8	15,45
Office	2	5	4,3	23	28,58
Market store	2	2,5	1,83	16,5	15,02
Apartment House	2	1,5	1,13	13,5	10,62
Restaurant	2	3	2,03	12,5	11,21
School	2	1,5	1,15	10	8,71
Neighborhood facilities	3	1,67	1,15	15,00	10,50
Total Average	15	2,52	1,89	13,81	13,64

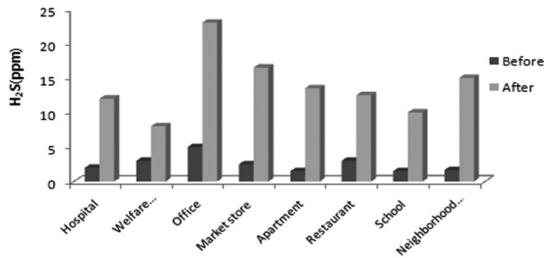


Fig 3.1. The variation of average H₂S concentrations before and after operation of drainage pump.

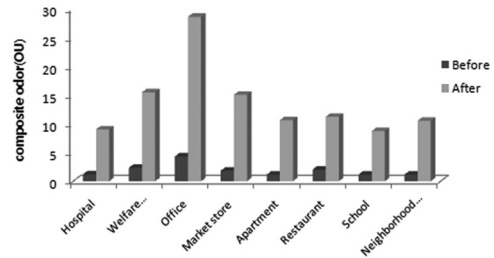


Fig 3.2. The variation of average composite odor concentrations before and after operation of drainage pump.

며, 배수펌프 가동 후 황화수소는 8 ppm ~ 23 ppm, 복합악취는 8.71 OU ~ 28.58 OU로 측정되었다.

황화수소와 복합악취 농도가 가장 높게 나타난 일반빌딩(Office)의 경우 지하에 음식점과 구내식당 등 음식물쓰레기를 다량 배출하는 업종이 타 건축물들보다 더 많이 입주하고 있었다.

Fig 3.1 및 3.2는 각각의 배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취의 평균 농도 변화량을 나타낸 것이다.

서울특별시의 경우 정화조 방류수 배출시 공공하수도에서의 황화수소 농도를 5 ppm 이하로 유지될 수 있도록 권고하여 행정지도를 시행하고 있으나, 현장조사 결과 배수조 펌프 가동시 황화수소 농도가 5 ppm 이하인 곳은 없으므로 나타났다. 배수설비는 정화조와 함께 하수도법 상 개인하수도의 범위 내에 포함이 되어 있지만 배수조는 하수도법률 상의 용어 정의도 미흡

하고 설치기준 및 유지관리 기준이 정립되어 있지 않은 것으로 나타났다. 따라서 이번 연구에서 배수조가 악취발생원이라는 것이 확인된바 배수조와 관련된 설치기준, 유지관리 기준, 악취 기준 및 배수조 찌꺼기처리 기준 등의 관련규정의 정비가 필요하다고 판단된다.

3.3 황화수소와 복합악취의 상관관계 분석

일반적으로 하수 악취의 대표 물질인 황화수소는 악취현장 측정 시 검측이 비교적 어려우나, 복합악취는 악취물질을 검측해낼 수 있는 다양성이 있으므로 복합악취를 황화수소와의 상관관계분석 대상으로 선정하였다. 따라서 건축물 용도별로 총 15개소에 대한 배수펌프 가동 전·후의 악취 측정 결과를 토대로 황화수소와 복합악취의 상관관계를 분석하였다. 두 변수 황화수소와 복합악취 사이의 관계식이 어느 정도 신빙성

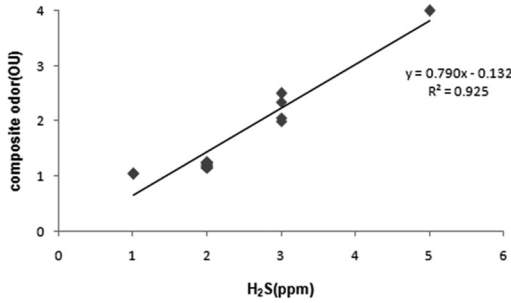


Fig 3.3. H₂S and composite odor correlation before using drainage pump.

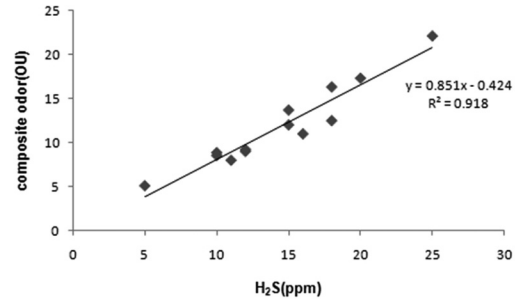


Fig 3.4. H₂S and composite odor correlation after using drainage pump.

이 있는가를 살펴보기 위해 가장 일반적으로 쓰이는 피어슨 상관관계(Pearson correlation)를 이용하였다.

배수펌프 가동 전·후 황화수소와 복합악취의 상관관계를 분석한 결과, 가동 전 결정계수(R²)의 값은 0.925로 나타났으며, 가동 후 결정계수(R²)의 값은 0.918로 나타났다. 이는 대체적으로 악취발생 지역에서 황화수소의 농도가 높을수록 복합악취의 농도 또한 높게 나타나 복합악취에 미치는 악취물질은 황화수소의 영향이 큰 것으로 해석할 수 있다.

3.4 배수설비의 방류수 수질 분석

건축물 용도별로 병원 1개소, 학교 1개소, 복지관 1개소 등 총 3개소의 배수설비 방류수에 대한 COD, SS의 수질분석 실험을 실시하였다. Table 3.10은 각 항목의 수질분석 결과를 표로 나타낸 것이다.

건축물 용도별 배수설비 방류수의 COD는 K 복지관이 189.2 mg/L로 가장 낮게 나타났으며, N 병원이 341.2 mg/L로 가장 높게 나타났다. 이는 방류수에 유기물 등 오염물질이 많이 함유되어 있는 것으로 판단되며, 각각의 분석항목에 대한 농도결과는 유입되는 하수의 성상 및 온도 그리고 배수조에 체류하는 시간 등에 따라 다르게 나타나는 것으로 판단된다.

배수설비 방류수의 SS는 N 병원 1,100 mg/L, S 대학교 도서관 1,980 mg/L, K 복지

Table 3.10 The water quality in effluent from drainage facility (unit : mg/L)

Use	Analysis of water quality	
	COD	SS
N hospital	341.2	1,100
S university library	223.2	1,980
K welfare center	189.2	840

관 840 mg/L로 대부분 높게 나타났다.

배수설비 중 배수조내에서 하수가 일정기간 체류하는 동안 COD나 SS 등의 유기물들이 미생물에 의해 부패가 이루어지고 그 결과 황화합물질 등이 배수펌프에 의해 공공하수도로 방류되어 처리되는 과정에서 확산되어 하수도 악취의 원인으로 작용하는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 개인하수도시설의 배수조가 주변 악취에 미치는 영향에 관한 악취발생원인 및 배수조 현황에 대해 연구를 수행하였다. 병원 1개소, 복지관 1개소, 사무실 2개소, 시장상가 2개소, 공동주택 2개소, 일반 음식점 2개소, 학교 2개소, 근린시설 3개소 등 건축물의 용도별로 총 15개소에 대하여 배수설비를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 배수설비의 배수펌프 가동 전 공공하수도에 접합되는 맨홀 내부에서 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 황화수소는 최소 1 ppm ~ 최대 5 ppm, 복합 악취는 최소 1.04 OU ~

최대 4.11 OU를 나타내었다. 배수펌프를 가동 후 공공하수도에 접합되는 맨홀 내부에서 황화수소와 복합악취를 측정된 결과 황화수소는 최소 5 ppm ~ 최대 33 ppm, 복합악취는 최소 5.10 OU ~ 최대 35.04 OU를 나타내었다. 배수펌프 가동이후의 측정값이 높은 이유로는 저류조에서 일정시간 체류하는 동안에 하수가 부패되어 있다가 펌핑과 함께 황화수소 및 복합악취가 펌핑전보다 많이 확산되었기 때문인 것으로 판단된다.

둘째, 총 15개소에 대한 배수펌프 가동 전·후의 악취 측정 결과를 토대로 황화수소와 복합악취의 상관관계를 분석한 결과 배수펌프 가동 전 황화수소와 복합악취의 결정계수(R^2)의 값은 0.925로 나타났으며, 배수펌프 가동 후 황화수소와 복합악취의 결정계수(R^2)의 값은 0.918로 나타났다. 이는 대체적으로 악취발생 지역에서 황화수소의 농도가 높을수록 복합악취의 농도 또한 높게 나타나는 것으로 판단된다.

셋째, 건축물 용도별로 병원 1개소, 복지관 1개소, 학교 1개소 등 총 3개소의 배수설비 방류수에 대한 수질분석 실험을 실시한 결과, 방류수의 SS는 최소 840 mg/L ~ 최대 1,980 mg/L로 높게 나타났다. 배수설비 중 배수조내에서 하수가 일정기간 체류하는 동안 SS가 미생물에 의해 부패가 이루어지고 그 결과 황화합물질 등이 배수펌프에 의해 공공하수도로 방류되어 처리되는 과정에서 확산되어 하수도 악취의 원인으로 작용하는 것으로 판단된다.

마지막으로, 서울특별시의 경우 정화조 방류수 배출시 공공하수도에서의 황화수소 농도를 5 ppm 이하로 유지될 수 있도록 권고하여 행정지도를 시행하고 있으나, 현장조사 결과 배수조 펌프 가동시 황화수소 농도가 5 ppm 이하인 곳은 없는 것으로 나타났다. 배수설비는 정화조와 함께 하수도법 상 개인하수도의 범위 내에 포함되어 있지만 배수조는 하수도법률 상의 용어 정

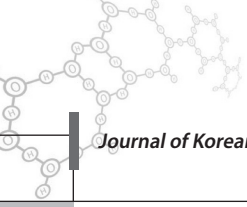
의도 미흡하고 설치기준 및 유지관리 기준이 정립되어 있지 않은 것으로 나타났다. 따라서 이번 연구에서 배수조가 악취발생원이라는 것이 확인된바 배수조와 관련된 설치기준, 유지관리 기준, 악취 기준 및 배수조 찌꺼기처리 기준 등의 관련 규정의 정비가 필요하다고 판단된다.

사 사

이 논문은 2013년도 광운대학교 교내학술비 지원 및 서울녹색환경지원센터(SGEC) 연구사업(과제고유번호 SGEC 2013-0424044)의 일환으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Gong, M. S. (2011) A Study on Effective Management of Collection and Transport of Human Feces, Kwangwoon University, Seoul, Korea, p.1.
- Higuchi, Yukihiro. (2011) Measure manual for odor of Building pit, Tokyo, Japan, pp.101-103.
- Jang, H. Ju. (2008) A Study on the Effective Operation of the Individual Sewage Treatment System, Kwangwoon University, Seoul, Korea, p.1.
- Kim, G. S. (2007) A Solution of Foul Odor of Roadside Gutters in Seoul, Seoul Development Institute, p.1, 229.
- Kim, G. J. & Kim, H. D. (2009) *Statistics for the behavioral sciences*, p.623, Communicationbooks, Seoul.
- Lee, J. H. (2007) A Study on Characteristics and Removal of Foul Semlling from Sewer Pipe Near Large Apartment Complexes, Kwangwoon University, Seoul, Korea, pp.36-37.
- Ministry of Environment, Sewerage Law (2013) *The standard of establishment for drainage facility*.
- Ministry of Environment, Korea (2013) *Sewer Statistics (2007-2011)*.
- Ryu, S. J. (2011) *Statistical Methods for Communication Science*, p.89, Communication-



books, Seoul.
Seoul Green Environmental Center, (2013) A Study on the Influence of Drainage Facilities on Surrounding Odor in Downtown Seoul, pp.1-5, p.25.