

### 3C5) 안산시 반월공단을 중심으로 한 주요 배출시설의 업종 및 배출시설별 VOC의 배출특성

## Emission Characteristics of VOC Due to Major Industrial Activities in the Ban Wall Industrial Complex

임문순 · 김기현 · 최여진 · 전의찬  
세종대학교, 지구환경과학과

#### 1. 서 론

본 연구진은 안산시 반월공단 내에 소재한 여러 유형의 대기오염 배출시설들을 대상으로 각 업종별 VOC의 배출특성을 조사하고자 하였다(김기현 외, 2005). 안산시 악취조사 연구용역의 일환으로 1차년 기간 (2004. 6월 ~ 2005. 1월) 동안 총 47개의 대기배출관련시설 업체를 대상으로 조사하였다. 이 기간 동안 확보한 분석 자료를 토대로 반월공단 내의 업체별, 처리공정별, VOC의 배출특성을 분석하였다. 또한, 이들 VOC의 농도를 악취도로 환산하여, 악취발생특성과 연계하여 해석하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 연구 대상 업체의 선정 및 조사방법

본 연구에서는 안산시 반월공단 내에 위치한 47개의 조사 대상업체들을 표준산업 분류코드를 기초로 분류하였다. 표 1에 제시한 바와 같이 조사한 전체 사업장을 업종별로 분류하면, 총 14개 업종에 해당한다. 또한 VOC의 배출특성을 또 다른 각도에서 평가하고 분석해 보기 위해, 업종의 기준에 상관없이 처리시설의 공정단계를 기준으로 분류를 시도해 보았다. 이와 같이 처리시설 또는 처리방법에 의한 분류결과를 보면, VOC의 발생원으로 예상되는 집수조, 포기조, 침전조, 스크러버, 제조공정, 저장소, Stack, 기타 등으로 구분할 수 있다. 이러한 기준에 의하면, 본 연구기간 내에 총 115지점의 시료를 채취 및 조사한 것에 해당한다.

##### 2.2 분석방법

본 연구에서 VOC의 분석은 저온농축 및 열탈착 기법 (Peltier Cooling/Thermal Desorption (이하 PC/TD))을 기초로 한 UNITY 열탈착 시스템(Markes Ltd.)과 GC/FID (Model: DS-6200, 도남인스트루먼트)를 연동하였다. 본 연구기간 내에 채취한 미지시료를 분석하는 단계에서, 시료별 농도의 차이가 현저하게 나타났다. 따라서 이를 감안하여 고농도 및 저농도로 예상되는 지점에서 채취한 시료의 분석은 PC/TD의 cold trap 내부로 유입할 시료의 양을 사전에 조절하여, PC/TD 내부 및 칼럼의 오염을 최소화하고자 하였다. 고농도 시료를 분석할 경우, PC/TD 및 칼럼의 blank test, conditioning 등의 단계를 추가 하였다.

#### 3. 결과 및 토론

냄새의 세기와 분석 농도와의 함수식을 이용하여 분석한 개별 VOC의 농도를 악취도로 환산한 결과, 대부분의 VOC 성분들은 악취 기여도 면에서 악취도 1도에 미치지 못하는 것으로 판별되었다. 본 연구에서 관측한 VOC 중심의 악취분포 특성을 여타 악취성분들과 비교 분석한 결과, 황계열 및 알데하이드 계열의 악취기여도가 상당히 크다는 특성과 현저한 구분이 이루어지는 것으로 나타났다(최여진 외, 2005; 홍윤정 외2005). 업종별 배출특성을 비교한 결과, 펄프, 종이제품 제조업 (D분류군)에서는 toluene (2466 ppb: 악취도 1도), 화학 및 화학제품 제조업에서도 m,p-xylene (112 ppb: 악취도 1도)과 styrene (61.2 ppb: 악취도1도)의 농도로 산출되었다.

Table 1. A list of industry types investigated for the characterization of VOC emission patterns in this study. Classification is made based on a standard industrial classification code. A total of 47 companies investigated in this study are classified.

Order	Major code (first 2 digits)	Type of industry (Original)	Industry classification (Modified)	Number of company
1	15	Food and beverage	A	2
2	17	Textiles	B	5
3	19	Leather, bag and shoes production	C	6
4	21	Pulp, paper, etc.	D	4
5	24	Compound and chemical product	E	13
6	28	Metal assembly and production	F	5
7	90	Sewage, waste treatment, and cleaning	G	5
8	18	Fur and dressmaking	H	1
	20	Wood and its product		1
	29	Miscellaneous machine and instrument		1
	31	Electronic machine and convertor		1
	34	Automobile and trailer		1
	36	Furniture		1
	40	Electronics, gas, and vapor		1
up to 14 Classes			up to 8 classes	47

Table 2. Comparison of VOC concentration for by each industrial processing unit.

	Pollutants	TVOC	B	T	E	MPX	STY	OX	BB	1,3,5-TMB	1,2,4-TMB	p-IPT	n-BB
	Mod Name	ppbC	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
Junction box	Mean	4372	1.29	96.7	59.1	27.5	14.6	8.65	0.3	2.24	8.37	4.54	1.34
	SD	2515	0.95	88.3	97.3	28.5	17.5	7.38	0.08	1.68	6.26	5.55	1.1
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Aeration tank	Mean	4391	2.93	55.5	5.88	14.8	3.1	4.02	1.7	0.74	1.46	1.68	0.46
	SD	6278	4.62	76.6	5.67	43.1	2.91	9.29	4.4	0.74	1.32	3.36	0.72
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Settling tank	Mean	5906	0.97	22.8	7.14	5.32	5.56	1.73	0.37	4.08	8.24	10.6	37.5
	SD	5610	0.98	16	4.01	3.13	5.39	1.45	0.0002	6.66	11.1	18	64.6
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Scrubber	Mean	11513	17.4	285	140	73.7	45.7*	26.5	4.87	6.2	11.4	7.55	5.79
	SD	16250	38.6	698	553	219	148	121	13.2	16	45.4	20.8	16.2
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Manufacturing process	Mean	14952	20.2	1257*	38.2	28.9	13.2	21.2	6.33	6.1	6.71	7.45	6.74
	SD	22918	90.1	3079	70	40.2	18	39.4	17.7	14.4	8.1	19.4	21.5
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Storing place	Mean	9835	35.5	414	46.2	36.6	21.9	83.9	5.66	4.65	6.29	11.7	1.66
	SD	11988	124	742	97.5	73.7	41.8	208	8.72	6.38	10	26	1.87
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Stack	Mean	2283	0.96	24.4	5.98	6.68	2.93	3.81	0.42	1.08	1.87	1.49	1.21
	SD	1652	0.28	22.4	5.59	4.92	1.25	4.98	0.21	0.68	2.63	1.7	1.14
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Miscellaneous	Mean	8877	46.5	108	276	352*	117*	1.31	0.37	1.94	1.77	0.97	0.23
	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

\* Numbers in bold phase correspond to malodor degree of 1.

배출처리 시설별 배출특성을 살펴보면, 제조과정에서는 toluene이 1257 ppb로 악취도 1도를 기록하였으며, 스크러버 후단에서 관측한 스티렌의 평균농도가 약 45.7ppb로도 악취도 1을 기록하는 것으로 나타났다(표 2). 또한, 기타 시설에서도 m,p-xylene(352ppb: 악취도 1도), styrene(117ppb: 악취도 1도)로 나타남으로써, 주요 VOC발생원으로 예상되는 지점에 대한 악취관리도 필요하다고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 김기현, 최여진, 홍윤정, 사재환, 박종호, 전의찬, 최청렬, 구윤서 (2005) 반월공단내 주요 산업시설물들의 대기배출시설을 중심으로 한 주요 악취성분의 배출특성 및 배출원별 악취인자 선별 방식에 대한 예비연구, 한국대기환경학회지, 21(2), 215-226
- 최여진, 전의찬, 김기현 (2005) 반월공단의 대기배출시설을 대상으로 한 악취성 황화합물의 측정과 배출 특성에 대한 연구, 한국대기환경학회지 투고중.
- 홍윤정, 전의찬, 김기현 (2005) 카보닐 계열의 배출 특성과 그에 따른 악취 발생 기여도 비교 연구: 반월공단 내 주요 산업시설물들을 중심으로, 한국대기환경학회지 투고중.