

계절별 악취물질의 배출량 분석 및 평가에 관한 연구

최재성·김재우*

경원대학교 화학과, *경원전문대학 환경과학과
(2005년 10월 12일 접수; 2006년 11월 30일 채택)

Seasonal Analysis of Odorous Compounds Emitted From the Chemical Plant

Jae-Sung Choi and Jae-Woo Kim*

Department of Chemistry, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

*Department of Environmental Science, Kyungwon College, Seongnam 461-701, Korea

(Manuscript received 12 October, 2005; accepted 30 November, 2006)

In this study, the concentrations of offensive odorous compounds seasonally emitted from the chemical plant at Chongju industrial complex in Korea were determined by the analytical methods of gas chromatography, high performance liquid chromatography and uv/vis spectroscopy. The kinds of offensive odorous compounds examined are formaldehyde, acetaldehyde, butyl aldehyde, propion aldehyde, n-valeric aldehyde, iso-valeric aldehyde, hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide, trimethyl amine and ammonia. The seasonally emission levels of all odorous compounds except dimethyl sulfide at 13 sampling points of plant were lower than those of the regulation standard levels of the industrial complex in Korea. The levels were the highest in June, and lowest in December. The propion aldehyde and iso-valeric aldehyde in June and December, butyl aldehyde in December, and n-valeric aldehyde were not detected in all the three seasons at any sampling points of the plant examined. But in June, dimethyl sulfide was emitted up to 16 times than that of the regulation level.

Key Words : Aldehyde compound, Formaldehyde, Odorous compound, Sulfur compound

1. 서 론

최근에 악취물질에 의한 환경오염이 날로 심각해지고 있으나 이에 대한 뚜렷한 방지대책이 수립되어 있지 않으므로 악취 오염관리에 많은 문제점이 발생되고 있다. 공장 굴뚝에서 검거나 회색의 연기와 같은 형태로 배출되는 대기 오염물질들은 사람의 육안으로 식별이 가능하지만 악취물질은 후각에 의해서만 식별이 가능한 경우가 많다. 악취물질은 인간생활의 모든 영역에서 발생되며, 특히 악취가 많이 발생하는 업종으로는 농·축산업, 식품 제조 및 제지 공장, 화학공장, 하수 및 분뇨 처리장, 화장터, 도축장 등이 있으며, 주택과 하천이나 호소 등에서도 발생된다. 악취물질은 공장의 굴

뚝과 같은 단일 배출장소에서 배출될 뿐만 아니라 대기에 개방된 장치나 설비 및 야외의 조업 등에서 산발적으로 배출되는 등 그 발생원이 매우 다양해서 악취물질의 제거에는 투자비에 비해 개선효과가 낮으므로 대기오염물 중에서도 까다롭고 해결하기 어려운 공해문제로 대두되고 있다¹⁾.

이들 악취 오염물질들은 황화수소, 알데히드, 아민류 및 암모니아와 같이 자극성이 있는 기체상 물질들이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주고 냄새가 나는 물질들이다²⁾. 악취물질은 대단히 많은 종류의 물질들이 대기에 방출됨으로써 발생하는 환경오염으로 여러 측면에서 복잡한 특성을 지니고 있고, 악취 오염의 결과도 단일물질에 의한다고보다는 많은 종류 화합물들의 복합적으로 나타난다고 볼 수 있다³⁾.

우리나라와 몇몇 국가에서도 악취방지법에서는 악취물질의 주 시험법으로 “공기회석 관능법”을 채

Corresponding Author : Jae-Sung Choi, Department of Chemistry, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea
Phone: +82-31-750-5406
E-mail: jschoi@kyungwon.ac.kr

택하고 있지만 일반적으로 사람의 후각은 연령, 성별, 건강상태, 흡연이나 습관 등에 따라 개인차가 있으므로 악취의 느낌 정도가 다르게 나타날 수 있으므로 객관성 있게 악취 오염물질을 측정하기란 대단히 어려운 문제이다. 따라서 객관적이고 신뢰성 있는 측정결과를 얻기 위해 메틸머captan, 디메틸설파이드, 트리메틸아민, 아세트알데히드, 프로피온알데히드, 암모니아, 스티렌 등과 같은 12가지 물질을 지정 악취물질로 규정하여, 이들의 성분 검출과 정량분석을 위해서 기기분석법을 병행하여 실시하고 있다^{2,4,5)}.

악취물질의 배출은 공장의 제조공정, 생산물질과 원료물질, 생산일정과 생산량 등의 요인에 따라 차이가 날 수 있다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 연구한 공장에서 배출가능성이 있고, 우리나라에서 악취규제물질로 규정하는 물질들에 대한 배출정도를 분석 및 평가하는 것을 연구범위로 했고, 악취물질 오염에 적극적으로 대처하고, 공장지역 주민들의 삶의 질을 향상시키는데 일조하기 위하여 특정 화학공장에서 발생 가능한 악취 규제물질의 성분 및 배출정도를 계절별로 분석 및 평가하여 그 자료를 축적하고, 계절에 따른 악취오염의 실태를 살펴보고자 했다.

2. 실험

2.1. 시약 및 기기

악취물질의 분석을 위한 시약은 알데히드 화합물과 암모니아의 경우에는 일본 관동화학에서 구입한 특급시약을 그대로 사용했고, 트리메틸아민 분석에는 미국 Aldrich사에서 제조한 40wt%의 시약을 사용했다. 황 화합물의 표준시약은 한국표준과학연구소에서 제조한 133ppm의 황화수소와 106ppm의 메틸머captan이 혼합된 것과 10.9ppm의 디메틸설파이드와 15.3ppm의 디메틸디설파이드가 혼합된 것을 각각 사용했고, 모든 분석에는 초순수를 사용했다. 트리메틸아민의 알칼리 분해시약인 수산화나트륨과 수분제거를 위한 시약인 수산화칼륨은 관동화학의 특급시약을 사용하고, 트리메틸아민과 황화물들의 기체 크로마토그래피법 분석에는 운반기체로 99.99%의 헬륨을 사용했다. 알데히드 화합물의 고성능 액체 크로마토그래피법 분석용 용매로는 J.T. Baker사에서 제조한 아세토니트릴을 사용했다.

알데히드 화합물의 분석에는 Line AR의 자외선 검출기와 Waters사의 부품(515 펌프 등)으로 조립한 HPLC를 사용했다. 황 화합물의 기체 크로마토그래피법 분석에는 Agilent사의 모델 6890 Series를 사용하고, 트리메틸아민의 분석에는 Shimadzu사의

모델 GC-14B를 사용했고, 이들 기기에는 불꽃이온화 검출기, 불꽃광도 검출기 및 불꽃열이온 검출기가 부착되어 있어 필요에 따라 선택하여 사용했다. 암모니아 분석에는 Shimadzu사의 모델 160A 자외선/가시선 분광광도계를 사용했다. 트리메틸아민의 기체 크로마토그래피 분석의 분리관은 Top-trading사에서 제조한 Glass PT. AT. KOH 충전관(길이: 2m, 직경: 3.2mm)을 사용하고, 황화물들의 분석에는 J&W에서 제조한 GS-Q관(길이: 30m, 직경: 0.53mm)을 사용했으며, 알데히드 화합물들의 고성능 액체 크로마토그래피법 분석에는 Supelco사에서 제조한 LC-18관(길이: 25cm 직경: 4.6mm, 입자크기: 5 μ m)을 사용했다.

2.2. 시료채취와 분석방법

청주의 산업단지 내의 특정 화학공장에서 배출될 가능성이 있고, 규제대상 물질인 포름알데히드, 아세트알데히드, 프로피온알데히드, 부틸알데히드, 노르말-발레르알데히드, 이소-발레르알데히드, 황화수소, 메틸머captan, 디메틸설파이드, 디메틸디설파이드, 트리메틸아민 및 암모니아를 측정 대상으로 선정하여, 각각 계절별(6월, 9월 및 12월)로 시료를 채취하여 분석했다. 시료채취 장소의 위치와 기후조건은 악취물질의 배출에 밀접한 관계가 있을 것이므로 시료채취는 공장 부지경계선의 다른 건물에 의해 막히지 않고, 가까워 바람 등에 의해 배출물질이 쉽게 채취될 수 있는 실외의 완전히 오픈된 13개 지점에서 수행했다. 또한, 시료채취 시기는 해당 공장에서 거의 모든 생산 활동이 진행되는 6월부터 그 다음 해 2월 사이의 9개월 동안에 수시로 채취하여 분석했고, 채취시간은 공장이 가동되는 오전 9시부터 오후 6시 사이에 이루어졌다.

각 악취물질의 시료채취와 분석은 공해공정시험법의 기기분석법에 의해 이루어졌고⁶⁾, 각 악취물질의 시료채취량과 기기 작동조건은 다음과 같다.

알데히드 화합물: 알데히드 화합물들의 분석을 위해서는 시료 50.0 L을 채취하여 고성능 액체 크로마토그래피법으로 분석하고, 이때 용매(용리액)는 아세토니트릴:물(60:40) 혼합용매를 사용하여 이동상의 용리속도는 5ml/min.로 하였다.

황 화합물: 황 화합물들은 시료를 3.0~5.0 L 채취하여 불꽃광도 검출기가 부착된 기체 크로마토그래프로 분석하고, 기기 작동조건은 운반기체 유속: 50 ml/min. 시료주입구 온도: 250 $^{\circ}$ C, 오븐온도 조절방법: 130 $^{\circ}$ C에서 10분간 유지, 200 $^{\circ}$ C까지 50 $^{\circ}$ C/min. 속도로 승온, 200 $^{\circ}$ C에서 5분 유지한 후 다시 235 $^{\circ}$ C까지 40 $^{\circ}$ C/min.로 승온, 235 $^{\circ}$ C에서 5분간 유지, 검출기 온도: 250 $^{\circ}$ C로 유지하여 분석했다.

계절별 악취물질의 배출량 분석 및 평가에 관한 연구

트리메틸아민과 암모니아: 트리메틸아민도 50.0 L의 시료를 채취하여 분석하고, 이때 GC 기기의 작동조건은 운반기체 유속: 70ml/min. 시료주입구 온도: 150℃, 오븐온도 조절방법: 80℃에서 10분간 유지, 200℃까지 15℃/min. 속도로 승온, 200℃에서 5분간 유지, 검출기 온도: 250℃로 유지하여 분석했다. 암모니아는 시료를 봉산용액에 흡수시켜, 50.0 L 채취하여 자외선/가시선 분광광도법으로 분석했다.

2.3. 정도관리 시험

본 연구에서 이용한 분석방법의 검출한계, 정밀도 및 검량선의 직선성을 알기 위해 각 악취물질의 표준시약을 단계적으로 희석하여 필요한 농도의 표준용액을 제조하여 정도관리(quality control) 시험을 실시하였다.

트리메틸아민, 알데히드 화합물 및 황 화합물의 검출한계는 각각 7회씩 반복 측정하여 구했고, 이들 물질을 분석할 때 얻은 크로마토그램으로부터 작성한 검량선으로부터 직선성을 구하고, 정밀도는 검량선에서 중간정도의 농도인 표준용액으로 검량선을 작성할 때와 같은 분석조건에서 7회씩 반복 측정하여 얻은 크로마토그램 봉우리 면적과 머무름 시간 측정값으로부터 상대표준편차로 구했다⁶⁾.

암모니아 분석의 정밀도와 검량선의 직선성을 구할 때는 5개의 암모니아 표준용액을 만들어 이들의 흡광도를 측정하여 작성한 검량선으로부터 직선성을 구하고, 정밀도는 검량선에서 중간 정도의 농도용액에 대한 흡광도를 7회 이상 측정하여 이들 값으로부터 상대표준편차로 구했다⁶⁾. 암모니아 분광

광도법 분석의 검출한계 시험에서는 기기잡음으로부터 구별 가능한 최소의 분석신호(흡광도)를 25회 바탕시험 하여 구하는 방법을 사용했다⁷⁾.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시료 채취지점의 기후조건

시료 채취지점의 기온, 풍향, 풍속 및 습도와 같은 기후조건은 공장에서 배출된 악취물질의 확산과 이동에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 시료 채취지점의 측정결과 평가에 활용하기 위하여 시료를 채취할 때 측정된 시료채취지점의 계절별 기후조건을 Table 1에 수록했다.

Table 1을 보면 풍향은 6월에는 대략 남남서풍이고 9월에는 북북동풍이며, 12월에는 북북동풍과 서북북풍이 절반 정도이었고, 풍속은 각 계절별로 큰 차이가 없었다. 기온의 경우에는 6월에 대략 20℃, 9월에 30℃, 12월에는 10℃ 정도로 차이가 컸고, 습도의 경우도 6월에 35%, 9월에 50~60%, 12월에 40% 정도로 계절마다 차이가 컸다.

3.2. 정도관리 결과

분석방법의 정밀도, 검량선의 직선성 및 검출한계의 측정결과를 Table 2에 수록했다.

Table 2를 보면 알데히드 화합물, 황화물 및 암모니아 분석의 정밀도는 상대표준편차로 0.21~1.61% 범위였고, 트리메틸아민의 경우에는 6.60%로 특별히 크지만 이들은 모두 문헌⁶⁾에서 제시한 것보다 좋은 결과였다. 또한, 검량선의 직선성도

Table 1. The climate conditions of 13 sampling points of plant

Sampling point #	June				September				December			
	A	B (m/s)	C (°C)	D (%)	A	B (m/s)	C (°C)	D (%)	A	B (m/s)	C (°C)	D (%)
1	S	0.6	21.4	35	WSN	1.1	28.8	53.8	NNE	1.0	10.1	40.2
2	SSW	1.6	22.7	35	NEE	0.7	29.6	58.8	NNE	1.2	10.7	41.4
3	SSW	1.2	21.4	35	NNE	1.0	28.9	60.4	NNE	1.4	10.2	40.9
4	SSW	2.4	21.4	35	NNE	0.7	31.1	56.1	WNN	1.1	10.9	40.2
5	SSW	1.0	21.4	35	SWW	1.1	30.1	52.5	NNE	0.8	11.4	41.2
6	WNN	0.7	21.4	35	NNE	0.9	30.6	55.2	SWW	0.6	10.1	40.1
7	SSW	1.4	21.1	35.7	NNE	1.5	29.4	60.0	WNN	2.5	9.9	40.2
8	W	0.9	21.0	35.9	NNE	1.1	28.1	60.7	NEE	2.2	11.0	40.3
9	WNN	1.2	20.1	35.8	NNE	1.8	30.5	55.7	NEE	1.4	9.4	44.4
10	WNN	0.5	29.6	39.6	NNE	1.0	32.5	51.7	WNN	1.4	9.7	41.2
11	SSW	0.4	21.1	35	WNN	2.4	26.6	65.9	NNE	2.4	10.2	39.9
12	SSW	1.0	23.9	44.1	NNE	1.5	28.1	54.6	WNN	1.7	10.1	39.2
13	SSW	0.5	21.6	45.4	WNN	1.9	29.5	54.3	WNN	2.0	11.6	31.5

A: direction of wind, B: velocity of wind, C: temperature, D: humidity

Table 2. The detection limits and precisions of analytical methods

Compounds	Detection limit (ppb)	Precision (RSD, %)	Linearity
formaldehyde	0.20	1.20	1.00
acetaldehyde	0.07	0.21	1.00
propion aldehyde	0.12	0.52	1.00
butyl aldehyde	0.10	0.68	1.00
n-valeric aldehyde	0.36	1.06	1.00
iso-valeric aldehyde	0.28	0.81	1.00
hydrogen sulfide	0.39	0.41	1.00
methyl mercaptan	0.20	0.53	0.99
dimethyl sulfide	0.27	0.44	0.99
dimethyl disulfide	0.19	1.61	1.00
trimethyl amine	0.07	6.60	1.00
ammonia	4.78	1.26	0.98

RSD : relative standard deviation

0.98~1.00으로 만족할 만한 결과였으나 황화수소와 디메틸설파이드의 경우에는 측정된 검출한계는 각각 0.39와 0.27 ppb로 문헌의 “0.20ppb 이하” 보다 약간 컸고, 이들 두 가지를 제외한 다른 모든 악취물질의 검출한계는 모두 문헌값보다 적은 좋은 결과였다.

3.3. 악취물질의 분석결과

3.3.1. 알데히드 화합물

악취물질의 배출정도는 공장의 생산일정과 생산량에 따라 밀접한 관계가 있을 것이므로 본 연구에서는 계절별(6월, 9월, 12월)로 악취물질을 측정하여 비교 분석하였다.

알데히드 화합물들의 계절별 분석결과는 Table 3-1과 3-2에 나타내었다.

Table 3-1을 보면 알데히드 화합물들 중에서 포름알데히드의 경우에는 6월: 12.37~34.76 ppb, 9월: 0.00~9.01 ppb, 12월: 2.71~15.73 ppb 범위로 거의 모든 측정지점에서 검출되었으며 이들은 모두 공업지역 규제치, 20 ppm보다 상당히 낮았다. 아세트알데히드의 경우에도 6월: 0.00~2.96 ppb, 9월: 0.00~0.70 ppb, 12월: 0.00~3.50 ppb 범위로 거의 모든 지점에서 검출되었고, 역시 규제치, 0.1 ppm보다 낮았다. 그러나 프로피온알데히드는 6월과 9월에는 어느 측정지점에서도 검출되지 않았고, 12월의 경우에는 측정지점 1과 3에서만 소량 검출되었으나 규제치, 0.1 ppm보다 상당히 낮았다.

이상의 결과에서 보듯이 계절과 시료채취지점에 따라 검출결과가 약간씩 차이나는 것은 계절별 또는 위치에 따른 기후조건 변화에도 영향 받기 때문인 것으로 보이며, 다만 프로피온알데히드의 경우에 거의 모든 측정지점에서 검출되지 않은 것은 측정위치의 기후조건보다는 생산일정이나 생산량의 관계가 더 큰 것으로 생각된다.

Table 3-2를 보면 부틸알데히드의 경우에는 6월에 측정지점 10에서만 0.86ppb 검출되었고, 9월에는 6개 지점에서 0.60~0.98 ppb 범위로 검출되었고, 12월에는 모든 지점에서 검출되지 않았으며, 이들은 모두 규제치, 0.1 ppm보다 상당히 낮았다.

노르말-발레르알데히드의 경우에는 계절에 관계없이 모든 측정지점에서 검출되지 않았다. 이소-발레르알데히드는 6월과 12월에는 모든 측정지점에서 검출되지 않았고, 9월에는 2개 지점에서만 소량

Table 3-1. Analytical data of aldehyde compounds seasonally emitted

Sampling point #	Formaldehyde (ppb)			Acetaldehyde (ppb)			Propion aldehyde (ppb)		
	June	Sept.	Dec.	June	Sep.	Dec.	June	Sep.	Dec.
1	34.76	2.47	10.86	2.96	-	1.60	-	-	0.27
2	25.41	-	6.15	2.23	-	0.63	-	-	-
3	25.05	9.01	15.73	1.26	0.66	3.50	-	-	0.55
4	16.97	3.20	9.90	0.80	-	1.39	-	-	-
5	22.79	1.84	6.30	1.06	-	0.47	-	-	-
6	15.20	-	6.29	-	-	0.73	-	-	-
7	30.40	0.78	8.46	1.95	-	1.00	-	-	-
8	31.69	4.51	2.71	1.25	0.63	-	-	-	-
9	29.74	-	11.37	1.26	0.61	2.09	-	-	-
10	22.65	0.39	3.26	1.08	-	-	-	-	-
11	12.37	5.16	3.56	-	0.57	-	-	-	-
12	13.50	8.67	7.31	-	0.70	0.16	-	-	-
13	29.23	-	7.25	1.61	0.61	0.36	-	-	-

- : not detected

계절별 악취물질의 배출량 분석 및 평가에 관한 연구

Table 3-2. Analytical data of aldehyde compounds seasonally emitted

Sampling point #	Butyl aldehyde (ppb)			n-Valeric aldehyde (ppb)			i-Valeric aldehyde (ppb)		
	June	Sep.	Dec.	June	Sep.	Dec.	June	Sep.	Dec.
1	-	0.79	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	0.98	-	-	-	-	-	-	-
5	-	0.81	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	0.67	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	1.22	-
9	-	0.64	-	-	-	-	-	-	-
10	0.86	-	-	-	-	-	-	0.80	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	0.60	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-

검출되었으나 모두 규제치, 0.006 ppm보다 낮았다.

부티르알데히드와 2종의 발레르알데히드와 같은 악취물질의 경우에도 프로피온알데히드처럼 시료 채취지점의 기후조건보다는 계절별 생산일정과 생산량에 더 크게 관계될 것으로 생각된다.

3.3.2. 황 화합물

황 화합물의 경우에도 계절별 또는 시료채취지점의 기후조건에 따른 배출정도를 알아보기 위하여 측정된 분석결과를 Table 4에 수록했다.

Table 4를 보면 황화수소는 6월에 4개 측정지점에서 16.72~58.31 ppb, 9월에 5개 지점에서 19.01~39.11 ppb, 12월에는 측정지점 10에서만 3.31ppb로 검출되었으나 이들 모두 규제치, 0.06ppm 보다

낮았다. 그러나 메틸머captan과 디메틸디설파이드는 계절과 측정위치에 관계없이 모든 지점에서 검출되지 않았다. 디메틸설파이드의 경우에는 9월에는 5개 지점에서 9.15~14.11 ppb로 검출되어 규제치, 0.05ppm보다 낮았고, 12월에는 모든 지점에서 검출되지 않았다. 6월의 경우에는 8개 지점에서 145.30~791.03 ppb 범위로 검출되어 규제치보다 거의 16배까지 높았다. 디메틸설파이드의 검출정도가 계절과 측정위치에 따라 크게 차이나는 것도 앞에서 살펴본 몇 가지 다른 악취물질과 같이 공장의 생산일정이나 생산량과 밀접한 관계가 있을 것으로 보인다. 그러나 6월에 배출정도가 특별히 높은 것은 생산일정이나 생산량과 함께 이 물질의 제조공정까

Table 4. Analytical data of sulfur compounds seasonally emitted

Sampling point #	June (ppb)				September (ppb)				December (ppb)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	-	-	205.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	201.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	19.01	-	9.60	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	25.66	-	-	-	-	-	-	-
7	16.72	-	691.43	-	38.26	-	11.14	-	-	-	-	-
8	58.31	-	401.24	-	-	-	9.15	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	19.42	-	402.76	-	39.11	-	10.84	-	3.31	-	-	-
11	-	-	383.87	-	-	-	14.11	-	-	-	-	-
12	16.79	-	145.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	791.03	-	33.29	-	10.45	-	-	-	-	-

A: hydrogen sulfide, B: methyl mercaptan, C: dimethyl sulfide, D: dimethyl disulfide

지도 관계가 있을 것으로 사료되므로 이에 대한 면밀한 검토와 대책이 강구되어야 할 것이다.

3.3.3. 트리메틸아민과 암모니아

트리메틸아민과 암모니아의 계절별 측정 분석결과는 Table 5에 수록했다. Table 5를 보면 트리메틸아민은 6월: 0.00~4.36 ppb, 9월: 0.00~3.26 ppb, 12월: 1.23~3.83 ppb로 검출되어 계절과 측정위치에 따라 약간의 차이는 있지만 모두 규제치, 0.02 ppm보다 상당히 낮았다. 암모니아는 6월: 2.43~100.92 ppb, 9월: 0.00~76.59 ppb, 12월: 0.00~62.79 ppb로 검출되어 6월에 가장 심했고, 9월과 12월에는 거의 비슷했으나 이들은 계절과 측정위치에 관계없이 모든 지점에서 규제치, 2 ppm보다 상당히 낮았다. 트리메틸아민과 암모니아의 측정결과도 계절이나 측정위치에 따라 약간씩 차이는 있지만 두 물질 모두 계절에 관계없이 규제치 이하로 배출되었음을 알 수 있다.

이상의 모든 악취물질에 대한 우리나라의 공업지역 규제치(배출허용기준)는 문헌⁶⁾을 참조했다.

Table 5. Analytical data of ammonia and trimethyl amine

Sampling point #	trimethyl amine (ppb)			ammonia (ppb)		
	Jun.	Sep.	Dec.	Jun.	Sep.	Dec.
1	1.38	0.45	1.40	70.03	-	38.84
2	4.36	3.26	2.56	100.92	46.25	34.48
3	1.58	2.27	2.28	53.54	12.41	19.77
4	0.86	2.23	2.33	38.31	19.30	30.83
5	1.85	1.46	1.88	48.46	13.82	41.92
6	1.51	2.02	1.76	73.84	28.76	31.96
7	-	1.20	2.90	68.69	25.95	19.75
8	1.68	-	1.99	58.53	21.80	27.17
9	-	-	1.23	44.46	13.83	34.32
10	1.49	1.61	2.57	2.43	13.93	18.52
11	1.03	1.90	3.47	56.02	76.59	-
12	1.92	1.31	3.83	60.39	27.18	62.79
13	0.81	1.34	3.47	52.31	28.66	27.08

4. 결 론

화학공장에서 발생 가능한 악취규제물질(포름알데히드, 아세트알데히드, 프로피온알데히드, 부틸알데히드, 노르말-발레르알데히드, 이소-발레르알데히드, 황화수소, 메틸머captan, 디메틸설파이드, 디메틸디설파이드, 트리메틸아민 및 암모니아)을 청주 산업단지 내의 한 공장을 대상으로 하여, 기체 크로마토그래피 및 고성능 액체 크로마토그래피법, 자외선/가시선 분광광도법에 의해 계절별(6월, 9월 및

12월)로 분석한 결과로부터 다음 결론을 얻었다.

1) 알데히드들의 계절별 배출농도는 모두 한국의 공업지역 규제치보다 낮았다. 특히 프로피온알데히드, 노르말-발레르알데히드 및 이소-발레르알데히드는 계절별로 거의 모든 측정지점에서 검출되지 않았고, 부틸알데히드는 9월에 일부 측정지점에서 검출되었으나 6월과 12월에는 거의 모든 지점에서 검출되지 않았다. 이렇게 거의 검출되지 않은 것은 공장의 생산일정이나 생산량과 관계가 더 클 것으로 생각된다.

2) 트리메틸아민과 암모니아의 경우에는 계절과 측정지점에 따라 모두 규제치보다 낮았다.

3) 황화수소, 메틸머captan 및 디메틸디설파이드는 계절에 따라 일부 지점에서 검출되었으나 모두 규제치보다 낮았다. 그러나 디메틸설파이드의 경우에는 6월에 8개 측정지점에서 145.30~791.03 ppb로 검출되어 규제치를 16배까지 초과했으며, 이것은 시료채취지점의 기후조건보다는 생산일정이나 생산량과 함께 이 물질의 제조공정까지도 관계될 것으로 보인다. 따라서 이에 대한 면밀한 검토와 대책이 강구되어야 할 것이다.

본 연구에서 계절별로 측정된 화학공장의 악취 규제물질에 대한 분석결과 및 자료는 향후 악취방지에 관한 연구와 이에 대한 대책수립에 기여하게 될 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구는 “산업단지 내의 공장에서 대기환경관리방안 연구사업”으로 청주의 한 화학공장에서 지원받아 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 화학공학협회, 1997, 악취, 탄화수소 배출방지 기술, 7-11.
- 2) 환경부, 2005, 악취방지법, 15pp.
- 3) 김민구, 정영립, 박정진, 서영민, 윤인구, 2002, 관능법과 기기분석법을 접목한 악취 원인물질 평가방법, 한국냄새환경학회지, 1(1), 31-32.
- 4) 양성봉, 2002, 우리나라의 악취규제제도, 한국냄새환경학회지, 1, 6-15.
- 5) 허목, 1990, ASTM 주사기법에 의한 환경 악취의 관능 측정법에 관한 연구, 대한환경공학회지, 12, 1-8.
- 6) 국립환경연구원, 2005, 악취공정시험방법, 제2005-4호, 69-143.
- 7) G. L. Long and L. D. Wine Fordner, 1983, Anal. Chem., 55, 712A.