

목차

01 서론	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	7
02 국내외 선행연구 검토	10
1_VOC 특성 분석 동향	10
2_PMF 수용모델 활용 동향	13
3_국내 적용 사례	16
03 서울의 VOC 특성 분석	20
1_VOC 측정자료	20
2_VOC 측정자료의 정도관리	24
3_VOC 특성 분석	31
04 개선된 수용모델 방식을 활용한 VOC 배출원 분석	56
1_PMF 수용모델 분석 절차	56
2_PMF 수용모델 분석 결과	67
05 결론 및 정책제언	98
1_분석 결과 종합정리	98
2_정책제언 및 향후 과제	100
참고문헌	103
Abstract	107

표 목차

[표 1-1] 전국, 수도권 및 서울시 배출원별 휘발성유기화합물(VOC) 배출량(2019년 기준)	3
[표 1-2] 홍콩의 휘발성유기화합물(VOC) 배출량 인벤토리(2020년 기준)	4
[표 1-3] 미국 주요 도시의 휘발성유기화합물(VOC) 배출량 인벤토리(2017년 기준)	6
[표 2-1] 성분 비율을 활용한 VOC 배출원 특성 분석 사례 정리	10
[표 3-1] 서울시 4개 광화학대기오염물질 측정소 현황	20
[표 3-2] 광화학측정망 측정소별 검출한계(MDL)	22
[표 3-3] 정도관리를 위한 오차 종류 및 기준(1단계 정도관리 절차)	25
[표 3-4] 종로 측정소 전체 기간(2020년~2021년) 정도관리 결과(대표 성분)	27
[표 3-5] 광진 측정소 전체 기간(2020년~2021년) 정도관리 결과(대표 성분)	28
[표 3-6] 강서 측정소 전체 기간(2020년~2021년) 정도관리 결과(대표 성분)	29
[표 3-7] 북한산 측정소 전체 기간(2020년~2021년) 정도관리 결과(대표 성분)	30
[표 3-8] VOC 대표 마커 성분	31
[표 3-9] 성분 비율을 활용한 정성적 분석 방법 정리	35
[표 3-10] 측정소별 TVOC 평균 농도	35
[표 3-11] 종로 측정소 VOC 성분별 비율과 결정계수(R^2)	53
[표 3-12] 광진 측정소 VOC 성분별 비율과 결정계수(R^2)	53
[표 3-13] 강서 측정소 VOC 성분별 비율과 결정계수(R^2)	53
[표 3-14] 북한산 관측소 VOC 성분별 비율과 결정계수(R^2)	53
[표 4-1] VOC 성분별 OH 라디칼과의 반응속도 상수	60
[표 4-2] 측정소별 m/p-xylene과 ethylbenzene의 결정계수(R^2)	61
[표 4-3] VOC 성분별 관측 농도 대비 1단계 보정 농도 비율(종로 측정소)	65
[표 4-4] 기존 PMF 분석 결과(전체 기간): 배출원별 TVOC 기여도	71
[표 4-5] 기존 PMF 분석 결과(미세먼지 고농도 시기): 배출원별 TVOC 기여도	75

[표 4-6] 기존 PMF 분석 결과(오존 고농도 시기): 배출원별 TVOC 기여도	79
[표 4-7] 개선된 PMF 분석 결과(전체 기간): 배출원별 TVOC 기여도	83
[표 4-8] 개선된 PMF 분석 결과(미세먼지 고농도 시기): 배출원별 TVOC 기여도	87
[표 4-9] 개선된 PMF 분석 결과(오존 고농도 시기): 배출원별 TVOC 기여도	90
[표 4-10] 기존 PMF와 개선된 PMF 분석 결과 비교(전체 기간)	93
[표 4-11] 기존 PMF와 개선된 PMF 분석 결과 비교(미세먼지 고농도 시기)	94
[표 4-12] 기존 PMF와 개선된 PMF 분석 결과 비교(오존 고농도 시기)	95
[표 5-1] 관측 농도 보정단계별 TVOC 평균 농도의 변화	99
[표 5-2] 대상 기간별 VOC 배출원 기여도 분석 결과	100
[표 5-3] CAPSS 배출량 자료와 수용모델 결과의 비교	101
[표 5-4] 계절별 VOC 배출원 기여도(기존 및 개선된 PMF 결과 종합)	102



그림 목차

[그림 1-1] 서울시 휘발성유기화합물(VOC) 배출원별 배출 비중(2019년)	4
[그림 1-2] 도쿄도 VOC 배출량 인벤토리(2015년 기준)	5
[그림 1-3] 연구체계	8
[그림 2-1] 두 가지 성분 비율 활용 사례	12
[그림 2-2] 여름(2016년 8월)과 겨울(2017년 1월) VOC 농도의 공간적 분포	17
[그림 3-1] 서울시 광화학대기오염물질 측정망 위치	21
[그림 3-2] 서울시 생활밀착형 배출시설의 VOC 주요 성분 비율	34
[그림 3-3] 종로 측정소 VOC 농도(좌: TVOC, 우: 대표 성분)	36
[그림 3-4] 광진 측정소 VOC 농도(좌: TVOC, 우: 대표 성분)	36
[그림 3-5] 강서 측정소 VOC 농도(좌: TVOC, 우: 대표 성분)	37
[그림 3-6] 북한산 측정소 VOC 농도(좌: TVOC, 우: 대표 성분)	37
[그림 3-7] 측정지점별 주요 성분 비중	39
[그림 3-8] 종로 측정소 VOC 월평균 측정농도 z-score 표준화 결과	41
[그림 3-9] 광진 측정소 VOC 월평균 측정농도 z-score 표준화 결과	42
[그림 3-10] 강서 측정소 VOC 월평균 측정농도 z-score 표준화 결과	43
[그림 3-11] 북한산 측정소 VOC 월평균 측정농도 z-score 표준화 결과	44
[그림 3-12] 종로 측정소 VOC 시간평균 측정농도	45
[그림 3-13] 광진 측정소 VOC 시간평균 측정농도	46
[그림 3-14] 강서 측정소 VOC 시간평균 측정농도	47
[그림 3-15] 북한산 측정소 VOC 시간평균 측정농도	48
[그림 3-16] 주요 성분 상관성 분석 결과(좌: 종로 측정소, 우: 광진 측정소)	50
[그림 3-17] 주요 성분 상관성 분석 결과(좌: 강서 측정소, 우: 북한산 측정소)	51
[그림 3-18] 측정소별, 계절별 VOC 특성	54
[그림 4-1] 시간대별 평균 환기계수	63

[그림 4-2] 관측 농도와 보정 농도(광화학반응)의 TVOC 산점도(종로 측정소)	64
[그림 4-3] 주요 마커 성분별 관측 농도와 1 단계 보정 농도 산점도(종로 측정소)	66
[그림 4-4] PMF 모형 배출원 수별 Q/Q _{exp} 변화	68
[그림 4-5] 기존 PMF 결과(전체 기간): Source profile	72
[그림 4-6] 기존 PMF 분석 결과(전체 기간)	73
[그림 4-7] 기존 PMF 결과(미세먼지 고농도 시기): Source profile	76
[그림 4-8] 기존 PMF 분석 결과(미세먼지 고농도 시기)	77
[그림 4-9] 기존 PMF 결과(오존 고농도 시기): Source profile	80
[그림 4-10] 기존 PMF 분석 결과(오존 고농도 시기)	81
[그림 4-11] 개선된 PMF 결과(전체 기간): Source profile	84
[그림 4-12] 개선된 PMF 분석 결과(전체 기간)	85
[그림 4-13] 개선된 PMF 결과(미세먼지 고농도 시기): Source profile	88
[그림 4-14] 개선된 PMF 분석 결과(미세먼지 고농도 시기)	89
[그림 4-15] 개선된 PMF 결과(오존 고농도 시기): Source profile	91
[그림 4-16] 개선된 PMF 분석 결과(오존 고농도 시기)	92
[그림 4-17] 기존 PMF 와 개선된 PMF 분석 결과 비교(전체 기간)	93
[그림 4-18] 기존 PMF 와 개선된 PMF 분석 결과 비교(미세먼지 고농도 시기)	94
[그림 4-19] 기존 PMF 와 개선된 PMF 분석 결과 비교(오존 고농도 시기)	95