

# 차례

<b>I</b>	<b>연구의 개요</b>	<b>26</b>
1	연구배경 및 목적	26
1 1	연구배경	26
1 2	연구목적	29
2	연구내용 및 방법	32
2 1	연구내용	32
2 2	연구방법	34
<b>II</b>	<b>서울시 초미세먼지 관리여건 분석</b>	<b>38</b>
1	초미세먼지 시·공간적 농도 변화	38
1 1	시간적 농도 변화	38
1 2	공간적 농도 변화	39
2	초미세먼지의 배출 특성	41
2 1	서울시 PM2.5 배출 특성	41
2 2	자치구별 PM2.5 배출 특성	43
3	초미세먼지 관리대책 진단	46
3 1	중앙정부 관리대책	46
3 2	서울시 초미세먼지 관리대책	47
3 3	종합평가	52
<b>III</b>	<b>해외 초미세먼지 대응사례 분석</b>	<b>56</b>
1	주요 도시별 초미세먼지 대응 사례	56
1 1	도쿄도	56

1 2	미국	67
2	시사점	77
<b>IV</b>	<b>초미세먼지 예·경보 적정기준 설정 및 적용방안</b>	<b>80</b>
1	초미세먼지 예·경보 현황	80
1 1	중앙정부 초미세먼지 예·경보 추진현황	80
1 2	서울시 초미세먼지 예·경보 추진현황	82
1 3	초미세먼지 예·경보제 “경쟁적” 운영의 문제점	85
2	초미세먼지 예·경보 기준 설정 원리	88
2 1	초미세먼지 예·경보 적정기준 유형분류	89
2 2	초미세먼지 예·경보 기준 설정 방법	102
3	서울시 초미세먼지 예·경보 적정기준 제안	108
3 1	초미세먼지 예·경보 기준(안)	108
3 2	초미세먼지 경보 기준 실효성 판단	109
4	서울시 초미세먼지 예·경보 적정기준 적용방안	110
4 1	초미세먼지 경보 기준 적용방안	110
4 2	초미세먼지 예·경보 체계 구축	112
<b>V</b>	<b>초미세먼지 배출원 관리정보 구축 및 활용방안</b>	<b>116</b>
1	기본개요	116
1 1	배출원 분류	116
1 2	배출량 산정방법	118
1 3	배출량 산정기간	120
2	초미세먼지 배출량 관리정보 구축	121
2 1	배출원별 기초자료 DB 구축	121
2 2	배출량 산정결과	139

3	정책적 활용방안	149
3 1	지역 배출원 맞춤형 관리대책 추진	149
3 2	장거리 이동 유입영향 대응	152
3 2	서울시 초미세먼지 대응 정책방향	158
<b>VI</b>	<b>결론</b>	<b>162</b>
1	요약	162
1 1	초미세먼지 대응은 지속가능한 환경복지 및 환경정책의 전환요인	162
1 2	시민건강 위해성 기반 미래지향적 초미세먼지 관리체계 도입	162
1 3	주요 연구성과	163
2	정책제언	166
2 1	지역 배출원 맞춤형 관리대책	166
2 2	장거리 이동 유입영향 대응	167
2 3	서울시 초미세먼지 대응 정책방향	167
	<b>참고문헌</b>	<b>170</b>
	<b>부록</b>	<b>174</b>
	<b>Abstract</b>	<b>182</b>

## 표차례

표 2-1	서울시 연도별 환경기준( $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 달성 측정소 개수	39
표 2-2	서울시 및 전국 초미세먼지 배출량(2011년 기준)	42
표 2-3	서울시 자치구별 배출원별 초미세먼지 배출 비중(2011년)	45
표 3-1	도쿄도 초미세먼지 측정결과 및 환경기준 달성현황	58
표 3-2	입자상물질의 분류와 주요 원인물질	58
표 3-3	도쿄도 발생원별 기여비율의 비교	60
표 3-4	도쿄도 지역별 인위·자연별 기여비율	60
표 3-5	도쿄도 PM2.5 농도 저감대책 시나리오의 전제 조건	65
표 3-6	미국 초미세먼지의 농도 변화 추세	69
표 3-7	SCAQMD의 SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , PM2.5, VOC 관리 대책	73
표 4-1	중앙정부 초미세먼지 주의보 및 경보 기준	80
표 4-2	중앙정부 초미세먼지 예보 등급(24시간 평균)	81
표 4-3	서울시 초미세먼지 주의보 및 경보 기준	83
표 4-4	서울시 미세먼지 및 초미세먼지 경보에 따른 시민행동요령	84
표 4-5	서울시 초미세먼지 경보 발령현황 (2013년 10월~2014년 5월)	85
표 4-6	서울시 초미세먼지 백분위수(Percentile) 농도 수준	90
표 4-7	서울시 고농도 초미세먼지 발생시간 및 일수	90
표 4-8	서울시 고농도 초미세먼지 발생횟수	91
표 4-9	서울시 PM10과 PM2.5 단위 농도 증가당 총사망 위험도 비교	93
표 4-10	초미세먼지의 건강영향 연구	94
표 4-11	초미세먼지의 다중 포아송 회귀모형 분석 결과(서울 전체)	95
표 4-12	입자상물질에 대한 미국 환경기준의 변화	96

표 4-13	유럽의 PM2.5 노출 기준	97
표 4-14	PM2.5에 대한 WHO 권고기준과 잠정목표	98
표 4-15	국가별 AQI	98
표 4-16	EPA의 개정된 PM2.5 AQI	99
표 4-17	중국 PM2.5 AQI	100
표 4-18	영국 COEMAP의 AQI 개정안	100
표 4-19	캐나다 PM2.5 AQI	101
표 4-20	일본의 주의환기를 위한 잠정 지침	102
표 4-21	세계 주요 국가의 PM2.5 환경기준 현황	105
표 4-22	서울시 미세먼지(PM10) 주의보 및 경보 기준	107
표 4-23	서울시 초미세먼지 경보 기준(안) 검토	107
표 4-24	서울시 초미세먼지 예보 기준(안)	108
표 4-25	서울시 초미세먼지 경보 기준(안)	109
표 4-26	초미세먼지 경보 에피소드 발령 추정 (2013.1.1~2013.12.31)	109
표 4-27	서울시 PM2.5 사전 주의보 예비단계 적용 기준	112
표 5-1	서울시 초미세먼지 배출원 분류체계	117
표 5-2	초미세먼지(PM2.5) 배출원별 배출량 산정방법	119
표 5-3	서울시 비산업부문 연료사용량	122
표 5-4	서울시 차종별 등록대수 현황	123
표 5-5	서울시 차종별 일주행거리	124
표 5-6	서울시 평균 주행속도	124
표 5-7	서울시 철도구간 정보 및 연료(경유) 사용량	126
표 5-8	철도 부문의 PM2.5 배출계수	126
표 5-9	건설기계 9종의 가동시간 및 배출계수	127
표 5-10	서울시 건설기계 등록대수 현황(2010~2013년)	127

표 5-11	건설장비의 PM2.5 배출계수	128
표 5-12	서울시 주요 농업기계 등록현황(2010~2013년)	128
표 5-13	농업기계의 PM2.5 배출계수	129
표 5-14	서울시 자원회수시설의 폐기물 소각량	130
표 5-15	폐기물 처리의 PM2.5 배출계수	130
표 5-16	서울시 산불면적 및 화재발생 건수	131
표 5-17	농업기계의 PM2.5 배출계수	131
표 5-18	서울시 용도별 착공면적	132
표 5-19	건설공사의 PM2.5 배출계수	132
표 5-20	서울시 건설폐기물 재활용 처리량	133
표 5-21	학교 체육장 면적	133
표 5-22	서울시 밭면적 및 작물별 재배면적	134
표 5-23	농업활동 PM2.5 배출계수	134
표 5-24	서울시 가축 사육두수	135
표 5-25	축산활동 PM2.5 배출계수	135
표 5-26	요식업체 구이용 육류소비량 추정	136
표 5-27	고기구이 형태별 비율	136
표 5-28	고기구이 PM2.5 배출계수	137
표 5-29	노천소각에 의한 PM2.5 배출계수	137
표 5-30	서울시 작물별 경작지 재배면적 현황	138
표 5-31	농업잔재물 소각에 의한 PM2.5 배출계수	138
표 5-32	서울시 초미세먼지 배출량(2010~2013년)	139
표 5-33	서울시 초미세먼지 자치구별 배출량(2010년)	144
표 5-34	서울시 초미세먼지 자치구별 배출량(2011년)	145
표 5-35	서울시 초미세먼지 자치구별 배출량(2012년)	146
표 5-36	서울시 초미세먼지 자치구별 배출량(2013년)	147

표 5-37	서울시 권역별 초미세먼지 배출량(2010~2013년)	148
표 5-38	서울지역 오염물질 농도에 대한 지역별 기여도 분석 결과	153
표 5-39	서울지역 오염물질 농도에 대한 서울 배출원별 기여도 분석 결과	153
표 5-40	서울지역 대상 미세먼지 수용모델 적용사례 정리	154
표 5-41	서울 외 수도권 지역 대상 미세먼지 수용모델 적용사례 정리	155

## 그림차례

그림 1-1	연구체계	34
그림 2-1	서울시 연도별 미세먼지(PM10, PM2.5) 오염도 및 PM2.5/PM10 비율 변화	38
그림 2-2	서울시 월별 PM2.5 농도 변화 및 PM2.5/PM10 농도 추이	39
그림 2-3	서울시 25개 자치구별 연도별 PM2.5 분포 변화 (2005~2013년)	40
그림 2-4	서울시 25개 자치구별 PM2.5 농도 분포(2013년)	41
그림 2-5	서울시 대분류별 초미세먼지 배출량 분포(2011년)	42
그림 2-6	서울시 25개 자치구별 초미세먼지 배출량(2011년)	43
그림 2-7	서울시 25개 자치구별 대분류별 초미세먼지 배출량(2011년)	44
그림 2-8	서울시 초미세먼지 관리 SWOT 분석	53
그림 3-1	도쿄도 PM2.5 농도의 연평균 변화	57
그림 3-2	도쿄도 연도별 PM2.5의 월평균 농도(일반측정국)	57
그림 3-3	도쿄도의 대기환경 중 발생원별 기여비율 (2008년 도내·관동 6현 발생원별)	59
그림 3-4	도쿄도의 PM2.5 농도 추계와 장래예측	64
그림 3-5	도쿄도 초미세먼지 관리대책 흐름	67
그림 3-6	미국 PM2.5 농도 변화(2001~2010년)	68
그림 3-7	SCAQMD의 미세먼지 및 초미세먼지 농도변화 추이	70
그림 3-8	SCAQMD의 미세먼지 및 초미세먼지 농도변화 추이	71
그림 3-9	미국 대도시의 PM2.5 농도 변화	74
그림 3-10	해외 초미세먼지(PM2.5) 관리정책의 기본체계	78
그림 4-1	중앙정부의 미세먼지 및 초미세먼지 예보사례	82



그림 4-2	서울시 초미세먼지 예보 시스템 구성도	83
그림 4-3	서울시 초미세먼지 경보 기준 적용 사례	88
그림 4-4	초미세먼지 일평균과 1시간 농도와의 통계분석 결과 (2011~2013년)	104
그림 4-5	각국의 PM2.5 환경기준	106
그림 4-6	서울시 초미세먼지 경보 기준 비교	108
그림 5-1	서울시 초미세먼지 배출량 추정(2010~2013년)	140
그림 5-2	서울시 자치구별 초미세먼지 배출량(2009~2013년)	141
그림 5-3	서울시 자치구별 배출원별 초미세먼지 배출량 (2010~2013년)	143
그림 5-4	서울시 초미세먼지 배출량 시·공간 분포도(2012년, 2013년)	148
그림 5-5	자치구별 초미세먼지 목표관리 연계 시행	150
그림 5-6	서울시 초미세먼지 개념모델의 단계별 적용방안	156
그림 5-7	동북아 대기환경 개선 공동협력 및 이행 매커니즘	158
그림 5-8	서울시 초미세먼지 대응 정책방향	159