

목차

01 서론	2
1_연구배경과 목적	2
2_연구내용과 체계	5
02 국내 온실가스와 미세먼지 배출 특성 분석과 정책수단 현황	10
1_온실가스와 미세먼지 배출 현황	10
2_건물 에너지소비 특성 분석	15
3_수송 에너지소비 특성 분석	27
4_정책수단 현황	33
5_서울의 성과와 교훈	42
03 해외 건물부문 경제적 수단 사례분석	50
1_개요	50
2_도쿄 건물부문 배출권거래제도	51
3_뉴욕 건물부문 온실가스 총량제	57
4_성과평가와 시사점	67
04 해외 수송부문 경제적 수단 사례분석	72
1_개요	72
2_오염물질배출 기반 자동차 세제 사례 분석	77
3_오염물질배출 기반 통행료 사례 분석	93
4_성과평가와 시사점	99

05 이해관계자 인식과 정책 수용성 분석	108
1_ 설문조사 개요	108
2_ 건물 온실가스 관리 현황과 에너지 비용	111
3_ 기후변화 인식	115
4_ 정책 수용성	123
06 경제적 수단 도입 방안	136
1_ 건물부문	136
2_ 수송부문	143
참고문헌	149
부록	152
Abstract	162



표 목차

[표 2-1] 초미세먼지(PM2.5) 생성기작 분류	11
[표 2-2] 서울 주요 대기오염물질 배출량(2017년)	13
[표 2-3] 환경 표준의 유형	34
[표 2-4] 국내 자동차 관련 세제	42
[표 2-5] 국내 유류세 현황	42
[표 2-6] 서울시 미세먼지 그물망 대책	45
[표 3-1] 뉴욕 2009년 제정 지방법(local law) 주요내용	58
[표 3-2] 뉴욕 건물에너지 효율향상 프로젝트(2014년) 주요내용	59
[표 3-3] 뉴욕의 건물 유형별 온실가스 배출기준(벤치마크 값)	64
[표 3-4] 도쿄 배출권거래제도 의무 이행 방식	69
[표 4-1] 유럽의 탄소배출 기반 자동차 세제	74
[표 4-2] 유럽의 대기오염물질배출 기반 자동차 세제	74
[표 4-3] 유럽의 운행단계 유류세 기준	75
[표 4-4] 독일의 승용차 자동차세 기준과 세율	79
[표 4-5] 독일의 영업용차 자동차세 기준과 세율(3.5톤 이상 차량)	79
[표 4-6] 독일의 유류세	80
[표 4-7] 프랑스 저탄소차 보조금	80
[표 4-8] 프랑스 저탄소차 보조금(노후차 폐차 후 신차 구매 시)	81
[표 4-9] 프랑스 개인차량 자동차세 부과 기준	82
[표 4-10] 프랑스 법인차량 탄소배출에 따른 자동차세 부과 기준	83
[표 4-11] 프랑스 법인차량 대기오염물질 배출에 따른 자동차세 부과 기준	83
[표 4-12] 프랑스 유류세 구성	83
[표 4-13] 핀란드 탄소기반 등록세	84

[표 4-14] 핀란드 동력세율	85
[표 4-15] 핀란드 유류세율	85
[표 4-16] 아일랜드 탄소배출 기반 등록세율	86
[표 4-17] 아일랜드 NOx 배출 기반 등록세	86
[표 4-18] 아일랜드 탄소배출 기반 자동차세	87
[표 4-19] 아일랜드 유류세 구성	87
[표 4-20] 이탈리아 저탄소차량 보조금	88
[표 4-21] 이탈리아 탄소배출에 따른 부과금	88
[표 4-22] 이탈리아 승용차 자동차세 기본세율	89
[표 4-23] 이탈리아 유류세 구성	89
[표 4-24] 네덜란드 탄소배출 기반 등록세율(일반차량)	90
[표 4-25] 네덜란드 플러그인 하이브리드차 탄소배출 기반 등록세율	90
[표 4-26] 네덜란드 유류세 구성	91
[표 4-27] 스웨덴 기후보너스 제도	91
[표 4-28] 스웨덴 자동차세 산정식	92
[표 4-29] 스웨덴 유류세 구성	93
[표 4-30] 스톡홀름 혼잡통행료 효과	104
[표 5-1] 설문조사 개요	108
[표 5-2] 설문지 구성	109
[표 5-3] 응답자 분포	110
[표 5-4] 건축물 용도 구분	111
[표 5-5] 국내 건축물 온실가스 관련 제도 현황	112
[표 5-6] 건축물 관련 제도 해당 여부 응답결과	113
[표 5-7] 건물 온실가스 관련 사업 수행 여부 응답결과	113
[표 5-8] 건물 에너지비용 응답결과	114
[표 5-9] 기후변화 심각성 동의여부에 대한 응답결과	117
[표 5-10] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 응답결과	118
[표 5-11] 국제사회의 기후변화 대응노력 인지 여부 응답결과	119
[표 5-12] 국제사회의 기후변화 대응노력에 대한 서울시 동참 필요성 응답결과	120
[표 5-13] 국제사회의 기후변화 대응노력 동참 동의 이유 응답결과	120

[표 5-14] 국제사회의 기후변화 대응노력 동참 비동의 이유 응답결과	121
[표 5-15] 서울시 온실가스 감축목표에 대한 평가 응답결과	121
[표 5-16] 서울시 온실가스 감축노력에 대한 동참의향 응답결과	122
[표 5-17] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(1순위)	122
[표 5-18] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 동의여부 응답결과	125
[표 5-19] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 비동의 이유 응답결과	125
[표 5-20] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 동의여부 응답결과	126
[표 5-21] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 비동의 이유 응답결과	126
[표 5-22] 건물 온실가스 총량목표 설정방식 선호도 응답결과	127
[표 5-23] 건물 온실가스 총량제 페널티 방식 선호도 응답결과	127
[표 5-24] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(1순위)	128
[표 5-25] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(1순위)	129
[표 5-26] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(1순위)	131
[표 5-27] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(1순위)	132
[표 5-28] 건물 온실가스 감축정책 도입에 따른 영향 종합판단 응답결과	133
[표 6-1] 서울형 ETS 도입 방안(안)	142
[표 6-2] 친환경등급에 따른 자동차운행제한 로드맵(안)	144

그림 목차

[그림 1-1] 서울 온실가스 배출 변화	5
[그림 1-2] 서울 대기오염물질별 에너지부문의 배출 비중(2016년)	6
[그림 1-3] 서울 부문별 초미세먼지(PM2.5) 농도 기여율	6
[그림 1-4] 연구체계도	8
[그림 2-1] 서울 초미세먼지 부문별 기여율	12
[그림 2-2] 서울 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	13
[그림 2-3] 서울 도로 이동오염부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	14
[그림 2-4] 서울 비도로 이동오염부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	14
[그림 2-5] 서울 건물부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	15
[그림 2-6] 서울시 소재 건물의 수	16
[그림 2-7] 서울시 소재 건물 용도별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	16
[그림 2-8] 서울시 소재 연면적별 건물의 수	16
[그림 2-9] 서울시 소재 건물 면적별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	17
[그림 2-10] 서울시 소재 층고별 건물의 수	17
[그림 2-11] 서울시 소재 건물 층고별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	17
[그림 2-12] 서울시 건물 연면적 변화	18
[그림 2-13] 서울시 용도별 신축 건물 평균 연면적 변화(단위: m^2)	19
[그림 2-14] 서울시 소재 건물 연간 에너지소비	19
[그림 2-15] 서울시 소재 건물 용도별 에너지소비 비중	20
[그림 2-16] 서울시 소재 건물 규모별 에너지소비 비율	21
[그림 2-17] 건물 규모별 에너지원 비중(상단: 소형, 중단: 중형, 하단: 대형)	21
[그림 2-18] 개별 건물 에너지소비 데이터 분석 과정	23
[그림 2-19] 서울시 소재 건물 평균 에너지원단위($kWh/m^2/연$)	24

[그림 2-20] 서울시 소재 건물 에너지원단위 분포	24
[그림 2-21] 서울시 소재 건물 규모별 에너지원단위 분포	25
[그림 2-22] 서울시 소재 건물 용도별 에너지원단위 분포	25
[그림 2-23] 서울시 소재 건물 월평균 에너지원단위	26
[그림 2-24] 서울시 소재 건물 월별 에너지원단위 편차	26
[그림 2-25] 건물 규모별 월평균 에너지원단위	27
[그림 2-26] 건물 용도별 월평균 에너지원단위	27
[그림 2-27] 서울시 자동차 등록대수	28
[그림 2-28] 서울시 연료별 자동차 비율(왼쪽: 2009년, 오른쪽: 2020년 10월)	28
[그림 2-29] 서울의 인구, GRDP, 자동차 등록대수 변화	29
[그림 2-30] 서울시 친환경 자동차 등록대수	29
[그림 2-31] 서울시 승용차 연식별 등록대수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)	30
[그림 2-32] 경유차 초미세먼지 배출계수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)	30
[그림 2-33] 도로 실주행 조건 질소산화물 배출계수(단위: g/km)	31
[그림 2-34] 자동차 주행거리당 연료소비	32
[그림 2-35] 연료별 자동차 온실가스 배출계수	32
[그림 2-36] 대표적 환경정책 수단 유형과 사례	35
[그림 2-37] 전 세계 탄소가격제도 현황	36
[그림 2-38] 중국 ETS 시범사업 지역	38
[그림 2-39] 전 세계 탄소가격 현황	39
[그림 2-40] 서울의 약속 비전체계도	44
[그림 2-41] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 현황	46
[그림 2-42] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 특성 분류	46
[그림 2-43] 기후변화 대응을 위한 자원마련 방안 선호도 설문조사 결과	48
[그림 3-1] C40 회원도시 온실가스 감축 잠재량	50
[그림 3-2] 도쿄 부문별 온실가스 배출 비중(2017년)	51
[그림 3-3] 도쿄 배출권거래제도 시행 과정	52
[그림 3-4] 도쿄 배출권거래제도 감축목표	53
[그림 3-5] 도쿄 배출권거래제도 이행방식	54
[그림 3-6] 도쿄 배출권거래제도에서 건물소유주와 세입자의 의무	55

[그림 3-7] 도쿄 배출권거래제도 이해관계자 수용성	56
[그림 3-8] 뉴욕 온실가스 감축 로드맵	57
[그림 3-9] 뉴욕 대형건물 단계별 개보수 방안	60
[그림 3-10] 뉴욕 개보수 촉진 프로그램	61
[그림 3-11] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 대상 비중과 원단위 기준 충족 비율	63
[그림 3-12] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 로드맵	65
[그림 3-13] 뉴욕 다가구주택 금융지원 프로그램	66
[그림 3-14] 도쿄 배출권거래제도 온실가스 감축 실적	68
[그림 3-15] 일본 전력가격 변화(단위: 엔/kWh)	68
[그림 3-16] 도쿄 배출권거래제도 탄소크레딧 가격(단위: 엔/톤CO ₂)	69
[그림 4-1] 자동차 관련 세제 유형	72
[그림 4-2] 유럽 국가별 유류세율	76
[그림 4-3] 프랑스 탄소배출에 따른 부과금	82
[그림 4-4] 핀란드 탄소배출에 따른 자동차세	85
[그림 4-5] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(종합)	94
[그림 4-6] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(인프라 비용)	94
[그림 4-7] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(대기오염 비용)	95
[그림 4-8] GO-Box 전자 송수신기	95
[그림 4-9] 유럽 도심자동차운행제한제도 운영 현황	96
[그림 4-10] 런던 공해차량 운행제한 지역	97
[그림 4-11] 런던 LEZ 강화 계획	98
[그림 4-12] 런던 ULEZ 강화 계획	98
[그림 4-13] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(일반 승용차)	100
[그림 4-14] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(법인차)	100
[그림 4-15] 유럽 주요 5개국 자동차 보유 비용 비교	101
[그림 4-16] 국가별 탄소배출 원단위 현황	102
[그림 4-17] 유럽 LEZ 성과	103
[그림 5-1] 건물 단위면적당 연간 에너지비용 분포	114
[그림 5-2] 관리비 대비 에너지비용 비중 분포	115
[그림 5-3] 기후변화 인식조사용 리플릿	116

[그림 5-4] 일반시민과 이해관계자의 기후변화 심각성 인식 비교	117
[그림 5-5] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 일반시민과 이해관계자 인식	118
[그림 5-6] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(2순위 포함)	123
[그림 5-7] 정책수용성 조사용 리플릿	124
[그림 5-8] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(2순위 포함)	129
[그림 5-9] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(2순위 포함)	130
[그림 5-10] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(2순위 포함)	131
[그림 5-11] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(2순위 포함)	132
[그림 6-1] 서울시 건물 온실가스 총량제 로드맵	137
[그림 6-2] 건물 벤치마크 산정 방법론	139

