기본연구보고서 2014-08

DJDI

대전시 폐기물부문 온실가스 배출권거래제 대응방안

Strategies for Greenhouse Gas Emission Trading Scheme of Waste Sector in Daejeon City

이소라

대전발전연구원
DAEJEON DEVELOPMENT INSTITUTE

DAEJEON DEVELOPMENT INSTITUTE

연구진

연구책임	• 이소라 / 도시기반연구실 연구위원
연 구 원	• 이은지 / 도시기반연구실 위촉연구원

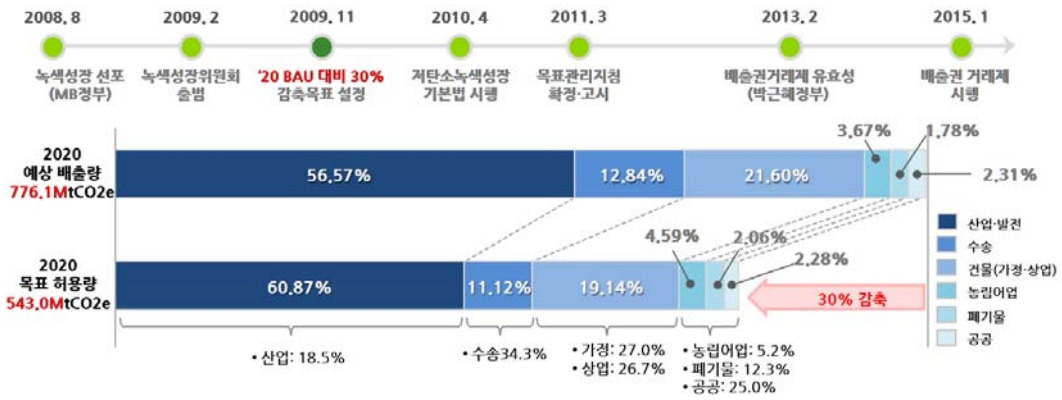
요약 및 정책건의

요약 및 정책건의

■ 연구의 배경 및 필요성

□ 우리나라는 국제사회에 대응하기 위해 2020년까지 BAU 대비 온실가스 30%를 감축하기로 국가 목표를 설정하였으며, 이중 폐기물부문의 감축률은 12.3%로 1.7 백만 tCO_2eq에 해당됨

□ 또한, 2011년 3월부터 온실가스·에너지 목표관리제를 시행하였으나 직접 감축만 인정하는 목표관리제의 경직성을 보완하기 위해, 2012년 5월 “온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률”을 제정하고 2015년 1월부터 비용효과적인 온실가스 배출권거래제의 도입하게 되었음



[그림 1] 온실가스 배출권거래제 추진경위 및 감축목표

자료 : 대전발전연구원, 배출권할당 세미나(2014)

□ 국내 환경기초시설에서는 연간 온실가스 약 7백만 tCO_2eq을 배출하고 있으며, 그 중 매립, 소각, 하수시설에서의 온실가스 배출량이 전체의 84.4%를 차지함

□ 폐기물부문의 온실가스·에너지 목표관리제의 관리업체인 대전광역시는 배출권거래제의 할당업체(11개 환경기초시설 포함)로 2014년 9월 지정되었음

■ 연구의 목적 및 내용

□ 본 연구에서는 온실가스·에너지 목표관리제에서 온실가스 배출권거래제로의 전환에 당면하여, 폐기물부문 사업장의 기초 자료를 구축하고, 폐기물부문 온실가스 배출권거래제의 성공적인 대응을 위한 감축 전략을 분석하였음

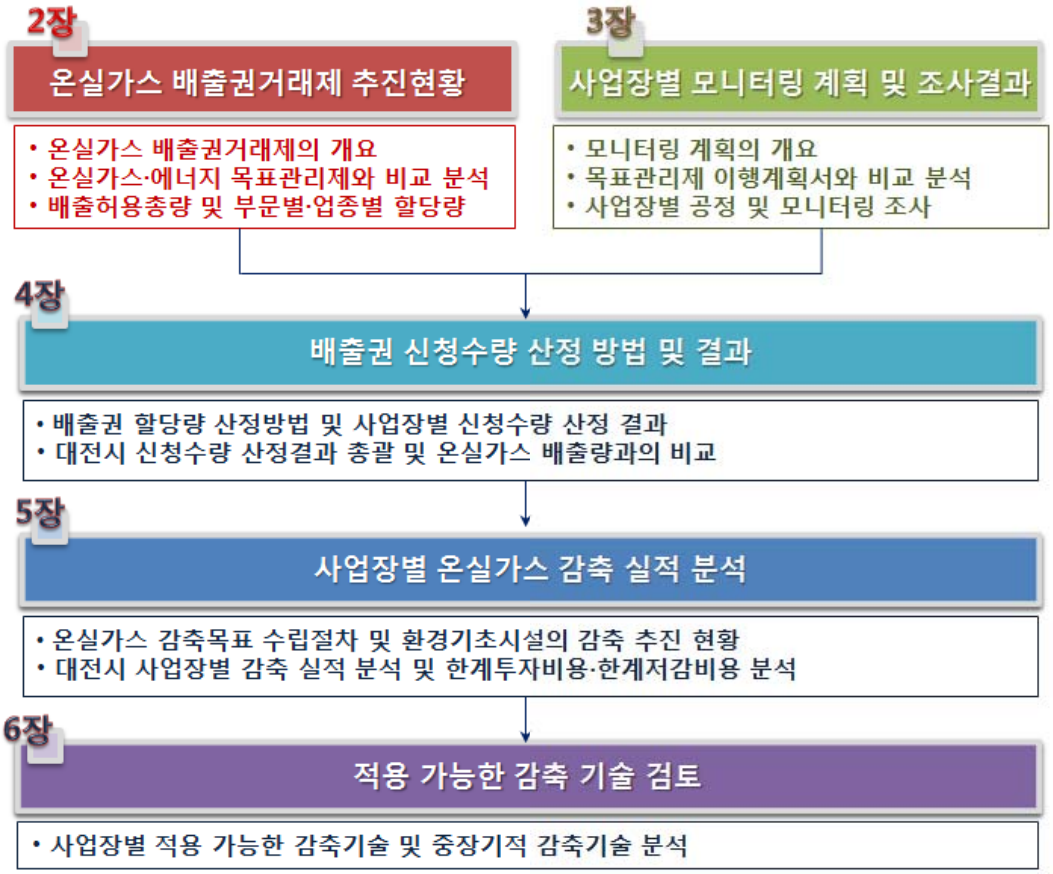
□ 대전시의 환경기초시설은 총 11개 시설로, 금고동 환경자원사업소, 신일동 환경에너지사업소, 음식물광역자원화시설, 수도시설관리사업소, 송촌정수사업소, 월평정수사업소, 신탄정수사업소, 대전하수처리장, 대전위생처리장, 흑석하수처리장, 대덕산단환경사업소가 이에 해당됨

□ 대전시 11개 환경기초시설에 대해서는 직접 현장 방문 및 설문조사를 통하여 자료를 수집하고 정리하였으며, 종합적으로 대전시 폐기물부문 배출권 신청수량과 감축조치별 한계투자비용·한계저감비용을 산정함

□ 본 연구의 주요 내용은 [그림 2]와 같으며, 2장에서는 온실가스 배출권거래제 추진현황, 3장에서는 사업장별 모니터링 계획 및 조사결과, 4장에서는 배출권 신청수량 산정 방법 및 결과, 5장에서는 사업장별 온실가스 감축 실적 분석, 6장에서는 적용 가능한 기술 검토에 관한 내용을 정리하였음

□ 마지막으로 결론 및 정책제언에서는 지자체 차원에서의 선제 대응을 위한 대전시 폐기물부문 온실가스 배출권거래제 대응방안을 제안하였음

□ 본 연구는 국내 온실가스 배출권거래제 최초 시행으로 변경·확정된 계획에 따른 대응방안을 수립한 것으로써, 그 연구 결과가 배출권거래제 본격 실시에 맞춰 실질적인 활용될 수 있을 것으로 기대됨



[그림 2] 본 연구의 주요 내용

■ 연구결과

□ 온실가스 배출권거래제는 목표관리제는 달리 전략적인 대응이 필요한 제도임

- 기존 목표관리제에서는 감축해야 하는 배출량이 감축목표를 초과할 경우, 목표를 초과한 배출량과는 무관하게 위반 횟수에 따라 과태료를 부과하였음
- 배출권거래제도에서는 목표 미달성 시 다음 이행년도의 배출권 차입이 가능(10%내)하며, 목표 달성 시 다음 이행년도 또는 다음 계획 기간의 최초 이행연도 이월이 가능함
- 합리적 의사결정을 위한 명확한 배출권 가격과 참여자 간 배출권 거래를 통

한 감축수단의 유연성을 제공하여 목표관리제 대비 온실가스 감축비용을 44%~68%[1] 절감할 수 있음

□ 2017년까지 우리나라 526개 할당대상업체 배출권총수량은 16억8700만 tCO2eq(KAU)으로 확정되었으며, 업종별로 할당량이 많은 곳은 발전, 철강, 석유화학 순임

- 업체별 사전할당량의 총합은 약 15억 9800 KAU으로 배출권 신청수량의 94.7% 수준으로 할당되었음
- 폐기물 업종은 총 45개소이고, 배출권수량은 26백만 KAU이며, 배출권 신청수량의 85~90% 수준으로 배출권이 할당됨

□ 모니터링 계획에는 사업장의 공정도, 모니터링 도식도, 배출활동에 대한 산정방법이 제시되어야 하며, 본 연구에서는 11개 환경기초시설의 공정 및 모니터링 조사를 통해 온실가스 배출흐름도를 작성하였음

- 폐기물 및 하수가 반입되는 매립시설, 소각시설, 음식물자원화시설, 하수처리시설은 물질흐름에서 온실가스가 대부분 발생하며, 나머지 시설은 전력, 경유 등 에너지 사용에 의해 온실가스가 발생하는 것으로 조사되었음

□ 대전시 11개 환경기초시설의 1차 계획기간(2015년~2017년)의 배출권 신청수량은 788,800 tCO_2eq으로 연간 262,933 tCO_2eq임

- 이 중 7개 일반사업장에서의 배출권 신청수량이 전체 신청수량의 99%인 780,762 tCO_2eq이고, 소량배출사업장의 배출권 신청수량이 8,037.9 tCO_2eq로 전체 신청수량의 1%임
- 신일동 환경에너지 사업소가 전체 신청수량의 30.1%로 가장 많고, 다음으로 대전하수처리장(29.8%), 금고동 환경자원사업소(26.5%)순임

□ 대전시의 계획기간 내 배출권 총 할당량은 698,449 tCO_2eq으로 이는 배출권 총 신청수량의 약 88.5%임

- 각 이행연도에 해당하는 배출권 할당량은 신청수량 대비 각각 2015년도 약 91.2%, 2016년도 약 88.2%, 2017년도 약 86.3%로 각 이행연도에 따라 감축

1) 한국환경공단, 폐기물부문 관리업체 이행실적 설명회(2014)

량이 증가됨

□ 대전시 11개 환경기초시설 중 9개 사업장에서 온실가스 감축 실적이 있었으며, 연간 2,919.343 tCO_2eq의 온실가스 감축효과와 60.108 tCO_2eq의 에너지 절약효과가 있는 것으로 산정되었음

- 대전하수처리장의 감축실적이 전체 감축실적의 92%를 차지하였음

□ 사업장별 감축 실적을 한계투자비용과 한계저감비용으로 나누어 분석하였으며, 한계투자비용은 단기적 우선순위를, 한계저감비용은 장기적 우선순위를 결정하는 만큼 온실가스 배출권거래제 시행에 앞서서 반드시 검토되어야할 분석 항목임

- 감축 실적별로 한계투자비용과 한계저감비용을 산정한 결과, 음식물쓰레기광역자원화시설의 송풍기 인버터 설치가 가장 효과적이었고, 대전하수처리장의 소형 태양광발전이 가장 비효율적인 것으로 나타났음
- 감축조치별로 비용을 분석해 본 결과, “인버터를 사용으로 부하변화에 대응”, “고효율 전동기로 교체”가 효율적인 감축조치인 것으로 분석되었고, “태양전지를 이용한 전력생산”이 가장 비효율적인 감축조치로 분석되었음
- 그간 실적을 종합한 결과 1톤의 온실가스를 감축하는데 필요한 한계투자비용은 110,000/tCO_2eq이고, 한계저감비용은 -51,000원/tCO_2eq으로 분석되었음

□ 사업장별 적용 가능한 감축기술을 검토하기 위해, 101가지의 감축기술을 선별하여 사업장별로 나타내었으며, 우선 적용할 기술을 분석함

- 매립시설에 적용 가능한 감축기술 중에는 매립가스 회수 등의 대체에너지 사용이 가장 중요한 감축 기술임
- 소각시설의 경우 플라스틱 폐기물의 소각에 의한 온실가스 배출량이 많기 때문에 플라스틱 폐기물의 관리방안이 우선적으로 필요할 것으로 보이며, 효율개선을 위한 고효율 송풍기 등 설비 교체와 소각 시 발생하는 폐열을 회수하여 스팀을 생산하거나 발전 효율을 높이는 방안이 효과적일 것으로 판단됨
- 음식물자원화시설의 경우 자원화 과정에서 발생하는 메탄가스를 활용할 경우 상당량의 온실가스를 감축할 수 있으며, 함수율이 높은 음식물류폐기물을 탈수하는 건조기 등을 고효율 압착탈수기로 도입하는 것도 좋은 방안임

- 정수시설의 온실가스 배출량은 대부분 전기사용량에 기인하기 때문에 고효율 전동기로의 교체 등 효율이 높은 설비로 교체할 필요할 것으로 보임
- 하수처리시설의 경우, 하수처리 공정의 개선 여지가 많아 온실가스 배출 감축 잠재량이 높을 것으로 판단되며, 혐기성 소화시설에서 생산한 메탄가스를 회수하여 연료화하거나 판매할 경우 배출량의 상당 부분을 감축할 수 있음

<표 1> 사업장별 적용 가능한 기술 검토

사업장명	기 적용 기술						적용 가능 기술 (주요 배출원고려시)
	인버터 설치	전동기 교체	변압기 교체	조명 교체	안정기 교체	태양광 설치	
금고동 환경자원사업소				◐			매립가스 활용 증대
신일동 환경에너지사업소	●	●		◐			플라스틱 재활용, 스팀 효율
음식물쓰레기광역자원화시설	●						메탄가스 활용, 고효율 압착탈수기
수도시설관리사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
송촌정수사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
월평정수사업소							고효율 전동기로의 교체
신탄진정수사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
대전하수처리장	●	●	●	◐		△	메탄가스를 회수하여 연료화
대전위생처리장	●						고효율 전동기로의 교체
흑석하수처리장							고효율 전동기로의 교체
대덕산단환경사업소					○		메탄가스를 회수하여 연료화

※우선순위 : ● 상, ◐ 중, ○ 하, △ 비추천

□ 중장기적으로는 Non-CO_2 배출을 줄임으로써 온실가스 배출을 줄일 수 있음

- 적용 가능한 기술로는 음식물류폐기물 처리 공정 내 메탄정제 기술, 분뇨 처리 공정 내 메탄 포집 및 N2O처리, 발생원 메탄 직접전환 기술, N2O 발생 억제 유동층 소각 공정 개발 등이 있음

■ 결론 및 정책건의

□ 본 연구에서 산정된 배출권 신청수량과 모니터링 조사, 그리고 비용효율적인 감축조치에 대한 분석의 결과를 잘 활용함으로써 온실가스 배출권거래제 도입에 앞서 지자체 차원에서의 선제적 대응이 가능할 것으로 판단됨

- 기존의 감축 실적이외에 추가적인 감축 전략을 수립할 때, 비용효율적인 적용 가능한 감축 기술을 검토하여 실시계획을 수립하여야 함
- 환경기초시설의 온실가스 감축 장기계획을 수립함에 있어, 단기적 감축 조치 이외에 중장기적 감축 기술을 도입함으로써 근본적인 온실가스 배출 흐름도가 변경 가능하도록 추진하여야 함
- 본 제도와 감축 기술이 잘 운영되고 관리될 경우, 대전 지역 내 감축기술을 보유한 중소기업 간의 거래를 통해 지역 경제 미치는 경제적 파급 효과도 긍정적일 것으로 판단됨

[그림 3] 배출권거래제 대응방안 연구 결과의 활용

— 목 차 —

제1장 연구의 개요 ····· 3

제1절 연구의 배경 및 필요성 ····· 3

1. 기후변화에 따른 온실가스 배출전망 및 감축목표 ····· 3

2. 국내의 기후변화 대응정책 동향 ····· 6

3. 폐기물부문 대상시설 현황 ····· 8

제2절 연구의 목적 및 내용 ····· 9

제2장 온실가스 배출권거래제 추진 현황 ····· 13

제1절 온실가스 배출권거래제의 개요 ····· 13

1. 온실가스 배출권거래제 개념 및 특징 ····· 13

2. 온실가스 배출권거래제 주요일정 ····· 15

3. 온실가스 배출권거래제 운영방식 ····· 17

제2절 온실가스·에너지 목표관리제와 비교 분석 ····· 18

1. 온실가스 목표관리제 시행체계 ····· 18

2. 목표관리제와 배출권거래제 비교 ····· 20

제3절 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량 ····· 22

제3장 사업장별 모니터링 계획 및 조사결과 ····· 27

제1절 모니터링 계획의 개요 ····· 27

1. 모니터링 계획의 정의 및 목적 ····· 27

2. 모니터링 계획의 중요성 ····· 27

3. 모니터링 계획 활용 체계 ····· 28

제2절 목표관리제 이행계획서와 비교 분석 ····· 31
제3절 사업장별 공정 및 모니터링 조사 ····· 33
1. 금고동 환경자원사업소 ····· 33
2. 신일동 환경에너지사업소 ····· 35
3. 음식물쓰레기광역자원화시설 ····· 37
4. 수도시설관리사업소 ····· 39
5. 송촌정수사업소 ····· 42
6. 월평정수사업소 ····· 44
7. 신탄진정수사업소 ····· 46
8. 대전하수처리장 ····· 49
9. 대전위생처리장 ····· 52
10. 흑석하수처리장 ····· 54
11. 대덕산단환경사업소 ····· 56

제4장 배출권 신청수량 산정 방법 및 결과 ····· 61
제1절 배출권 할당량 산정방법 ····· 61
1. 사전할당 ····· 62
2. 사후조정 ····· 66
제2절 사업장별 배출권 신청수량 산정 결과 ····· 73
1. 금고동 환경자원사업소 ····· 73
2. 신일동 환경에너지사업소 ····· 73
3. 음식물쓰레기광역자원화시설 ····· 76
4. 수도시설관리사업소 ····· 76
5. 신탄진정수사업소 ····· 80
6. 대전하수처리장 ····· 80
7. 대덕산단환경사업소 ····· 84
8. 소량배출사업장 ····· 84

제3절 대전시 배출권 신청수량 산정결과 총괄 ····· 87
제4절 온실가스 배출량과 신청수량의 비교 및 할당량 결과 ····· 89

제5장 사업장별 온실가스 감축 실적 분석 ····· 95
제1절 온실가스 감축목표 수립절차 ····· 95
1. 과거 실적 산정 ····· 95
2. BAU 추정 ····· 96
3. 감축옵션 발굴 ····· 96
4. 잠재량 추정 ····· 96
5. 한계저감비용(MAC) 분석 ····· 96
6. 감축 옵션 배분 ····· 97
7. 감축 목표 수립 ····· 97
제2절 환경기초시설의 감축 추진 현황 ····· 98
1. 환경기초시설 온실가스 감축 정책 현황 ····· 98
2. 환경기초시설의 감축 추진 현황 ····· 101
제3절 대전시 사업장별 감축 실적 ····· 103
1. 시설별 온실가스 감축 실적 및 투자 비용 분석 ····· 103
2. 사업장별 감축조치의 한계투자비용 분석 ····· 106
3. 감축조치별 한계투자비용 및 저감비용 비교 분석 ····· 109

제6장 적용 가능한 감축기술 검토 ····· 113
제1절 사업장별 적용 가능한 감축기술 ····· 113
제2절 중장기적 감축기술 분석 ····· 125
1. 온실가스 물질별 감축 잠재량 분석 ····· 125
2. Non-CO_2 온실가스 특징 및 감축 효과 ····· 127
3. Non-CO_2 온실가스 감축 기술 특성 분석 ····· 129

제7장 결론 및 정책 건의 ····· 139
제1절 종합 결론 ····· 139
제2절 정책건의 ····· 142

참고문헌 ····· 144

— 표 목 차 —

<표 1-1> 환경기초시설 운영 현황(2008년 기준) ····· 8
<표 1-2> 환경기초시설 운영 현황(2008년 기준) ····· 8
<표 2-1> 배출권거래제 계획기간별 운영방향 ····· 16
<표 2-2> 목표관리제와 배출권거래제 비교 ····· 21
<표 2-3> 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량 ····· 23
<표 3-1> 목표관리제 이행계획서와 모니터링 계획서 비교 ····· 32
<표 3-2> 대전광역시 급수구역 현황 ····· 39
<표 3-3> 대전광역시 수원지 현황 ····· 40
<표 3-4> 대전광역시 가압장 현황 ····· 40
<표 3-5> 신탄진정수사업소 시설현황 ····· 46
<표 3-6> 대전하수처리장 슬러지처리시설 현황 ····· 49
<표 3-7> 대전하수처리장 수처리시설 현황 ····· 50
<표 3-8> 대전위생처리장 시설현황 ····· 52
<표 3-9> 흑석하수처리장 시설현황 ····· 54
<표 4-1> 금고동 환경자원사업소 기존시설 배출권 신청수량 ····· 74
<표 4-2> 신일동 환경에너지사업소 기존시설 배출권 신청수량 ····· 75
<표 4-3> 음식물쓰레기광역자원화시설 기존시설 배출권 신청수량 ····· 77
<표 4-4> 수도시설관리사업소 기존시설 배출권 신청수량 ····· 78
<표 4-5> 수도시설관리사업소 신설시설 배출권 신청수량 ····· 79
<표 4-6> 신탄진정수사업소 기존시설 배출권 신청수량 ····· 81
<표 4-7> 대전하수처리장 기존시설 배출권 신청수량 ····· 82
<표 4-8> 대전하수처리장 신설시설 배출권 신청수량 ····· 83
<표 4-9> 대덕산단환경사업소 기존시설 배출권 신청수량 ····· 85
<표 4-10> 소량배출사업장 배출권 신청수량 ····· 86

<표 4-11> 대전시 배출권 신청수량 산정결과 총괄표 ····· 88
<표 4-12> 온실가스 배출량 및 배출권 신청수량 산정결과 비교 ····· 90
<표 4-13> 배출권 신청수량 및 배출권 할당량 비교 ····· 91
<표 5-1> 대전시 사업장별 감축 실적 ····· 104
<표 5-2> 사업장별 한계투자비용 및 저감비용 산출 결과 ····· 107
<표 5-3> 감축조치별 투자회수기간 산출 결과 ····· 110
<표 6-1> 매립시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 115
<표 6-2> 소각시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 116
<표 6-3> 음식물자원화시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 118
<표 6-4> 재활용처리시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 119
<표 6-5> 정수시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 120
<표 6-6> 하폐수처리시설에 적용 가능한 감축기술 ····· 122
<표 6-7> 우리나라의 온실가스 물질별 순배출량 추이 ····· 125
<표 6-8> 바이오가스로부터 예측되는 메탄과 아산화질소의 온실가스 효과 ····· 132
<표 6-9> 매립지의 온실가스 발생 현황과 전망 ····· 134
<표 7-1> 사업장별 적용 가능한 감축기술 ····· 141

— 그 림 목 차 —

[그림 1-1] 주요국 온실가스 감축목표 ····· 3
[그림 1-2] 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표 ····· 4
[그림 1-3] 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표 ····· 5
[그림 1-4] 국내외 기후변화 대응정책 동향 ····· 7
[그림 1-5] 본 연구의 주요 내용 ····· 10
[그림 2-1] 온실가스 배출권거래제 기본적인 개념 ····· 13
[그림 2-2] 배출권 거래의 경제적 영향 ····· 14
[그림 2-3] 온실가스 배출권거래제 주요일정 ····· 15
[그림 2-4] 배출권거래제 할당업체 선정 기준 ····· 17
[그림 2-5] 국가 온실가스 종합정보시스템 운영체계 ····· 18
[그림 2-6] 목표관리제 이행여부 평가 방법 ····· 19
[그림 3-1] 1차 계획기간 모니터링 계획서 제출 및 검토 절차 ····· 30
[그림 3-2] 금고동 환경자원사업소 공정도 ····· 34
[그림 3-3] 금고동 환경자원사업소 모니터링 도식도 ····· 34
[그림 3-4] 신일동 환경에너지사업소 공정도 ····· 36
[그림 3-5] 신일동 환경에너지사업소 모니터링 도식도 ····· 36
[그림 3-6] 음식물쓰레기광역자원화시설 공정도 ····· 38
[그림 3-7] 음식물쓰레기광역자원화시설 모니터링 도식도 ····· 38
[그림 3-8] 수도시설관리사업소 공정도 ····· 41
[그림 3-9] 수도시설관리사업소 모니터링 도식도 ····· 41
[그림 3-10] 송촌정수사업소 공정도 ····· 43
[그림 3-11] 송촌정수사업소 모니터링 도식도 ····· 43
[그림 3-12] 월평정수사업소 공정도 ····· 45
[그림 3-13] 월평정수사업소 모니터링 도식도 ····· 45

[그림 3-14] 신탄진정수사업소 공정도 ····· 47
[그림 3-15] 신탄진정수사업소 모니터링 도식도 ····· 48
[그림 3-16] 대전하수처리장 공정도 ····· 51
[그림 3-17] 대전하수처리장 모니터링 도식도 ····· 51
[그림 3-18] 대전위생처리장 공정도 ····· 53
[그림 3-19] 대전위생처리장 모니터링 도식도 ····· 53
[그림 3-20] 흑석하수처리장 공정도 ····· 55
[그림 3-21] 흑석하수처리장 모니터링 도식도 ····· 55
[그림 3-22] 대덕산단환경사업소 공정도 ····· 57
[그림 3-23] 대덕산단환경사업소 모니터링 도식도 ····· 57
[그림 4-1] 대전시 사업장별 배출권 신청수량 및 비율 ····· 87
[그림 5-1] BAU 기반의 목표수립 절차 ····· 95
[그림 5-2] 연차별 감축 포트폴리오 결정 예시 ····· 97
[그림 5-3] 환경기초시설 온실가스 감축 관련 계획 ····· 98
[그림 5-4] 환경기초시설 탄소중립 기본 계획 추진원칙 ····· 100
[그림 5-5] 환경기초시설별 유휴부지의 활용방안 ····· 101
[그림 5-6] 환경기초시설 감축 옵션 ····· 102
[그림 5-7] 시설별 연간 온실가스 감축효과 및 에너지 절약효과 비교 ····· 103
[그림 5-8] 감축조치별 한계투자비용 및 저감비용 비교 ····· 109
[그림 6-1] 국가 온실가스 감축기술 DB 특성 ····· 113
[그림 6-2] 온실가스 물질별 감축 잠재량 검토 ····· 127
[그림 6-3] 소화가스의 정제에 따른 활용도 ····· 128
[그림 6-4] 음식물쓰레기 처리장내 메탄가스 정제 플랜트 ····· 130
[그림 6-5] 축산분뇨 처리 공정 내 메탄 포집 및 N_2O처리 ····· 131
[그림 6-6] 발생원 메탄 직접전환 기술 ····· 134
[그림 6-7] N_2O 발생 억제 유동층 소각 공정 개발 ····· 135
[그림 7-1] 배출권거래제 대응방안 연구 결과의 활용 ····· 143

제 1 장

연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 필요성

제2절 연구의 목적 및 내용

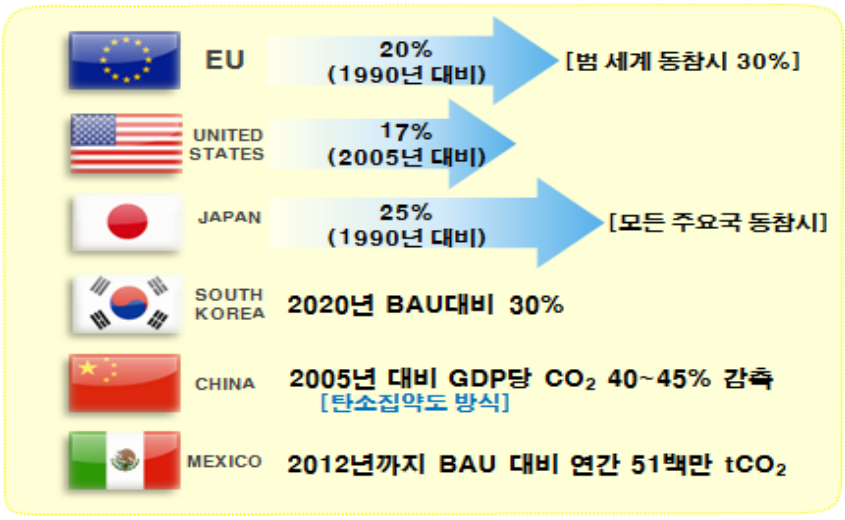
제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 필요성

1. 기후변화에 따른 온실가스 배출전망 및 감축목표

전 세계는 지구온난화 등 기후변화로 인하여 경제적 및 사회적 손실 및 피해를 입고 있다. 우리나라 역시 폭우, 폭염을 비롯한 이상기후 현상으로 인해 최근 10년간 43명의 인명피해 및 1조 1556억 원의 재산피해를 입었다.

기후변화 완화를 위한 전지구적 차원의 대안은 바로 온실가스 감축이다. UN IPCC 제5차 기후변화평가보고서(2014)에 따르면 금세기말까지 산업화 이전에 비해 평균기온 상승을 2℃이내로 억제하기 위해서는 전세계 온실가스 배출량을 2050년까지 2010년 대비 최대 70%까지 감축해야 한다고 전망하였다.

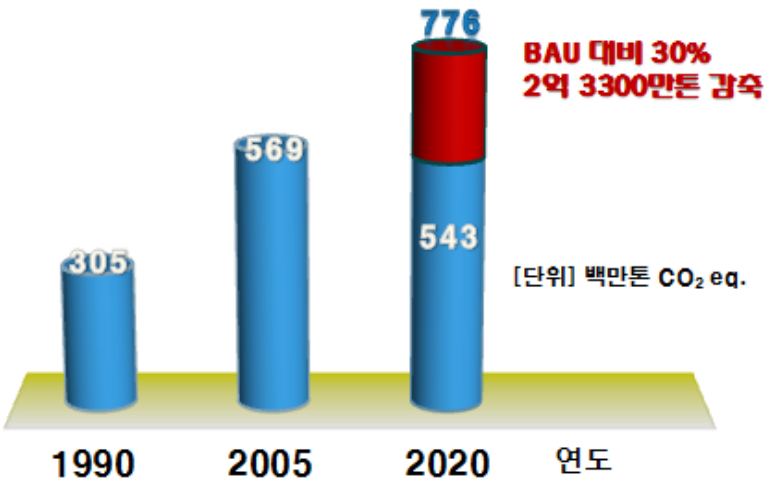


[그림 1-1] 주요국 온실가스 감축목표

자료 : 국회기후포럼, 새정부의 기후변화정책, 어떻게 추진할 것인가?(2013)에서 발췌

우리나라의 경제규모는 전세계 15위로서, 2010년 1인당 온실가스 배출량 11.52톤(tCO_2eq)으로 OECD 국가 중 7위로 온실가스 배출량이 많은 국가이다. 배출량 증가추세는 연평균 3.9%로 OECD 국가 중에서는 1위다. 그리하여 국제사회로부터 보다 온실가스 감축을 요구 받고 있는 상황이다.[2)]

EU는 선진국을 대상으로 2020년까지 1990년 대비 24~40%를, 개발도상국은 BAU 대비 15~30% 감축을 권고하였다. 이에 따라 우리나라는 비자발적 감축국가에 속해 있으나 2009년 11월, 온실가스 감축목표를 2020년 BAU대비 30% 감축(2억 3300만 톤)을 공표하였다.

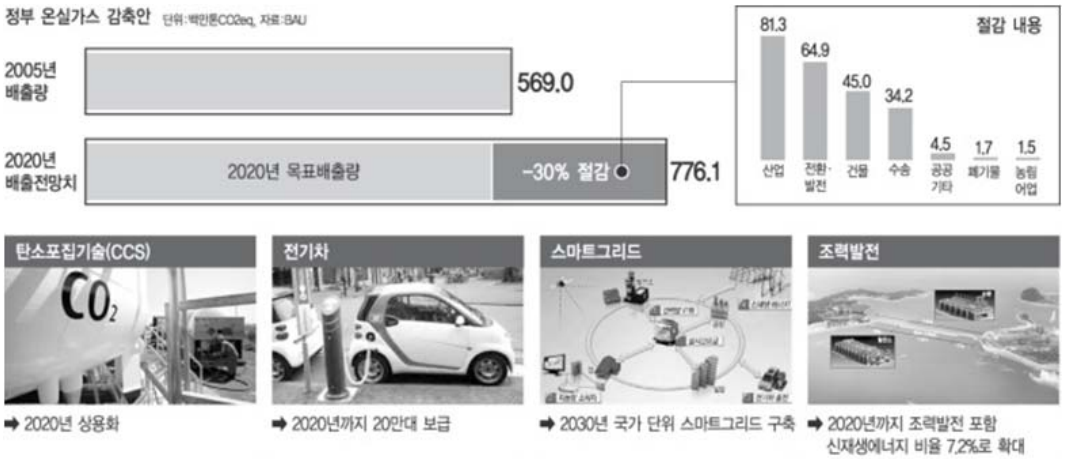


[그림 1-2] 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표

자료 : 관계부처 합동, 국가 온실가스 감축 2020 로드맵(2014)에서 발췌 재구성

실질적인 감축 성과 30% 달성을 위한 실효성 있는 이행계획 수립 필요성이 대두되면서, 2014년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵이 수립되었다. 정부가 발표한 로드맵에는 추진경과 및 감축목표, 감축 전략 및 추진과제, 부문별 감축 이행계획, 감축 이행실적 평가방안 등이 구체적으로 제시되어 있다.

2) 환경부, 환경정책 브리프 “온실가스 배출권거래제도 이렇게 운영하겠습니다”(2014)



[그림 1-3] 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표

자료 : 경향신문, 저탄소 밑그림 무엇이 문제인가(2014)

부문·업종별 감축잠재량을 살펴보면, 부문별 감축률은 수송(34.4%), 건물(26.9%), 전환·발전(26.7%), 공공(25.0%), 산업(18.5%), 폐기물(12.3%), 농·어업(5.2%) 순이며 감축 비중은 산업(34.9%), 전환(27.9%), 건물(19.3%), 수송(14.7%), 공공기타(1.9%), 폐기물(0.7%), 농·어업(0.6%) 순이다. 수송·건물 등 비산업 부문 감축률이 상대적으로 높게 나타나지만, 총 감축량 대비 비중은 산업·전환 부문이 50% 이상을 차지하고 있다.

단기적으로는 산업·수송·건물의 에너지 효율을 개선, 산업공정 개선, 불소계 온실가스 회수·제거, 신재생 에너지와 같은 저탄소에너지 확대 등과 같은 감축 방안이 제시되었으며, 중장기적으로는 탄소포집기술(CCS), 스마트 그리드 등 첨단 감축기술도 감축 방안으로 제시되었다. 산업계의 설비투자와 같은 경제적 부담을 최소화하기 위해서, 초기단계에는 저비용 감축수단 위주로 적용하며 고비용 감축수단은 이후 단계적으로 적용하도록 해야 한다. 따라서 감축 기술에 따른 한계투자비용(온실가스 감축량 대비 초기 투자비용)과 한계저감비용(온실가스 감축량 대비 총 소요비용)대한 분석이 필요하다.

온실가스 감축 로드맵은 정책 로드맵보다는 탄소포집기술(CCS) 등 아직 실현되지 않은 미래형 기술 위주의 기술로드맵으로 작성되었다. 정부는 탄소포집기술

(CCS)을 통해 2020년까지 200만 톤의 탄소량을 감축하고자 한다. 이 밖에 전기자동차 보급하고 수소연료전지차 등을 선보일 예정이다. 이에 대한 실현 가능성은 아직 알 수 없으며, 기술 개발을 통한 온실가스 감축 방향은 아직 미완성 단계이다. 따라서 폐기물 부문에 있어서도 전력 절감 등 단기적으로 감축 성과를 낼 수 있는 방안과 더불어 non-CO_2 저감 방안 등 중장기적 방안이 검토되어야 할 것이다.

2. 국내외 기후변화 대응정책 동향

기후변화 대응에 대한 국제적인 움직임은 1992년 UN기후변화협약을 기점으로 시작되었다. 기후변화협약을 통해 기후체계에 위험한 영향을 미치지 않을 수준에서 대기 중 온실가스 농도를 안정화시키고자 기후변화에 관한 국제사회의 기본법적 역할을 정하였지만 당시 구체적 의무강제사항은 없었다. 1995년 1차 당사국총회(COP)가 시작되었고, 1997년 3차 당사국총회에서 교토의정서를 채택하였다. 이때, 기후변화협약의 목표를 달성하기 위한 실행법적 역할을 구체적 의무사항으로 명시하였으며, 6대 온실가스를 규정하였다. 또한, 선진국에 구속력 있는 온실가스 감축 목표를 규정하고 유연성 메커니즘을 도입하였다. 이어 2005년 러시아에서 교토의정서를 비준하고 발효하였다. 2007년에는 13차 당사국총회에서 국가별 적절한 감축행동(NAMA)을 명시하였다. 2009년 15차 당사국총회에서는 28개국 정상 및 대표 주도로 코펜하겐 합의문을 도출하였으며 16차 당사국총회에서 코펜하겐 합의문의 주요 내용을 공식화한 2개의 칸쿤 결정문을 채택하였다. 17차 당사국총회를 통해 교토의정서 연장 및 2020년 이후 새로운 단일기후체제 설립에 합의하여 Post-2012 체제 틀을 마련하였다. 교토의정서 2차 공약기간은 2017년부터 2020년까지로 설정되었으며, 2020년 이후 모든 국가가 참여하는 새로운 기후체제를 형성하기로 하였다. 또한, 2012년 카타르에서 개최된 18차 당사국총회에서 교토의정서 이행기간의 종료를 선언하였다.

2008년 8월, 우리나라도 기후변화 대응을 위한 국제 동향에 발맞춰 범국가적으로 새로운 경제·사회 패러다임 전환을 추진하기 위한 저탄소 녹색성장을 국가비전으로 선포하였다. 2009년 2월 녹색성장위원회가 출범하였으며 2009년 11월 국무회의에서

2020년까지 BAU 대비 온실가스 30%를 감축하기로 목표를 설정하였다. 2010년 1월에는 저탄소녹색성장 기본법이 제정되었으며 2010년 6월에는 글로벌녹색성장연구소(GGGI)가 설립되었다. 2011년 3월부터 온실가스·에너지 목표관리제를 시행하였으나 직접 감축만 인정하는 목표관리제의 경직성을 보완하기 위해, 2012년 5월 "온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률"을 제정하고 2015년부터 비용효과적인 온실가스 배출권거래제의 도입하게 되었다.

배출권거래제는 크게 전환부문, 사업부문, 건물부문, 수송부문, 공공·폐기물부문 등 5개 부문으로 나뉘며, 발전·에너지, 광업, 음식료품, 섬유, 목재, 제지, 정유, 석유화학, 유리·요업, 시멘트, 철강, 비철금속, 기계, 반도체, 디스플레이, 전기전자, 자동차, 조선, 건물, 통신, 항공, 수도, 폐기물 등 23개 업종이 해당된다.

[그림 1-4] 국내외 기후변화 대응정책 동향

자료 : 대전발전연구원, 에너지·온실가스 목표관리제 교육(2013)

3. 폐기물부문 대상시설 현황

온실가스·에너지 목표관리제에서 폐기물부문은 배출권거래제에서 폐기물업종에 포함된다.

폐기물부문에 해당되는 전국 환경기초시설은 총 1,766개소(2008년 기준)가 운영 중이다. 8종 시설(매립, 소각, 하수, 폐수, 음식물, 정수, 재활용, 분뇨 시설) 중 매립, 소각, 하수시설이 전체의 46%를 차지한다.

<표 1-1> 환경기초시설 운영 현황(2008년 기준)

단위 : 개소

합계	매립	소각	하수	폐수	음식물	정수	재활용	가축분뇨
1,766	228	185	403	66	103	479	234	68

자료 : 한국환경공단, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍(2013)

전체 환경기초시설에서 연간 온실가스 약 7백만 톤(2008년 기준)을 배출하고 있다. 그중 매립, 소각, 하수시설에서의 온실가스 배출량이 전체의 84.4%를 차지한다. 또한, 전체 환경기초시설에서 연간 888,722 TOE 에너지를 소비하며, 이중 전력사용량이 92.8%를 차지한다.

<표 1-2> 환경기초시설 운영 현황(2008년 기준)

구분	에너지 사용량			온실가스 배출량(tCO_2eq/년)	
	전력(TOE)	연료(TOE)	합계		
매립	14.730	979	15,709	1,991,095	27.7%
소각	101,407	15,948	117,355	2,067,617	28.7%
하수	446,851	3,888	450,739	2,013,246	28.0%
폐수	45,212	22,330	67,542	178,297	2.5%
정수	193,588	12,042	205,630	460,410	6.4%
음식물	17,409	8,194	25,603	416,111	5.8%
재활용	5,673	474	6,147	21,478	0.3%
기타	20,105	338	20,443	45,403	0.6%
합계	824,869	64,073	888,722	7,193,657	100%

자료 : 한국환경공단, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍(2013)

제2절 연구의 목적 및 내용

본 연구에서는 온실가스·에너지 목표관리제에서 온실가스 배출권거래제로의 전환에 당면하여, 폐기물부문 사업장의 기초자료를 구축하고 폐기물부문 온실가스 배출권거래제의 성공적인 도입대응을 위한 감축 전략을 분석하였다.

현재 공공부문과 폐기물부문의 온실가스·에너지 목표관리제의 관리업체인 대전광역시는 배출권거래제의 할당업체로 지정되었다. 대전시의 환경기초시설은 총 11개 시설로, 금고동 환경자원사업소, 신일동 환경에너지사업소, 음식물광역자원화시설, 수도시설관리사업소, 송촌정수사업소, 월평정수사업소, 신탄정수사업소, 대전하수처리장, 대전위생처리장, 흑석하수처리장, 대덕산단환경사업소가 있다.

문헌 및 현장조사를 통하여 국내외 온실가스 배출권거래제 동향 및 특성을 분석하였다. 특히 대전시 11개 환경기초시설에 대해서는 직접 현장 방문 및 설문조사를 통하여 자료를 수집하고 정리하였다. 수집된 자료는 산정방법에 따른 통계수법을 이용하였고, 종합적으로 대전시 폐기물부문 온실가스 배출권거래제 감축 잠재량 분석하였다.

본 연구의 주요 내용은 [그림 1-5]와 같다. 2장에서는 온실가스 배출권거래제의 개요와 온실가스 목표관리제와 비교 및 분석, 국가 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량을 조사하였으며, 3장에서는 모니터링 계획의 작성 방법 및 목표관리제 이행계획서와의 비교분석, 대전시 사업장별 공정 및 모니터링 조사를 실시하였다. 모니터링 계획은 온실가스 배출량을 결정하는 측정 및 수집 방법을 나타낸 것이므로 배출권거래제에서 사전에 수립해야할 중요한 계획이다. 모니터링 계획에는 대상시설의 공정도, 모니터링 도식도, 배출활동에 대한 산정방법이 제시되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 11개 환경기초시설의 공정 및 모니터링 조사를 통해 온실가스 배출흐름도를 작성하였다. 4장에서는 사업장별 배출권거래제 신청수량을 산정하여, 실제 기준년도 배출량과 비교분석을 하였고, 5장에서는 사업장별 감축 실적을 분석하였다. 사업장별 감축 실적은 한계투자비용과 한계저감비용을 나누어 분석하였는데, 한계투자비용은 단기적 우선순위를, 한계저감비용은 장기적 우선순위를 결정하는 만큼 온실가스 배출권거래제 시행에 앞서서 반드시 검토되어야할 분석 항목이

다. 6장에서는 환경기초시설에 적용 가능한 감축 기술을 검토하였고, 중장기적으로 검토해야할 감축기술을 분석하였다. 마지막으로 7장 결론 및 정책제언에서는 지자체 차원에서의 선제 대응을 위한 대전시 폐기물부문 온실가스 배출권거래제 대응방안을 제안하였다.

본 연구에서는 국내 온실가스 배출권거래제 최초 시행으로 변경·확정된 계획에 따른 대응방안을 수립함으로써, 그 결과가 배출권거래제 본격 실시에 실질적인 활용이 가능할 것으로 기대된다.

[그림 1-5] 본 연구의 주요 내용

제 2 장

온실가스 배출권거래제 추진 현황

제1절 온실가스 배출권거래제의 개요

제2절 온실가스·에너지 목표관리제와 비교 분석

제3절 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량

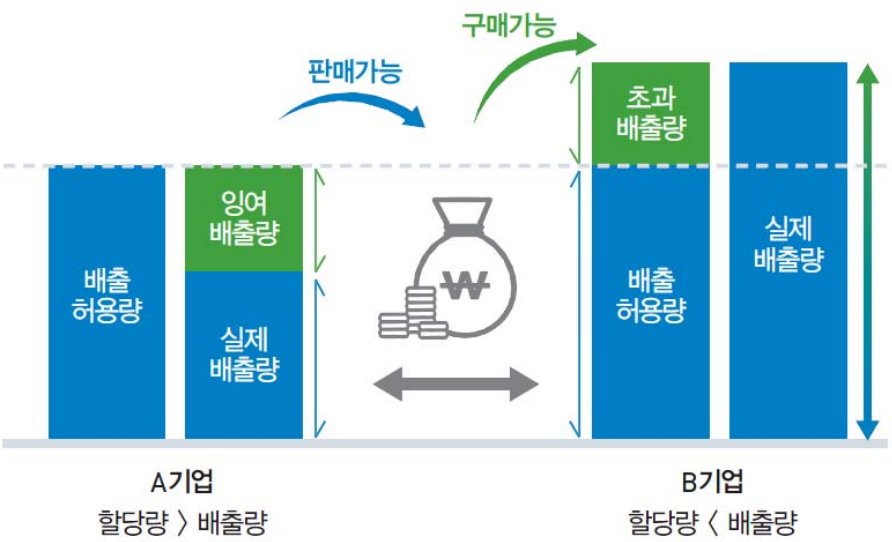
제2장 온실가스 배출권거래제 추진 현황

제1절 온실가스 배출권거래제의 개요

1. 온실가스 배출권거래제 개념 및 특징

온실가스 배출권거래제란 정부가 온실가스를 배출하는 사업장을 대상으로 연단위로 배출권(Permit)을 할당(Allocation)하여 할당범위 내에서 온실가스를 배출하도록 하되, 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 여분 또는 부족분의 배출권에 대하여는 타 기업과의 거래를 허용하는 제도이다. 여기서 배출권이란 특정기간 동안 일정량의 온실가스를 배출할 수 있는 권한이다.

현재 전 세계적으로 30여 개국에서 배출권거래제가 시행 중이며, 유럽연합(EU)·뉴질랜드·호주는 전국 단위로, 미국·일본·중국은 지역 단위로 운영되고 있다.



[그림 2-1] 온실가스 배출권거래제 기본적인 개념

자료 : 환경부, 2015년 시행되는 온실가스 배출권거래제도(2014)

기획재정부의「배출권거래제 기본계획(2015~2024)」에 따르면, 1차 계획기간(2015년~2017년)에는 배출권을 전액 무상 할당하고, 2차 계획기간(2018년~2020년)과 3차 계획기간(2021년~2025년)에는 각각 97%, 90% 이하를 무상 할당할 계획이다. 배출권거래제 적용 대상은 3년 평균 기준 12만5000 tCO_2 이상 배출업체 또는 2만5000 tCO_2 이상 배출사업장이다.

산업계 부담 최소화를 위해 효율성·형평성·합리성 원칙에 따른 국내 산업 지원 대책도 기본계획에 담았는데, 온실가스 감축 설비 및 기술에 투자하는 기업에게 금융·세제 지원을 하거나 보조금을 지급하기로 하였다.

또한, 배출권거래제가 시행되면 물가는 0.25~0.48% 상승하고, 국내총생산(GDP)은 0.18~0.61% 감소할 것으로 추정되며, 에너지 가격은 0.82~1.88% 증가할 것으로 예상하고 있다.

[그림 2-2] 배출권 거래의 경제적 영향

자료 : 세계일보, 온실가스 감축 설비 기업 세제혜택(2013)

2. 온실가스 배출권거래제 주요일정

온실가스 배출권거래제도는 2010년 10월 기본법안 초안 작성 후 2012년 5월 국회에 통과되었다. 2012년 11월에 환경부에서 시행령이 확정되고 2014년 1월 기본계획이 확정되었으며 한국거래소(KRX)를 거래소로 지정하였다. 우리나라는 2015년부터 온실가스 배출권거래제 전면시행을 앞두고 있다.

[그림 2-3] 온실가스 배출권거래제 주요일정

자료 : 대구시, 온실가스 배출권거래제 설명회(2014)

「배출권거래제 기본계획(2015~2024)」('14년 1월. 기재부)은 2015년 1월 시행 예정인 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」에 근거하여 기획재정부가 마련한 10년 단위 중장기 종합계획이다.

기본계획에 따르면 2014년 6월 할당계획을 통해 배출권 발행 총량과 업종별 할당량을 결정하도록 되어 있었으나, 9월 11일 재1차 계획기간(2015~2017) 국가배출권 할당계획을 발표하였다. 7월에는 온실가스 배출량이 일정 규모 이상인 기업을 대상으로 배출권거래제 참여 대상을 선정하도록 되어있었으나 9월 12일 할당대상

업체가 지정·고시(환경부 고시 제2014-162호)되었다. 1차 계획기간 중 배출권거래제에 참여하는 업체는 526개이다. 8월말까지 제출기한이었던 할당신청서 제출은 계획대로 진행되지 않아 2014년 10월 14일 제출되도록 되었다. 배출권할당은 민간 전문가로 구성된 공동작업반과 환경부 차관이 주재하는 할당결정심의위원회가 맡는다. 배출권 할당과는 별도로 2014년 11월 14일까지 모니터링계획 작성 및 제출, 관장기관 심의가 예정되어있다.

2015년 1월부터는 배출권거래소(KRX)나 장외거래를 통해 거래가 가능해진다. 2016년 5월~6월에는 참여하는 기업을 대상으로 실적검증과 벌칙·이월 등이 진행된다.

<표 2-1> 배출권거래제 계획기간별 운영방향

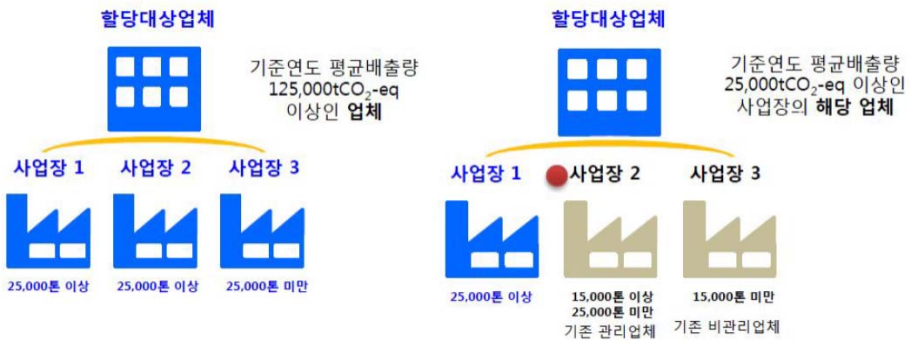
1기	2기	3기
2015년~2017년	2018년~2020년	2021년~2025년
거래제안착 유연한 운영 100% 무상할당 인프라·경험축적	상당수준 감축 적용범위 확대 97% 무상할당 할당방식 선진화	적극적 감축 유상할당 확대 유동성 확대 할당방식 정착

기본계획 내에는 배출권거래제의 기본원칙, 계획기간별 운영방향, 경제적 파급효과, 국내산업 지원대책 등을 담고 있다. 정부는 계획기간 1기(2015년~2017년) 동안에는 제도 안착에 주력하고, 본격적인 온실가스 감축은 2기(2018년~2020년) 이후부터 중점을 두기로 했다. 또 국제협약 준수, 경제적 영향고려, 시장기능 활성화, 공정한 거래, 국제기준 부합 등을 운영의 5대 원칙으로 제시했다.

3. 온실가스 배출권거래제 운영방식

배출권거래제의 기본체계는 계획기간 전에 배출권 총수량 및 업종별 할당량에 따라 업체별로 할당하고, 계획기간 동안 배출활동 및 배출권 거래 후 인증된 배출량에 따라 배출권을 제출하는 것이다.

배출권거래제 대상업체는 기본적으로 온실가스·에너지 목표관리제 관리업체를 대상으로 할당업체를 선정하였다. 기준연도(2011년~2013년) 연평균 온실가스 배출량이 125,000톤 이상인 업체와 기준연도 연평균 온실가스 배출량이 25,000톤 이상인 사업장의 해당 업체가 선정되었다. 이때, 25,000톤 이상의 사업장만 할당대상이며, 나머지 사업장은 단순보고 대상이 된다.



[그림 2-4] 배출권거래제 할당업체 선정 기준

자료 : 대구시, 온실가스 배출권거래제 설명회(2014)

온실가스 배출권거래제에서 외부사업자는 외부사업을 통해서 발행 받은 인증실적을 배출권거래제 할당대상업체 등에게 판매하고, 할당대상업체는 구매한 외부사업 인증실적을 상쇄배출권으로 전환하여 배출권거래제도에서 상쇄 또는 거래를 할 수 있다. 외부사업이란 배출권거래제 할당대상업체 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업이다.[3)]

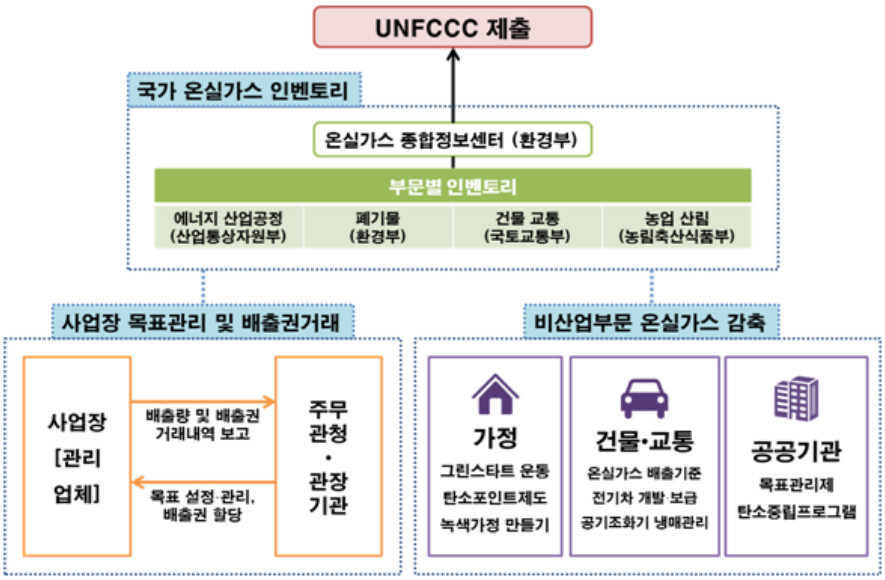
3)한국환경공단, 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 1차 설명회(2014)

제2절 온실가스·에너지 목표관리제와 비교 분석

1. 온실가스 목표관리제 시행체계

온실가스·에너지 목표관리제는 2012년에 도입되었으며, 2014년에 제도가 종료된다. 목표관리제는 배출권거래제를 위한 준비단계 성격으로, 비용효과적인 온실가스 감축정책 및 산업의 국제경쟁력, 투자계획 등을 반영한 부문별 감축목표를 수립하기 위해 시행되었다. 정부와 관리업체가 상호 협의하여 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 목표를 결정하는 방식으로 온실가스 다배출 및 에너지 다소비 업체를 관리업체로 지정하고 온실가스 감축목표를 부과하여 달성실적을 관리하는 제도이다.

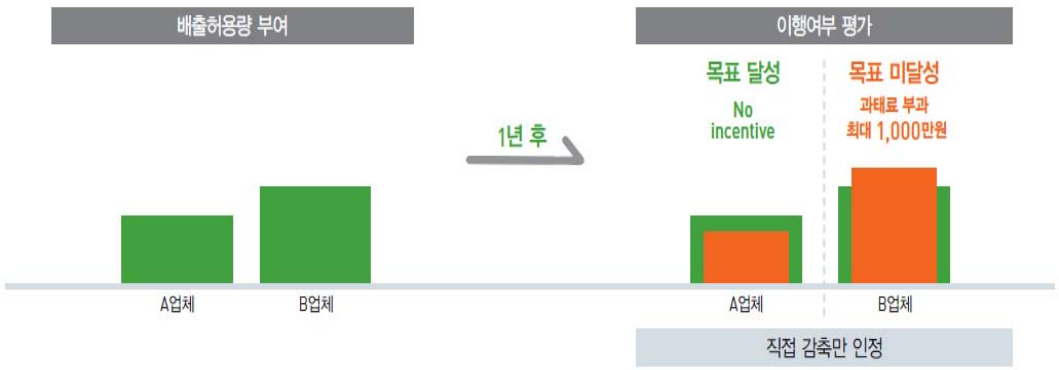
목표관리제에서는 범 정부부처(4개)가 협력하여 소관부문별로 관리업체에 대한 목표설정, 이행지원, 실적평가 및 행정처분 등을 직접 수행하였다. 총괄기관은 환경부가 담당하고 종합지침 마련, 관장기관 소관 사무에 대한 점검·평가를 수행하도록 하고 있다.



[그림 2-5] 국가 온실가스 종합정보시스템 운영체계

산업과 발전부문은 산업통상자원부, 폐기물 부문은 환경부, 건물 및 교통 부문은 국토교통부, 그리고 농업과 축산부분은 농림축산식품부에서 관장하고 있다. 비산업 부문의 온실가스 감축 제도와 함께 온실가스 종합정보센터를 통해 국가 온실가스 인벤토리를 관리하고 있다.

목표관리제에서는 국가 배출량(668백만 tCO_2)의 69%(464백만 tCO_2)에 해당하는 다량 배출업체를 대상으로 매년 배출 허용량을 부여하고 있다. 본 제도의 이행여부 평가는 사업장 직접 감축만 인정되고 있다.



[그림 2-6] 목표관리제 이행여부 평가 방법

자료 : 환경부, 2015년 시행되는 온실가스 배출권거래제도(2014)

목표관리제는 매년 3월 31일까지 명세서를 제출하여 제3자 검증기관으로부터 검증을 받도록 되어 있다. 명세서는 관리업체(사업장) 목표 설정을 위한 기준연도 배출량 자료로, 배출시설, 사업장 배출량 현황, 배출활동별 세부 배출량 현황, 사업장 고유배출계수·개발실적, 온실가스 감축, 흡수, 제거실적 등이 주요 내용이다. 이행계획서는 매년 12월 31일까지 제출하도록 되어있으며 검증기관으로부터 검증이 불필요하다. 이행계획서는 감축목표 달성을 위한 구체적인 실행계획으로 활동자료 측정방법, 모니터링 방법, 배출시설 운영계획, 감축목표 이행계획 등의 주요 내용이다. 이행실적보고서는 매년 3월 31일까지 제출하며 제3자 검증기관으로부터 검증을 받아야 한다. 관리업체 목표 이행 여부 평가를 위한 자료로 사용되며 주요내용으로는

감축목표 이행실적 및 근거, QA/QC 실시결과, 개선명령 이행실적 등이 있다. 만약 관리업체 의무사항인 명세서, 이행계획서, 실적보고서 세 가지 중 한 가지라도 미제출 또는 허위보고 시에는 300~1,000만원의 과태료를 부과토록 되어 있다.

2. 목표관리제와 배출권거래제 비교

<표 2-2>는 목표관리제와 배출권거래제를 대상, 기준, 감축목표, 거래, 패널티 등의 항목으로 비교한 표이다. 두 제도의 국가목표에 따른 부문별·업종별 감축목표는 동일하며, 자사 사업장 내 감축 외 조기감축실적, 외부감축실적을 인정한다는 공통점이 있다.

목표관리제는 직접규제 방식을 이용하였으나, 배출권거래제에서는 가격에 따른 시장메커니즘을 도입하였다. 이행 기간 또한 매년 목표를 설정했던 목표관리제와 달리 배출권거래제에서는 계획기간 단위로 이행 기간을 설정하며, 목표관리제에서 자사 사업장 내 감축만을 유일한 목표달성 수단으로 이용하였다면 배출권거래제에서는 자사 사업장 감축 외에도 외부감축구매, 이월·차입·상쇄 등을 통해 목표달성을 하도록 하였다.[4)]

목표관리제의 경우, 온실가스 1톤을 초과하던, 1,000톤을 초과하던 과태료 최대 1,000만원이지만 배출권거래제의 경우 초과된 양만큼 배출권 구입이 가능하므로 초과된 양만큼의 경제적 손실만 발생한다. 또한, 지속적으로 감축할 경우 별도의 인센티브가 없던 목표관리제와 다르게 배출권거래제에서는 외부 판매 또는 이월을 가능하게 하여 수익창출을 비롯한 국가 감축목표의 비용효과적 달성을 이룰 수 있다.

4) 이에프컨설팅, 배출권거래제 할당신청서 지침 분석 및 작성 가이드(2014)

<표 2-2> 목표관리제와 배출권거래제 비교

구분	목표관리제	배출권거래제
형태	Command and Control	Market Mechanism
관리 대상	관리업체	할당대상업체
대상 물질	6대 온실가스, 에너지 사용량	6대 온실가스
기준	>25,000 tCO_2eq(~2011.12.31) >20,000 tCO_2eq(2012.1~) >15,000 tCO_2eq(2014.1~)	의무적 참여: >25,000 tCO_2eq 자발적 참여: 관리업체 중 지정 신청업체
Phase	1년	3년~5년
감축목표설정	무상	무상+유상 (Phase 1,2 유상비율 5%이내)
배출량 검증	운영지침, 제3자 검증	운영지침, 제3자 검증
모니터링검증	해당사항 없음	해당
등록부	온실가스종합정보센터	주무관청
이월, 차입	불인정	인정
거래	불인정	인정
외부사업	불인정	인정
패널티	천만원 이하 과태료	CO_2 톤당 시장가격 3배 이하 과징금

자료 : 한국환경공단, 환경기초시설 탄소중립프로그램 워크숍(2013), 한국환경공단, 폐기물부문 관리업체 이행실적 설명회(2014) 발췌, 재작성

제3절 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량

정부는 국가 감축목표와의 정합성을 확보하기 위해 배출허용총량을 산정하고, 거래제 적용대상과 비 적용대상(기타 부문)간의 공평한 감축부담을 분담하기 위해 부문별·업종별 할당계획을 2014년 9월 확정·발표하였다.

5개 부문 23개 업종에 대해 「배출권거래제 기본계획」에서 제시된 국가 감축목표 및 배출허용총량 산정원칙에 의거하여 산정되었다. 대부분 업종은 과거배출량 기반 할당방식[5]을 적용하고, 일부 업종(시멘트, 정유, 항공)의 일부 배출시설은 과거활동자료량 기반 할당방식[6]을 적용하였다. 또한 미래의 신설 또는 증설계획을 반영해 배출권을 할당했다.

할당대상업체인 526개 기업은 2011년부터 2013년까지 연간 온실가스 배출량이 12만 5,000톤 이상인 기업 또는 2만 5,000톤 이상인 사업장을 가진 기업들로 우리나라 전체 온실가스 배출량의 약 66%를 차지한다.

2017년까지 526개 할당업체 배출권총수량은 16억8700만 tCO_2eq(KAU)[7]으로 확정되었다. 이중 15억9800만KAU(94.7%)는 업체들에게 사전 할당되고, 8900만KAU(5.3%)는 예비분으로 계획기간중 추가 할당된다. 업종별로 할당량이 많은 곳은 발전, 철강, 석유화학 순이다.

또 예상치 못한 신증설이 발생할 경우 배출권을 추가할당을 하도록 하였고, 배출권총수량의 5.3%의 예비분은 배출권 가격이 급등할 경우 시장에 물량을 풀어 배출권 가격을 안정화할 방침이다. 배출권거래제 가격은 최고 톤당 1만원으로 정해졌다. 이밖에 배출권거래제 시행이전 온실가스 감축 실적을 인정하고, 배출권거래제 비적용기업에 투자해 취득한 감축실적도 배출권 시장에서 활용할 수 있도록 했다.

---

5) 온실가스 과거 배출실적을 근거로 그 수준에 상응하거나 그 이하로 배출권을 할당(GF : grandfathering)

6) 제품생산량 등 과거활동자료를 근거로 설비 효율성을 고려하여 배출권을 할당(BM : benchmark)

7) KAU(Korean Allowance Unit) : 배출권의 이력·통계관리, 해외 배출권과의 구분 등을 위해 마련한 우리나라 고유의 영문 배출권 명칭(예 : EU-ETS에서는 EUA(EU Allowance) 사용)으로 1 KAU를 온실가스 배출량 단위로 환산하면 1 CO2-eq에 해당

<표 2-3> 배출허용총량 및 부문별·업종별 할당량

단위 : KAU(Korean Allowance Unit

부문	업종		이행연도			계획기간 총량
			'15년	'16년	'17년	
배출권 총수량			573,460,132	562,183,138	550,906,142	1,686,549,412
사전할당량			543,227,433	532,575,917	521,924,398	1,597,727,748
예비분						88,821,664
전환	발전·에너지		250,189,874	245,284,190	240,378,507	735,852,571
산업	광 업		245,386	240,575	235,763	721,724
	음식료품		2,534,679	2,484,980	2,435,280	7,454,939
	섬 유		4,701,454	4,609,269	4,517,084	13,827,807
	목 재		384,051	376,521	368,990	1,129,562
	제 지		7,630,496	7,480,879	7,331,261	22,442,636
	정 유		19,153,420	18,777,862	18,402,305	56,333,587
	석유화학		48,857,291	47,899,305	46,941,318	143,697,914
	유리·요업		6,263,680	6,140,863	6,018,046	18,422,589
	시멘트		43,518,651	42,665,344	41,812,037	127,996,032
	철강	공정 외	103,284,517	101,259,331	99,234,144	303,777,992
		F가스공정	675,361	662,119	648,877	1,986,357
	비철금속		6,888,332	6,753,266	6,618,201	20,259,799
	기 계		1,416,225	1,388,456	1,360,687	4,165,368
	반도체	공정 외	8,252,756	8,090,937	7,929,118	24,272,811
		F가스공정	2,202,049	2,158,871	2,115,694	6,476,614
	디스플레이	공정 외	6,705,480	6,574,000	6,442,520	19,722,000
		F가스공정	2,438,238	2,390,430	2,342,621	7,171,289
	전기전자		2,877,479	2,821,058	2,764,637	8,463,174
	자동차		4,242,789	4,159,597	4,076,405	12,478,791
	조 선		2,683,132	2,630,522	2,577,911	7,891,565
건물	건 물		4,017,219	3,938,450	3,859,681	11,815,350
	통 신		3,089,243	3,028,670	2,968,096	9,086,009
수송	항 공		1,289,780	1,264,490	1,239,201	3,793,471
공공·폐기물	수 도		766,351	751,324	736,298	2,253,973
	폐기물		8,919,500	8,744,608	8,569,716	26,233,824

자료 : 환경부, 온실가스 배출권거래제 제1차 계획기간(2015~2017) 국가배출권 할당계획 요약(2014)

제 3 장

사업장별 모니터링 계획 및 조사결과

제1절 모니터링 계획의 개요

제2절 목표관리제 이행계획서와 비교 분석

제3절 사업장별 공정 및 모니터링 조사

제3장 사업장별 모니터링 계획 및 조사결과

제1절 모니터링 계획의 개요

1. 모니터링 계획의 정의 및 목적[8)]

모니터링 계획이란 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 자료와 기타 온실가스·에너지 관련 자료의 연속적 또는 주기적인 수집·감시·측정·평가 및 매개변수 결정에 관한 세부적인 방법, 절차, 일정 등을 규정하는 계획이다.

안전한 활동데이터 및 매개변수 등 모니터링 계획을 기반으로 정확한 온실가스 배출량을 산정하여 배출권거래제 제도 정착에 기여하는 것을 목적으로 한다.

모니터링 계획서의 작성은 준수성, 완전성, 일관성, 투명성, 정확성, 일치성 및 관련성, 지속적 개선이 작성원칙으로 적용된다.

2. 모니터링 계획의 중요성[9)]

모니터링 계획은 온실가스 배출량을 결정하는 활동자료 및 매개변수에 대한 측정과 수집 방법을 결정하므로 아주 중요한 절차이다. 할당대상업체는 사전검토 된 모니터링 계획에 명시된 방법으로 배출량을 산정해야 하므로, 모니터링 계획의 세부적이고 적절한 작성은 온실가스 배출량을 결정하는 중요한 기반작업이라고 할 수 있다. 모니터링 계획은 검증기관에 의한 명세서의 배출량 검증 및 주무관청에 의한 배출량 인증 시 주요 기준이 되므로 매우 중요하며, 배출량 산정과 직결되기 때문에 오류가 있거나 현장과 일치하지 않을 경우 할당대상업체의 배출량이 불리하게 산정될 수 있다.

---

8) 환경부, 모니터링 계획 작성 설명회(2014)
9) 한국환경공단, 모니터링 계획서 작성가이드라인(2014)

할당대상업체는 모니터링 계획의 사전검토 및 모니터링 계획 변경에 대하여 지속적으로 타당성을 추가검토 받음으로써 정확한 배출량 예측 자료로 활용이 가능하다. 배출량 산정에 주요 기준이 되는 모니터링 계획에 대해 주무관청으로부터 사전검토를 받음으로써 배출량에 대한 예측이 가능하기 때문에 기업의 감축 활동 및 투자 기초 정보로 활용이 가능하다.

3. 모니터링 계획 활용 체계

1) 사전검토

모니터링의 1차 계획기간은 2015년~2017이며 사전검토 요청기한은 매 계획기간 시작 2개월 전(현재 2014년 11월 14일로 변경)까지이다. 사전검토의 목적은 계획기간 전 할당대상업체가 사전검토 요청한 모니터링 계획을 검토하여 활동 데이터 수집방법 및 매개변수 적용계획을 토대로 온실가스 배출량이 산정되도록 하기 위함이다.

2) 모니터링 계획의 변경

중대한 변경 사항 발생 시 모니터링 계획 변경을 통한 유연성 확보를 위하여 모니터링 계획의 변경이 가능하다. 변경사항 발생 후 14일 이내에 제출하여야 하며, 변경이 불가능한 경우 보고를 통해 7일 기간 연장이 가능하다. 여기서 중대한 변경 사항이란 업종이 변경, 조직경계의 변경, 배출활동 및 배출시설의 변경, 배출량 산정방법의 변경, 활동자료 수집, 측정 방법의 변경, 영 제31조 제3항의 시정명령, 보완명령에 따른 변경, 담당자 정보 변경, 기타 배출량에 영향을 미치는 변경 사항을 이야기 한다.

3) 모니터링 계획의 일시적 적용 불가

기술적, 불가항력적 이유로 모니터링 계획 적용이 불가능한 경우 주무관청 통지

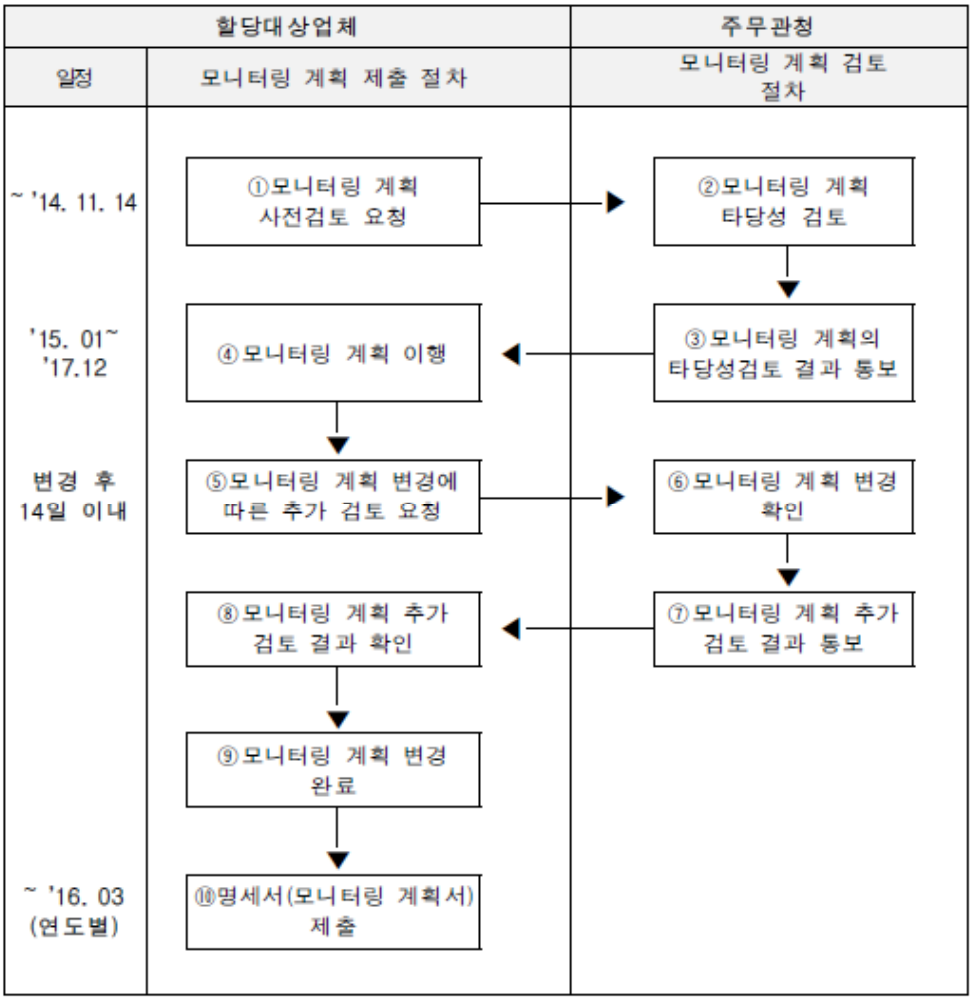
를 통해 대체방법을 수립하기 위한 체계이다. 모니터링 계획의 일시적 적용 불가 사유와 기존 계획을 대체하는 임시 모니터링 방법, 적용기간을 내용에 포함하여 주무관청에 통보하고 명세서 제출 시 소명자료를 첨부하여야 한다. 이 때 적용불가한 사유로는 측정기기의 고장/점검/교체, 활동자료 수집 시스템 고장/점검/교체, 샘플링 최소주기 불이행 등이 있다.

4) 명세서의 제출 및 배출량 인증 등

모니터링 계획에 따른 배출량 산정 결과 등을 보고하기 위해 명세서를 제출한다. 제출기한은 이행연도 종료 후 3개월 이내이다. 사전검토 된 모니터링 계획은 국가온실가스종합관리시스템(NGMS)에서 이력관리 되고, 명세서 제출 시 시스템에서 최종확인 후 명세서에 첨부하여 제출토록 되어있다.

적합성평가는 모니터링 계획과 정합성, 배출량 산정 등 적합성을 검토하기 위해 적합성 평가 기관에서 적합/부적합 결과를 주무관청에 통지하는 방법으로 이루어진다. 필요시 현장조사를 실시한다.

적합성 평가 결과와 배출량 정합성 등 검토를 통해 배출량을 인증하기 위해 배출량 인증을 한다. 방법으로 적합성 평가와 인증위원회를 실시하며, 보수적 재산정은 명세서의 내용이 부적합하다고 평가되는 경우 실시한다. 배출권거래제의 모니터링 계획 제출 시 일부사항 및 첨부자료 등을 누락하거나 시정이나 보완명령을 미이행 하는 경우를 포함한다. 직권산정은 명세서 제출기한이 지나도록 배출량을 보고하지 않는 경우 실시한다.



[그림 3-1] 1차 계획기간 모니터링 계획서 제출 및 검토 절차

자료 : 환경부, 모니터링 계획 작성 설명회(2014)

제2절 목표관리제 이행계획서와 비교 분석

목표관리제 이행계획서에서 발생했던 모니터링 유형 오류, 측정기기 정보 오류, 공정도 누락, 배출허용량 부정합성 등 오류사항을 최소화하기 위하여 배출권거래제에서는 별도의 모니터링 계획서를 작성토록 되어 있다.

<표 4-1>은 목표관리제의 이행계획서와 배출권거래제의 모니터링 계획서를 비교분석 한 것이다.

기존 목표관리제 이행계획서 작성 시 단년도를 대상으로 하였으나, 모니터링 계획서는 다년도를 대상으로 한다. 현재는 제1차 계획기간인 2015년~2017년이 대상기간이다. 목표관리제 이행계획서 작성 시에는 소량배출 사업장의 제출의무가 없었으나, 모니터링 계획서에서는 제출의무를 부여한다.

모니터링 계획서에는 기존에 이행계획서에 첨부되었던 공정도에 온실가스 흐름과 에너지 흐름을 공정도에 추가하여야 한다. 또한, 목표관리제 이행계획서에서는 모니터링 도식도에 계측기 위치만 그리도록 되어있었으나, 모니터링 계획서에서는 온실가스 이동 및 처리, 원료 및 제품 흐름을 함께 기재하여야 한다.

목표관리제 이행계획서에서 배출활동별 산정등급은 예상배출량에 대한 산정등급을 적용하였으나, 모니터링 계획서에는 배출활동 산정방법론을 구분하고, 산정등급 분류기준 배출량에 대한 산정등급을 적용여야 한다. 산정방법론을 자체개발하였을 경우, 그에 따른 개발정보를 근거자료로 첨부하여야 하고 사업장 고유 배출계수를 개발하였을 때도 그를 증빙할 수 있는 근거자료를 첨부하여야 한다.

각 배출시설별 측정기기 정보, 측정기기 관리계획에 대한 근거자료로 측정기기의 측정범위, 불확도 등을 알 수 있는 측정기기 사양서, 검교정 성적서 등을 첨부하여야 한다.

<표 3-1> 목표관리제 이행계획서와 모니터링 계획서 비교

구분	목표관리제 이행계획서	배출권거래제 모니터링 계획서
보고자	신청인(담당자)	보고인(대표자)
대상기간	단년도	다년도(제1계획기간: 2015~2017)
조직경계	약도, 사진, 시설배치도, 공정도	사진, 시설배치도, 공정도 (온실가스 흐름도, 에너지 흐름도 추가)
사업장 온실가스배출량	기준연도 배출량 및 연차별 목표	-
배출시설 정보	-	기존시설, 신·증설·폐쇄 사유 및 예상배출량, 산정등급분류기준 배출량
배출시설 공정도	공정도	공정도 (온실가스 흐름도, 에너지 흐름도 추가)
측정기기 개선계획	기존 측정기기 및 신설계획 미구분	기존 측정기기 개선계획과 신설 측정기기 설치 계획 구분
배출활동 산정방법론	-	배출활동별 적용 산정방법론 구분
배출활동별 산정등급	예상배출량에 대한 산정등급 적용	산정등급 분류기준 배출량에 대한 산정등급 적용
품질관리/ 품질보증	품질경영시스템, 환경경영시스템 인정여부	관리절차 계획 수립 후 근거자료 첨부
근거자료 첨부	-	측정기기정보, 측정기기 관리계획, 자체개발 산정방법론 개발 정보, 사업장 고유 배출계수 개발 정보, 품질관리/품질보증 활동 계획
소량배출 사업장	제출의무 없음	제출의무 부여
소규모 배출시설	제출의무 부여 (대부분 관리업체 누락사항)	제출의무 부여 (측정기기 관련 정보는 생략 가능)

자료 : 환경부, 모니터링 계획 작성 설명회(2014)

제3절 사업장별 공정 및 모니터링 조사

1. 금고동 환경자원사업소

금고동 위생매립장은 대전광역시 전역에서 발생하는 생활폐기물 등을 안정적으로 처리할 수 있도록 조성된 대단위 위생매립장으로 대전시 유성구 금고동 산 21번지 일원에 위치해있다. 매립장 조성당시 1996년 8월부터 2011년까지 15년간 매립할 예정이었으나 운영과정에서 이설, 소각장 증설, 음식물쓰레기 직매립 금지 등으로 인하여 당초 매립예정기간보다 상당기간 사용 가능할 것으로 예상된다.

○ 조성면적 : 707,515 m^2

○ 매립면적 : 404,153 m^2

○ 사업비 : 1,542억 원

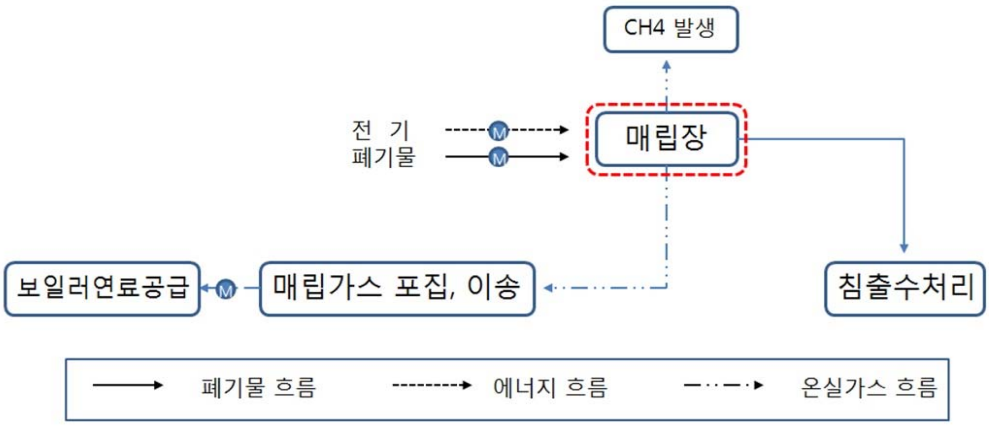
○ 매립용량 : 9,762천 m^3

○ 매립량 : 6,688천 m^3(2011월 5월말 76.34%)

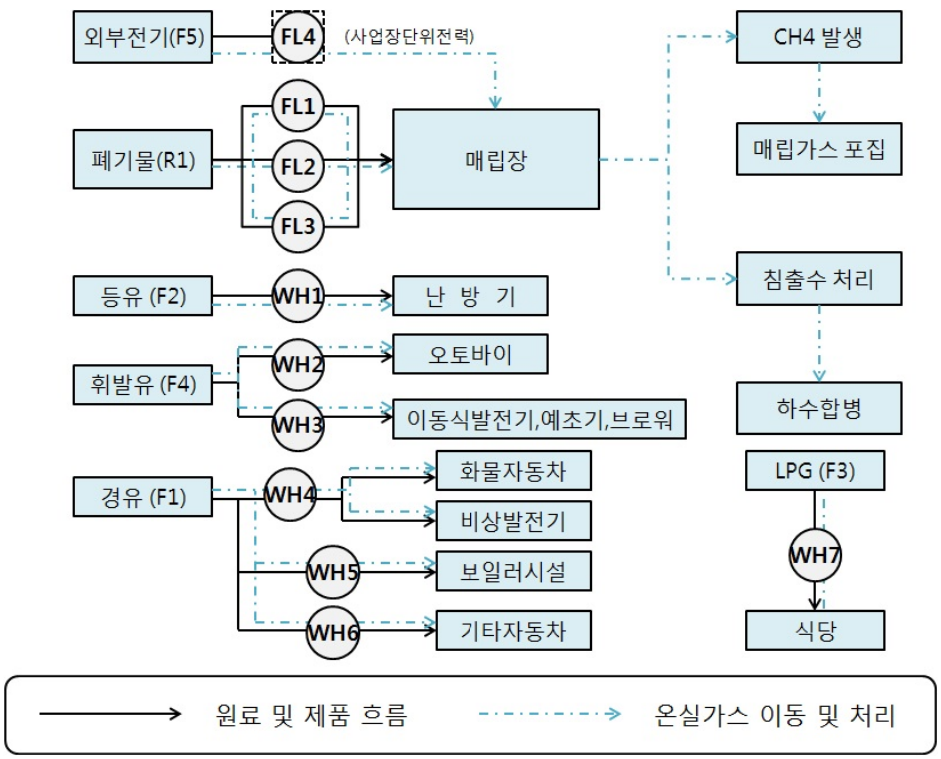
- 침출수처리장 450 톤/일, 침출수 저류조 16,000 톤

○ 매립기간 : 1996년 08월 ~ 2018월 12월(예상)

금고동 환경자원사업소는 매립장에서 발생되는 매립가스를 포집 및 이송하여 보일러 연료 공급을 하며, 침출수는 별도로 처리하고 있다. 금고동 환경자원사업소는 음식물쓰레기광역자원화시설로부터 들어온 전기를 나누어 사용하고 있으며, 이는 별도의 전력계측기를 통하여 산정한다. 폐기물은 유입 시 계근대로 폐기물량을 측정하여 유입량을 알 수 있다. 경유, 휘발유, 등유, LPG는 외부 주유소로부터 공급받고 있다.



[그림 3-2] 금고동 환경자원사업소 공정도



[그림 3-3] 금고동 환경자원사업소 모니터링 도식도

2. 신일동 환경에너지사업소

소각 가능한 생활쓰레기를 소각함으로써 친환경적인 쓰레기처리와 감량화를 통한 매립장 사용기간 연장을 위해 1998년 11월 200 톤/일 소각로 1호기 준공, 2005년 5월 200 톤/일 소각로 2호기를 추가 준공하여 총 320 톤/일 규모의 처리능력(기존 400 톤에서 2014년 용량 변경)을 가지고 있으며 현재 가동 중에 있다. 환경에너지사업소는 현재 대덕구 신일동 1690-5 대덕산업단지 내에 위치하고 있다. 소각 중 발생되는 열은 폐열보일러에서 연소가스의 냉각 작용과 함께 소각 시 발생하는 열을 회수하여 증기를 생산하고, 생산된 증기는 열병합발전소로 공급하여 인근 공장 및 지역난방에 이용하고 있다.

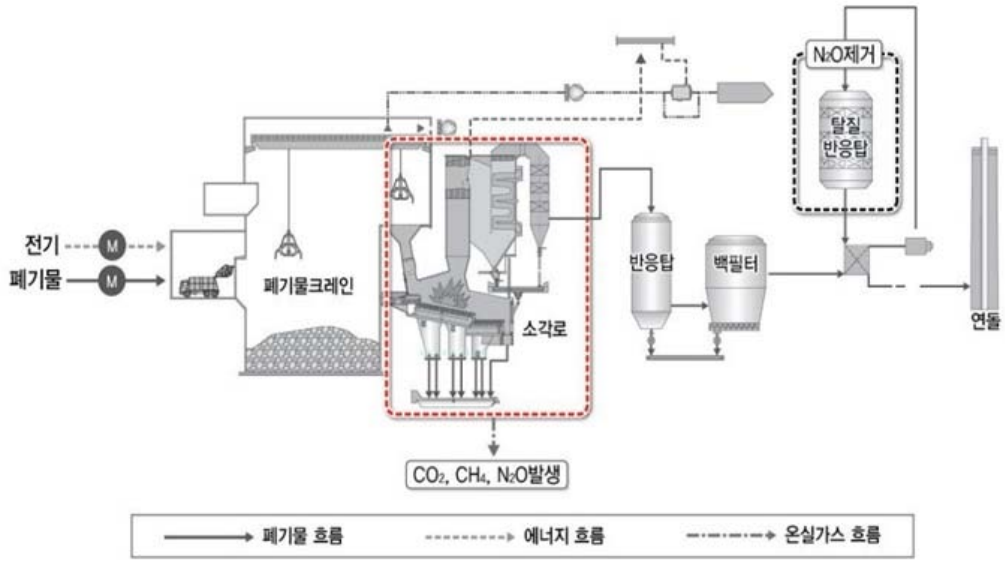
○ 부지면적 : 29,753 m^2

○ 건축면적 : 5,965 m^2

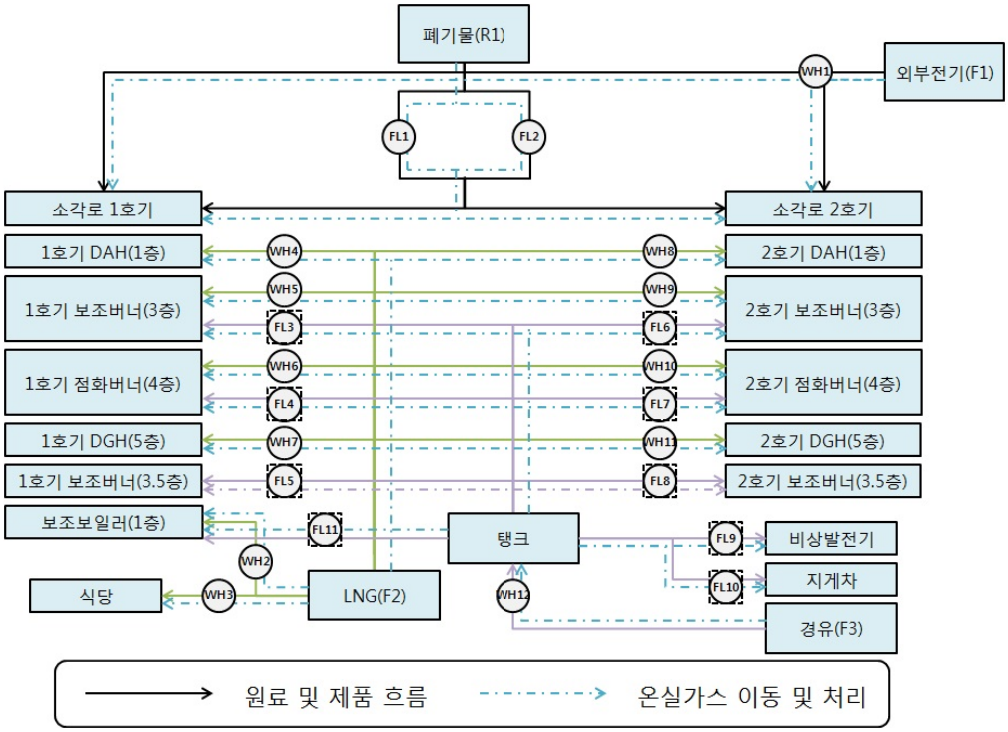
○ 조성사업비 : 700억 원(1호기 370억 원, 2호기 330억 원)

○ 가동개시 : 1호기(1998년 11월), 2호기(2005년 5월)

신일동 환경에너지사업소에서는 차량을 통해 들어오는 폐기물을 두개의 소각로를 통해 처리하고 있다. 먼저 폐기물을 한 곳에 모아 크레인을 이용하여 섞어주고 소각로로 이동시킨다. 소각로에서 나온 가스들은 탈질반응탑으로 이동하여 N_2O를 제거하고 그 외 유해물질들을 여과시킨 후 굴뚝을 통해 배출한다. LNG, 경유 등은 주유소를 통해 급유되고 각 배출시설별로 계량기가 있어 사용량을 확인할 수 있다.



[그림 3-4] 신일동 환경에너지사업소 공정도



[그림 3-5] 신일동 환경에너지사업소 모니터링 도식도

3. 음식물쓰레기광역자원화시설

대전광역시 유성구 금고동 92번지 일원, 위생매립장내에 위치한 음식물 광역자원화시설은 날로 증가하는 음식물 쓰레기를 효율적으로 처리하기 위하여 대전광역시 전역에서 배출되는 생활 쓰레기 중 약 30% 이상을 차지하는 음식물류 폐기물을 퇴비화하여 자원을 재활용하고, 매립에 따른 침출수 발생의 최소화로 토양 오염을 방지하고자 1일 100톤(최대 1일 125톤) 처리규모로 운영 중에 있다. 각 가정에서 매일 수집되는 음식물쓰레기는 15일여의 발효·숙성 과정을 통해 퇴비가 되며 이렇게 생산된 퇴비는 부산물비료공장에 퇴비원료로, 축산농가에 수분조절용으로 판매하고 있다.

○ 시설규모

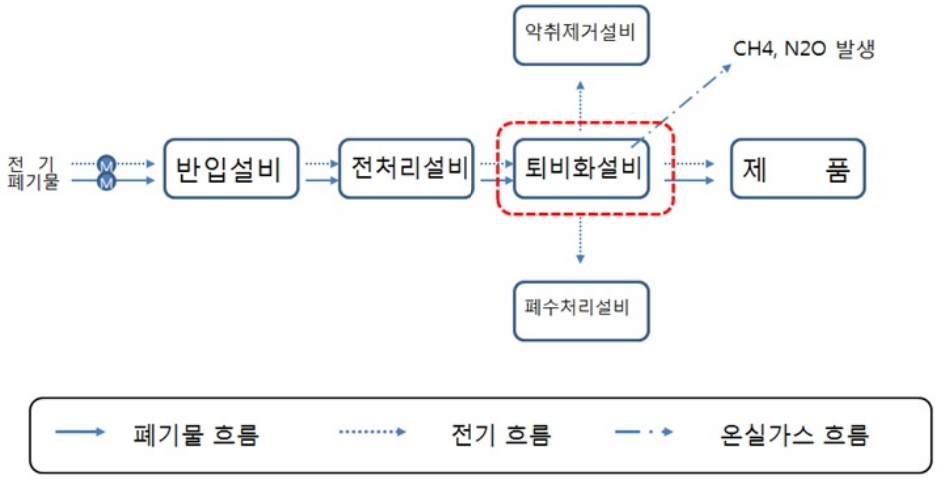
- 부지면적 : 6,630 m^2
- 연 면 적 : 3,250 m^2
- 건축면적 : 2,694 m^2

○ 주요시설 : 전처리시설, 퇴비화시설, 폐수처리시설, 악취저감시설

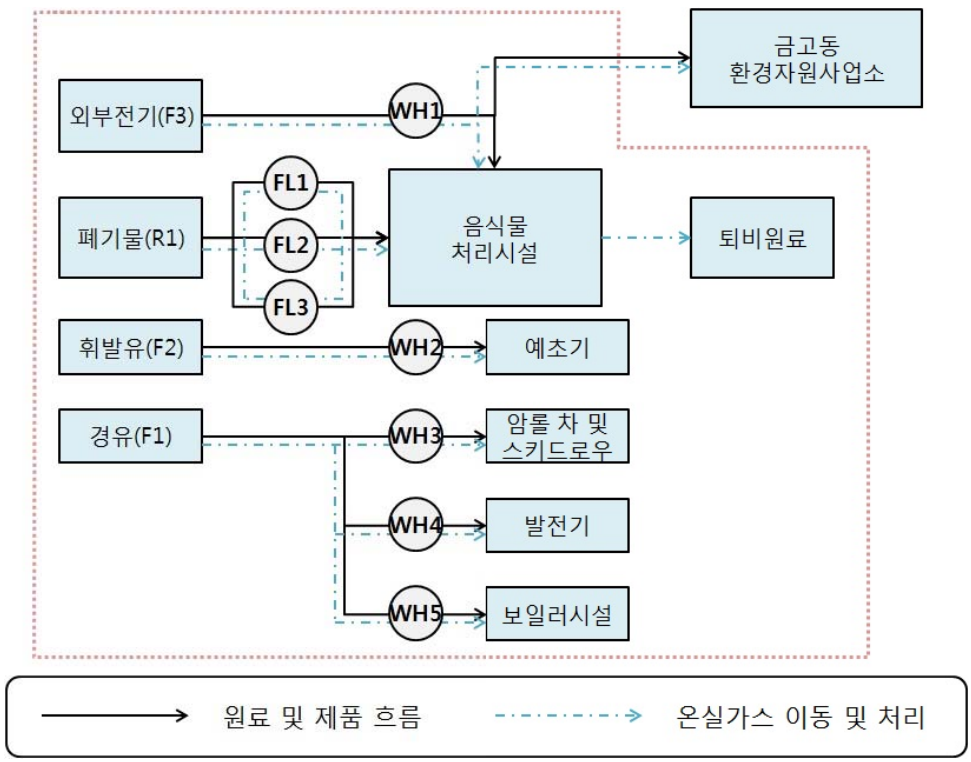
○ 사업비

- 시설설치 사업비 : 8,840백만 원(국비 2,400, 시비 2,020, 구비 4,420)

음식물쓰레기광역자원화시설은 반입된 폐기물을 퇴비화하여 제품으로 만드는데 그 과정에서 CH_4와 N_2O가 발생되며 그 외에 발생되는 폐수와 악취를 제거할 수 있는 설비가 별도로 있다. 음식물쓰레기광역자원화 시설로 들어오는 전기를 금고동 환경자원사업소와 나누어 사용하고 있으며, 휘발유, 경유는 외부 주유소를 통하여 급유한다.



[그림 3-6] 음식물쓰레기광역자원화시설 공정도



[그림 3-7] 음식물쓰레기광역자원화시설 모니터링 도식도

4. 수도시설관리사업소

대전광역시 상수도사업본부는 대청호의 상수원을 이용하여 4개 정수장에서 1일 최대 135만 톤의 수돗물을 공급할 수 있는 시설을 갖추고 있으며 대전과 인접 도시인 세종시, 계룡시에 수돗물을 공급하고 있다. 수도시설관리사업소는 대전광역시 대덕구 중리동 20-1번지에 위치하고 있다.

○ 시설물 관리현황

- 가압장 60개소
- 배수지 31개소
- 계량기 시험실 1개소(시험설비 9조)
- 취수(펌프)시설 : 송촌반 6대, 월평반 10대

<표 3-2> 대전광역시 급수구역 현황

정수장	급수구역
송촌정수장	동구전역, 중구/대덕구일원
회덕정수장	대전산업단지, 대덕테크노밸리 113개 업체
월평정수장	서구/유성구 전역, 중구/대덕구 일원
신탄진정수장	대덕구일원

자료 : 대전광역시 상수도사업본부, 급수정보 급수구역(2014)

○ 생산시설

- 수원지 1개소(대청호)
- 취수장 2개소
- 중리취수장 취수능력 : 105만 톤/일 (공업용수 9만 톤 포함)
- 삼정취수장 취수능력 : 30만 톤/일
- 정수장 4개소

<표 3-3> 대전광역시 수원지 현황

유역면적	총저수량	유효저수량	무효저수량	홍수조절량
3,204 km^2	1,490백만 톤	854백만 톤	308백만 톤 (58 m 이하)	248백만 톤 (76.5 m 이상)

자료 : 대전광역시 상수도사업본부, 급수정보 생산시설(2014)

○ 급수시설

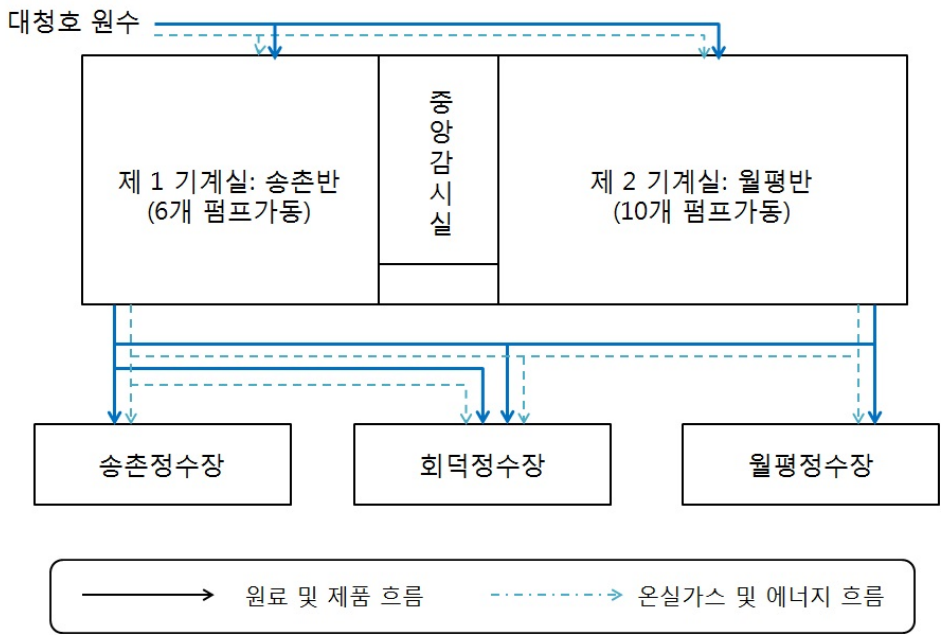
- 가압장
- 배수지 : 36개소 86지(용량 : 385,440 톤)
- 배관 : 4,309 km^2(도수관 19km, 급수관 2,250km, 배수관 2,040km)

<표 3-4> 대전광역시 가압장 현황

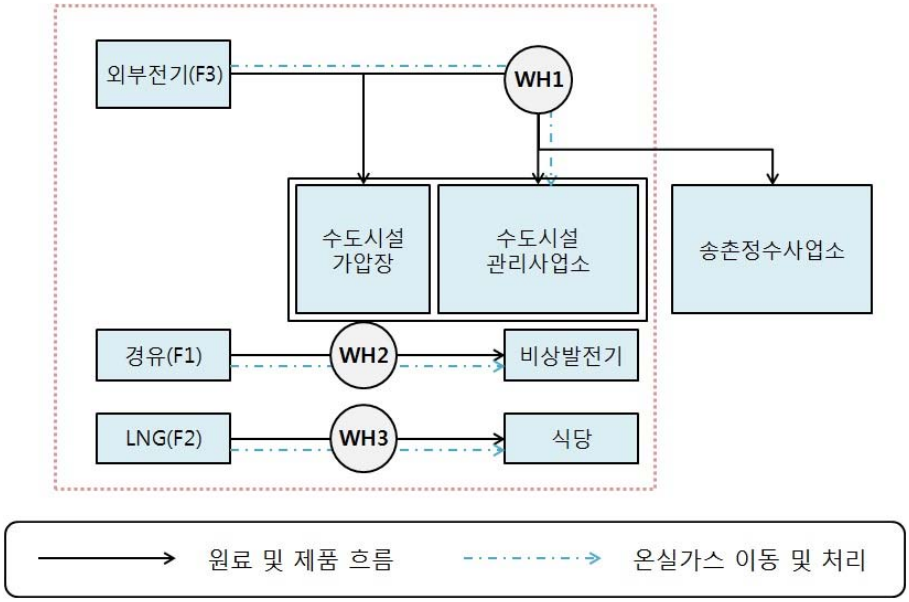
구분	단위	계	동구	중구	서구	유성	대덕
가압장	개소	60	22	11	11	9	7
급수전수	전	19,487	9,076	4,391	2,579	1,085	2,356
급수인구	명	188,396	94,426	24,846	24,357	13,487	31,280

자료 : 대전광역시 상수도사업본부, 2014년 상수도통계(2014)

수도시설관리사업소는 16개의 펌프를 가동하고 있는데 이 때 전기가 많이 사용된다. 각 정수사업소에 유량을 공급한다. 수도시설관리사업소로 들어온 전력을 송촌정수사업소로 일부 공급한다. 경유와 휘발유는 외부 주유소를 통해 급유한다.



[그림 3-8] 수도시설관리사업소 공정도



[그림 3-9] 수도시설관리사업소 모니터링 도식도

5. 송촌정수사업소

송촌정수사업소는 대전광역시 대덕구 송촌동 236-3번지에 위치해 있으며 시설용량은 300,000 m^3/일 이다.

○ 시설규모

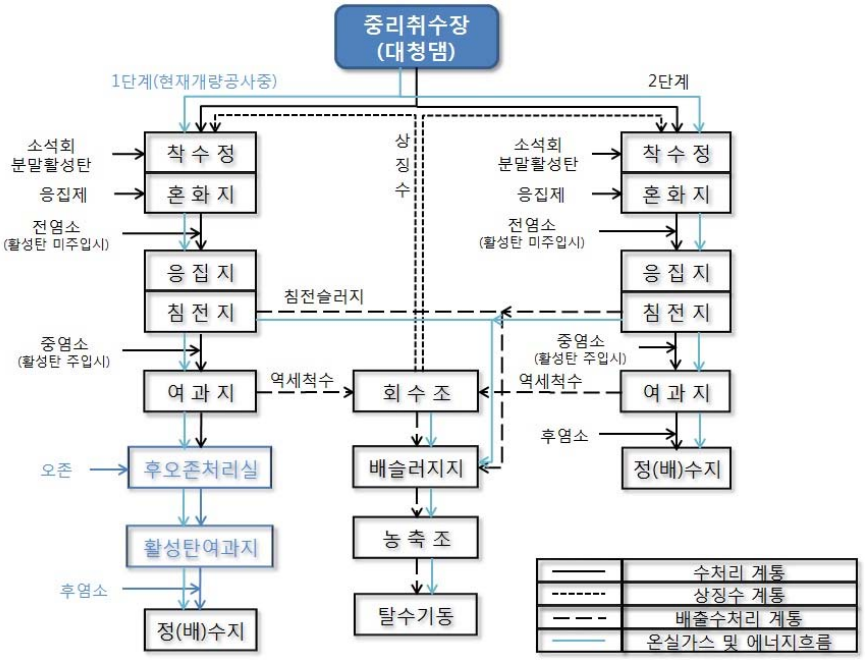
- 부지 : 102,574 m^2
- 건축물 : 9,425 m^2

○ 주요 정수시설

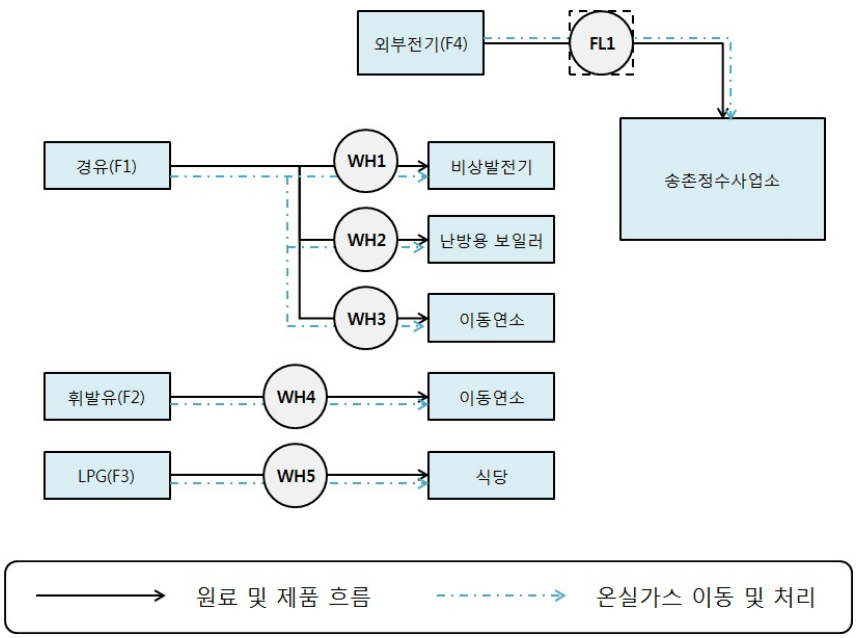
- 1단계 : 혼화지 2지, 응집침전지 3지, 여과지 12지
- 2단계 : 혼화지 4지, 응집침전지 8지, 여과지 24지
- 공통시설 : 배수지 5지, 약품실 및 저장탱크, 회수조 2지

○ 급수지역 : 동구전역, 중구·대덕구일원

송촌정수사업소는 수도시설관리사업소(중리취수장)로 부터 유량을 공급받아 정수처리를 한다. 각 착수정, 혼화지, 응집지, 침전지, 여과지를 통해 마지막으로 정수지로 내보낸다. 현재 1단계의 후오존처리실과 활성탄여과지 개량공사 중에 있다. 송촌정수사업소는 수도시설관리사업소로부터 전기를 공급받아 사용하고 있다. 경유, 휘발유, LPG는 외부 주유소를 통해 급유된다.



[그림 3-10] 송촌정수사업소 공정도



[그림 3-11] 송촌정수사업소 모니터링 도식도

6. 월평정수사업소

월평정수사업소는 대전광역시 서구 월평동 51-1번지에 위치해 있으며 시설용량은 600,000 m^3/일 이다.

○ 시설규모 : 320,000 m^2

○ 건축면적 : 38동 20,000m^2

- 착수정 6지, 혼화지 12지, 응집지 18지, 침전지 18지, 여과지 48지
- 배수지 : 용량 175,000 m^3
- 약품실 : 활성탄 및 소석회 1동, 염소실 1동, PAC탱크 9기
- 폐수처리 : 회수조 4지, 농축조 2지, 펌프실 1동, 탈수기동 1동

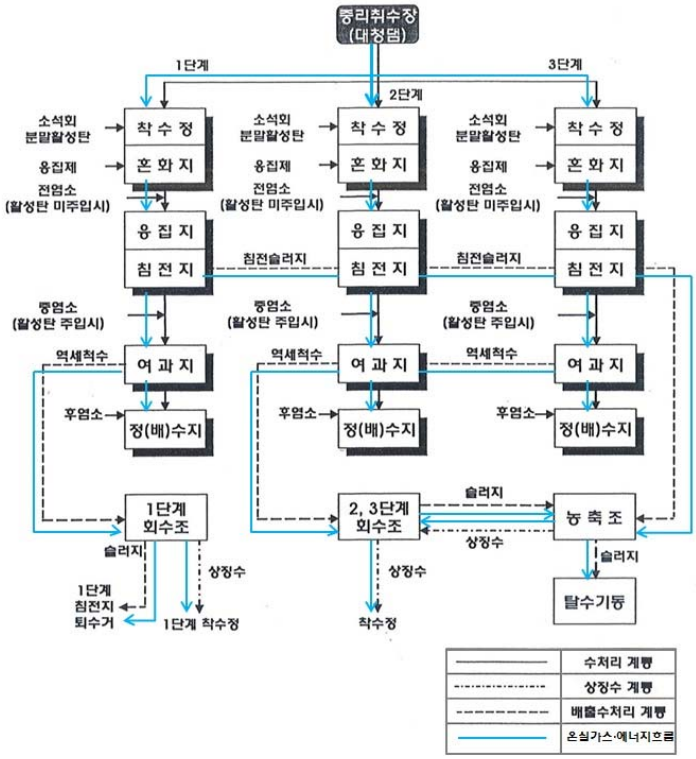
○ 기계 설비

- 약품 투입기 : 소석회 6대, 활성탄 9대, PAC 9대, 염소투입기 10대
- 염소중화설비 1, 급속환화기 12, 응집기 54, 슬러지콜렉터 22, 역세송풍기 12, 회수펌프 5, 여과지 밸브 224, 탈수기 6, 펌프 및 기타 50

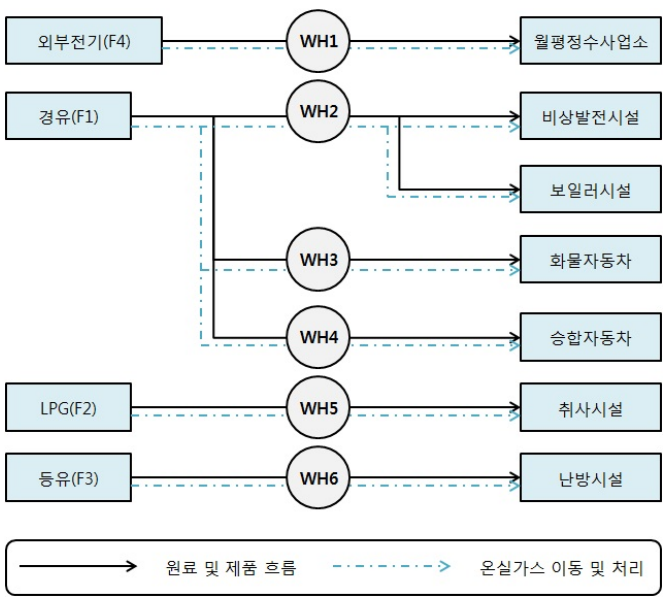
○ 전기 설비

- 수전 설비(22.9 kV, 2,000 KVA), 비상발전 설비(380 V, 250 KVA)

월평정수사업소는 수도시설관리사업소(중리취수장)로 부터 유량을 공급받아 정수처리를 한다. 1단계, 2단계, 3단계로 나누어져 있으며 각 착수정, 혼화지, 응집지, 침전지, 여과지를 통해 마지막으로 정수지로 내보낸다. 침전지에서 발생한 슬러지는 농축조로 보내 처리한다. 경유, 등유, LPG는 외부 주유소를 통해 급유된다.



[그림 3-12] 월평정수사업소 공정도



[그림 3-13] 월평정수사업소 모니터링 도식도

7. 신탄진정수사업소

신탄진정수사업소는 대전광역시 대덕구 용호동 64에 위치하고 있으며 도시발전에 따른 용수 사용량 증가에 대처하고 단일 취수계통의 돌발 사고에 대비한 제2수원을 확보하여 댐하류 취수로 양호한 수질의 원수 확보를 위해 건설하였다.

○ 시설규모 : 300,000 m^3/일

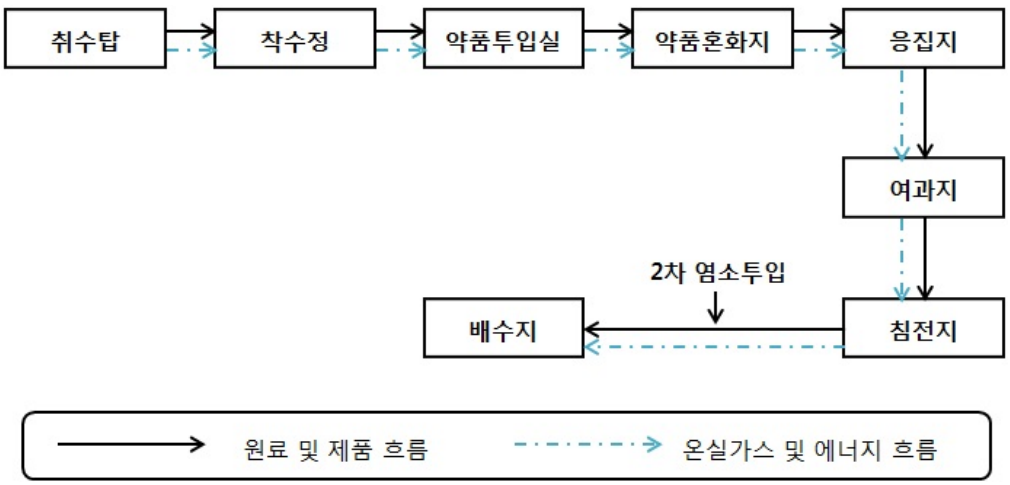
- 부지면적 : 388,017 m^2

<표 3-5> 신탄진정수사업소 시설현황

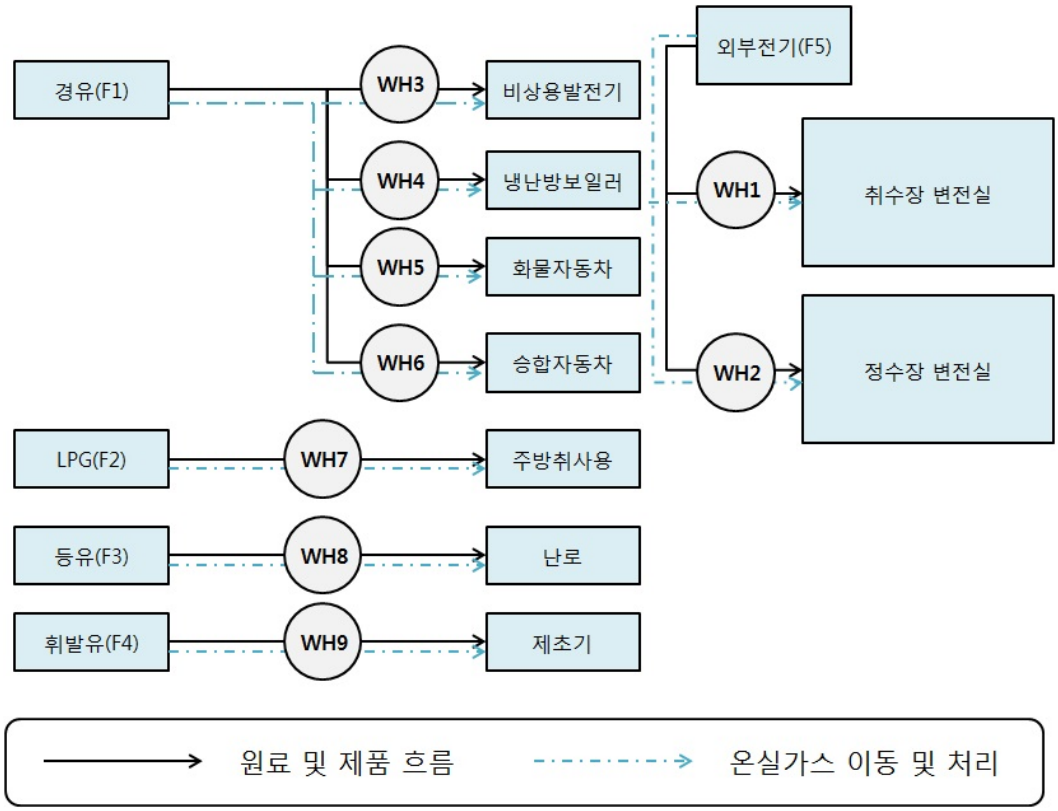
구분	시설명	세부사항
취수시설	취수부문	2개(3.0 m × 2.0 m)
	취수펌프	5대(주펌프 2,650 HP × 3대, 조절용펌프 1,360 HP × 2대)
	도수관로	강관 ∅2,200 mm, L=1.08 km
정수시설	약품투입시설	응집제: 폴리염화알루미늄(PAC) 투입기 3대, 소독제: 가성소다(NaOH) 투입기 2대, 이·취미제거: 분말활성탄 투입기 2대
	액화염수투입기	7대(전염소2대, 중염소 2대, 후염소 3대)
	혼화시설	급속교반기(개방익형프로펠라식) 2대
	응집 침전지	응집지: 수평패들형 10지 침전지: 수중대차식 2수로 1구동형 10지
	여과지	급속여과방식 22지
	역세펌프시설	역세펌프: 50 HP × 2대 역세헹굼펌프: 250 HP × 2대
	배수지	생활 4개지(저장용량 64,000m3) 공업 2개지(저장용량 2,000m2)
	통합접합정	2개지(여과지, 배수지 드레인수 유입)
	슬러지조정조	침전지, 약품실 드레인수 유입, 배출수지(회수조)에 있는 슬러지를 펌핑하여 슬러지조정조로 유입
	배출수지	회수조: 4개지, 회수펌프: 100 HP × 2대
	농축조	주변구동식 ∅33 m × 4 mH, 2개지
	탈수시설	탈수기: 2대(필터프레스 탈수 + 건조설비) 슬러지공급펌프: 40 HP × 2대
	방류펌프시설	수중오수형펌프 30 HP × 2대
	송수관	강관 ∅2,300 mm, L=1.11 km

자료 : 신탄진정수사업소, 시설현황(2014)

신탄진정수사업소는 대청호로부터 들어온 물을 취수탑에서 취수하여 취수장으로 이동시키고 착수정에서 유량조정을 한다. 그 후 약품투입실에서 약품을 투입하고 약품혼화지에서 투입된 약품을 고루 혼화시킨다. 응집지에서 응집된 부유물을 침전지에서 침전시킨 후 여과지에서 여과한다. 배수지로 보내는 과정에서 2차 염소투입을 하여 각종 미생물 번식을 방지한다. 신탄진정수사업소에는 취수장과 정수장으로 크게 나누어 전기를 각각 공급하고 있으며, 경유 LPG, 등유, 휘발유는 외부 주유소를 통해 공급받고 있다.



[그림 3-14] 신탄진정수사업소 공정도



[그림 3-15] 신탄진정수사업소 모니터링 도식도

8. 대전하수처리장

대전하수처리장은 대전광역시 유성구 엑스포로 326에 위치하고 있다. 1처리장과 2처리장의 시설규모는 150,000 m^3/일, 3처리장과 4처리장의 시설규모는 300,000 m^3/일로 대전하수처리장의 총 시설규모는 900,000 m^3/일이다.

○ 부지면적 : 404,334 m^2

○ 건축면적 : 63,795 m^2

○ 수처리 공정

- 생물학적 질소, 인제거공법 + 화학적 인제거(공침) 병행

  1, 2처리장 : NPR 공법 + Alum 약품투입

  3처리장 : BIO-SAC 공법 + Alum 약품투입

- 생물학적 질소, 화학적 인제거(공침) 병행

  4처리장 : MLE 공법 + Alum 약품투입

- 슬러지공정 : 혐기성 중온소화법(난형)

○ 사업비 : 2,978억 원

<표 3-6> 대전하수처리장 슬러지처리시설 현황

시설명	1처리장	2처리장	3처리장	4처리장
생슬러지저류조	-	∅15.5m×H3.0m×2지	∅15.0m×H3.0m×3지	∅15.0m×H3.0m×3지
원심농축기	60m^3/hr × 3대		60m^3/hr × 6대	
소화조(난형)	-	∅17.9m×H25.2m(3,500m^3)×3지	∅22m×H32.6m(7,000m^3)×3지	∅22m×H32.6m(7,000m^3)×3지
소화슬러지저류조	-	∅11.5m×H4.0m×2지	∅11.5m×H4.0m×3지	∅11.5m×H4.0m×3지
탈수기	40m^3/hr × 4대(원심탈수기)		40m^3/hr × 4대(원심탈수기)	
케익호퍼	75m^3 × 3조		75m^3 × 2조	

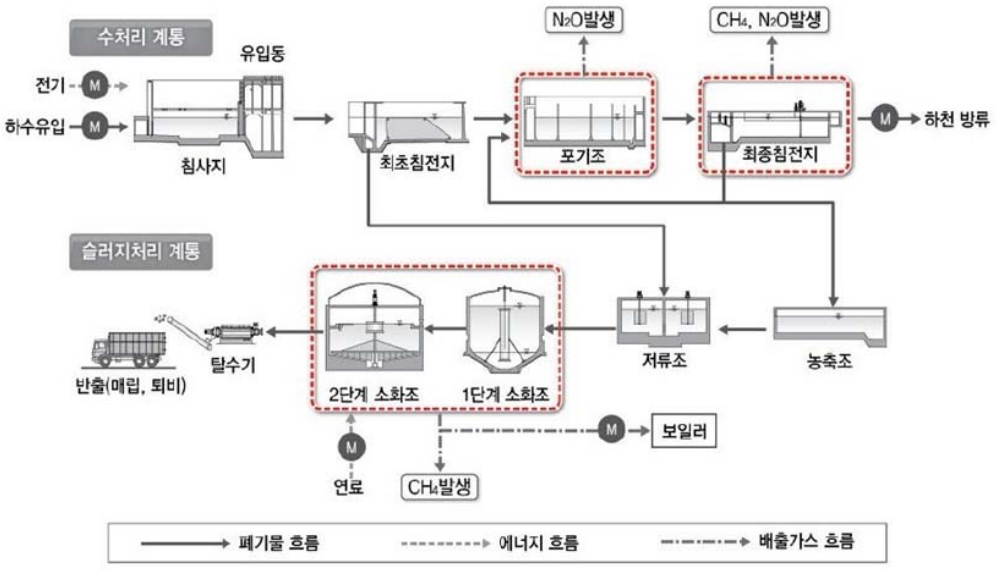
자료 : 대전광역시 시설관리공단, 대전하수처리장 슬러지처리시설(2014)

<표 3-7> 대전하수처리장 수처리시설 현황

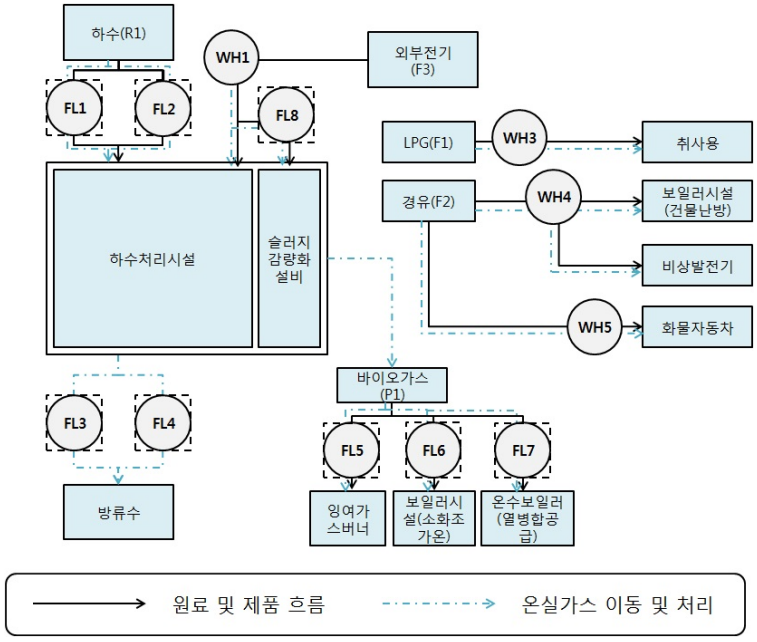
시설명	1처리장	2처리장	3처리장	4처리장
유입침사지	W3.7m × L21.5m × H1.0m × 3지		W3.8m × L21.5m × H1.5m × 6지	
스크린설비	- 조목(수동) : 75mm × 3대 - 세목(자동) : 20mm × 3대 - 미세목(자동) : 5mm × 3대		- 조목(수동) : 75mm × 6대 - 세목(자동) : 20mm × 6대 - 미세목(자동) : 5mm × 6대	
유입펌프	$100m^3$/min×H11.0×260kW×4대 (인버터 2대)		$50m^3$/min×H12.5×160kW×2대 $100m^3$/min×H12.5×350kW×6대	
일차침전지	∅36.5m× H3.0m×4지	∅36.5m× H3.0m×4지	W14.1m×L37.0m ×H3.0m×16지	W9.0m×L40.0m ×H3.0m×24지
생물반응조	NPR공법 (혐기조→무산소조→호기조) W8m×L78m× H5m×24지	Bio-Sac공법 (혐기조→무산소조→호기조) W9.5m×L65m× H5m×24지	MLE공법 (무산소조→호기조) W9m×L35m× H10m×24지	
이차침전지	∅43.0m× H3.2m×4지	∅43.0m× H3.2m×4지	∅43.6m× H3.2m×8지	W9.0m×L56.0m ×H3.6m×24지
송풍기	$125m^3$/min× 6,000mmAq×6대	$125m^3$/min× 6,000mmAq×6대	$180m^3$/min×6,50 0mmAq×12대	$135m^3$/min×12,0 00mmAq×9대 $101m^3$/min× 6,500mmAq×1대

자료 : 대전광역시 시설관리공단, 대전하수처리장 수처리시설(2014)

대전하수처리장은 침전지에서 큰 부유물을 침전시키고 포기조에서 생물학적 처리를 한다. 이 때 N_2O가 발생되며, 최종침전지에서는 CH_4와 N_2O가 발생된다. 최초침전지에서 침전된 부유물은 슬러지 저류조를 통해 소화조로 이동된다. 포기조에서 발생된 슬러지 또한 농축조를 통해 마지막으로 소화조로 이동된다. 소화조에서 발생되는 바이오가스로 보일러를 가동한다. 대전하수처리장에는 4개의 처리장이 있으며, 각 유량계를 통해 유량을 측정할 수 있다. LPG와 경유는 외부 주유소로부터 공급받는다.



[그림 3-16] 대전하수처리장 공정도



[그림 3-17] 대전하수처리장 모니터링 도식도

9. 대전위생처리장

대전위생처리장은 대덕구 한밭대로 1003번길 155에 위치하고 있으며 시설규모는 900 m^3/일이다.

○ 부지면적 : 15,510 m^2

○ 건축면적 : 2,328 m^2

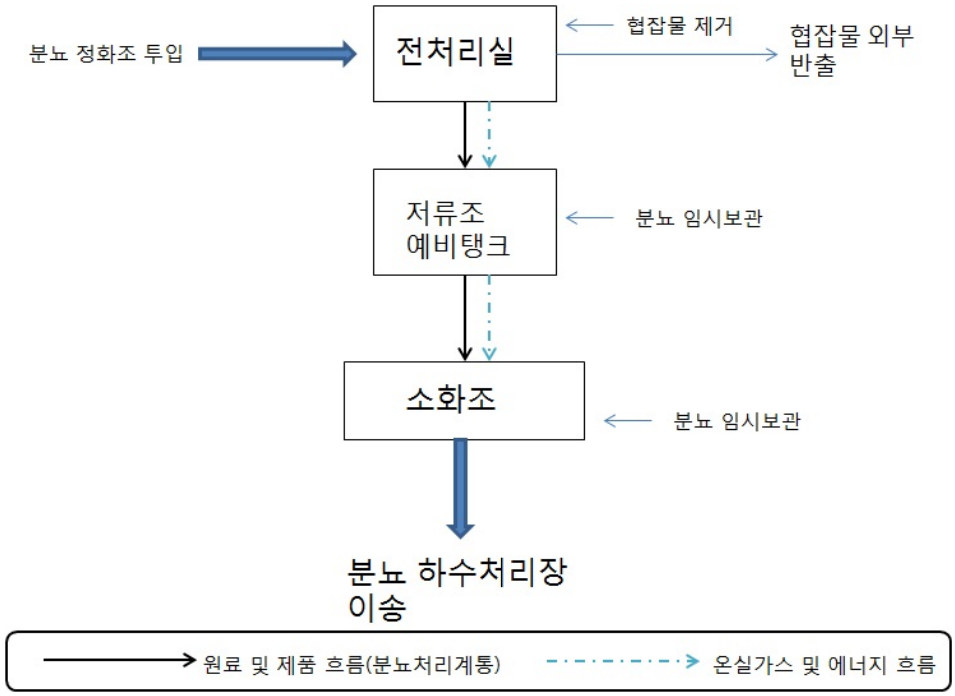
○ 처리방법 : 전처리 후 하수연계 처리

<표 3-8> 대전위생처리장 시설현황

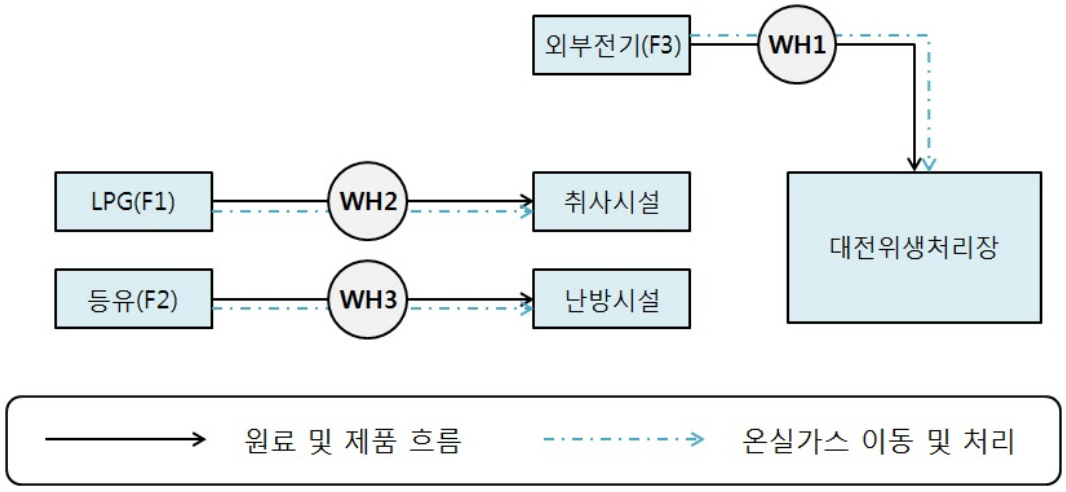
구분	시설명	용량	수량
전처리시설	투입동	2개동	6개(투입구)
	협잡물처리	신형 : 50m^3/hr × 2대 100m^3/hr × 2대 구형 : 50m^3/hr × 1대 70m^3/hr × 1대	6대(2대예비)
	호퍼	15m^3	2조
	송분펌프	75HP	2대(1대예비)
	저류조	6,680m^3 3,000m^3 × 2조 500m^3 × 1조 180m^3 × 1조	4조
탈취설비	본체 탈취팬	원형2단(∅3,300) 180m^3/min	2조 2대(1대예비)
전기설비	변압기	300KVA, 50KVA	2대

자료 : 대전광역시 시설관리공단, 대전위생처리장 주요시설현황(2014)

대전위생처리장에서는 분뇨를 처리하고 있으며, 전처리실에서 협잡물을 제거한다. 여과된 협잡물은 외부로 반출 처리한다. 저류조 예비탱크와 소화조에 분뇨를 임시보관 후 분뇨 하수처리장으로 이송한다. LPG와 등유는 외부 주유소를 통하여 공급받고 있다.



[그림 3-18] 대전위생처리장 공정도



[그림 3-19] 대전위생처리장 모니터링 도식도

10. 흑석하수처리장

흑석하수처리장은 대전광역시 서구 벌곡로 779에 위치하고 있으며 시설용량은 1,000 m3/일이다.

○ 부지면적 : 처리장 6,003 m^2, 펌프장 421 m^2

○ 건축면적 : 처리장 552 m^2, 펌프장 39 m^2

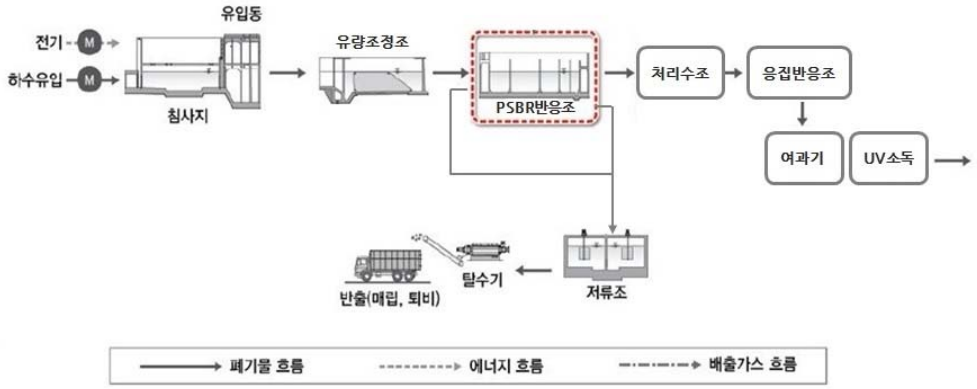
○ 처리방법 : 연속회분식 활성슬러지법

<표 3-9> 흑석하수처리장 시설현황

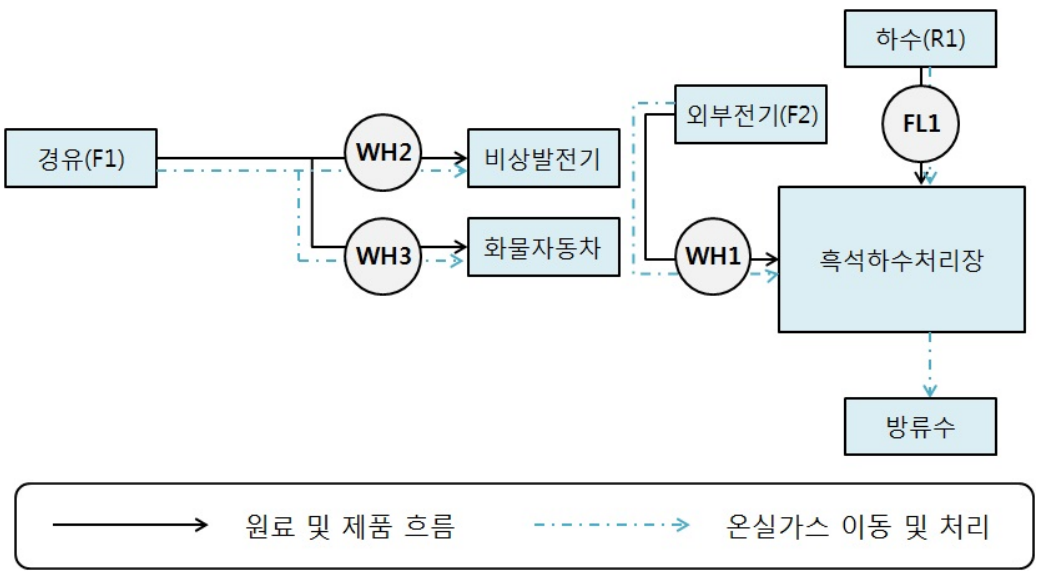
시설명	규격	수량	용량
중계펌프장	W 7.0m × L 4.1m × H 3.9m	1조	120 m^3
유량조정조	W 7.5m × L 10.0m × H 4.0m	1조	300 m^3
반응조	W 9.0m × L 12.0m × H 5.0m	2조	1,080 m^3
처리수조	W 7.5m × L 10.0m × H 3.5m	1조	262 m^3
여과수조	W 3.55m × L 4.75m × H 2.5m	1조	42 m^3
슬러지저류조	W 3.0m × L 3.0m × H 2.8m	1조	31 m^3
탈수기	∅ 770 × H 1.2m	1조	40 kgDS/hr

자료 : 대전광역시 시설관리공단, 흑석하수처리장 주요시설현황(2014)

흑석하수처리장은 PSBR 반응을 통해 수처리를 하고 있다. 하수가 유입되면 침사지에서 부유물 제거 후, 유량조정조에서 유량을 조정한 뒤 반응조에서 처리한다. 나머지 하수는 응집반응조에가서 부유물 응집 후, 여과기를 통해 제거한다. 반응조에서 침전한 슬러지는 저류조와 탈수기를 통해 반출된다. 흑석하수처리장에서 사용되는 경유는 외부 주유소를 통하여 공급된다.



[그림 3-20] 흑석하수처리장 공정도



[그림 3-21] 흑석하수처리장 모니터링 도식도

11. 대덕산단환경사업소

대덕산업단지 관리공단 환경사업소는 대덕구 문평동로 72번길 65에 위치하고 있으며, 시설규모는 60,000m^3/일이다. 대전 제3·4산업단지에서 발생되는 오·폐수를 적정 처리하여 금강 수질을 안정적으로 보전하기 위하여 조성하였다.

○ 부지면적 : 69,421 m^2

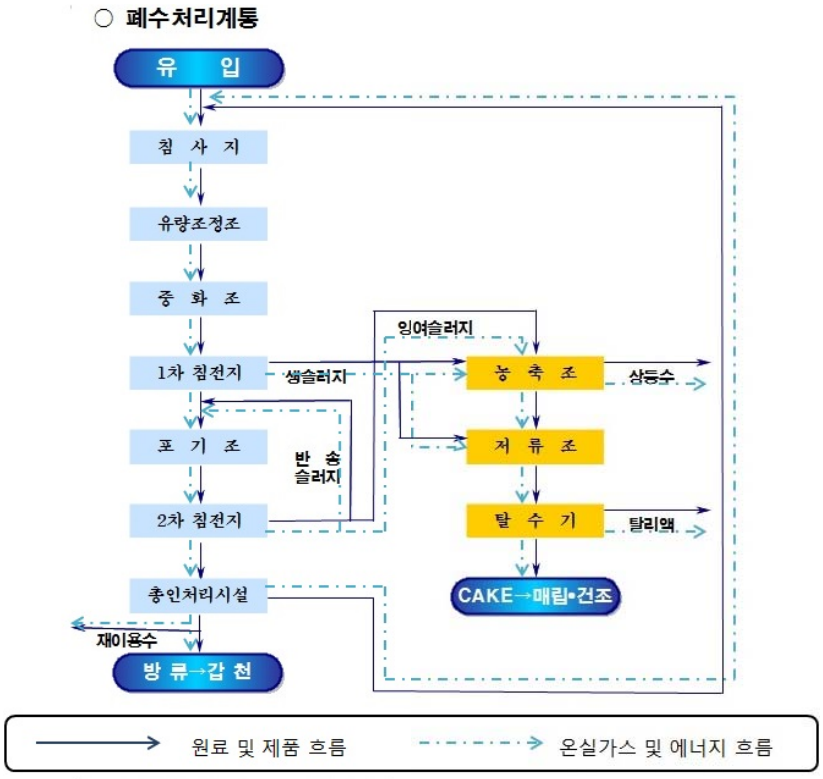
○ 건물면적 : 5,305 m^2

○ 사업비 : 31,906백만 원(입주업체 23,355백만 원, 국고 8,551백만 원)

○ 처리방법

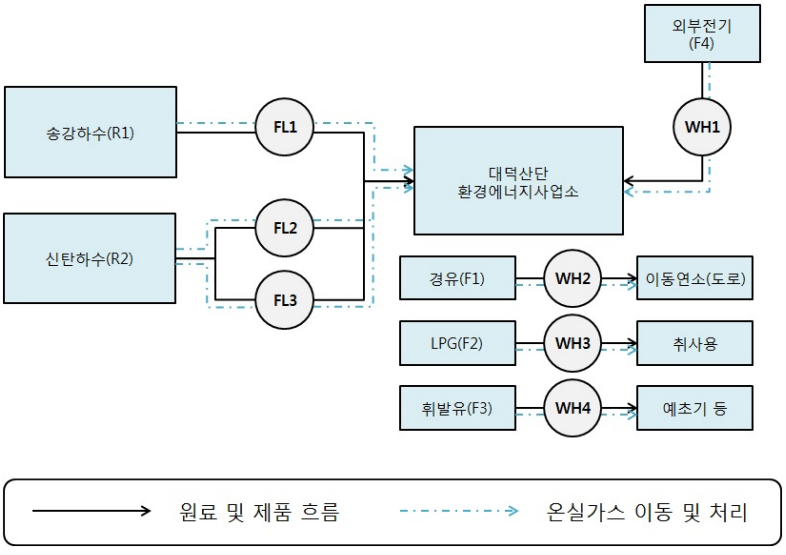
- 1차 처리시설 : 중력식 침전시설
- 2차 처리시설 : 표준활성 슬러지법
- 슬러지 처리시설 : 중력식 농축조
- 슬러지 개량시설 : 약품처리 방식
- 슬러지 탈수시설 : 벨트프레스형 탈수기
- 고도(3차) 처리방법 : 화학적 응집침전(약품응집 가압부상법, Sand Filter), 여과 활성탄

대덕산단환경사업소에서는 침사지에서 부피가 큰 협잡물이나 부유물을 제거한 뒤 유량조정조를 통해 유량을 조정한다. 중화조와 1차 침전지를 거쳐 슬러지를 농축조로 보내고, 포기조에서 생물학적 처리를 한다. 2차 침전지에서 발생한 잉여슬러지도 농축조로 보내서 저류·탈수하여 매립 처리한다. 대덕산단은 송강하수와 신탄하수를 모아서 처리하고 있다. 경유, LPG, 휘발유는 외부 주유소를 통해 공급받는다.



※포기조(생물반응조) : 표준활성슬러지, MLE

[그림 3-22] 대덕산단환경사업소 공정도



[그림 3-23] 대덕산단환경사업소 모니터링 도식도

제 4 장

배출권 신청수량 산정 방법 및 결과

제1절 배출권 할당량 산정방법

제2절 사업장별 배출권 신청수량 산정

제3절 대전시 배출권 신청수량 산정결과 총괄

제4절 온실가스 배출량과 신청수량 비교 및 할당량 결과

제4장 배출권 신청수량 산정 방법 및 결과

제1절 배출권 할당량 산정방법

기준배출량 산정 시 기준년도(2011년~2013년) 중 운영 중인 시설로 기준년도 중 발생하는 신증설시설은 기존시설로 간주한다. 기준배출량은 기준년도의 연평균 배출량으로 하며, 가동개시년도의 차기년도부터 반영한다. 정상가동 여부의 판단이 어려울 경우 차기년도부터 정상가동 되는 것으로 간주되며, 2013년 가동개시 시설의 경우, 2013년 월평균배출량을 연단위로 환산한다.

시설유형별로 명확한 정의를 통해 시설별 기준배출량을 산정한다. 기준년도 이전에 가동 개시하여 기준년도 기간 중 지속적인 가동을 하는 경우 연평균 배출량을 기준배출량으로 수립하며, 현저한 생산능력 증대 시 발생년도의 차기년도부터 가동시간의 연평균배출량을 기준배출량으로 수립한다. 기준년도 중 폐쇄 시 해당시설은 기준배출량 산정 시 제외된다. 현저한 생산능력 감소 시(기존용량대비 10%이상 용량감소, 전년 배출량 대비 50%이상 배출량 감소) 발생년도의 차기년도부터 가동시간의 연평균배출량을 기준배출량으로 수립하며, 기준년도 중 신설된 시설은 차기년도부터 가동시간의 연평균배출량을 기준배출량으로 수립한다.

업체별 배출권 할당은 사전할당과 사후조정으로 이루어지며, 사후조정에는 배출권의 추가할당과 할당 취소가 해당된다.

1. 사전할당

배출권 사전할당량은 과거실적기반 적용시설의 예상 온실가스 배출량과 벤치마크 적용시설 예상배출량에 관리업체로서의 기준연도 평균 초과배출량 등을 제외 후 조정계수를 곱하여 산정한다.

$$F_i = (EE_{GF} + EE_{BM} - HE_{extra,mean} - EE_{etc}) \times AF$$

F_i= 해당 이행연도 할당량

EE_{GF}= 과거실적기반 적용시설 예상배출량

EE_{BM}= 벤치마크 적용시설 예상배출량

$HE_{extra,mean}$= 관리업체로서의 기준연도 평균 초과배출량

EE_{etc}= CDM 배출량

AF= 해당 업종의 이행연도 조정계수($AF \leq 1.0$)

사전할당량 산정 시 기존시설의 평균 배출량은 배출시설 단위로 하되 소량배출 사업장은 사업장 단위, 소규모배출시설은 시설군 단위로 산정한다.

1) 과거실적기반 적용시설 예상배출량

과거실적기반 적용시설 예상배출량은 기존시설과 예상 신증설시설의 예상 온실가스 배출량을 합하여 산정한다.

$$EE_{GF} = EE_{base_GF} + EE_{new_GF}$$

EE_{base_GF}= 기존시설 예상배출량

EE_{new_GF}= 예상신증설 예상배출량

기존시설 중 기준연도 내 지속가동 시설의 경우 기준연도 3개년 배출량 평균값을 이용하며, 기준연도 내 신설 및 증설시설의 경우 1년도 도입 시 2개년 평균, 2년도 도입 시 1개년 값, 3년도 도입 시 연단위로 환산한 1년치 환산 값을 이용한다.

기준년도 내 폐쇄시설의 경우 배출량 0으로 적용되지만 분리 보고되지 않은 사업장 단위 전력 중 일부 전력 시설이 폐쇄된 경우는 계획기간 시작 직전연도 이전에 제출한 명세서의 배출량 기준으로 적용되며 별도 분리되는 전력 사용시설은 지소가동 및 신·증설 산정방법을 적용한다.

신·증설시설은 기준년도 이후 2014년~2017년 중 설치 예정인 신·증설시설 중 실현가능성이 인정된 시설을 의미한다. 신설시설은 관리업체 내 생산 활동을 위해 신규로 도입되거나 도입 예정인 시설이다. 기존시설과 독립적으로 배출활동을 하며 명세서상 배출량이 별도로 보고된다. 증설시설은 기존시설의 물리적 변화를 수반한 현저한 생산능력 확대를 위해 추가 또는 추가 예정인 시설이다. 기존용량대비 10% 이상의 용량증가 또는 시설추가 후 연간 배출권이 초기할당량의 5%이상일 경우 현저한 생산능력 확대로 인정한다.

예상 신증설 시설의 설계용량, 부하율, 가동시간, 배출집약도 자료를 이용하여 예상 신증설 시설의 예상배출량을 산정할 수 있다. 예상되는 신·증설의 설계용량에 해당 유사시설의 기준연도 연평균 부하율, 가동시간, 배출집약도를 모두 곱한 값을 2013년 부하율, 가동시간, 배출집약도를 곱한 값에 나누었을 때 0.5보다 값이 작은 경우, 해당 이행연도 예상 온실가스 배출량으로 선택하여 산정이 가능하다.

$$EE_{new_GF} = \sum_{k} C_k \times L_k \times t_{e,k} \times EF_k$$

C_k= 설계용량(예상신증설)

L_k= 부하율(가동률)

$t_{e,k}$= 가동시간

EF_k= 배출집약도(원단위)

예상 신증설 시설은 실현 가능 여부에 따라 예상된(초기할당), 예상치 못한(추가할당) 신증설시설로 구분된다. 신증설이 예상된 시설은 할당량 통보시점에서 확정되어 초기할당을 받을 수 있다. 계획기간 이전 예상 자료를 기준으로 매 이행연도 또는 계획기간 전체에 대한 배출 예측량을 산정하여 기존사업장용 배출권에 지급된다. 신증설을 예상치 못한 시설은 추가할당을 받게 되는데, 가동개시 차기년부터 매 이행연도 실질 배출량을 이용하여 이행연도별 할당량 산정 및 예비분에서 지급되거나 가동개시 차기년 실질 배출량 이용, 잔여 계획기간 전체에 대해 산정 및 예비분에서 이행연도별로 분할지급 된다.

2) 벤치마크 적용시설 예상배출량

벤치마크 적용시설 예상배출량을 산정할 때도 기존시설과 예상 신증설 시설의 예상배출량을 합한 값을 이용한다.

$$EE_{BM} = EE_{base_BM} + EE_{new_BM}$$

EE_{base_BM}= 기존시설 예상배출량

EE_{new_BM}= 예상신증설 예상배출량

기존시설은 과거실적기반 적용실적 예상배출량을 계산하는 방법과 동일하게 기준연도 내 지속가동 시설의 경우 기준연도 3개년 배출량 평균값을 이용하며, 기준연도 내 신설 및 증설시설의 경우 1년도 도입 시 2개년 평균, 2년도 도입 시 1개년 값, 3년도 도입 시 연단위로 환산한 1년치 환산 값을 이용한다.

$$EE_{new_BM} = \sum_{k} NAL_k \times BM_k$$

NAL_k= 예상 활동자료량

BM_k= 벤치마크 계수

예상되는 신·증설 시설의 해당 이행연도 예상 온실가스 배출량(EE_{new_BM})은 해당 시설의 신·증설로 인하여 증가되는 예상 활동자료량에 벤치마크 계수를 곱한 값으로 산정한다.

3) 관리업체로서의 기준연도 평균 초과배출량

온실가스 초과배출량은 해당업체가 목표관리제의 관리업체로서 기준연도 동안 배출 허용량을 초과한 배출량의 합을 해당 계획기간 내 해당 업체가 적용받는 이행연도 수로 나눈 값으로 산정한다.

$$HE_{extra,mean} = \frac{HE_{extra,b1} + HE_{extra,b2} + HE_{extra,b3}}{3}$$

2011년~2013년 평균배출량이 목표관리제 시행 시 배출허용량이 실제배출량보다 작을 경우 실제배출량으로 기준배출량을 수립하는 것이 아닌 배출허용량으로 기준배출량을 적용한다. 즉, 목표관리제 시행 시 배출허용량과 실제배출량 중 작은 값을 적용한다.

2. 사후조정

1) 배출권 추가할당

(1) 신설, 증설, 양수합병의 경우

배출권 추가할당량은 해당 업체의 이행연도 내 추가할당 사유별로 온실가스 배출량 증가분을 산정한 후 조정계수를 적용하여 산정한다.

$$F_{added} = MIN(IE_{com}, IE_{ins}) \times AF$$

F_{added}= 해당 이행연도 추가할당량

MIN= 최소값

IE_{com}= 업체의 해당 이행년도 배출량 증가분

IE_{ins}= 업체의 해당 이행연도 사업장 및 시설별 배출량 증가분

AF= 해당 업종의 이행연도 조정계수($AF \leq 1.0$)

매 이행연도마다 검증·보고된 명세서의 배출량을 활용해야 하는데, 배출량 증가분은 예상하지 못한 신·증설, 일부 사업장 및 시설의 양수 또는 합병으로 인한 배출량 증가분과 업체의 이행연도 배출량 증가분을 비교하여 작은 값을 반영해야 한다.

$$IE_{com} = B_i - F_{initial,i} + ER_i - \sum_k IE_k$$

IE_{com}= 업체의 해당 이행년도 배출량 증가분

E_i= 해당 이행연도 온실가스 배출량

$F_{initial,i}$= 결정된 해당 이행연도 할당량

ER_i= 감축기술 및 설비에 의한 해당 이행연도 감축량(환경부 인정)

IE_k= 신설, 증설, 양수합병 외 사유로 인한 해당 이행연도 배출량 증가분

업체의 해당 이행연도 배출량 증가분은 해당 이행연도 온실가스 배출량에서 환경부에서 인정한 감축기술 및 설비에 의한 해당 이행연도 감축량을 더하고, 결정된 해당이행연도 할당량과 신설, 증설, 양수합병외 사유로 인한 해당 이행연도 배출량 증가분을 빼준 값이다.

$$IE_{ins} = \sum_{k} IE_{new,k} + \sum_{l} IE_{ext,l} + \sum_{m} IE_{acq,m}$$

IE_{ins}= 업체의 해당 이행년도 사업장 및 시설별 배출량 증가분

$IE_{new,k}$= 신설 시선에 해당하는 이행연도 증가분

$IE_{ext,l}$= 증가 시설에 해당하는 이행연도 증가분

$IE_{acq,m}$= 양수합병에 해당하는 이행연도 증가분

업체의 해당 이행연도 사업장 및 시설별 배출량 증가분은 신설시설에 해당하는 이행연도 증가분, 증설시설에 해당하는 이행연도 증가분, 양수합병에 해당하는 이행연도 증가분을 모두 합한 값이다.

(2) 생산품목, 생산계획 변경의 경우

해당시설의 배출량 변경이 30% 이상 증가한 경우, 증가분 중 50% 이내 범위에서 추가 할당을 진행한다.

$$F_{added} = (E_i - EE_i) \times AF$$

F_{added}= 해당 이행연도 추가 할당량

E_i= 업체의 해당 이행연도 온실가스 배출량

EE_i= 품목 또는 계획변경이 일어나지 않았을 경우, 해당 이행연도 온실가스 배출량

AF= 공동작업반이 정한 조정계수

해당 이행연도 추가 할당량은 업체의 해당 이행연도 온실가스 배출량에서 품목 또는 계획변경이 일어나지 않았을 경우의 해당 이행연도 온실가스 배출량을 빼준 값에 공동작업반이 정한 조정계수를 곱하여 산정한다.

(3) 가동개시에 따른 경우

가동개시가 발생한 이행연도의 추가할당량은 해당시설의 해당이행연도 가동시간에서 해당시설의 할당신청서에 기재된 예상 가동시간을 나눈 값에 결정된 해당 이행연도 할당량 전체 값을 곱하여 산정한다.

$$F_{added} = \sum_{k} F_{initial,k} \times (\frac{t_k}{t_{e,k}})$$

F_{added}= 해당 이행연도 추가 할당량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당 이행연도 할당량

t_k= 해당시설의 해당 이행연도 가동시간

$t_{e,k}$= 해당시설의 할당신청서에 기재된 예상 가동시간

잔여 이행연도의 추가할당량은 결정된 해당 이행연도 할당량의 전체 합과 같다.

$$F_{added} = \sum_{k} F_{initial,k}$$

F_{added}= 해당 이행연도 추가 할당량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당 이행연도 할당량

잔여 이행연도의 추가할당량은 잔여 이행연도의 매 이용연도가 종료된 후 해당 이행연도에 대한 추가할당을 신청한 경우 산정된다.

2) 할당 취소

할당된 배출권 취소량은 취소 사유별로 해당 이행연도 및 잔여 이행연도 배출권 할당량에 대하여 산정한다. 업체가 시설의 미가동 및 가동정지를 통보하는 경우 환경부장관이 이를 검토하고 공동작업반을 통해 할당취소량을 산정하여 제시한다. 취소사유 통보 및 접수는 GIR 시스템을 통해 진행될 예정이다.

(1) 전체 시설 폐쇄

전체 시설 폐쇄일 이후 기간에 해당하는 해당 이행연도 배출권 할당량 및 취소사유 발생 이후 이행연도의 모든 배출권 할당량이 취소된다.

$$F_{concelled} = F_{initial} \times \frac{D}{365}$$

$F_{concelled}$= 할당 취소사유가 발생한 이행연도의 배출권 할당 취소량

$F_{initial}$= 업체의 해당 이행연도 배출권 할당량

D= 해당 이행연도 시설폐쇄일로부터 잔여일수

해당 이행연도 시설폐쇄일로부터 잔여일수(D)에서 총 이행연도 기간을 나누면 이행연도 중 미가동 기간을 구할 수 있다.

$$F_{concelled} = F_{initial}$$

$F_{concelled}$= 업체의 해당 이행연도 배출권 취소량

$F_{initial}$= 업체의 해당 이행연도 배출권 할당량

잔여이행연도의 배출권 할당취소량은 업체의 해당 이행연도 배출권 할당량과 동일하다. 계획기간 내 잔여 이행연도에 할당된 배출권은 모두 취소된다.

(2) 미가동

일부 시설이 정당한 사유 없이 가동예정일부터 3개월간 가동되지 않았거나, 3개월간 온실가스 배출량이 배출권 할당량 대비 10%인 경우를 기준으로 하며, 예정된 가동일수 대비 미가동일에 해당하는 이행연도의 배출권 할당량이 취소된다.

$$F_{concelled} = \sum_{k} F_{initial,k}$$

$F_{concelled}$= 할당 취소사유가 발생한 이행연도의 배출권 할당취소량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당시설의 해당 이행연도 배출권 할당량

미가동의 경우 할당 취소사유가 발행한 이행연도부터 마지막 이행연도까지 할당된 배출권이 모두 취소된다.

(3) 가동정지

일부 시설의 가동이 1년 이상 정지되었거나, 1년간 온실가스 배출량이 배출권 할당량 대비 10% 이하인 경우를 기준으로 하며, 예정된 가동일수 대비 가동정지일에 해당하는 해당 이행연도의 배출권 할당량 및 예정된 가동일수 대비 제거일 이후의 기간에 해당하는 해당 이행연도의 배출권 할당량이 취소된다.

$$F_{concelled} = \sum_{k} F_{initial,k} \times \frac{D_k}{D_{e,k}}$$

$F_{concelled}$= 가동정지된 설비의 이행연도의 배출권 할당취소량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당시설의 해당 이행연도 배출권 할당량

D_k= 해당 이행연도 가동정지일로부터 잔여일수

$D_{e,k}$= 해당 이행연도에 예정된 가동일수

해당 이행연도에 예정된 가동일수($D_{e,k}$)에서 해당 이행연도 가동정지일로부터 잔여일수(D_k)를 나눠주면 이행연도 중 미가동 기간을 나타낸다. 잔여 이행연도의 배출권 할당취소량은 결정된 해당 이행연도 배출권 할당량의 전체 합과 같다.

(4) 거짓이나 부정한 방법

거짓이나 부정한 방법으로 할당받은 경우, 발행 이행연도부터 마지막 이행연도까지 전체 이행연도에 할당된 배출권이 모두 취소된다.

$$F_{concelled} = \sum_{k} F_{initial,k}$$

$F_{concelled}$= 업체의 해당이행연도 배출권 취소량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당시설의 해당 이행연도 배출권 할당량 중 거짓이나 부정한 방법에 해당하는 할당량

정당한 사유없이 할당량 결정시 고려된 계획에 따라 가동하지 않은 경우, 결정된 해당시설의 해당 이행연도 배출권 할당량($F_{initial,k}$)에서 거짓이나 부정한 방법을 제외하고 재산정한 해당시설의 해당 이행연도 할당량($F_{renew,k}$)을 빼준 모든 이행연도 값이 취소된다.

$$F_{concelled} = \sum_{k} (F_{initial,k} - F_{renew,k})$$

$F_{concelled}$= 업체의 해당이행연도 배출권 취소량

$F_{initial,k}$= 결정된 해당시설의 해당 이행연도 배출권 할당량

$F_{renew,k}$= 거짓이나 부정한 방법을 제외하고 재산정한 해당시설의 해당 이행연도 할당량

정당한 사유 없이 할당량 결정시 고려된 신증설이 이루어지지 않은 경우 미가동에 따른 배출권 할당취소량 산정방법을 이용한다.

(5) 분할 및 양도

분할 또는 양도의 대상이 되는 시설의 예정된 가동일수 대비 해당 업체의 분할일 또는 해당 사업장 및 시설의 양도일 이후의 기간에 해당하는 해당 이행연도의 배출권 할당량 및 취소사유 발생 이후 이행연도의 모든 배출권 할당량이 취소된다.

제2절 사업장별 배출권 신청수량 산정 결과

전체 11개 사업장 중에서 금고동 환경자원사업소, 신일동 환경에너지사업소, 음식물쓰레기광역자원화시설, 수도시설관리사업소, 신탄진정수사업소, 대전하수처리장, 대덕산단환경사업소는 일반사업장으로 분류되고, 송촌정수사업소, 월평정수사업소, 대전위생처리장, 흑석하수처리장은 소량배출사업장으로 분류된다. 배출권거래제에서는 소량배출사업장도 할당대상에 포함된다.

1. 금고동 환경자원사업소

금고동 환경자원사업소에서 가장 많은 온실가스를 배출하는 배출시설은 관리형 매립시설로 연간 예상 온실가스 배출량은 69,548.224 tCO_2eq이다. 사업장단위 전력사용시설 또한 온실가스 배출량이 많은데 해당 사업장에서 사용하는 시설 대부분이 전력을 사용하기 때문이다. 사업장단위 전력사용시설의 연간 예상 온실가스 배출량은 745.786 tCO_2eq이다. 다음으로 많은 온실가스 배출량을 가진 배출시설은 비도로 및 기타자동차로 폐기물 매립 시 사용되는 매립차량 및 장비가 포함된다. 예상되는 연간 온실가스 배출량은 394.729 tCO_2eq이다. 배출시설 중 018번 잉여가스 버너는 매립가스 연료화공급시설로써 외부기업의 영향력이 크기 때문에 조직경계에서 제외되면서 시설유형 폐쇄로 변경하였다.

2. 신일동 환경에너지사업소

신일동 환경에너지사업소는 일반폐기물 소각시설(소각로1호, 소각로2호)의 온실가스 배출량이 가장 컸으며, 3개년 평균값을 이용하여 산정한 연간 예상 온실가스 배출량은 각 36,825.394 tCO_2eq, 37,459.664 tCO_2eq이다. 소각로의 온실가스 배출량은 유입되는 폐기물의 성상에 따라 차이가 크다. 신일동 환경에너지사업소에서 사용하는 시설이 대부분 전력을 소모하기 때문에 사업장단위 전력사용시설 온실가스 배출량 값이 비교적 크며 연간 예상 온실가스 배출량은 1,029.279 tCO_2eq이다.

<표 4-1> 금고동 환경자원사업소 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						84,717.329	70,465.258	53,534.808		69,548.224
012	0028	비도로 및 기타 자동차	-			373.532	350.719	453.937	지속가동	394.729
014	0006	관리형 매립시설	-	8,762,000	m^3	83,385.546	69,242.076	52,226.705	지속가동	68,284.776
015	0098	사업장단위 전력사용시설	-			825.268	740.594	745.786	지속가동	745.786
010	0055	일반 보일러시설	Y	939,000	kcal/h	55.380	51.279	66.005	-	57.555
011	0007	기타(난방기)	Y	34,000	kcal/h	12.145	11.406	5.951	-	9.834
013	0083	화물 자동차	Y			52.907	51.647	25.758	-	43.437
016	0091	소규모 배출시설	Y			3.651	2.564	2.029	-	2.748
019	0007	기타(취사용)	Y			8.900	10.540	8.637	-	9.359
018	0007	기타(잉여가스 버너)	Y				4.433		폐쇄	0.000

<표 4-2> 신일동 환경에너지사업소 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						75,308.541	76,185.683	87,334.889		79,245.279
001	0007	기타(1호기 보조버너 2.5층)	-	6.5	Gcal/h	141.888	118.914	211.876	지속가동	157.559
002	0007	기타(1호기 DGH)	-	2.0	Gcal/h	1,052.137	1,057.546	978.155	지속가동	1,029.279
005	0007	기타(2호기 DGH)	-	2.0	Gcal/h	735.751	679.796	665.480	지속가동	693.676
009	0098	사업장단위 전력사용시설	-			3,857.152	3,017.931	2,905.363	지속가동	2,905.363
011	0056	일반폐기물 소각시설	-	160	ton	33,533.161	35,640.712	41,302.309	지속가동	36,825.394
012	0056	일반폐기물 소각시설	-	160	ton	35,860.068	35,478.409	41,040.516	지속가동	37,459.664
003	0007	기타(1호기 DAH)	Y	1.0	Gcal/h	6.140	0.000	28.026	-	11.389
004	0007	기타(2호기 보조버너)	Y	6.5	Gcal/h	81.932	88.262	125.382	-	98.525
006	0007	기타(2호기 DAH)	Y	1.0	Gcal/h	13.978	30.667	53.037	-	32.560
010	0091	소규모배출시설	Y			2.3	4.993	1.765	-	3.020
013	0007	기타(1호기 보조버너)	Y	5.0	Gcal/h	15.087	27.619	22.691	-	21.799
016	0007	기타(2호기 점화버너)	Y	2.5	Gcal/h	0.929	0.480	0.015	-	0.475
019	0091	소규모배출시설	Y				19.453	0.274	-	6.576
014	0007	기타(1호기 점화버너)	Y			0.002	8.531	0.000	폐쇄	0.000
015	0007	기타(2호기 보조버너)	Y			8.016	12.370	0.000	폐쇄	0.000
017	0028	비도로 및 기타 자동차	Y			0.000			폐쇄	0.000
018	0007	기타(자체스팀사용)	Y			0.000	0.000	0.000	폐쇄	0.000
007	0005	공정 연소시설	-						폐쇄	0.000

3. 음식물쓰레기광역자원화시설

음식물쓰레기광역자원시설의 배출시설은 총 5건이며 그 중 퇴비화시설의 온실가스 배출량이 가장 크다. 3개년 평균으로 산정된 연간 예상 온실가스 배출량은 5,623.778 tCO_2eq이다. 음식물쓰레기광역자원화시설은 전력사용 시설이 대부분이기 때문에 사업장단위 전력사용시설의 온실가스 배출량이 비교적 많다. 사업장단위 전력사용시설의 연간 예상 온실가스 배출량은 825.307 tCO_2eq이다.

4. 수도시설관리사업소

수도시설관리사업소의 배출시설은 크게 3개로 나누어져 있으며, 2014년 신설시설이 추가되었다. 수도시설관리사업소는 대부분 전력을 사용하기 때문에 사업장단위 전력사용시설에서 가장 많은 온실가스가 배출된다. 수도시설관리사업소의 전체 연간 예상 온실가스 배출량과 비교해 보았을 때, 사업장단위 전력사용시설은 약 99.9%로 연간 예상 온실가스 배출량은 19,285.261 tCO_2eq이다.

수도시설관리사업소 내에 수도시설 가압장이 사업장단위 전력사용시설로 등록되었다. 할당신청서 작성 시 연료 예상소비량과 신설 시설용량, 연간 가동시간, 부하율 및 배출집약도를 입력하여 예상 온실가스 배출량을 산정하였다. 신설시설인 수도시설 가압장에 대한 연간 온실가스 배출량은 12.946 tCO_2eq이며 계획기간 내 총 예상 온실가스 배출량은 38.839 tCO_2eq이다.

<표 4-3> 음식물쓰레기광역자원화시설 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						6.131.199	5.334.787	5.483.240		5,623.778
002	0030	사료화·퇴비화·소멸화·부숙	-	100	ton	5,173.710	4,501.023	4,620.291	지속가동	4,765.008
005	0098	사업장단위 전력사용시설	-			925.558	802.947	825.307	지속가동	825.307
003	0055	일반 보일러시설	Y	50,000	kcal/h	15.295	14.884	19.591	-	16.590
004	0028	비도로 및 기타 자동차	Y			16.573	15.754	17.825	-	16.717
006	0091	소규모배출시설	Y			0.063	0.179	0.226	-	0.156

<표 4-4> 수도시설관리사업소 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						19,365.018	17,994.403	19,305.471		19,305.024
001	0098	사업장단위 전력사용시설	-	23,029	kW	19,343.629	17,976.714	19,285.261	지속가동	19,285.261
004	0007	기타(취사용)	Y			21.389	16.956	19.453	-	19.266
006	0007	기타(비상발전기)	Y				0.733	0.757	-	0.497

<표 4-5> 수도시설관리사업소 신설시설 배출권 신청수량

배출시설 정보				연료					용량 정보	
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출 시설명	세부 시설명	연료 (원료)명	2015년 연료(원료) 예상소비량	2016년 연료(원료) 예상소비량	2017년 연료(원료) 예상소비량	단위	신설 시설용량	단위
007	0098	사업장단위 전력사용시설	수도시설 가압장	전기	27,817.640	27,817.610	27,817.640	kWh	40.4	kW

연간 가동시간 정보				부하율 정보	배출집약도		예상 온실가스 배출량			신설 시설의 총 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
가동예정일	2015년 예상 가동시간 (시간)	2016년 예상 가동시간 (시간)	2017년 예상 가동시간 (시간)	부하율 (%)	신설시설 배출 집약도	단위	2015년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2016년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2017년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	
20141224	2,900	2,900	2,900	23.7	0.0004662504	tCO_2eq/kWh	12.946	12.946	12.946	38.839

5. 신탄진정수사업소

신탄진정수사업소에 9건의 배출시설이 등록되어 있으며, 정수사업소 내에 대부분의 공정 및 시설이 전력을 소모하기 때문에 전기시설에서 온실가스 배출량이 크다. 전체 배출시설 중 전기시설 두 곳이 차지하는 연간 예상 온실가스 배출량은 약 97.37%로 3,910.200 tCO_2eq이다.

6. 대전하수처리장

대전하수처리장은 13건의 배출시설이 등록되어 있으며, 2014년 슬러지 감량화설비가 신설시설로 등록되었다. 배출시설 중 공공하수처리시설의 온실가스 배출량이 가장 크며 연간 예상 온실가스 배출량은 44,096.562 tCO_2eq이다. 대전하수처리장은 전력이 사용되는 공정 및 시설이 많아 사업장단위 전력사용시설의 온실가스배출량 역시 큰 값으로 30,049.404 tCO_2eq이다.

2014년 등록된 신설시설인 슬러지 감량화설비는 사업장단위 전력사용시설에 해당하며, 할당신청서 작성 시 연료 예상소비량과 신설 시설용량, 연간 가동시간, 부하율 및 배출집약도를 입력하여 예상 온실가스 배출량을 산정하였다. 신설시설인 슬러지 감량화설비에 대한 연간 온실가스 배출량은 4,203.646 tCO_2eq이며 계획기간 내 총 예상 온실가스 배출량은 12,610.938 tCO_2eq이다.

<표 4-6> 신탄진정수사업소 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						2,792.976	3,873.952	5,379.937		4,015.622
009	0007	기타(전기시설)	-	6,500	KVA	2,135.348	3,144.616	4,578.011	지속가동	3,285.992
010	0007	기타(전기시설)	-	2,000	KVA	558.424	633.969	680.229	지속가동	624.208
001	0007	기타(비상발전기)	Y	420	kW	0.237	0.244	0.510	-	0.330
002	0055	일반 보일러시설	Y	1,026,000	kcal/h	85.151	80.211	102.558	-	89.307
003	0007	기타(취사용가스)	Y			3.601	3.647	3.405	-	3.551
007	0083	화물 자동차	Y	1.0	ton	1.566	1.562	1.846	-	1.658
008	0038	승합 자동차	Y			4.200	4.462	5.716	-	4.793
011	0007	기타(난로)	Y			2.678	2.876	4.959	-	3.504
012	0007	기타(제초기)	Y			1.771	2.365	2.703	-	2.279

<표 4-7> 대전하수처리장 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						71,269.857	102,108.003	74,110.549		74,274.100
001	0098	사업장단위 전력사용시설	-			27,697.709	28,347.071	30,049.404	지속가동	30,049.404
018	0004	공공하수처리시설	-	900,000	m^3	43,438.416	44,956.288	43,894.984	지속가동	44,096.562
003	0055	일반 보일러시설(경유)	Y				28,663	28.926	-	19.196
005	0007	기타(취사용연료)	Y			2.547	3.109	3.343	-	3.000
015	0083	화물 자동차	Y			55.829	65.502	85.749	-	69.027
016	0055	일반 보일러시설(메탄)	Y			25.309	24.188	23.752	-	24.416
017	0007	기타(잉여가스버너)	Y			5.164	7.930	17.604	-	10.233
021	0055	일반 보일러시설	Y					6.787	-	2.262
004	0055	일반 보일러시설(등유)	Y			44.883	40.915	0.000	폐쇄	0.000
006	0055	일반 보일러시설	Y			0.000	0.000	0.000	폐쇄	0.000
019	0021	발전용 내연기관	Y					0.000	폐쇄	0.000
002	0004	공공하수처리시설	-						폐쇄	0.000
007	0055	일반 보일러시설	-						폐쇄	0.000

<표 4-8> 대전하수처리장 신설시설 배출권 신청수량

배출시설 정보				연료					용량 정보	
배출시설 일련번호	배출시설 코드	배출 시설명	세부 시설명	연료 (원료)명	2015년 연료(원료) 예상소비량	2016년 연료(원료) 예상소비량	2017년 연료(원료) 예상소비량	단위	신설 시설용량	단위
022	0098	*사업장단위 전력사용시설	슬러지 감량화설비	전기	9,015,850	9,015,850	9,015,850	kWh	1,333.170	kW

연간 가동시간 정보				부하율 정보	배출집약도		예상 온실가스 배출량			신설 시설의 총 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
가동예정일 (년월일)	2015년 예상 가동시간 (시간)	2016년 예상 가동시간 (시간)	2017년 예상 가동시간 (시간)	부하율 (%)	신설시설 배출 집약도	단위	2015년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2016년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2017년 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	
20140613	8,760	8,760	8,760	77.2	0.0004662504	tCO_2eq/kWh	4,203.646	4,203.646	4,203.646	12,610.938

7. 대덕산단환경사업소

대덕산단환경사업소는 6건의 배출시설이 등록되어 있으며, 그 중 대덕산단환경사업소 내에 사용되는 공정 및 시설의 전력사용이 많기 때문에 사업장단위 전력사용시설의 온실가스 배출량이 가장 크다. 사업장단위 전력사용시설의 연간 예상 온실가스 배출량은 3,475.986 tCO_2eq으로, 대덕산단환경사업소 내의 총 예상 온실가스 배출량의 약 86.35%를 차지한다. 사업장단위 전력사용시설 다음으로 공공하수처리시설의 온실가스 배출량이 많으며, 연간 예상 온실가스 배출량은 각각 232.098 tCO_2eq, 311.793 tCO_2eq이다.

8. 소량배출사업장

소량배출사업장이란 기준연도 온실가스 배출량의 연평균 총량이 3,000 tCO_2eq 미만인 사업장을 의미한다. 대전시 내에 있는 소량배출사업장은 송촌정수사업소, 월평정수사업소, 대전위생처리장, 흑석하수처리장이 있다. 소량배출사업장은 연간 예상 온실가스 배출량 산정 시 각 사업장의 기준연도 3개년 명세서 상 자동 기입된 사업장 온실가스 배출량의 평균값의 합으로 자동산정된다.

송촌정수사업소의 연간 예상 온실가스 배출량은 836.329 tCO_2eq, 월평정수사업소 1,541.747 tCO_2eq, 대전위생처리장 140.355 tCO_2eq, 흑석하수처리장 160.866 tCO_2eq으로 소량배출사업장의 연간 예상 온실가스 배출량은 2,679.299 tCO_2eq이고 계획기간 내 총 예상 온실가스 배출량은 8,037.897 tCO_2eq으로 산정된다.

<표 4-9> 대덕산단환경사업소 기존시설 배출권 신청수량

배출시설 정보						명세서상 온실가스 배출량			시설유형	연간 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)
배출시설 일련번호	배출시설코드	배출시설명	소규모 배출시설 여부	2013년 배출시설 용량	단위	2011 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2012 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	2013 온실가스 배출량 (tCO_2eq)		
총계						2,972.896	4,294.840	3,994.812		4,025.455
005	0098	사업장단위 전력사용시설	-			2,704.457	3,433.699	3,475.986	지속가동	3,475.986
007	0004	공공하수처리시설	-			167.983	330.879	197.431	지속가동	232.098
008	0004	공공하수처리시설	-			94.535	525.217	315.626	지속가동	311.793
003	0007	기타(예초기)	Y			0.000	0.000	0.599	-	0.199
004	0038	승합 자동차	Y			3.872	3.142	3.707	-	3.574
006	0007	기타(식당취사용)	Y			2.049	1.903	1.463	-	1.805

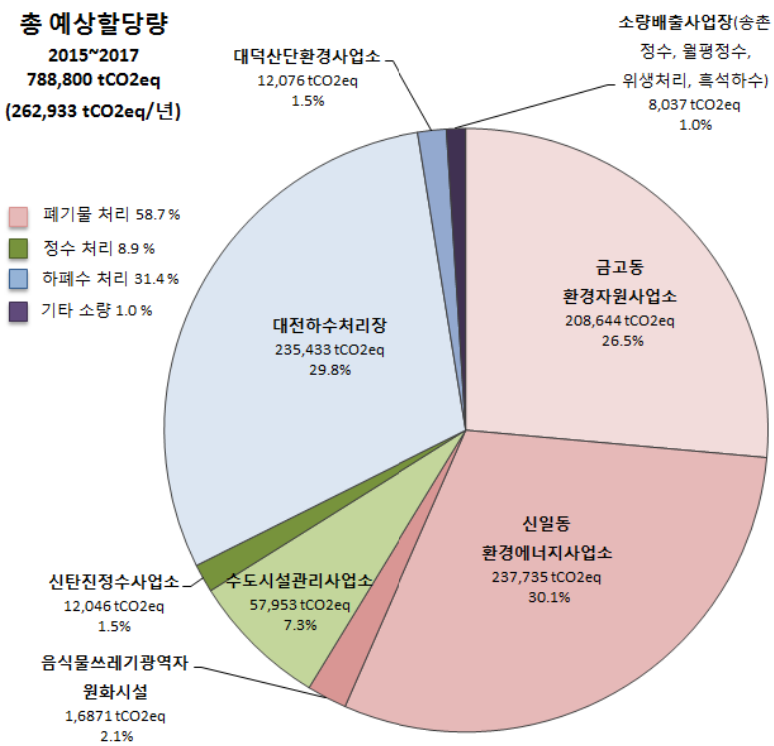
<표 4-10> 소량배출사업장 배출권 신청수량

사업장 정보		명세서상 온실가스 배출량			연간 예상 온실가스 배출량(tCO_2eq)
사업장 일련번호	소량배출사업장명	2011년 온실가스 배출량(tCO_2eq)	2012년 온실가스 배출량(tCO_2eq)	2013년 온실가스 배출량(tCO_2eq)	
005	송촌정수사업소	917.332	830.918	760.737	836.329
006	월평정수사업소	1,630.545	1,498.271	1,496.424	1,541.747
009	대전위생처리장	150.674	130.198	140.193	140.355
010	흑석하수처리장	164.409	163.802	154.388	160.866
		소량배출사업장의 연간 예상 온실가스 배출량(tCO_2eq)			2,679.299
		소량배출사업장의 총 예상 온실가스 배출량(tCO_2eq)			8,037.897

제3절 대전시 배출권 신청수량 산정결과 총괄

대전시 11개 환경기초시설의 1차 계획기간(2015년~2017년)의 배출권 신청수량은 788,800 tCO_2eq으로 연간 262,933 tCO_2eq이다. 이 중 7개 일반사업장에서의 배출권 신청수량이 전체 신청수량의 99%인 780,762 tCO_2eq이고, 소량배출사업장의 배출권 신청수량이 8,037.9 tCO_2eq로 전체 신청수량의 1%이다(표 4-11).

사업장별 신청수량 산정 결과를 보면 신일동 환경에너지 사업소가 전체 신청수량의 30.1%로 가장 많고, 다음으로 대전하수처리장(29.8%), 금고동 환경자원사업소(26.5%)순으로 배출권 신청수량이 많은 것으로 나타났다(그림 4-1).



[그림 4-1] 대전시 사업장별 배출권 신청수량 및 비율

<표 4-11> 대전시 배출권 신청수량 산정결과 총괄표

사업장 정보			2015년 배출권 신청수량		2016년 배출권 신청수량		2017년 배출권 신청수량		사업장별 배출권 신청수량
사업장 종류	사업장 일련 번호	사업장명	기존시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	신설·증설 시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	기존시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	신설·증설 시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	기존시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	신설·증설 시설 예상 온실가스 배출량 (tCO_2eq)	
일반 사업장	001	금고동 환경자원사업소	69,548.227	0.000	69,548.227	0.000	69,548.227	0.000	208,644.683
	002	신일동 환경에너지사업소	79,245.284	0.000	79,245.284	0.000	79,245.284	0.000	237,735.854
	003	음식물쓰레기광역자원화시설	5,623.780	0.000	5,623.780	0.000	5,623.780	0.000	16,871.342
	004	수도시설관리사업소	19,305.025	12.946	19,305.025	12.946	19,305.025	12.946	57,953.915
	007	신탄진정수사업소	4,015.626	0.000	4,015.626	0.000	4,015.626	0.000	12,046.878
	008	대전하수처리장	74,274.104	4,203.646	74,274.104	4,203.646	74,274.104	4,203.646	235,433.251
	011	대덕산단환경사업소	4,025.457	0.000	4,025.457	0.000	4,025.457	0.000	12,076.371
소량배출사업장			2,679.299	-	2,679.299	-	2,679.299	-	8,037.897
합계(tCO_2eq)			258,716.805	4,216.592	258,716.805	4,216.592	258,716.805	4,216.592	계획기간 배출권 총신청수량
이행연도별 배출권 신청수량				262,933.397		262,933.397		262,933.397	788,800

제4절 온실가스 배출량과 신청수량의 비교 및 할당량 결과

명세서상 온실가스 배출량과 할당신청서 작성 시 산정된 온실가스 배출량을 비교해본 결과, 금고동 환경자원사업소는 명세서상 3개년 평균값보다 배출권 신청수량이 22.732 tCO_2eq 감소하였으며, 신일동 환경에너지사업소는 364.432 tCO_2eq 감소하였다. 음식물쓰레기광역자원화시설도 명세서상 온실가스 배출량 3개년 평균보다 25.966 tCO_2eq 감소한 값이 배출권 신청수량으로 산정되었다. 하지만 수도시설관리사업소는 배출권 신청수량이 명세서 3개년 평균값보다 416.725 tCO_2eq 증가하였다. 소량배출사업장인 송촌정수사업소와 월평정수사업소는 각각 0.001 tCO_2eq 감소, 0.003 tCO_2eq 증가하였다. 신탄진 정수사업소 명세서 3개년 평균값과 배출권 신청수량을 비교해본 결과 0.004 tCO_2eq 감소하였다. 대전하수처리장은 명세서 3개년 평균값보다 배출권 신청수량이 2,771.529 tCO_2eq 증가하였다. 나머지 소량배출사업장인 대전위생처리장과 흑석하수처리장은 둘 다 0.001 tCO_2eq 감소하였다. 마지막으로 대덕산단의 배출권 신청수량은 명세서 3개년 평균값보다 271.270 tCO_2eq 증가하였다.

수도시설관리사업소와 대전하수처리장은 명세서 온실가스 배출량으로 산정한 3개년 평균값보다 높은 배출권 신청수량을 받았는데, 수도시설관리사업소에 2014년도 가압장이 신설시설로 추가되었고, 대전하수처리장에는 2014년도 슬러지 감량화 설비가 신설시설로 추가되었기 때문이다.

11개 사업장의 총계로 온실가스 3개년 평균값과 비교해보았을 때, 배출권 신청수량 3개년 평균값이 10,992.055 tCO_2eq 증가하였다.

<표 4-12> 온실가스 배출량 및 배출권 신청수량 산정결과 비교

사업장명	온실가스 배출량(tCO_2eq)				배출권 신청수량(tCO_2eq)				배출량 대비 신청수량 변화
	2011년	2012년	2013년	3개년 평균	2011년	2012년	2013년	3개년 평균	
총계	265,426.801	254,235.266	247,349.107	255,670.391	265,420.896	282,871.114	251,695.444	266,662.446	증가 (10,992.055)
금고동 환경자원사업소	84,723.333	70,454.722	53,534.812	69,570.956	84,717.329	70,456.258	53,534.808	69,548.224	감소 (22.732)
신일동 환경에너지사업소	75,308.547	76,185.690	87,334.895	79,609.711	75,308.541	76,185.683	87,334.889	79,245.279	감소 (364.432)
음식물쓰레기광역자원화시설	6,131.200	5,334.789	5,483.242	5,649.744	6,131.199	5,334.787	5,483.240	5,623.778	감소 (25.966)
수도시설관리사업소	19,365.019	17,994.405	19,305.473	18,888.299	19,365.018	17,994.403	19,305.471	19,305.024	증가 (416.725)
송촌정수사업소	917.333	830.918	760.738	836.330	917.332	830.918	760.737	836.329	증가 (0.001)
월평정수사업소	1,630.546	1,498.272	1,496.424	1,541.747	1,630.55	1,498.27	1,496.42	1,541.75	증가 (0.003)
신탄진정수사업소	2,792.980	3,873.956	5,379.941	4,015.626	2,792.976	3,873.952	5,379.937	4,015.622	증가 (0.004)
대전하수처리장	71,269.861	73,473.670	69,764.185	71,502.572	71,269.857	102,108.003	74,110.549	74,274.100	증가 (2,771.528)
대전위생처리장	150.675	130.199	140.193	140.356	150.674	130.198	140.193	140.355	증가 (0.001)
흑석하수처리장	164.409	163.803	154.388	160.867	164.409	163.802	154.388	160.866	증가 (0.001)
대덕산단환경사업소	2,972.898	4,294.842	3,994.816	3,754.185	2,972.896	4,294.840	3,994.812	4,025.455	증가 (271.270)

대전시의 할당배출권 총 신청수량은 788,800 tCO_2eq이었으며, 계획기간 내 배출권 총 할당량은 698,449 tCO_2eq으로 90,351 tCO_2eq 감소된 값을 할당받았다. 이는 배출권 총 신청수량의 약 88.5%이다.

각 이행연도에 해당하는 배출권 할당량은 신청수량 대비 각각 2015년도 약 91.2%, 2016년도 약 88.2%, 2017년도 약 86.3%로 각 이행연도에 따라 감축량이 증가된다.

<표 4-13> 배출권 신청수량 및 배출권 할당량 비교

	계획기간 내 총 수량	이행연도 1 (2015년)	이행연도 2 (2016년)	이행연도 3 (2017년)
배출권 신청수량 (tCO2eq)	788,800	262,933	262,933	262,933
배출권 할당량 (tCO2eq)	698,449	239,677	231,956	226,816
신청수량 대비 할당 비율 (%)	88.5	91.2	88.2	86.3

제 5 장

사업장별 온실가스 감축 실적 분석

제1절 온실가스 감축목표 수립절차

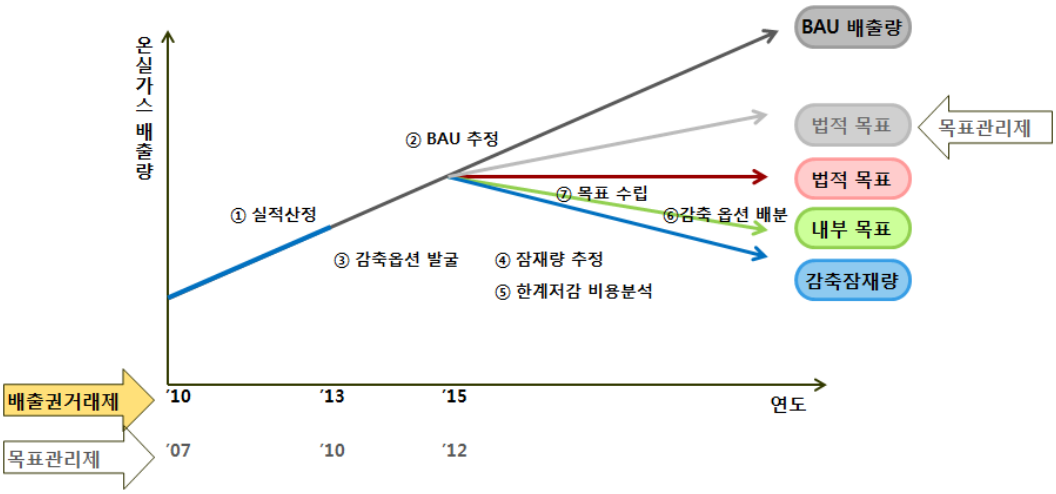
제2절 환경기초시설의 감축 추진 현황

제3절 대전시 사업장별 감축 실적

제5장 사업장별 온실가스 감축 실적 분석

제1절 온실가스 감축목표 수립절차

정부는 국가 온실가스 감축 목표가 2020년 BAU 대비 30%임을 감안하였을 때, 산업계의 국제경쟁력 약화를 고려하여 기업의 감축목표를 BAU 기반의 총량 감축으로 유도하고 있다. 기업은 기존의 실적 및 사업 계획을 토대로 비용효율적 목표 수립을 위해서 과거 실적 산정, BAU 추정, 감축옵션 발굴, 잠재량 추정, 한계저감비용(MAC) 분석, 감축 옵션 배분, 목표 수립 순으로 목표 수립을 위한 방안을 마련하여야 한다.[10]



[그림 5-1] BAU 기반의 목표수립 절차

자료 : 환경부, 온실가스 배출권거래제 통합 시범사업 교육(2013) 재구성

1. 과거 실적 산정

정부가 2010년 7월에 발표하는 배출량 산정 지침에 따라 2007년부터 2010년까지의 온실가스 배출 정보 등을 산정하며, 이미 온실가스 인벤토리를 구축한 기업은

10) 기후에너지연구소, http://carbonmarket.tistory.com/110

정부 산정 지침에 따라 변경된 사항을 고려하여 재산정한다. 정부 실적 보고 기준 이상의 세부 관리 기준을 확보하고 목표 수립, 계획 이행, 실적 평가 연계를 위한 배출원 및 활동 단위의 세부 산정/모니터링 방식을 권장한다.[11] 배출원 및 활동 규명 후 배출량 산정 방법(계산법, 측정법/불확도)을 정립한다. 그 후 활동데이터와 감축계획이행을 파악하여 배출량과 감축량을 산정한다.

2. BAU 추정

국가 감축 목표와 자사의 사업계획을 파악하여, 최소 5년간의 BAU를 추정한다. 각 기업이 자신의 기업 BAU를 기준으로 감축목표를 설정하되, 그 기준을 국가 중기 목표에 맞추면 된다. 우선 5년간의 사업계획 파악 후, 추가 또는 제거 배출원을 정의하고 활동데이터의 수요를 예측하여 연차별 BAU를 추정한다.

3. 감축옵션 발굴

자사 온실가스 배출 및 에너지 사용 특성과 향후 사업계획 등을 고려하여 감축 정책과 감축 기술을 발굴한다. 에너지 절약 캠페인, 협력업체 파트너십, 사내 배출권거래제와 같은 감축 정책을 발굴하거나, 신재생에너지 도입, 고효율 기기 교체, CCS 등 신기술 사용과 같은 감축 기술을 발굴한다.

4. 잠재량 추정

발굴한 감축 옵션별로 감축 비용과 잠재량을 추정하며, 감축 비용 추정 시에는 감축 옵션별로 Life Cycle에 따른 비용 및 수익을 고려하고, 잠재량 추정 시에는 자사 현황에 맞게 사업장별, 배출원별, 연차별, 옵션별로 추정해야 한다.

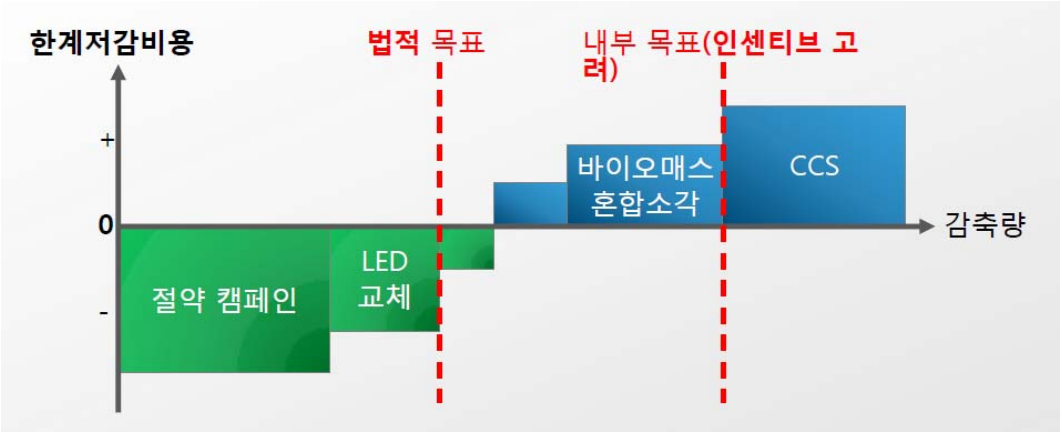
5. 한계저감비용(MAC) 분석

11) 이에프컨설팅, 대응 역량강화 교육 2차 심화교육과정 감축잠재량 평가(2013)

감축 옵션별로 연차별 한계저감비용을 분석하고, 배출원별로 감축 옵션을 비교 분석하며, 특히, 각 배출원 별로 2개 이상의 감축 옵션이 있을 경우 한계저감비용에 따라 전략적으로 선택해야 한다. 한계저감비용은 CDM사업이나 에너지 재판매, 에너지 절약에 따른 원가 절감에 따라 이익(마이너스)이 될 수 있다.

6. 감축 옵션 배분

목표달성을 위한 감축 옵션을 연차별로 배분하되, 반드시 법적 목표 준수 고려 및 내부 목표 설정에 따라 감축 옵션을 배분한다. 또한, 초과감축에 따른 인센티브 등을 고려하여 내부 목표를 설정하여야 한다.



[그림 5-2] 연차별 감축 포트폴리오 결정 예시

자료 : 이에프컨설팅, 대응 역량강화 교육 2차 심화교육과정 감축잠재량 평가(2013)

7. 감축 목표 수립

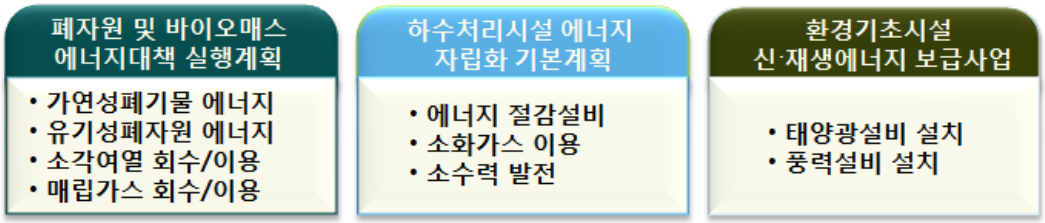
감축 옵션 배분에 따라 5년 단위 연차별 법적 목표를 수립하여 정부에 보고하고 내부 목표에 따라 관리한다.

제2절 환경기초시설의 감축 추진 현황

1. 환경기초시설 온실가스 감축 정책 현황

1) 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획

폐자원의 고형화(SRF), 바이오가스화 등 각종 에너지화시설을 확충하고 폐자원 에너지화 기술개발 및 전문인력을 양성하고자 실행되고 있는 계획이다. 지자체 생활폐기물을 중심으로 각종 폐자원에너지화시설을 조기 확충하고 폐자원, 자연력, 바이오, 환경·문화 등의 요소를 지닌 환경에너지 종합타운을 조성하는 것을 계획하고 있다. 또한 산업계 폐자원 및 하수슬러지 에너지화 촉진방안을 마련하여 2012년 해양투기 규제에 대한 기존의 하수슬러지 육상처리시설 설치계획을 에너지화로 전환하는 방안이 적극적으로 검토되고 있다.



[그림 5-3] 환경기초시설 온실가스 감축 관련 계획

2) 하수처리시설 에너지자립화 기본계획

2030년 하수처리시설 에너지 자립률 50%를 목표로 에너지 절감 및 자립화 기반을 구축하고, 미활용에너지와 자연에너지를 활용하고자 만든 기본계획이다. 에너지 절감 대책으로는 하수처리시설 에너지 절감 가이드북을 개발하고 보급하여, 시스템 최적화 지원 등 운영 효율 개선을 통한 에너지 절감을 추진하고 있다. 또한, 소화가스 이용은 소화조 효율 개선사업과 병행하고 태양광·풍력발전은 환경기초시설 탄소중립프로그램과 연계추진하여 에너지 이용·생산을 확대하려는 계획을 추진하고

있다.

3) 환경기초시설 탄소중립 기본 계획

탄소중립(Carbon Neutral)이란 온실가스를 직·간접적으로 저감하여 온실가스 배출을 줄이는 행위이다. 직접저감은 공정개선, 에너지 효율개선, 가스 분해·포집 등을 통해 직접적 발생량을 감소시키고, 간접저감은 화석연료 대체, 산림조성 등을 통해 간접적으로 발생량을 상쇄시키는 것을 의미한다. 2020년까지 환경기초시설 탄소중립률 50% 달성을 목표로 하는 환경기초시설 탄소중립 기본계획이 있다.

1단계의 사업기간은 2011년부터 2013년까지로 에너지 생산 및 에너지 절감사업 도입으로 환경기초시설 탄소중립률 29.8%를 목표로 한다. 환경기초시설 유휴부지 활용 및 신·재생 에너지 보급 시범사업을 도입한다. 폐자원 바이오매스 에너지 대책 실행계획(27.3%), 하수처리시설 에너지 자립화 기본계획(2.1%), 환경기초시설 태양광 설비 보급(0.4%) 달성한다.

2단계 사업기간은 2014년~2016년까지로 에너지 생산 및 에너지 절감사업을 단계적으로 확대하는 기간이다. 환경기초시설 유휴부지 신·재생에너지 보급사업을 확대하고 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획(33.3%), 하수처리시설 에너지 자립화 기본계획(2.2%), 환경기초시설 태양광 설비 보급(1.5%)을 늘린다.

3단계 사업기간은 2017년~2020년으로 에너지 생산 및 에너지 절감사업을 완료한다. 환경기초시설 유휴부지 활용 신·재생에너지 보급 사업이 약 4% 달성되고 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획(44.0%), 하수처리시설 에너지 자립화 기본계획(2.1%), 환경기초시설 태양광 설비 보급(3.8%) 달성한다.

온실가스 감축분을 프로그램 CDM으로 UN에 등록하여 배출권(CER)을 확보함으로써 경제성을 제고한다.

[그림 5-4] 환경기초시설 탄소중립 기본 계획 추진원칙

자료 : 한국환경공단, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍(2014) 재구성

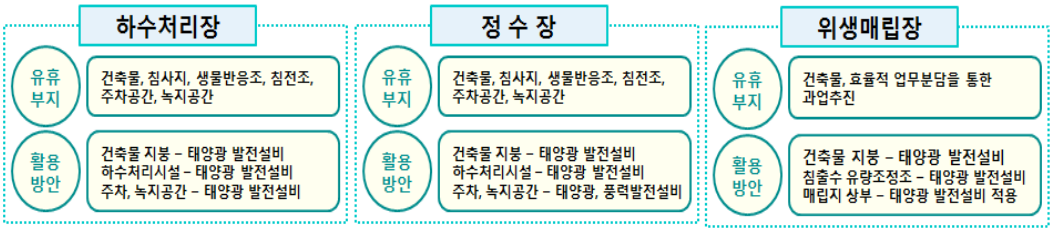
2020년 연간 36만 톤 감축(CER 연간 67억 원), 폐자원과 에너지자립화를 포함하여 총 230만 톤의 온실가스 감축을 기대하고 있으며, 2020년 연간 565 GWh 생산(연간 2,367억 원), 폐자원과 에너지자립화를 포함하여 총 3,682 GWh/년의 청정에너지 전력생산을 기대하고 있다. 또한, 기초시설 환경개선 및 교육시설 제공 등으로 주민편익을 증대하고 환경기초시설에 대한 인식을 제고한다.

2. 환경기초시설의 감축 추진 현황[12)]

기존 매립시설의 경우 전체 231개 시설 중 8.2%가 매립가스 발전 등을 활용하여 온실가스 감축을 추진하고 있다. 수도권매립지, 부산생곡매립지 등 11개 시설이 매립가스를 이용한 발전하고 있고, 대구방천리매립지와 울산성암매립지에서는 매립가스를 활용하여 판매하고 있다. 또한, 제주회천매립지, 충남비인매립지 등 2개 시설은 태양광 발전을 도입하였다.

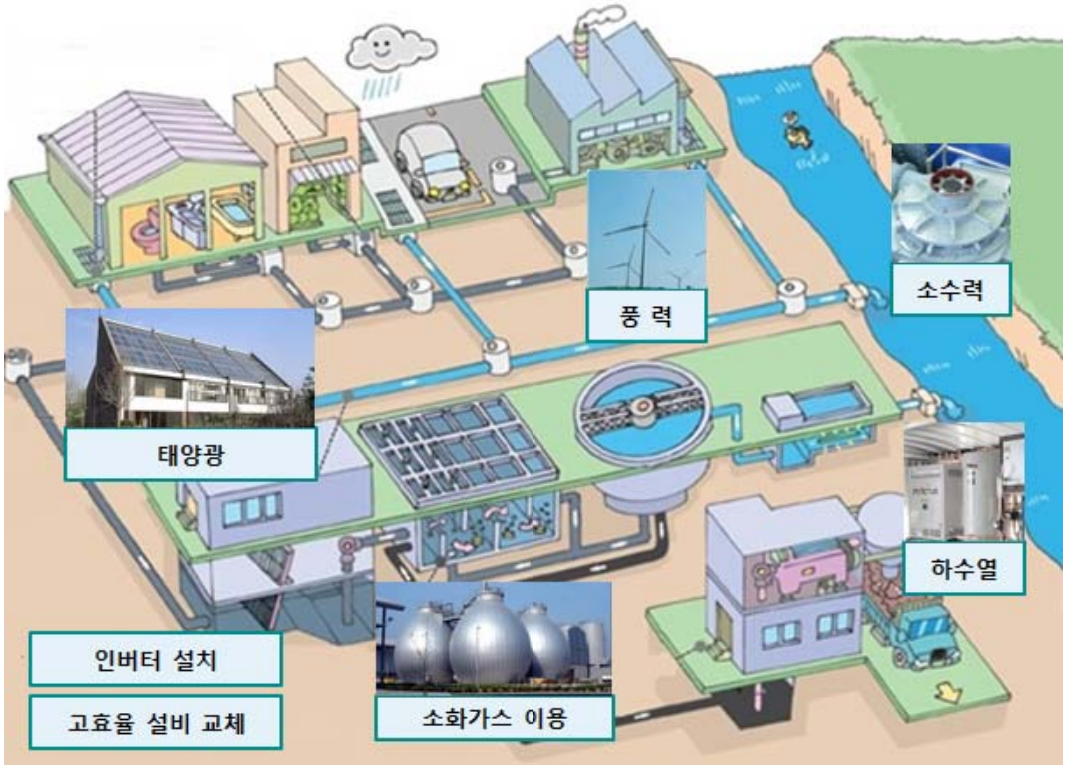
소각시설의 경우, 전주완산소각장, 부산해운대소각장 등 20개 시설은 폐열발전을 실시하고 있고 서울마포소각장, 서울강남소각장 등 51개 시설은 폐열난방을 실시중이다. 부산다대소각장과 과천소각장은 태양광 발전을 도입하였다.

하수처리장의 경우, 소화조 또는 침전지 폭기조 등의 유휴부지를 이용한 태양광 발전기술이 많이 도입되고 있는 실정이다. 부산강변하수처리장, 서울탄천하수처리장 등 10개 시설은 소화가스발전을 실시하고 있고, 서울중랑하수처리장, 경기일산하수처리장 등 19개 시설은 소화가스난방을 실시 중이다. 부천굴포천하수처리장, 안양석수하수처리장 등 7개 시설은 소수력발전을, 진해화목하수처리장, 강서서부하수처리장 등 4개 시설은 방류수 냉난방을 한다. 진해화목하수처리장, 강남탄천하수처리장, 성동중랑하수처리장은 폐열을 회수하고 있으며 대구신천하수처리장 등 33개 시설은 태양광발전 시설을 도입하였다.



[그림 5-5] 환경기초시설별 유휴부지의 활용방안

12) 환경부, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍(2014)



[그림 5-6] 환경기초시설 감축 옵션

자료 : 한국환경공단, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍(2014) 재구성

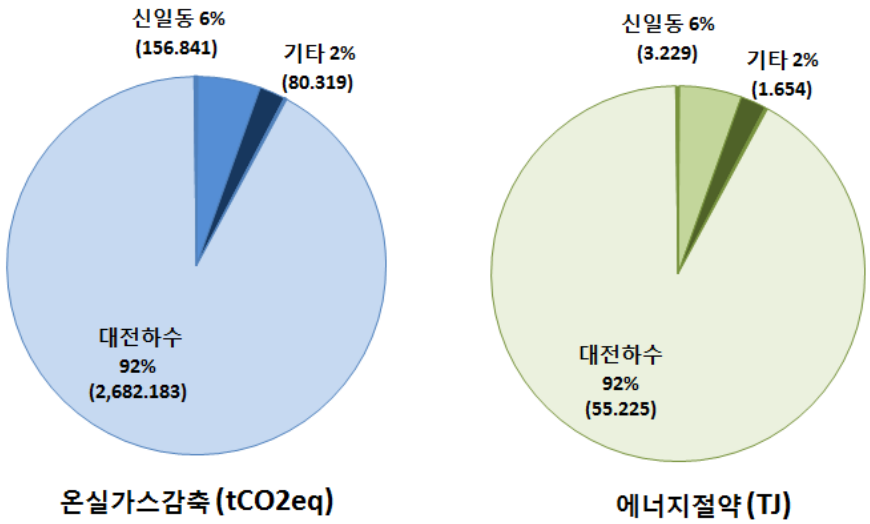
제3절 대전시 사업장별 감축 실적

1. 시설별 온실가스 감축 실적 및 투자 비용 분석

대전시 환경기초시설 11곳 중 9곳에서 온실가스 감축을 위한 여러 감축조치를 취하였다. 환경기초시설의 감축 실적을 통해 대전시에서는 연간 2,919.343 tCO_2eq의 온실가스 감축효과와 60.108 tCO_2eq의 에너지 절약효과가 기대된다.

시설별로 연간 온실가스 감축효과 및 에너지 절약효과를 비교해 본 결과, 대전시 환경기초시설에 있는 배출시설은 전력사용시설이 대부분이기 때문에 에너지 절약효과와 온실가스감축 효과가 비례하는 것을 확인할 수 있었다.

대전시 내에서 감축실적을 가진 9곳의 환경기초시설 중 대전하수처리장은 9건의 감축조치로 가장 많은 양의 온실가스 감축과 에너지 절약을 달성하였다. 대전하수처리장의 감축실적이 전체 감축실적의 92%를 차지한다. 연간 2,682.183 tCO_2eq의 온실가스를 감축하였고, 55.225 TJ의 에너지를 절감하였다.



[그림 5-7] 시설별 연간 온실가스 감축효과 및 에너지 절약효과 비교

<표 5-1> 대전시 사업장별 감축 실적

사업장명	감축조치	연간감축량			준공일자	투자비용 (백만원)
		온실가스 감축효과 (tCO_2eq)	에너지 절약효과 (TJ)	에너지 비용절감액 (백만원)		
대전시	총계	2,919.343	60.108	563.518	-	2,896.56
금고동 환경자원사업소	고효율 조명기기로의 교체(형광등→LED)	3.360	0.069	0.649	2012.12.26	13.78
신일동 환경에너지 사업소	인버터를 사용하여 펌프 부하변화에 대응	4.245	0.087	0.819	2012.12.01	4.7
	냉각수 순환펌프 인버터 설치	84.121	1.732	16.238	2013.10.01	51
	1호기 소석회 공급펌프	17.866	0.368	3.449	2012.04.12	4.5
	2호기 소석회 공급펌프	4.707	0.097	0.909	2012.10.22	12.8
	고효율 조명기기 사용(형광등→LED)	25.195	0.519	4.863	2012.12.01	44
	고효율 조명기기 사용(다운라이트→LED)	6.208	0.128	1.198	2012.12.01	5.5
	고효율 조명기기 사용(가로등→LED)	2.246	0.046	0.434	2012.12.01	11.8
	고효율 조명기기 사용(보안등→LED)	12.253	0.252	2.365	2012.12.01	35.2
음식물쓰레기광역자원화시설	송풍기 인버터 설치로 전기에너지 절감	64.329	1.325	12.417	2012.11	4.08
수도시설관리사업소	사업소 취수펌프장 전체조명 LED 교체	2.383	0.049	0.460	2012.04.04	7

<표 5-1> 대전시 사업장별 감축 실적(계속)

사업장명	감축조치	연간감축량			준공일자	투자비용 (백만원)
		온실가스 감축효과 (tCO_2eq)	에너지 절약효과 (TJ)	에너지 비용절감액 (백만원)		
송촌정수사업소	2단계여과지 2계열 조명등 교체	1.881	0.039	0.363	2012.05.07	17
	2단계여과지 1계열 조명등 교체	0.907	0.019	0.175	2012.12.04	7
	회의실 및 식당 등 조명등 교체	0.235	0.005	0.045	2012.12.06	4
신탄진정수사업소	일반전등을 고효율 LED등으로 교체	1.423	0.029	0.274	2012.05.30	10
대전하수처리장	노후 변압기 교체를 통한 효율 제고	100.067	2.060	19.316	2012.01.03	190
	3처리장 보일러 고효율 인라인 펌프 교체	88.222	1.816	17.029	2012.12.01	21
	4처리장 저온수 순환펌프 교체	88.222	1.816	17.029	2013.04.01	18
	3처리장 반송펌프 교체	10.071	0.207	1.944	2013.06.01	22
	1처리장 송풍기 제작 구매설치	428.857	8.830	82.782	2012.12.01	465
	고효율 터보송풍기로 교체	1,096.621	22.579	211.68	2012.01.01	1,200
	3,4처리장 유입펌프 고압인버터 제작 설치	833.208	17.156	160.834	2012.12.01	329
	노후 조명 및 매입 등을 LED로 교체	4.833	0.100	0.933	2012.11.01	7.7
	소형 태양광발전	32.082	0.661	6.193	2013.07.01	398
대전위생처리장	탈취용 송풍기 인버터 교대운전, 제어	2.194	0.045	0.424	2013.03.30	10
대덕산단환경사업소	형광등 센서일체형 조광 안정기 교체	3.607	0.074	0.696	2013.11.01	3.5

2. 사업장별 감축조치의 한계투자비용 분석

일반적으로 한계투자비용은 감축시설의 단기적 감축효과를 판단하기 위하여 산출한다. 가장 적은 비용의 설비를 투자하였을 때 얼마만큼 온실가스 감축에 효과적인지 판단하기 위함이다. 한계투자비용은 내구연한에 따른 연간 투자 실적(ⓐ)에서 연간 온실가스 감축효과(ⓓ)를 나눈 값으로 톤당 한계투자비용을 구할 수 있다.

한계저감비용은 장기적 감축효과를 판단하기 위해 유지보수 등을 위한 운영비와 에너지 비용 절감액을 고려하여 산정한다. 연간 투자비용(ⓐ)에 연간 운영비(ⓑ)를 더한 값에 연간 에너지 비용 절감액(ⓒ)을 빼준 후 연간 온실가스 감축효과(ⓓ)를 나누어 구하면 톤당 한계저감비용을 알 수 있다. 이 때 내구연한 내에 한계저감비용이 마이너스 값이 나오면 투자대비 효율적 감축조치라고 판단할 수 있다.

한계투자비용이 가장 적은 감축조치는 톤당 6,000원으로 음식물쓰레기광역자원화시설의 송풍기 인버터 설치로 인한 전기에너지 절감이다. 한계투자비용이 가장 큰 감축조치는 톤당 1,128,000원으로 대전하수처리장의 소형 태양광발전이다. 소형 태양광발전시설은 초기 투자비용이 굉장히 높다. 사업장 중 한계투자비용 가장 적은 곳은 톤당 6,000원인 음식물쓰레기광역자원화시설이고, 가장 큰 값을 나타내는 곳은 톤당 703,000원인 신탄진정수사업소이다.

한계저감비용은 가장 적은 감축조치는 톤당 -180,000원으로 음식물쓰레기광역자원화시설의 송풍기 인버터 설치로 인한 전기에너지 절감이다. 한계저감비용이 가장 큰 감축조치는 톤당 941,000원인 대전하수처리장의 소형 태양광발전이다. 또한, 사업장 중 한계저감비용이 가장 적은 곳은 톤당 -180,000원인 음식물쓰레기광역자원화시설이며, 가장 큰 값의 한계저감비용을 가진 곳은 톤당 862,000원인 신탄진정수사업소이다. 음식물쓰레기광역자원화시설의 경우, 연간 운영비가 적고, 온실가스 감축효과가 크기 때문에 한계저감비용이 적게나왔으며, 신탄진정수사업소는 연간 운영비가 커서 한계저감비용이 상대적으로 높게 나왔다.

<표 5-2> 사업장별 한계투자비용 및 저감비용 산출 결과

사업장명	감축조치	내구연한(년)	연간 투자비용(백만원) ⓐ	연간 운영비(백만원) ⓑ	연간 에너지 비용 절감액(백만원) ⓒ	연간 온실가스 감축효과(tCO_2eq) ⓓ	한계투자비용(백만원/톤) ①=ⓐ/ⓓ	한계저감비용(백만원/톤) ②=(ⓐ+ⓑ-ⓒ)/ⓓ
대전시	총계		320.559	93.238	563.518	2,919.343	0.110	-0.051
금고동 환경자원사업소	고효율 조명기기로의 교체(형광등→LED)	20	0.689	0.126	0.649	3.360	0.205	0.049
신일동 환경에너지사업소	인버터를 사용하여 펌프 부하변화에 대응	10	0.470	0.047	0.819	4.245	0.111	- 0.071
	냉각수 순환펌프 인버터 설치	10	5.100	0.510	16.238	84.121	0.061	- 0.126
	1호기 소석회 공급펌프	10	0.450	0.045	3.449	17.866	0.025	- 0.165
	2호기 소석회 공급펌프	10	1.280	0.128	0.909	4.707	0.272	0.106
	고효율 조명기기 사용(형광등→LED)	20	2.200	0.658	4.863	25.195	0.087	- 0.080
	고효율 조명기기 사용(다운라이트→LED)	20	0.275	0.152	1.198	6.208	0.044	- 0.124
	고효율 조명기기 사용(가로등→LED)	20	0.590	0.022	0.434	2.246	0.263	0.079
	고효율 조명기기 사용(보안등→LED)	20	1.760	0.080	2.365	12.253	0.144	- 0.043
음식물쓰레기 광역자원화시설	송풍기 인버터 설치로 전기에너지 절감	10	0.408	0.450	12.417	64.329	0.006	- 0.180
수도시설관리사업소	사업소 취수펌프장 전체조명 LED 교체	10	0.700	0	0.460	2.383	0.294	0.101

※ 물가상승율 및 할인율 미반영

<표 5-2> 사업장별 한계투자비용 및 저감비용 산출 결과(계속)

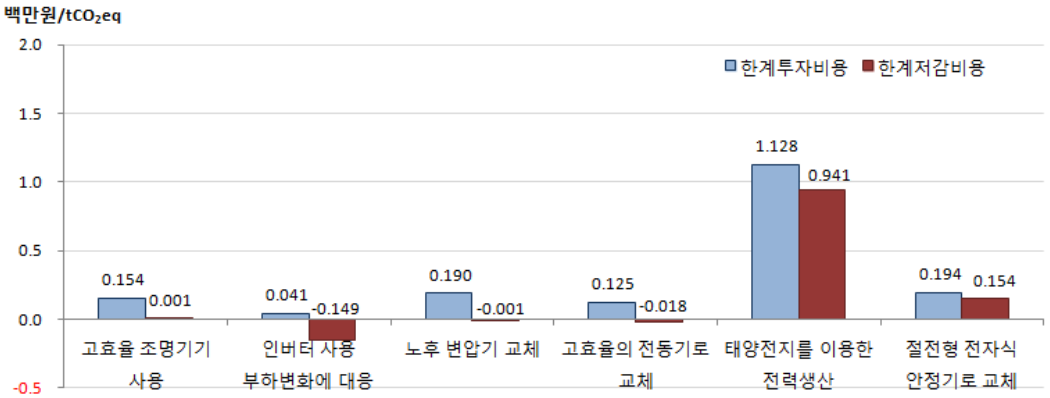
사업장명	감축조치	내구연한(년)	연간 투자비용(백만원) ⓐ	연간 운영비(백만원) ⓑ	연간 에너지 비용 절감액(백만원) ⓒ	연간 온실가스 감축효과(tCO_2eq) ⓓ	한계투자비용(백만원/톤) ①=ⓐ/ⓓ	한계저감비용(백만원/톤) ②=(ⓐ+ⓑ-ⓒ)/ⓓ
송촌정수사업소	2단계여과지 2계열 조명등 교체	15	1.133	0.300	0.363	1.881	0.603	0.569
	2단계여과지 1계열 조명등 교체	15	0.467	0.180	0.175	0.907	0.515	0.520
	회의실 및 식당 등 조명등 교체	20	0.200	0.065	0.045	0.235	0.851	0.936
신탄진정수사업소	일반전등을 고효율 LED등으로 교체	10	1.000	0.500	0.274	1.423	0.703	0.862
대전하수처리장	노후 변압기 교체를 통한 효율 제고	10	19.000	0.200	19.316	100.067	0.190	- 0.001
	3처리장 보일러 고효율 인라인 펌프 교체	11	1.909	3.000	17.029	88.222	0.022	- 0.137
	4처리장 저온수 순환펌프 교체	11	1.636	3.000	17.029	88.222	0.019	- 0.140
	3처리장 반송펌프 교체	11	2.000	0.500	1.944	10.071	0.199	0.055
	1처리장 송풍기 제작 구매설치	8	58.125	30.000	82.782	428.857	0.136	0.012
	고효율 터보송풍기로 교체	8	150.000	50.000	211.68	1,096.621	0.137	- 0.011
	3,4처리장 유입펌프 고압인버터 제작 설치	10	32.900	2.000	160.834	833.208	0.039	- 0.151
	노후 조명 및 매입 등을 LED로 교체	20	0.385	0.325	0.933	4.833	0.080	- 0.046
	소형 태양광발전	11	36.182	0.200	6.193	32.082	1.128	0.941
대전위생처리장	탈취용 송풍기 인버터 교대운전, 제어	10	1.000	0.200	0.424	2.194	0.456	0.354
대덕산단환경사업소	형광등 센서일체형 조광 안정기 교체	5	0.700	0.550	0.696	3.607	0.194	0.154

※ 물가상승율 및 할인율 미반영

3. 감축조치별 한계투자비용 및 저감비용 비교 분석

감축조치별로 한계투자비용과 저감비용을 비교 분석해 본 결과, 인버터를 사용하여 펌프, 블로어, 압축기 부하변화에 대응하는 감축조치를 취할 때 한계투자비용 대비 한계저감비용이 가장 낮음을 확인할 수 있다. 고효율 전동기로 교체하였을 때도 비교적 한계저감비용이 낮다. 이 두 가지 감축조치는 투자대비 효율이 높음을 알 수 있다. 노후 변압기 교체를 통한 효율 제고 또한 한계저감비용이 마이너스 값으로 투자대비 효율적인 감축조치이다. 그 외에 고효율 조명기기 사용과 고효율의 전동기로 교체 역시 한계투자비용 대비 한계저감비용이 적어 효율적 감축조치임을 알 수 있다.

태양전지를 이용한 전력생산, 절전형 전자식 안정기로 교체 역시 한계투자비용 대비 한계저감비용이 적었으나 다른 감축조치와 비교해봤을 때 그 차이가 적었다.



[그림 5-8] 감축조치별 한계투자비용 및 저감비용 비교

한계저감비용 값이 0이 되었을 때 절감액을 제한 총 투자비용 및 운영비를 회수할 수 있다고 보고, 각 감축조치별 평균 투자회수기간을 산출하였다. 앞서 <표 5-2>에서 감축조치별 한계저감비용 산출 시에는 각각 감축조치의 내구연한에 따른 연간 투자비용으로 계산하였으나, <표 5-3>에서는 감축조치별 평균 내구연한을 구한 뒤, 평균 내구연한에 따른 투자비용을 계산하였다.

투자회수기간 산출결과, 인버터를 사용하여 펌프, 블로어, 압축기 부하변화에 대응하는 감축조치가 평균 투자회수기간이 2.2년으로 가장 짧았으며, 태양전지를 이용한 전력생산 감축조치는 평균 투자회수기간이 66.4년으로 가장 길었다.

인버터를 사용하여 펌프, 블로어, 압축기 부하변화에 대응하는 감축조치와 노후 변압기 교체를 통한 효율 제고 감축조치, 고효율의 전동기로 교체 감축조치는 평균 내구연한 대비 평균 투자회수기간이 더 짧았다.

<표 5-3> 감축조치별 투자회수기간 산출 결과

감축조치	평균 내구 연한 (년)	투자 비용 (백만원)	산출 내역				평균 투자회 수기간 (년)
			평균 내구연한 에 따른 투자비용 (백만원) ⓐ	연간 운영비 (백만원) ⓑ	연간 에너지 비용 절감액 (백만원) ⓒ	연간 온실가스 감축효과 (tCO2eq) ⓓ	
총계		2,896.560	320.559	93.238	563.518	2,919.343	
고효율 조명기기 사용	17.3	162.980	9.436	2.408	11.759	60.924	17.4
인버터를 사용하여 펌프, 블로어, 압축기 부하변화에 대응	10.0	416.080	41.608	3.380	195.090	1,010.670	2.2
노후 변압기 교체를 통한 효율 제고	10.0	190.000	19.000	0.200	19.316	100.067	9.9
고효율의 전동기로 교체	11.0	1,726.000	176.122	86.500	330.464	1,711.993	7.1
태양전지를 이용한 전력생산	5.0	398.000	36.182	0.200	6.193	32.082	66.4
절전형 전자식 안정기로 교체	9.8	3.500	0.700	0.550	0.696	3.607	24.0

제 6 장

적용 가능한 감축기술 검토

제1절 사업장별 적용 가능한 감축기술

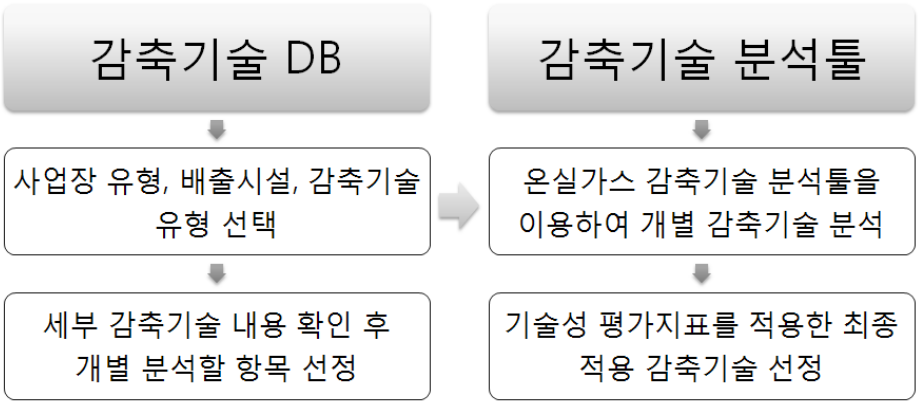
제2절 중장기적 감축기술 분석

제6장 적용 가능한 감축기술 검토

제1절 사업장별 적용 가능한 감축기술

사업장별 적용 가능한 감축기술을 검토하기 위해, 101가지의 감축기술 중 사업장에 적용 가능한 기술을 선별하였다. 사업장에서는 각각의 감축기술을 적용하였을 경우의 온실가스 감축량 및 경제성을 평가하여 우선순위별로 적용하여야 한다.

기본적으로 환경부 「감축기술 DB」에서 제공하고 있는 온실가스 감축기술을 적용 가능한 사업장 별로 분류하여 <표 6-1>~<표 6-6>에 나타내었다.



[그림 6-1] 국가 온실가스 감축기술 DB 특성

매립시설에 적용 가능한 감축기술은 35건(표 6-1)으로 매립가스 회수 등 대체에너지 사용이 가장 중요한 감축 기술이다. 그 외에 보일러 설비 및 시스템 개선, 수배전반의 공정개선이 대부분의 감축 기술에 해당된다.

소각시설의 경우 플라스틱 폐기물의 소각에 의한 온실가스 배출량이 많기 때문에 플라스틱 폐기물의 관리방안이 우선적으로 필요할 것으로 판단된다. 다음으로 효율 개선을 위한 고효율 송풍기 등 설비 교체와 소각 시 발생하는 폐열을 회수하여 스팀을 생산하거나 발전 효율을 높이는 방안이 효과적일 것으로 판단된다(표 6-2).

음식물자원화시설의 경우 자원화 과정에서 발생하는 메탄가스를 활용할 경우 상당량의 온실가스를 감축할 수 있다. 또한 함수율이 높은 음식물류폐기물을 탈수하는 건조기 등을 고효율 압착탈수기로 도입하는 것도 좋은 방안이다. 종량제 봉투나 비닐봉투를 제거하는 비닐제거기를 무동력화 시설로 변경할 경우 에너지 사용량을 줄일 수 있다(표 6-3).

정수시설의 온실가스 배출량은 대부분 전기사용량에 기인하기 때문에 고효율 전동기로의 교체 등 효율이 높은 설비로 교체할 필요할 것으로 판단된다(표 6-5).

하수처리시설의 경우 온실가스 배출량은 많으나 원단위는 낮아 온실가스 저감정책의 시행에 따른 저감효과는 소각장이나 매립장에 비해 상대적으로 낮을 것으로 분석된다. 다만, 다양한 방법으로 신재생에너지 생산이 가능하며, 하수처리 공정의 개선 여지가 많아 온실가스 배출 감축 잠재량이 높을 것으로 판단된다. 특히 혐기성 소화시설에서 생산한 메탄가스를 회수하여 연료화하거나 판매할 경우 배출량의 상당 부분을 감축할 수 있다(표 6-6).

<표 6-1> 매립시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	매립지 매립가스회수연수화
기타	대체에너지 사용	RDF
기타	대체에너지 사용	지열
보일러	폐열회수	공기비 제어
보일러	공정개선(운전방법)	스팀 배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실 감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수(및 포화수) 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수 장치
보일러	연료 교체	B-C유를 LNG로 연료 교체
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
보일러, 공조기	폐열회수	보일러 응축수 회수
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체

<표 6-2> 소각시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	RDF
기타	대체에너지 사용	지열
이송시설 슬러지건조시 설건조소각로	공정개선(운전방법)	이송장치 개선(유압피스톤펌프 시스템으로 신규설치)
폐열보일러	공정개선(운전방법)	수질분석을 통한 적정 블로우량 관리
보일러	폐열회수	공기비 제어
ID FAN, FD FAN	공정개선(운전방법)	급기팬 인버터 적용 _ 송풍기 인버터 설치
송풍기	공정개선(운전방법)	송풍기 풀리변경을 통한 풍량조정
보일러	공정개선(운전방법)	스팀배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수(및 포화수) 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
ID FAN, FD FAN	공정개선(운전방법)	소각로 유인송풍기 개선
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
증기배관 등 증기사용설비	설비개선(설비교체)	트랩교체
증기배관 등 증기사용설비	설비개선(설비교체)	트랩교체
보일러	폐열회수	열병합 발전설비 설치 발전
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
SCR 촉매탑	연료 교체	SCR촉매탑 연료교체(LNG->) 소각증기열교환시스템)
SCR 촉매탑	폐열회수	SCR용 덕트버너 부하조절
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
집진기	공정개선(운전방법)	전기집진기 제어방식 개선

<표 6-2> 소각시설에 적용 가능한 감축기술(계속)

적용 설비	감축기술	감축사업명
탈질시설	기타	탈질설비의 환원제 교체
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
증기배관 등 증기사용설비	설비개선(설비교체)	적정 크기의 트랩 교체
증기배관 등 증기사용설비	공정개선(운전방법)	증기압력 하향조정
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
보일러	폐열회수	소각로 폐열 보일러 설치
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수 장치
보일러	연료 교체	B-C유를 LNG로 연료 교체
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
대기오염방지시설	공정개선(운전방법)	대기방지시설 통합화
스팀터빈발전기	설비개선(설비교체)	고효율 스팀터빈발전기 교체
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
대기오염방지시설	설비개선(설비교체)	대기오염방지시설 교체
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
보일러, 공조기	폐열회수	보일러 응축수 회수
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체
수배전반	공정개선(운전방법)	권선형 유도발전기를 통한 유효전력제어

<표 6-3> 음식물자원화시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스를 이용한 연료전지 발전
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스 회수 연료화(차량연료)
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스 판매
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
건조기	설비개선(설비교체)	고효율 압착탈수기 도입
건조기	공정개선(운전방법)	고효율 압착탈수기 도입
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	지열
이송시설	공정개선(운전방법)	이송장치 개선(유압피스톤펌프 신규설치)
보일러	폐열회수	공기비 제어
보일러	공정개선(운전방법)	스팀배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
기타	설비개선(설비교체)	비닐제거기 무동력화
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수
보일러	연료 교체	B-C유를 LNG로 연료 교체
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
전처리시설	공정개선(운전방법)	드럼 스크린 운영방법 개선에 따른 세척수 절감
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
보일러	폐열회수	보일러 (건조기, 공조기) 응축수 회수
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체

<표 6-4> 재활용처리시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	지열
보일러	폐열회수	공기비 제어
보일러	공정개선(운전방법)	스팀배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수(및 포화수) 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
집진기	공정개선(운전방법)	전기집진기 제어방식 개선
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수 장치
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
대기오염방지시설	공정개선(운전방법)	대기방지시설 통합화
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
보일러, 공조기	폐열회수	보일러 응축수 회수
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체
수배전반	공정개선(운전방법)	권선형 유도발전기를 통한 유효전력제어

<표 6-5> 정수시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
펌프	공정개선(운전방법)	밸브 개도율 조정
배출수시설	공정개선(운전방법)	복합탈수시스템 적용
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	지열
보일러	폐열회수	공기비 제어
송풍기	공정개선(운전방법)	급기팬 인버터 적용 _ 송풍기 인버터 설치
송풍기	공정개선(운전방법)	송풍기 풀리변경을 통한 풍량조정
보일러	공정개선(운전방법)	스팀배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수 및 포화수 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
펌프	공정개선(운전방법)	원수이송펌프 적정 수위차 변경
펌프	공정개선(운전방법)	변압기 병렬운전을 통한 전력손실 저감
수배전반	공정개선(운전방법)	진상용콘덴서 설치를 통한 역률개선
펌프	설비개선(설비교체)	소용량 펌프로의 교체를 통한 전력비 절감
펌프	공정개선(운전방법)	냉각수 온도제어를 위한 바이패스 밸브 설치
자외선 소독시설	공정개선(운전방법)	계절에 따른 자외선 소독시설 운전모드 변경

<표 6-5> 정수시설에 적용 가능한 감축기술(계속)

적용 설비	감축기술	감축사업명
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
기타	폐열회수	원수관을 이용한 수온차 냉난방 시스템
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
펌프	공정개선(운전방법)	회전수 제어를 통한 펌프 효율 향상
펌프	공정개선(운전방법)	펌프배관 병렬운전을 통한 전력절감
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수 장치
보일러	연료 교체	B-C유를 LNG로 연료 교체
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
전처리시설	공정개선(운전방법)	드럼 스크린 운영방법 개선에 따른 세척수 절감
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
보일러, 공조기	폐열회수	보일러 응축수 회수
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체

<표 6-6> 하폐수처리시설에 적용 가능한 감축기술

적용 설비	감축기술	감축사업명
보일러	폐열회수	공정폐열로 보일러 급수 예열
발전기	설비개선(설비교체)	가스열병합발전기로교체
펌프	폐열회수	히트펌프 도입
우수침전지	공정개선(운전방법)	우수침전지와 슬러지농축조 공정 병행
송풍기	설비개선(설비교체)	노후 설비 교체
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스를 이용한 연료전지 발전
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스 회수 연료화(차량연료)
혐기성소화시설	대체에너지 사용	소화조 메탄가스 판매
전동기	설비개선(설비교체)	고효율 전동기 교체
배출수시설	공정개선(운전방법)	복합탈수시스템 적용
송풍기	공정개선(운전방법)	생물반응조 DO변화에 따른 송풍량 조절 운영
송풍기	공정개선(운전방법)	송풍기 운영 효율 개선
송풍기	공정개선(운전방법)	우천시 생물반응조 운전모드 변경
건조기	설비개선(설비교체)	고효율 압착탈수기 도입
건조기	설비개선(설비교체)	고효율 압착탈수기 도입
기타	대체에너지 사용	태양광
기타	대체에너지 사용	태양열 시스템 도입
기타	대체에너지 사용	지열
기타	대체에너지 사용	소수력
하수조(하수관거)	공정개선(운전방법)	하수유입량 및 수질의 설계기준 범위 유지
스크린	공정개선(운전방법)	침사지내 스크린 설비의 타이머 운전
스크린	설비개선(설비교체)	미세목스크린 설치
이송시설	공정개선(운전방법)	이송장치 개선(유압피스톤펌프 시스템으로 신규설치)
송풍기	공정개선(운전방법)	수질분석을 통한 적정 블로우량 관리
보일러	폐열회수	공기비 제어
배관	공정개선(운전방법)	최초침전지 슬러지 인발 적정화
송풍기	공정개선(운전방법)	급기팬 인버터 적용 _ 송풍기 인버터 설치
송풍기	공정개선(운전방법)	송풍기 풀리변경을 통한 풍량조정

<표 6-6> 하폐수처리시설에 적용 가능한 감축기술(계속)

적용 설비	감축기술	감축사업명
송풍기	공정개선(운전방법)	수로용 송풍기 운전방법 변경
펌프	공정개선(운전방법)	인버터 설치를 통한 펌프 용량 조정
보일러	폐열회수	공기예열기추가설치를통한배기가스열회수강화
보일러	공정개선(운전방법)	스팀배관 보온 및 단열을 통한 방열 손실감소
보일러	폐열회수	블로우 다운수열(폐열) 회수
보일러	설비개선(설비교체)	응축수(및 포화수) 누설방지를 위한 밸브 교체 및 직병렬 교환
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 대수 제어 시스템
수배전반	공정개선(운전방법)	특고압 수변전설비 통합
생물반응조	기타	생물반응조 운전조건 변경
펌프	공정개선(운전방법)	원수이송펌프 적정 수위차 변경
펌프	공정개선(운전방법)	변압기 병렬운전을 통한 전력손실 저감
수배전반	공정개선(운전방법)	진상용콘덴서 설치를 통한 역률개선
펌프	설비개선(설비교체)	소용량 펌프로의 교체를 통한 전력비 절감
교반기	공정개선(운전방법)	무산소조 교반방법 변경으로 인한 전력비 절감
스크린	공정개선(운전방법)	여과기 시설개선을 통한 전력비 절감
펌프	공정개선(운전방법)	냉각수 온도제어를 위한 바이패스 밸브 설치
분뇨처리장> 저류조	공정개선(운전방법)	분뇨투입방법 변경
자외선 소독시설	공정개선(운전방법)	계절에 따른 자외선 소독시설 운전모드 변경
수배전반	공정개선(운전방법)	피크전력제어기
수배전반	공정개선(운전방법)	고조파 억제를 위한 AC Filter 설치
보일러	설비개선(설비교체)	보일러 노후버너 교체
공기압축기	폐열회수	공기압축기 냉각수 활용
공기압축기	공정개선(운전방법)	응축수 회수 방법 변경
여과기	공정개선(운전방법)	방류수 여과시설 개선
원심분리기	공정개선(운전방법)	전처리설비 운전방법 개선
산소공급시설	설비개선(설비교체)	생물반응조 산소공급설비 교체
교반기	설비개선(설비교체)	생물반응조 교반상태 개선

<표 6-6> 하폐수처리시설에 적용 가능한 감축기술(계속)

적용 설비	감축기술	감축사업명
유량조정조, 무산소조	공정개선(운전방법)	빈 부하에 따른 CNR 공법 개선
건조기	공정개선(운전방법)	AIR DRYER 개선
배관	공정개선(운전방법)	보일러 및 배관 스케일 제거
보일러	연료 교체	B-C유 사용 보일러에 유화연료 첨가제 투입
배관	설비개선(설비교체)	신소재 보온재 도입
보일러	공정개선(운전방법)	보일러 내부 스케일 방지를 위한 급수용수 전처리
수배전반	공정개선(운전방법)	자동전압조절기(AVR)의 설치
수배전반	공정개선(운전방법)	Dynamic Var Compensator의 설치
보일러	폐열회수	분리형 히트파이프를 이용한 고효율 폐열회수 장치
보일러	연료 교체	B-C유를 LNG로 연료 교체
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 무정전 전원장치로 교체
보일러	연료 교체	보일러 연료 교체
생물반응조	공정개선(운전방법)	생물화학적처리공법 개선(YAN 공법)
소화조	공정개선(운전방법)	소화조 가온방식 개선사업
보일러	공정개선(운전방법)	적정공기비 유지를 위한 배가스 분석
소화조	기타	분뇨의 소화조 직접 투입
전처리시설	공정개선(운전방법)	드럼 스크린 운영방법 개선에 따른 세척수 절감
공조기	공정개선(운전방법)	공조기 원격가동 시스템 개선
소화조	설비개선(설비교체)	보일러 고온수조와 저온수조 자연유하 배관 설치
보일러, 공조기	폐열회수	보일러 응축수 회수
건조기	폐열회수	슬러지 건조시설 배가스 활용
보일러	연료 교체	보일러 무화공급원 변경(스팀->압축공기)
수배전반	설비개선(설비교체)	고효율 정류기(복합공진형)로 교체
수배전반	공정개선(운전방법)	권선형 유도발전기를 통한 유효전력제어
호기조 수중포기기	공정개선(운전방법)	호기조 수중포기기 감소운영
-	공정개선(운전방법)	열가수분해소화(THAD)공법을통한 하수슬러지자원화
보일러	폐열회수	폐압회수를 통한 에너지절약 (감압터빈설치)

제2절 중장기적 감축기술 분석[13)]

1. 온실가스 물질별 감축 잠재량 분석

우리나라의 2011년 온실가스 총배출량은 697.7백만 tCO_2eq이다. 온실가스의 배출량을 가스 종류별로 구분하면 2011년 CO_2의 배출량은 624.0백만 tCO_2eq로 총배출량 중 89.4%를 차지하였다. CH_4의 비중은 4.2%, SF6 2.7%, N_2O 2.1%, HFCs 1.2%, PFCs 0.4% 순서이다. CO_2의 전년도 배출 비중은 89.0%였는데, 전년에 비해 약간 증가한 대신 SF6의 비중이 약간 감소하였다. 2010년에 비해서는 CO_2 5.0%, N_2O 3.7%, PFCs 2.8%, CH_4 1.0%의 순서로 배출량이 증가하였고, SF6는 1.8%, HFCs는 1.6% 감소하였다. 1990년에 비해서는 냉매로 사용되는 HFCs와 반도체 제조, 액정표시장치 제조 공정에 사용되는 SF6 등 불소계 온실가스의 배출이 많이 증가했다. 그러나 최근에는 CDM 사업으로 인해 불소계 온실가스 배출량이 감소하고 있다. 하지만 이와 같은 현상은 문제를 심화시키는 결과를 가져올 수 있는 매우 중요한 점이 간과되고 있다는 것을 알아야 할 것이다.

<표 6-7> 우리나라의 온실가스 물질별 순배출량 추이

(단위 : tCO_2eq)

온실가스 종류	1990년	2000년	2009년	2010년	2011년
CO_2	252.4	441.1	541.3	594.5	624.0
CH_4	31.7	28.7	27.6	28.8	29.1
N_2O	10.7	19.3	13.6	14.2	14.7
HFCs	1.0	8.4	5.9	8.2	8.0
PFCs	-	2.2	2.3	2.7	2.7
SF6	-	11.3	18.6	19.4	19.1
합계	295.7	511.3	609.2	667.8	697.7

자료 : 온실가스종합정보센터, 2013 국가온실가스인벤토리보고서(2014년)

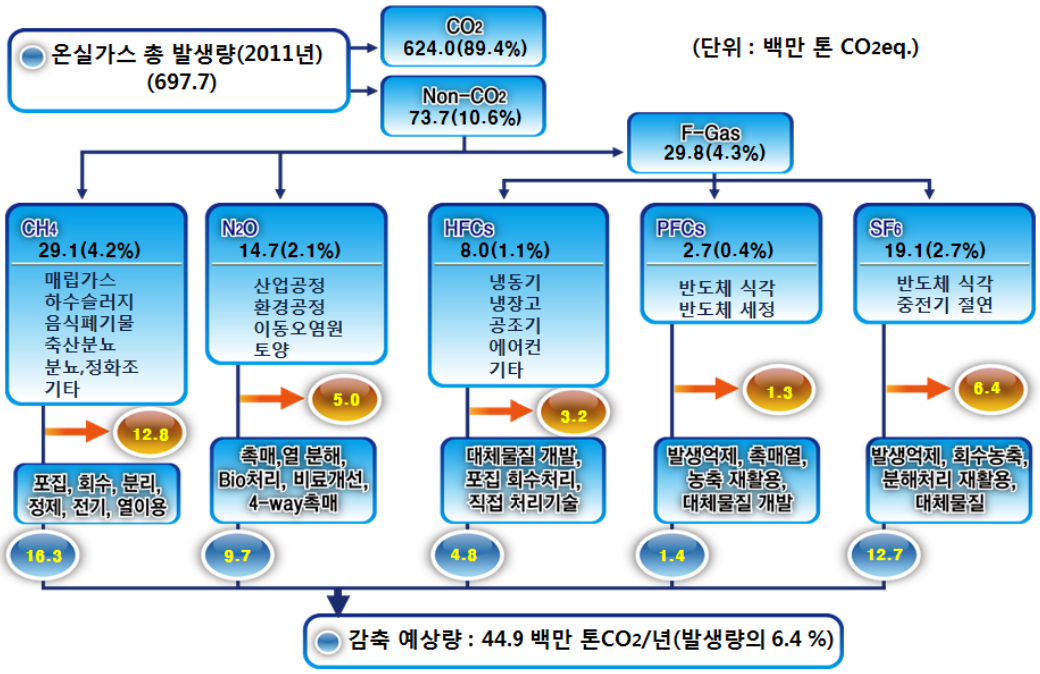
13)한국에너지기술연구원 Non-CO2온실가스저감기술개발사업단 문승현 단장의 자문 내용으로 작성

현재 우리나라의 온실가스 배출에서 Non-CO_2의 배출은 CDM사업의 적용으로 배출량 통계에 포함되고 있지 않은 배출원이 매우 많은 실정이다. CDM사업은 적용기한이 정해져 있으며 CER가격의 급락으로 거의 효과를 발휘하고 있지 못한 현실을 고려한다면 조만간 매우 큰 양을 배출하는 Non-CO_2배출원이 추가될 것이 예상된다.

1992년 Kyoto 의정서에서 지정한 온실가스는 상기 표에 지정한 6종류이었으나 2013년 NF_3가 추가되어 7종류(CO_2와 나머지 6종류의 Non-CO_2가스)의 가스가 온실가스로 지정, 관리되고 있다.

온실가스에서 CO_2는 대부분이 화석연료의 연소를 통한 에너지 획득과정이나 시멘트 생산과정에서 발생하는 것이 특징인 반면, Non-CO_2 온실가스는 공정이나 환경관리 과정에서 발생하고 있다. 특히 CH_4와 N_2O는 생물체의 구성요소인 C, N이 자연으로 재순환되는 과정에서 발생하고 있으며 매립지, 하수처리장, 음식물쓰레기 처리장, 분뇨(축산 및 인분)처리장 등에서 주로 발생하고 있으므로 지방자치단체의 관리시설에서 발생되는 주요 온실가스는 에너지 생산시설에서 발생하는 CO_2와 환경기초시설에서 발생하는 CH_4, N_2O를 들 수 있다.

한편 현재 기술 수준을 고려하여 우리나라에서 발생하는 Non-CO_2온실가스의 저감잠재량을 추정한 결과 약 4,500만 tCO_2eq에 달하여 우리나라 온실가스 총 발생량의 약 6.4%를 줄일 수 있을 것으로 추정된다. 전자산업에서 많이 발생되는 불화가스를 제외하더라도 연간 2,600만 tCO_2eq의 온실가스 저감이 가능할 것으로 추정되므로 많은 노력을 투입한다면 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

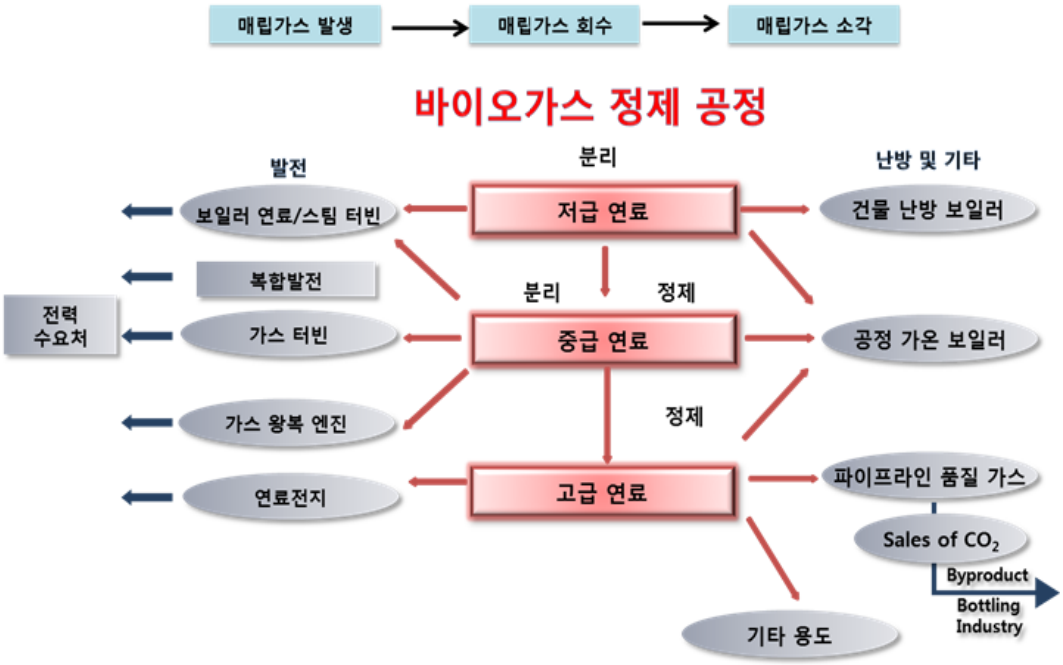


[그림 6-2] 온실가스 물질별 감축 잠재량 검토

자료 : 한국에너지기술연구원, 폐자원에너지화 및 Non-CO2온실가스사업단 응모계획서(2007년) 발췌에서 수정

2. Non-CO_2 온실가스 특징 및 감축 효과

온난화 지수가 21인 CH_4는 유기성 물질이 발효되는 과정에서 주로 발생하고 있다. 특히 산소가 없거나 부족한 상태에서 발생되므로 혐기성 발효와 관련이 깊다. 매립지, 음식폐기물처리장, 슬러지 처리장, 분뇨처리장 등지에서 많이 발생되는 가스에는 CH_4의 농도가 40-70% 수준일 경우가 많고, CO_2, H_2O, N_2, H_2S, 실록산, 미세분진, 기타 악취성분 등이 다양하게 포함되어 있다. 따라서 CH_4가 포함된 가스를 활용하기 위하여 이와 같은 불순물을, 제거할 필요가 있다. [그림 6-3]에 보인 바와 같이 소화가스를 활용하는 방법은 매우 다양하며 정제의 정도에 따라 부가가치가 달라진다. 단순 소각, 열이용, 엔진연료, 연료전지 또는 C1화학의 원료로 활용도 가능하다.



[그림 6-3] 소화가스의 정제에 따른 활용도

자료 : Conestoga-Rovers & Associates

소화가스를 활용하는 방법에 따라 온실가스 저감량이 달리 계산되는데 CH_4와 CO_2가 50 : 50으로 혼합되어 있는 소화가스를 단순소각하여 열에너지로 활용할 경우 대기로 방출될 CH_4(온난화 지수 21)가 CO_2(온난화 지수 1)로 전환되어 배출되므로 온실가스 저감효과는 91%에 육박하게 된다. 물론 이 경우에 다른 가스의 온도 변화와 열손실 등을 전혀 고려하지 않는다는 가정이 전제된다.

- 소화가스 발생량 (100) = CH_4 (50) + CO_2 (50) : 온난화 효과 50 x 21 + 50
- 연소후 배출가스 = CO_2 (50 + 50) + H_2O (100) : 온난화 효과 50 + 50

한편 50% 정도의 CH_4가 포함된 소화가스의 연소는 연소의 안정성과 연소온도의

확보가 어려워서 별도의 연료를 추가로 주입해야 하는 경우가 있다. 그러므로 소화가스의 CH_4농도를 높이는 정제과정의 도입이 필요하고 이와 관련된 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 한 예로 CH_4의 순도가 95% 이상 높게 정제된 연료를 연소하는 경우에는 95%의 온실가스 저감효과가 있다.

- 소화가스 발생량 (100) = CH_4 (95) + CO_2 (5) : 온난화 효과 95 x 21 + 5
- 연소후 배출가스 = CO_2 (95 + 5) + H_2O (190) : 온난화 효과 95 + 5

또 다른 관점에서 고순도의 CH_4가 포함된 소화가스가 그대로 대기 중에 방출되는 경우를 상정하면 CH_4의 순도가 50%인 경우보다 95%일 때 약 182%의 온난화가 유발되고 있다. 따라서 CH_4의 농도가 높은 소화가스를 다양한 용도로 활용하는 것이 온실가스 저감을 위하여 매우 중요하다.

3. Non-CO_2 온실가스 감축 기술 특성 분석

1) 음식물류폐기물 처리 공정 내 메탄정제 기술

음식물이 발효될 때 산소가 존재하면 호기성 발효로 인하여 CO_2가 주로 발생되고 산소 공급이 원활하지 못하면 혐기성 발효에 의하여 CH_4가 발생되는데 현장의 조건은 이러한 2가지 상태가 혼재되어 있다. 따라서 발생가스는 CH_4와 CO_2가 혼합된 상태로 존재한다. CH_4의 농도가 45-70% 포함된 가스를 포집하고 수분과 황화수소, 실록산, 암모니아, 휘발성유기화합물, 악취 등을 먼저 제거하여 후단의 공정 규모를 줄이고 부식을 방지한다. 최종적으로 CO_2를 분리함으로써 CH_4의 순도를 높이게 된다. 전처리 공정은 흡수법이나 흡착법을 주로 사용하고 CO_2의 분리에는 막분리법이 개발되고 있다. 물론, 최종적으로 얻어지는 CH_4의 용도에 따라 분리, 정제 방법을 달리 할 수 있으며 다단을 적용하여 순도를 높이기도 한다. 생산되는 CH_4는 [그림 6-4]에 보인 바와 같이 도시가스, 자동차 연료에 활용하기 위하여 고압으로 압축, 저장한다.

[그림 6-4] 음식물쓰레기 처리장내 메탄가스 정제 플랜트

이산화탄소 저감 잠재량 산정 결과는 다음과 같다.

100톤/일 규모의 음식폐기물 혐기성 발효 처리장에 대해,

- 100톤/일 음식폐기물 처리

→ 10,000 Nm³/일 바이오가스 (CH_4 60% + CO_2 40%) 발생 (출처 : 일반적인 운전 자료를 기준)

→ 267,857 ㏖ CH_4 + 178,571 ㏖ CO_2

→ 4,285 ㎏ CH_4 + 7,857 ㎏ CO_2 (소각할 경우 약 12 tCO_2eq발생)

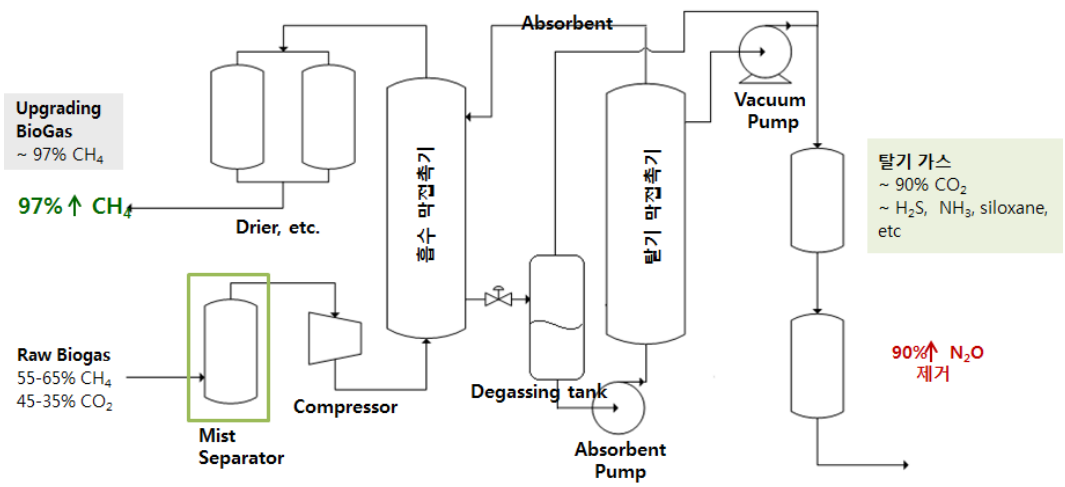
→ 90 tCO_2eq + 8 tCO_2eq

→ 98 tCO_2eq

100 톤/일의 음식폐기물을 혐기성 처리하는 공정에서 약 98 tCO_2eq/일의 온실가스가 발생되고 있으며 이를 대기로 방출하지 않고 활용(단순 소각 또는 정제후 연소 등)하는 경우에는 약 86 tCO_2eq/일의 온실가스 저감효과를 얻을 수 있다. 혐기성 발효에서 발생되는 소화가스의 CH_4순도를 60%로 추정하였으며 활용을 위해서는 분리, 정제의 고도화 기술이 필요하다.

2) 축산분뇨 처리 공정 내 메탄 포집 및 N_2O처리

런던협약의 발효로 인하여 유기성 폐기물의 해양투기가 금지됨에 따라 육상처리가 불가피 해 졌다. 축산분뇨의 처리과정에서 발생되는 CH_4와 N_2O를 처리하기 위하여 [그림 6-5]와 같은 막접촉기 시스템이 개발되고 있다.



[그림 6-5] 축산분뇨 처리 공정 내 메탄 포집 및 N_2O처리

축산분뇨에서 발생되는 가스는 미세 분진이나 액적이 분리되어 압축기를 통하여 흡수식인 막접촉기에 유입된다. 막접촉기의 한 쪽 면으로 가스가 흐르고 다른 쪽으로는 흡수액이 흐르는 구조로 이루어진다. 막접촉기는 다공성의 막으로 구성되어 제거를 위한 성분을 선택적으로 통과, 흡수하는 과정을 거친다. 이 경우에는 CO_2를

선택적으로 제거하게 된다. 막접촉기를 통과한 가스에서 CH_4의 농도는 97% 이상 높아져서 다양한 용도로 활용이 가능하게 된다. 흡수액에 포함되었던 나머지 가스들은 탈기 반응기를 거쳐서 후처리 장치로 보내어지고 여기에 포함된 N_2O는 상온에서 전기환원 장치를 통과하면서 N_2와 O2로 분해된다.

축산분뇨 발생 메탄(CH_4) 및 아산화질소(N_2O) 처리에 따른 온실가스 저감 효과는 다음과 같다.

국내 축산분뇨에서 발생하는 바이오가스로부터 예측되는 메탄과 아산화질소의 온실가스 효과를 이산화탄소로 환산하면 <표 6-8과>과 같다.

<표 6-8> 바이오가스로부터 예측되는 메탄과 아산화질소의 온실가스 효과

단위 : $tCO_2eq/year$

온실가스	2010	2015	2020	2025	2030
CH_4	8,753,623	9,060,000	9,377,100	9,705,299	10,044,984
N_2O	2,442,271 (976,908)*	2,527,750 (1,137487)	2,616,222 (1,308,111)	2,707,790 (1,489,284)	2,802,562 (1,681,537)
SUM.	11,195,894	11,587,750	11,993,322	12,413,089	12,847,546

* 아산화질소의 경우 발생량은 퇴비화 전, 혐기성 소화과정 발생량 (2010년 총발생량 대비 40%, 연간 증가율 1% 계상)[14]

※ 2015년 이후 발생량은 증가 예상 가축 두수를 바탕으로 계산됨[15]

※ 산정 근거 자료 : 하수슬러지 처리현황 및 향후 정책방향, 미래환경, 2012, 음식물쓰레기 줄이기, 한국환경공단, 2012, 가축분뇨 발생량 및 처리현황, 나라지표, 2012, 4. 제주권 환경에너지 종합타운 타당성조사 보고서, 환경부, 2012, 수도권매립지관리공사 보고서, 2008, 국내의 매립가스를 활용한 발전사업 및 향후전망, 전남대학교, 2002

14) 2009년 우리나라 농경지 토양에서의 N2O 배출량 평가, 한국토양비료학회지 44권 6호, 1207-1213, 2011

15) 가축분뇨로부터 아산화질소 배출량 산출, 축산시설환경, 9(1), P.1~8, 2003.

2015년 예측량을 토대로 축산분뇨 분야에서 발생되는 메탄의 10%를 포집·회수할 경우, 온실가스 저감효과를 이산화탄소로 환산하면 연간 약 90만 톤의 이산화탄소 저감효과가 있다. 아울러 2015년 퇴비화 전, 혐기성 소화과정에서 발생하는 N_2O의 10%를 처리할 경우, 온실가스 저감효과는 연간 약 11만 톤의 이산화탄소 저감효과가 있다.

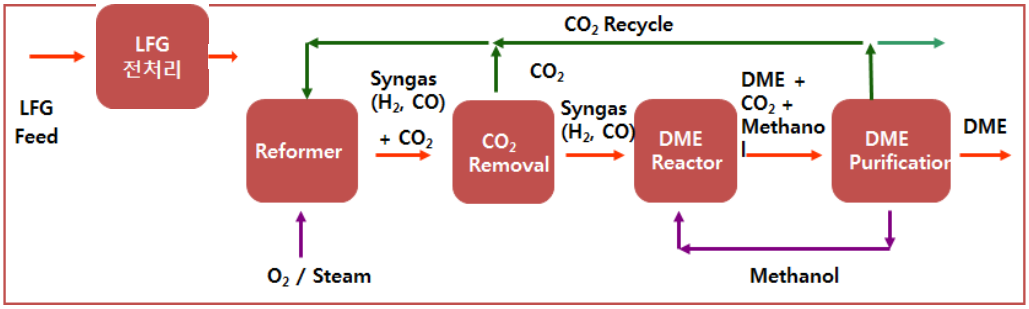
3) 발생원 메탄 직접전환 기술

매립지에서 발생하는 가스는 매립지의 수명, 매립 폐기물의 종류, 기후 등에 따라 종류와 양에서 많은 차이를 보이고 있다. 일반적으로 매립지 가스에는 CH_4가 40-60%, CO_2가 30-50% 정도 포함되어 있는 것으로 알려져 있다. 이외에 N_2, H_2O, H_2S, NH_3, 그리고 기타 악취성분 들로 구성된다.

발생되는 매립지 가스는 연료로 활용될 수 있는 CH_4의 농도가 낮아서 연소가 안정적으로 지속되기 어렵다는 문제가 있다. 이를 해소하기 위하여 LPG와 같은 다른 가스 연료를 혼합하여 사용하기도 한다. 본 연구에서는 매립지 가스를 활용하여 청정 자동차 연료인 DME를 생산하는 시스템을 개발하고 있다. 상기 언급한 매립지 가스내의 불순물을 다양한 방법으로 전처리하고 촉매 반응기에서 아래와 같은 개질반응을 진행시킨다.

$$3CH_4 + 3CO_2 \rightarrow 6H_2 + 6CO$$

하지만 개질반응기에서 원하는 합성가스로의 반응만 진행되는 것이 아니라 CO_2도 생성되기 때문에 미반응 CO_2와 함께 이를 H_2O와 재반응 또는 분리한다. 고순도의 합성가스는 DME합성반응기로 보내어 져서 청정 수송연료인 DME를 생산하게 된다.



[그림 6-6] 발생원 메탄 직접전환 기술

이산화탄소 저감 잠재량 산정 결과는 다음과 같다.

매립지에서 발생되는 온실가스는 CH_4와 CO_2로서 외부 요인에 따라 발생량과 발생농도가 많이 달라지므로 정확히 예측하기는 어려운 실정이다. <표 6-9>는 매립지에서 발생하는 온실가스의 발생량과 발생 전망을 추정한 값으로서 2015년 경에는 2,017만 tCO_2eq인 것으로 보고되고 있다. DME의 생산은 이러한 온실가스를 모두 원료로 사용하므로 전량에 가깝게 온실가스 저감효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다. 하지만 문제는 포집에 있으며 우리나라 매립지의 관리와 사용 방법 등을 감안한다면 발생량의 10% 정도를 넘기 어려울 것으로 판단된다. 그러므로 2015년 약 200만 tCO_2eq/년의 온실가스 저감이 가능할 것으로 예측된다.

<표 6-9> 매립지의 온실가스 발생 현황과 전망

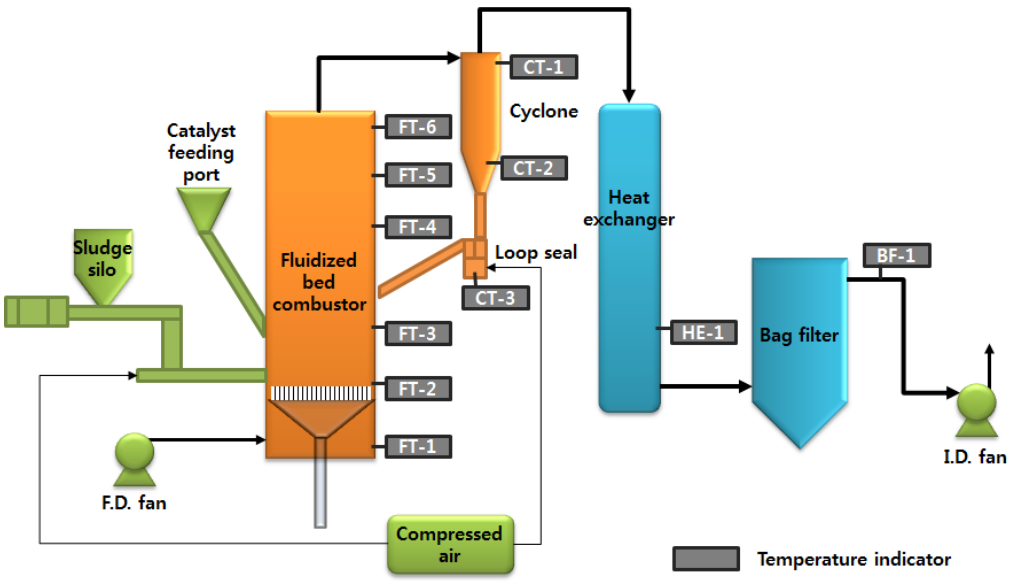
단위 : 만 tCO_2eq/년

년도	2000년	2005년	2010년	2015년	2020년
발생량	1,582	1,602	1,786	2,017	2,321

4) N_2O 발생 억제 유동층 소각 공정 개발

대부분의 하수슬러지가 해양투기로 처리되다가 런던협약의 발효로 인하여 육상처리가 불가피해졌고. 에너지화, 혐기성 소화, 건자재 활용, 복토재 활용 등의 방법이 대안으로 대두되었다. 특히 에너지화 기술은 가장 확실하면서 빠른 처리가 가능한 동시에 에너지의 획득이 가능하다는 장점이 있어서 많은 채택 사례가 보고되고 있다.

하수슬러지의 에너지화에는 소각이 필요하지만 슬러지의 특성상 점도가 높아서 유동층 연소가 필요하다. 이 경우에는 하수슬로지에 존재하는 N성분이 N_2O로 전환되는 경우가 많아서 이를 줄일 필요가 있다. 본 사업에서 개발된 기술은 하수슬러지를 유동층 연소시키는 과정에서 유동매체를 모래 대신에 촉매로 대체하여 N_2O의 발생을 억제하는 것을 골자로 한다.



[그림 6-7] N2O 발생 억제 유동층 소각 공정 개발

이산화탄소 저감 잠재량 산정 결과는 다음과 같다.

- 하수슬러지 발생량 : 약 2,000,000 톤/년 (함수율 80%)
- 하수슬러지 소각시 N_2O발생인자 : 0.9 kg N_2O/톤 하수슬러지(IPCC Guidebook)
- N_2O발생량 : 1,800 톤 N_2O/년
- N_2O의 지구온난화 지수 = 310
- 하수슬러지 소각시 발생 온실가스량 = 558,000 tCO_2eq
- 본 기술의 N_2O저감율 = 90%

하수슬러지 소각기술의 적용에 따른 온실가스 저감 = 502,000 tCO_2eq

제 7 장

결론 및 정책건의

제1절 종합 결론

제2절 정책 건의

제7장 결론 및 정책건의

제1절 종합 결론

본 연구에서는 온실가스·에너지 목표관리제에서 온실가스 배출권거래제로의 전환에 당면하여, 대전시 11개 환경기초시설의 사업장의 기초자료 구축하고 폐기물부문 온실가스 배출권거래제의 성공적인 대응을 위한 감축 전략을 분석하였다.

2017년까지 526개 할당대상업체 배출권총수량은 16억 8700만 tCO_2eq(KAU)으로 확정되었다. 업종별로 할당량이 많은 곳은 발전, 철강, 석유화학 순이다. 폐기물 업종은 총 45개소이고, 배출권수량은 26백만 KAU이다. 업체별 사전할당량의 총합은 약 15억 9800 KAU으로 배출권 신청수량의 94.7% 수준으로 할당되었다.

모니터링 계획은 온실가스 배출량을 결정하는 측정 및 수집 방법을 나타낸 것이므로 배출권거래제에서 사전에 수립해야할 중요한 계획이다. 모니터링 계획에는 대상시설의 공정도, 모니터링 도식도, 배출활동에 대한 산정방법이 제시되어야 한다. 본 연구에서는 11개 환경기초시설의 공정 및 모니터링 조사를 통해 온실가스 배출흐름도를 작성하였다. 폐기물 및 하수가 반입되는 매립시설, 소각시설, 음식물자원화시설, 하수처리시설은 물질흐름에서 온실가스가 대부분 발생하며, 나머지 시설은 전력, 경유 등 에너지 사용에 의해 온실가스가 발생한다.

대전시 11개 환경기초시설의 1차 계획기간(2015년~2017년)의 배출권 신청수량은 788,800 tCO_2eq으로 연간 262,933 tCO_2eq이다. 이 중 7개 일반사업장에서의 배출권 신청수량이 전체 신청수량의 99%인 780,762 tCO_2eq이고, 소량배출사업장의 배출권 신청수량이 8,037.9 tCO_2eq로 전체 신청수량의 1%이다. 사업장별 신청수량 산정 결과를 보면 신일동 환경에너지 사업소가 전체 신청수량의 30.1%로 가장 많고, 다음으로 대전하수처리장(29.8%), 금고동 환경자원사업소(26.5%)순으로 배출권 신청수량이 많은 것으로 나타났다.

대전시의 계획기간 내 배출권 총 할당량은 698,449 tCO_2eq으로 90,351 tCO_2eq 감소된 량을 할당받았다. 이는 배출권 총 신청수량의 약 88.5%이다. 각 이행연도에

해당하는 배출권 할당량은 신청수량 대비 각각 2015년도 약 91.2%, 2016년도 약 88.2%, 2017년도 약 86.3%로 각 이행연도에 따라 감축량이 증가된다.

대전시 11개 환경기초시설 중 9개 사업장에서 온실가스 감축 실적이 있었으며, 연간 2,919.343 tCO_2eq의 온실가스 감축효과와 60.108 tCO_2eq의 에너지 절약효과가 있는 것으로 산정되었다. 대전하수처리장의 감축실적이 전체 감축실적의 92%를 차지한다.

감축 실적별로 한계투자비용과 한계저감비용을 산정한 결과, 음식물쓰레기광역자원화시설의 송풍기 인버터 설치가 가장 효과적이었고, 대전하수처리장의 소형 태양광발전이 가장 비효율적인 것으로 나타났다. 감축조치별로 비용을 분석해본결과, "인버터를 사용으로 부하변화에 대응", "고효율 전동기로 교체"가 효율적인 감축조치인 것으로 분석되었고, "고효율 조명기기 사용"이 가장 비효율적인 감축조치로 분석되었다. 그간 실적을 종합한 결과 1톤의 온실가스를 감축하는데 필요한 한계투자비용은 110,000/tCO_2eq이고, 한계저감비용은 -51,000원/tCO_2eq으로 분석되었다.

매립시설에 적용 가능한 감축기술 중 매립가스 회수 등 대체에너지 사용이 가장 중요한 감축 기술이다. 소각시설의 경우 플라스틱 폐기물의 소각에 의한 온실가스 배출량이 많기 때문에 플라스틱 폐기물의 관리방안이 우선적으로 필요할 것으로 판단된다. 다음으로 효율 개선을 위한 고효율 송풍기 등 설비 교체와 소각 시 발생하는 폐열을 회수하여 스팀을 생산하거나 발전 효율을 높이는 방안이 효과적일 것으로 판단된다. 음식물자원화시설의 경우 자원화 과정에서 발생하는 메탄가스를 활용할 경우 상당량의 온실가스를 감축할 수 있다. 또한 함수율이 높은 음식물류폐기물을 탈수하는 건조기 등을 고효율 압착탈수기로 도입하는 것도 좋은 방안이다.

정수시설의 온실가스 배출량은 대부분 전기사용량에 기인하기 때문에 고효율 전동기로의 교체 등 효율이 높은 설비로 교체할 필요할 것으로 판단된다.

하수처리시설의 경우, 하수처리 공정의 개선 여지가 많아 온실가스 배출 감축 잠재량이 높을 것으로 판단되며, 혐기성 소화시설에서 생산한 메탄가스를 회수하여 연료화하거나 판매할 경우 배출량의 상당 부분을 감축할 수 있다.

<표 7-1> 사업장별 적용 가능한 기술 검토

사업장명	기 적용 기술						적용 가능 기술 (주요 배출원고려시)
	인버터 설치	전동기 교체	변압기 교체	조명 교체	안정기 교체	태양광 설치	
금고동 환경자원사업소				◐			매립가스 활용 증대
신일동 환경에너지사업소	●	●		◐			플라스틱 재활용, 스팀 효율
음식물쓰레기광역자원화시설	●						메탄가스 활용, 고효율 압착탈수기
수도시설관리사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
송촌정수사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
월평정수사업소							고효율 전동기로의 교체
신탄진정수사업소				◐			고효율 전동기로의 교체
대전하수처리장	●	●	●	◐		△	메탄가스를 회수하여 연료화
대전위생처리장	●						고효율 전동기로의 교체
흑석하수처리장							고효율 전동기로의 교체
대덕산단환경사업소					○		메탄가스를 회수하여 연료화

※우선순위 : ● 상, ◐ 중, ○ 하, △ 비추천

중장기적으로는 Non-CO_2 배출을 줄임으로써 온실가스 배출을 줄일 수 있다. 적용 가능한 기술로는 음식물류폐기물 처리 공정 내 메탄정제 기술, 분뇨 처리 공정 내 메탄 포집 및 N_2O처리, 발생원 메탄 직접전환 기술, N_2O 발생 억제 유동층 소각 공정 개발 등이 있다.

제2절 정책건의

본 연구에서 산정된 배출권 신청수량과 모니터링 조사, 그리고 비용효율적인 감축조치에 대한 분석의 결과를 잘 활용함으로써 온실가스 배출권거래제 도입에 앞서 지자체 차원에서의 선제적 대응이 가능할 것으로 판단된다.

특히, 기존의 감축 실적이외 추가적인 감축 전략을 수립할 때, 적용 가능한 감축기술들을 사전에 종합적으로 검토하고, 한계투자비용 또는 한계저감비용이 적은 감축기술을 중심으로 우선순위를 부여하여야 한다. 선정된 감축기술에 대해서는 타 설치 사례 등 운영 실적 및 온실가스 감축 효과를 검증한 뒤 실시계획을 수립하여야 한다.

또한 환경기초시설의 감축 장기계획을 수립함에 있어, 단기적 감축 조치 이외에 중장기적 감축 기술을 도입함으로써 근본적인 온실가스 배출 흐름도가 변경 가능하도록 추진하여야 한다. 즉 기존 온실가스 배출 흐름도에서 정량적인 양만 감축할 경우, 기술 도입의 한계, 시설 변경의 한계에 다다를 수 밖에 없다. 본 연구에 의하면 인버터 설치 및 노후 전동기 교체 등 투자 비용 대비 온실가스 감축 효과가 큰 감축 기술을 이미 도입한 경우, 추가적인 감축을 기대하기는 어려운 것으로 분석되었다. 따라서 물질 흐름의 변경, 에너지 흐름의 변경이 가능토록 하여만 기존 온실가스 흐름의 제거가 가능하다. 또한 온실가스 배출계수가 큰 에너지 원을 자체 생산한 신재생에너지 원으로 대체하도록 하여야 한다.

지방 재정의 효율적인 관리를 위해 국비 지원이 가능한 감축 기술 도입에 대해서는 적극적인 검토가 필요하며, 온실가스 감축 효과 등을 근거 자료로 활용토록 한다. 또한 대전시에서 시행한 온실가스 감축 사업에 대해서는 외부사업[16]으로 인정이 가능하므로, 대전시 도시공원 조성 등에 의한 산림탄소상쇄 사업과 연계하여 확보한 인증 실적을 상쇄배출권으로 전환하여 활용토록 추진하여야 한다.

16) 외부사업(경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업) 인증실적을 상쇄배출권으로 전환하여 배출권거래제도에 상쇄 또는 거래하는 제도

본 연구 분석 결과 일부 감축 기술은 온실가스 저감효과 대비 비용이 과다하게 소요되므로, 무리한 감축 기술 도입에 앞서 적당한 범위 내에서 배출권 거래를 추진하는 것이 필요하다. 배출권은 KAU 당 최대 1만원에 거래가 가능하므로 지역 내 기업과의 거래 가능성을 열어두어야 한다. 본 제도와 감축 기술이 잘 운영되고 관리될 경우, 대전지역의 감축 기술 보유 중소기업 간의 거래를 통해 우리 지역경제 미치는 경제적 파급 효과도 긍정적일 것으로 판단된다.

향후 대전시에서는 거래제 활성화 및 지역경제 활성화 차원에서 필요한 조례 제정 등 제도적 기반을 마련하여야 할 것이다.

[그림 7-1] 배출권거래제 대응방안 연구 결과의 활용

참고문헌

경향신문(2014), 저탄소 밑그림 무엇이 문제인가

국회기후포럼(2013), 새 정부의 기후변화정책, 어떻게 추진할 것인가

관계부처 합동(2014), 국가 온실가스 감축 2020 로드맵

기후에너지연구소(2014), http://carbonmarket.tistory.com/110

대구시(2014), 온실가스 배출권거래제 설명회

대전광역시 상수도사업본부(2014), 급수정보 급수구역

대전광역시 상수도사업본부(2014), 급수정보 생산시설

대전광역시 상수도사업본부(2014), 2014년 상수도통계

대전광역시 시설관리공단(2014), 대전하수처리장 슬러지처리시설

대전광역시 시설관리공단(2014), 대전하수처리장 수처리시설

대전광역시 시설관리공단(2014), 대전위생처리장 주요시설현황

대전광역시 시설관리공단(2014), 흑석하수처리장 주요시설현황

대전발전연구원(2014), 배출권할당 세미나

대전발전연구원(2013), 에너지·온실가스 목표관리제 교육

세계일보(2013), 온실가스 감축 설비 기업 세제혜택

신탄진정수사업소(2014), 시설현황

온실가스종합정보센터(2014), 2013 국가 온실가스 인벤토리 보고서

이에프컨설팅(2013), 대응 역량강화 교육 2차 심화교육과정 감축잠재량 평가

이에프컨설팅(2014), 배출권거래제 할당신청서 지침 분석 및 작성 가이드

축산시설환경, 9(1), p.1~8 (2003), 가축분뇨로부터 아산화질소 배출량 산출

한국에너지기술연구원(2007), 폐자원에너지화 및 Non-CO_2 온실가스 사업단 응모계획서

한국토양비료학회지 44권 6호, 1207-1213 (2011), 2009년 우리나라 농경지 토양에서의 N_2O 배출량 평가

한국환경공단(2013), 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍

한국환경공단(2014), 폐기물부문 관리업체 이행실적 설명회

한국환경공단(2014), 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 1차 설명회

한국환경공단(2014), 모니터링 계획서 작성가이드라인

환경부(2014), 2015년 시행되는 온실가스 배출권거래제도
환경부(2014), 온실가스 배출권거래제 제1차 계획기간(2015~2017) 국가배출권 할당계획 요약
환경부(2014), 모니터링 계획 작성 설명회
환경부(2013), 온실가스 배출권거래제 통합 시범사업 교육
환경부(2014), 환경정책 브리프 “온실가스 배출권거래제도 이렇게 운영하겠습니다”
환경부(2014), 모니터링 계획 작성 설명회
환경부(2014), 환경기초시설 탄소중립 프로그램 워크숍

기본과제 연구보고서 2014-08

대전시 폐기물부문 온실가스 배출권거래제 대응방안

발행인 유 재 일
발행일 2014년 11월
발행처 대전발전연구원
302-789 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)
전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528
홈페이지 : http://www.djdi.re.kr

인쇄: 디자인크로스 TEL 070-4216-9392 FAX 070-4213-6755

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.