

## 온실가스 감축사업 효율성 분석

이 상 신

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원  
sinslee@cni.re.kr

신 우 석

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원  
swooseok77@cni.re.kr

본 연구는 국내 온실가스 감축사업의 단위 사업비당 감축량을 산정하여 온실가스 감축사업이 기존 사업 추진 중 부가적 사업에 머물지 않고, 온실가스 감축사업을 주목적으로 추진시 사업비용 효과를 참고하여 사업 우선순위 참고자료로 활용하고자 함

### CONTENTS

1. 연구개요
2. 국내 온실가스 감축 사업 현황
3. 국내 및 충청남도 온실가스 감축 사업비용효과 분석
4. 시사점 및 정책제언

### 요약

- 국내 산업부문의 업종별 온실가스 감축 효과는 정유 분야(41.1tCO<sub>2</sub>/백만원)가 가장 높은 예산 대비 감축효과를 보였음
  - 산업 기타(22.6tCO<sub>2</sub>/백만원), 공공(17.5tCO<sub>2</sub>/백만원), 요업(11.50tCO<sub>2</sub>/백만원), 화공(11.12tCO<sub>2</sub>/백만원) 순으로 나타남
- 특히 업종별 온실가스 감축 사업 중에서는 폐열회수 사업과 연료전환 사업에서 비교적 높은 사업비용효과를 보였음
- 한국에너지공단(2012) 자료에 따르면 제조업의 시멘트 원료전환 사업(3217.80tCO<sub>2</sub>/백만원)과 제조공정 개선 사업(459.60tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 우수한 감축 효과를 보였음
- 한편, 충남 외 지역과 충남 지역의 비산업부문에서는 건물부문에서 가장 높은 사업비용효과를 나타냄
- 비산업부문에서 충남 외 지역과 충남 지역의 사업비용효과를 비교한 결과 수송(114.6배), 농업/축산(51.6배), 건물(10.3배), 폐기물(8.3배) 순으로 나타났으며, 토지/녹지부문에서는 충남 지역이 충남 외 지역보다 1.2배 높게 나타남
- 충남 지역 비산업부문 비용효과를 비교대상 지자체 수준으로 향상시키기 위해 고도화 방안마련이 필요하며 도내 소규모 감축사업의 번들화 추진을 검토할 필요가 있음
- 화력발전사 등 대규모 배출업체의 폐열회수, 연료전환 사업 등 비용효율이 높은 사업에 대한 추가 발굴노력과 더불어 발굴된 사업이 도내에서 추진되도록 유도할 필요가 있음
- 온실가스 감축사업이 부가적 사업이 아닌 주사업으로 접근할 필요가 있으며, 비교대상 지자체의 우수사업에 대한 벤치마킹이 필요함



# 01 연구 개요

## 1. 연구 배경

- 전 지구적으로 기후변화에 따른 기상이변, 생태계 변화 및 파괴, 기온 및 해수면 상승 등으로 인한 피해는 세계 여러 지역에서 동시다발적으로 발생하고 있고, 우리나라 또한 다양한 기상 이변으로 경제적·인적 손실을 입고 있어, 기후변화의 원인 물질인 온실가스 배출 감축을 위해 다양한 노력들이 국내외적으로 활발하게 이루어지고 있음
- 우리나라 역시 온실가스 감축목표를 강화하여 2030년까지 기준배출량 대비 37% 감축목표를 발표하고 이를 이행하기 위한 「국가 온실가스 감축 로드맵」을 제시하였음
- 한편 충청남도 또한 온실가스를 감축하기 위해 「제2차 충청남도 기후변화대응 종합계획」을 마련하는 등 지역 차원에서의 온실가스 감축량을 달성하기 위해 노력하고 있음
- 이러한 배경하에 지자체들에서 현재 진행하고 있는 온실가스 감축사업(비산업 부문) 또는 국내에서 진행되었던 온실가스 감축 사업(산업 부문)에 대한 현황 및 예산 투입 대비 감축량의 효과를 알아보고 추후 충청남도에서 온실가스 사업을 진행하는데 기초 자료로 활용하고자 함
- 더불어, 기존 온실가스 감축사업의 대부분이 추진 중이거나 예정된 사업의 온실가스 감축량을 확인을 통한 부가적 사업으로 인식되고 있어, 감축사업이 주 사업으로 인식되기 위해서는 비용대비 사업효율성 측면이 강조되어야 하나 이에 대한 분석의 필요성이 있음

## 2. 연구 목적 및 방법

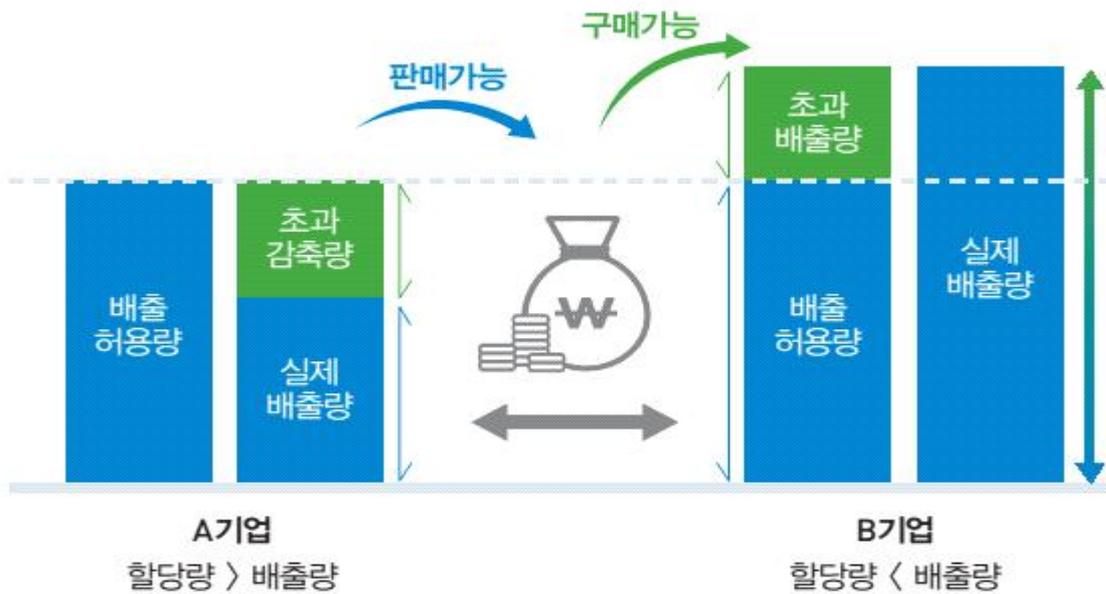
- 온실가스감축사업의 주류화를 위해 감축사업의 사업우선순위 선정 참고자료로 활용하고자 함
- 이를 위해 국내 온실가스 감축 관련 산업 및 비(非)산업 부문 사업들에 관한 문헌 자료 및 각 지자체에서 계획 또는 수행된 정책들을 중심으로 자료들을 정리하였음
- 이를 통해 각각의 사업들에 대한 사업비용효과를 추정하였고 그 효과들을 비교·검토하였음

# 02

## 국내 온실가스 감축 사업 현황

### 1. 온실가스 배출권거래제

- 정부가 운영하고 있는 대표적인 온실가스 감축 사업인 온실가스 배출권거래제(2015년 도입)는 정부가 할당대상업체에 온실가스 허용량을 부여하고, 할당대상업체들은 허용량 범위 내에서 온실가스 감축을 하되, 허용량이 남을 경우는 다른 할당대상업체에게 남은 허용량을 판매할 수 있고, 허용량이 부족할 경우는 다른 할당대상업체로부터 부족한 허용량을 구입할 수 있도록 하고 있음



[그림 1] 온실가스 배출거래제의 개념(환경부, 2015년)

- 외부사업은 배출권 거래제 할당대상업체 외부의 배출시설 등에서 국제적 기준에 부합하는 방

식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업이며, 크게 일반외부사업과 CDM사업으로 나뉠 수 있음

- 일반외부사업(자발적 온실가스 감축)은 할당 대상업체의 조직경계 외부에서 국제적 기준에 부합하는 측정, 보고, 검증이 가능한 방식으로 실시한 온실가스 감축사업
  - 승인 가능대상 사업 : 사업 시작일이 2010년 4월 14일(저탄소 녹색성장 기본법 시행일) 이후 발생한 사업
- CDM(Clean Development Mechanism)사업은 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약 (UNFCCC)」 및 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약에 대한 교토의정서」 제12조에 따른 청정개발체제 사업을 말함

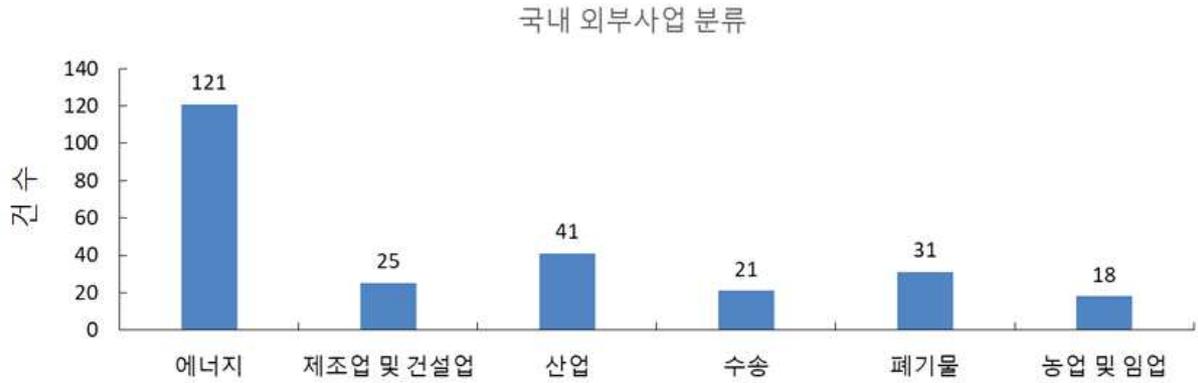


[그림 2] 외부사업 추진절차(환경부, 2015)

### 1) 국내 외부사업 방법론 및 등록 현황

- 현재(2020년 2월) 상쇄등록부 시스템에 등록된 외부사업 방법론 257건을 내용 특성에 따라 구분하면 에너지(121건), 산업(41건), 폐기물(31건), 제조업 및 건설업(25건), 수송(21건), 농업 및 임업(18건) 순으로 비율이 높게 나타남(그림 3)

- 사업분야들을 좀 더 세분화 시켜 분류하면 16개의 사업분야와 28개의 세부분류로 분류함(표 1)
- 이중 에너지 분야인 신재생에너지 생산(1-B)과 에너지 수요(3-A) 그리고 폐기물 분야인 폐기물 취급 및 처리(13-A)가 외부사업 내 큰 비중을 차지하고 있음



[그림 3] 국내 외부사업 방법론 분류

[표 1] 국내 외부사업 방법론 분류

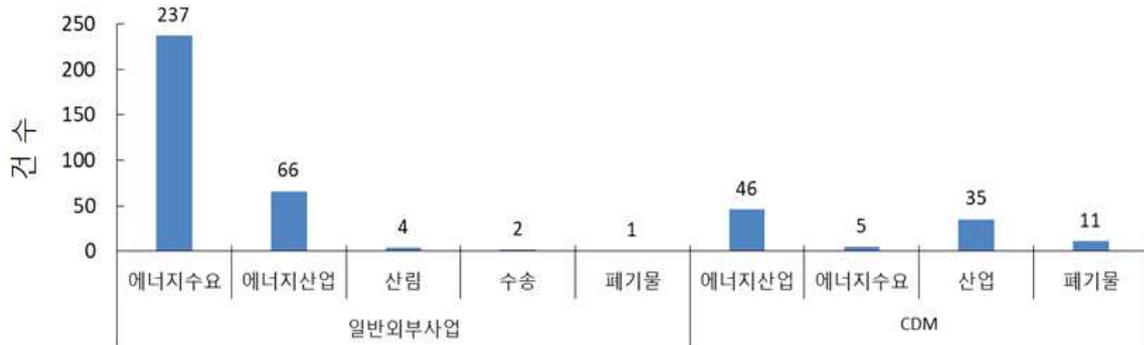
순서	구분	세부분류	
1	에너지 산업(69건)	1-A(21건)	화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산
		1-B(32건)	신재생에너지로부터의 에너지 생산
		1-C(16건)	기타
2	에너지 공급(8건)	2-A(7건)	전기공급
		2-B(1건)	열공급
3	에너지 수요(44건)	3-A(44건)	에너지수요
4	제조업(24건)	4-A(5건)	시멘트분야
		4-B(1건)	알루미늄 분야
		4-C(3건)	철강분야
		4-D(2건)	정제분야
		4-E(13건)	기타
5	화학산업(14건)	5-A(14건)	화학공정산업
6	건설(1건)	6-A(1건)	건설
7	수송(21건)	7-A(21건)	수송
8	광업/광물(1건)	8-A(0건)	광업/광물 공정
		8-B(1건)	오일 및 가스 산업, 탄광메탄회수 및 사용
9	금속산업(7건)	9-A(7건)	금속생산

순서	구분	세부분류	
10	연료로부터의 탈루성 배출(8건)	10-A(1건)	10-B를 제외한 광업/광물 공정에서의 탈루배출
		10-B(7건)	오일 및 가스산업, 탄광 메탄회수 및 사용으로부터의 탈루 배출
11	할로겐화탄소, 육불화황생산 및 소비로부터의 탈루성 배출(11건)	11-A(2건)	화학공정 산업
		11-B(9건)	온실가스 포집 및 파괴
12	용제사용(0건)	12-A(0건)	화학공정 산업
13	폐기물(31건)	13-A(28건)	폐기물 취급 및 처리
		13-B(3건)	동물퇴비관리
14	산림(9건)	14-A(9건)	탄소흡수원 유지 및 증진
15	농업(9건)	15-A(6건)	경종
		15-B(3건)	축산
16	이산화탄소 포집 및 저장 또는 재이용(0건)	16-A(0건)	이산화탄소 포집 및 저장 또는 재이용

출처 : 상쇄등록부 시스템 참고(2020년2월)

- 국내 외부사업으로 등록된 사업은 총 407건(일반외부사업 310건, CDM 97건)으로 이중 일반 외부사업에서는 에너지 수요 관련 237건, 에너지 산업 66건, 산림 4건, 수송 2건, 폐기물 취급 1건으로 구분됨(그림 4)
- CDM 사업에서는 에너지 산업 46건, 에너지 수요 5건, 산업 35건, 폐기물 11건으로 일반외부 사업과 비교해보면 에너지 산업이 높은 비중을 차지하고 있는 것을 알 수 있음
- 특히 일반외부사업으로 등록된 사업 중 연료전환사업(121건), 건물 난방방식 전환(43건), 고효율 설비교체 사업(42건), 목재펠릿을 활용한 연료 전환사업(40건) 순으로 높게 나타남(표 2)

국내 외부사업 등록현황



[그림 4] 국내 외부사업 등록현황

[표 2] 국내 외부사업 등록현황

구분	방법론	승인 건수
에너지 수요	건물 고효율 조명기기 교체 사업	1
	건물의 난방방식을 중앙난방에서 지역난방으로 전환하는 사업	43
	고효율 보온자재를 이용한 원예시설의 난방용 에너지 사용량 감축	4
	고효율 설비교체 사업	42
	농촌지역에서 미활용 열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	2
	미활용 열 에너지 회수 및 이용사업	17
	연료전환사업	121
	전력 절감설비 설치사업	1
	농촌지역에서 태양열 이용 열 생산	1
	농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업	3
	히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축	2
에너지 산업	농촌에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감사업	24
	농촌지역에서 목재펠릿을 활용한 연료전환사업	1
	목재펠릿을 활용한 연료전환 사업	40
	재생에너지를 이용한 전력생산 및 계통연계사업	1
수송	바이오 CNG 생산 및 자동차 연료이용 사업	1
	고속 승객 철도시스템	1
폐기물 취급	바이오 메탄을 도시가스 공급망에 주입하는 사업	1
산림	식생복구 사업	2

구분	방법론	승인 건수
	신규조립 재조립 사업	2
	소계	310
	CDM사업	97
	합계	407

출처 : 상쇄등록부시스템 참고(2020년2월)

- 국내 외부사업 등록현황(407건) 중 외부사업으로 인증된 실적은 모두 360건으로 CDM 사업이 총 사업에서 93.6%를 차지하고 있음(표 3)
- 사업을 분류해보면 화학산업(142건), 에너지 산업(78건), 폐기물(53건), 탈루성 배출(46건) 순으로 비율이 높았음
  - 동일 사업이 중복으로 인증된 사업이 많음(예: 시화호 조력발전사업 26건)
- 대부분 CDM 사업이 높은 비율을 차지하고 있으며 일반 외부사업으로는 에너지 수요에서 아파트 연료전환 사업(14건)과 미활용 열에너지 활용사업(1건)으로 나타남
- 또한 에너지 산업 중 지열 에너지 사업(5건)과 폐기물에서 바이오메탄 제조 및 공급 사업(3건)이 일반 외부사업으로 인증실적으로 분류되었음

[표 3] 국내 외부사업 인증실적

구분	방법론	사업분류	총 인증 건수 (CDM 건수)
에너지 수요 (39건)	연료전환	보일러 연료전환 사업	10(10)
		산업체 연료전환(유류→가스) 사업	14(14)
		아파트 연료전환 사업	14(0)
	미활용 열에너지 활용	미활용 열에너지 활용 사업	1(0)
에너지 공급 (2건)	열공급	목질 바이오매스 열병합발전 사업	2(2)
에너지 산업 (78건)	신재생에너지 생산	조력발전 사업	26(26)
		지열에너지 사업	5(0)
		태양광발전 사업	13(13)
		풍력발전 사업	24(24)

구분	방법론	사업분류	총 인증 건수 (CDM 건수)
		소수력발전 사업	10(10)
폐기물 (53건)	폐기물 취급 및 처리	매립가스 발전 사업	50(50)
		바이오메탄 제조 공급 사업	3(0)
탈루성 배출 (46건)	온실가스 포집 및 파괴	SF6 저감 및 재생 사업	46(46)
화학산업 (142건)	화학 공정	N2O 저감 사업	142(142)
합계		360(337)	

출처 : 상쇄등록부시스템 참고(2020년2월)

## 2. 온실가스 · 에너지 목표관리제

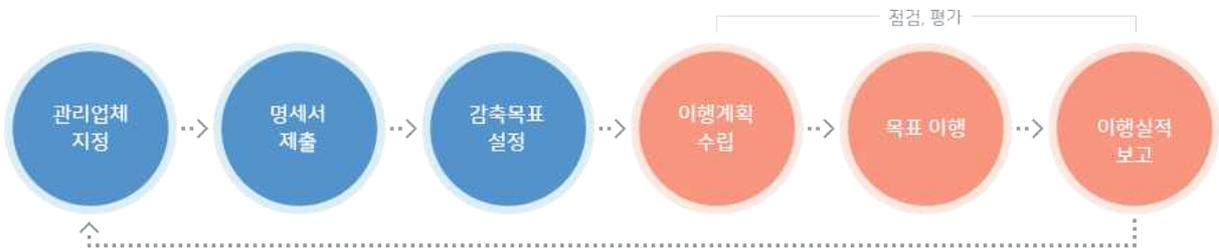
- 온실가스·에너지 목표관리제는 저탄소 녹색성장 기본법에 따른 국가 중기 온실가스 감축(2030년의 국가 온실가스 총배출량을 2017년의 온실가스 총배출량의 1000분의 24만큼 감축)을 달성할수 있도록 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 일정 수준(50,000tCO<sub>2</sub>eq, 200TJ이상 업체, 15,000tCO<sub>2</sub>eq, 80TJ이상 사업장) 이상인 업체 및 사업장을 관리업체로 지정하여 온실가스 감축목표, 에너지 절약목표를 설정하고 관리하기 위한 제도임(표 4)
- 즉 정부와 관리업체가 상호 협의하여 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 목표를 정하고, 정부는 인센티브와 패널티(개선명령, 과태료 등)를 통해 목표달성을 유도함
- 2019년 11월 관리업체 변경 고시 기준 온실가스·에너지 목표관리 대상은 총 391개로 관장기관 별로 국토교통부 144개, 산업통상자원부 196개, 농림축산부 26개, 해양수산부 10개, 환경부 15개 이며, 공공부문 대상기관은 837개임
- 온실가스·에너지 목표 설정 및 관리 대상인 관리업체는 업체 단위와 사업장 단위로 구분되며, 연차적으로 적용 대상을 확대하고 있음(녹색법 시행령 제29조)
- 온실가스·에너지목표관리제 추진 절차리업체는 매년 조사를 통해 최근 3년간 평균 온실가스 배출량과 에너지 소비량이 표4에 나와있는 관리업체 지정기준 이상인 업체(법인기준) 및 업체 내 사업장을 대상으로 지정함

[표 4] 온실가스·에너지 목표관리제 관리업체 지정기준

구분	2011.12.31까지		2012.1.1부터		2014.1.1.부터현재까지	
	업체기준	사업장기준	업체기준	사업장기준	업체기준	사업장기준
온실가스(CO <sub>2</sub> ton)	125,000	25,000	87,500	20,000	50,000	15,000
에너지 소비(TJ)	500	100	350	90	200	80

자료 : 저탄소녹색성장기본법 시행령 제29조

- 온실가스·에너지 목표관리의 운영체계는 크게 관리업체 지정, 명세서 제출, 감축목표 설정, 이행계획 수립, 목표이행, 이행실적 보고 순으로 이루어짐(그림 5)
- 온실가스·에너지 목표관리제는 제도 총괄, 조정기능을 하는 총괄기관과 관리업체의 목표설정 및 관리를 담당하는 부문별 관장기관으로 역학 구분
  - 농업·축산 분야 : 농림축산부, 산업·발전 분야 : 지식경제부 등



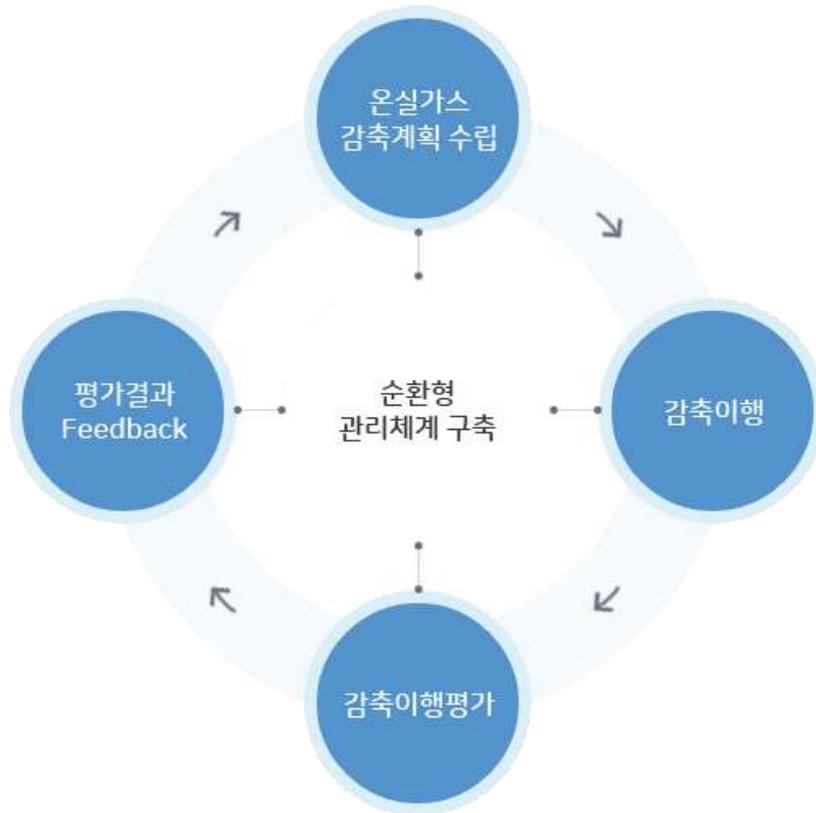
[그림 5] 온실가스·에너지 목표관리제 운영체계

### 3. 지자체 온실가스 감축(온실가스 인벤토리 구축사업)

- 국가 온실가스 감축목표 2030년 BAU(851백만톤CO<sub>2</sub>eq) 대비 37%(315백만톤CO<sub>2</sub>eq)의 온실가스 감축 달성을 위해 지자체별 온실가스 감축목표 재설정 관련 계획 수립 연구가 활발히 진행 중임
- 국내 감축목표(BAU 대비 32.5%, 276.5백만톤CO<sub>2</sub>eq) 중 지자체 관리 권한인 비(非) 산업부문은 106.8백만톤CO<sub>2</sub>eq(약 39%) 해당함
- 국가 감축목표 달성을 위하여 비 산업부문 감축정책은 지자체 역할이 중요하나 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해 추진중인 정책은 대부분 산업부문에 해당하고 비 산업부문은 상대적으로 제도 및 여건 등의 감축기반이 미비함
  - 비 산업부문 : 가정, 상업, 공공, 기타, 도로수송, 폐기물, 농축산임
- 한국환경공단(정부)에서는 지자체 차원의 자발적인 온실가스 감축 지원을 위해 “배출특성 분

석 → 감축수단 발굴 → 이행점검 및 환류” 등 온실가스 관리 전 단계 컨설팅을 추진하고 있음

- 또한 관련지침 제공, 맞춤형 교육실시 등 기술지원으로 담당자 역량 강화 등을 지원하고 있음



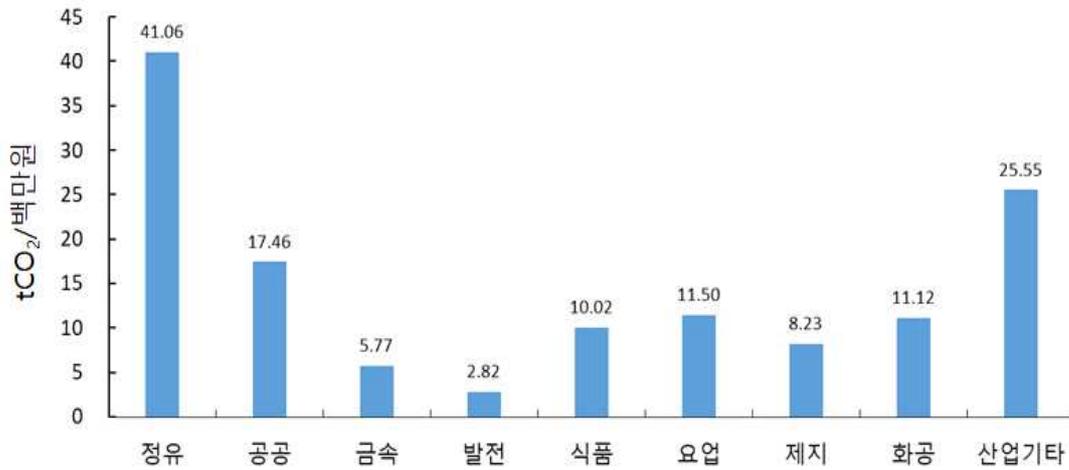
[그림 6] 지자체 온실가스 감축기반 구축

## 1. 국내 사업부문 온실가스 사업비용효과

### 1) 산업 부문 업종별 온실가스 감축 비용 효과 비교

- 2005년~2010년에 승인된 산업부문 온실가스 배출 감축사업(KVER)을 업종별로 분류하여 분석하였음
- 국내 업종별 온실가스 감축 비용효과에서는 정유 분야가 41.06tCO<sub>2</sub>/백만원으로 비용 대비 온실가스 감축효과가 가장 높은 것으로 나타났음(그림 6)
- 그 다음으로 산업기타(25.55tCO<sub>2</sub>/백만원), 공공(17.46tCO<sub>2</sub>/백만원), 요업(11.50tCO<sub>2</sub>/백만원), 화공(11.12tCO<sub>2</sub>/백만원) 순으로 비용 대비 온실가스 감축 효과가 높았음
- 특히 업종별 예산 대비 온실가스 감축 방법중에서도 폐열회수 사업과 연료전환 사업에서 비교적 비용 대비 온실가스 감축 효과가 높은 것으로 나타남(표 5)
- 한국에너지공단(2012년)에서 발표한 산업부문 온실가스 감축실적(KVER) 인센티브 지원 비용효과 분석연구를 바탕으로 온실가스 감축실적 사업에 대한 예산 대비 감축효과를 나타냄(표 6)
- 온실가스 감축실적에서 추진되었던 사업들의 예산 대비 온실가스 감축량을 비교해 보면 제조업의 시멘트 원료전환 사업(3217.8tCO<sub>2</sub>/백만원)과 제조공정 개선 사업(459.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 우수한 감축효과를 보였음
- 그 외 에너지 수요의 고효율 설비교체를 통한 연료절감 사업(1142.9tCO<sub>2</sub>/백만원)과 보일러 연료전환사업(271.4tCO<sub>2</sub>/백만원, 100.5tCO<sub>2</sub>/백만원)도 비교적 높은 감축효과를 보였음
- 국내 산업부문에 추진되었던 온실가스 감축 사업에 대해 비용 대비 온실가스 감축 효과는 주로 폐열 회수 및 연료전환 사업에서 높은 효과를 나타낸 것을 알 수 있었음

업종별 온실가스 감축 비용효과



[그림 8] 업종별 온실가스 감축 비용효과 비교

[표 5] 업종별 온실가스 감축 비용 효과

구분 (업종)	사업수 (개)	총 온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> )	총투자비 (백만원)	비용 대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)	
정유	공정개선	2	35,530	468	75.92
	제품 현열회수	2	35,940	340	105.71
	폐가스 회수	1	22,070	1,470	15.01
<b>소계</b>	<b>5</b>	<b>93,540</b>	<b>2,278</b>	<b>41.06</b>	
공공 부분	배증기 열회수	1	28,190	1,300	21.68
	폐가스 회수	6	702,480	36,264	19.37
	송풍기	2	15,190	678	22.40
	스팀 터빈	2	33,964	9,018	3.77
	회전수 제어설비	1	13,620	522	26.09
	기타	1	60,585	1,126	53.81
<b>소계</b>	<b>13</b>	<b>854,029</b>	<b>48,908</b>	<b>17.46</b>	
금속	설비보완	1	23,010	1,128	20.40
	수관	1	54,280	3,876	14.00
	스팀드럼	1	31,213	2,267	13.77
	예열기	1	26,345	1,370	19.23
	제품 현열회수	3	376,415	17,940	20.98
	증기-터빈 열병합	1	38,590	1,370	28.17
	폐가스 열회수	5	1,323,785	264,903	5.00
	가스 터빈	1	405,870	209,000	1.94
스팀 터빈	1	1,204,235	96,700	12.45	

구분 (업종)	사업수 (개)	총 온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> )	총투자비 (백만원)	비용 대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)	
	회전수 제어설비	3	59,555	10,136	5.88
	태양광	2	7,976	12,550	0.64
	풍력발전	1	11,000	54,000	0.20
	기타	2	436,180	18,250	23.90
<b>소계</b>	<b>23</b>	<b>3,998,454</b>	<b>693,490</b>	<b>5.77</b>	
발전	설비대체	1	22,275	61,000	0.37
	열풍로	1	27,735	10,400	2.67
	폐가스 열회수	1	280,780	4,281	65.59
	가스 터빈	2	770,626	199,288	3.87
	디젤엔진	1	5,505	1,430	3.85
	송풍기	1	7,470	1,568	4.76
	스팀 터빈	1	152,028	51,628	2.94
	신 설비도입	1	283,336	247,380	1.15
	회전수 제어설비	3	104,890	10,735	9.77
	소수력발전	1	71,160	15,230	4.67
	연료전지	1	32,380	13,900	2.33
	태양광	1	3,185	8,000	0.40
<b>소계</b>	<b>15</b>	<b>1,761,370</b>	<b>624,840</b>	<b>2.82</b>	
식품	설비대체	1	128,520	16,300	7.88
	신 설비도입	2	39,440	6,106	6.46
	폐가스 열회수	2	228,815	7,320	31.26
	바이오에너지	1	19,165	11,800	1.62
<b>소계</b>	<b>6</b>	<b>415,940</b>	<b>41,526</b>	<b>10.02</b>	
요업	제품 현열회수	1	251,346	22,045	11.40
	폐가스 열회수	2	61,057	14,640	4.17
	분쇄기	2	114,990	475	242.08
<b>소계</b>	<b>5</b>	<b>427,393</b>	<b>37,160</b>	<b>11.50</b>	
제지	배공기 열회수	4	72,730	2,790	26.07
	배증기 열회수	1	30,065	1,770	16.99
	설비대체	2	76,037	8,802	8.64
	성능개선	1	62,311	6,000	10.39
	신 설비도입	3	106,544	23,104	4.61
	폐가스 열회수	1	35,205	1,220	28.86
	바이오에너지	1	24,645	5,850	4.21
<b>소계</b>	<b>13</b>	<b>407,537</b>	<b>49,536</b>	<b>8.23</b>	
화공	가열로	1	244,695	4,670	52.40
	공기에열기	1	66,265	4,060	16.32
	공정개선	16	1,251,393	78,834	15.87
	노통연관	1	67,695	1,486	45.56
	배공기 열회수	5	62,009	926	66.96

구분 (업종)	사업수 (개)	총 온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> )	총투자비 (백만원)	비용 대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)	
배증기 열회수	1	53,365	2,663	20.04	
보일러 성능개선	1	6,084	749	8.12	
분리기	1	91,320	1,339	68.20	
설비보완	1	106,660	3,268	32.64	
소각로	2	154,715	14,062	11.00	
신 설비도입	3	130,250	11,645	11.19	
연료절감	4	380,825	2,821	135.00	
열교환기	9	389,475	4,100	94.99	
예열기	1	5,070	1,072	4.73	
용해로	1	12,950	810	15.99	
응축수 열회수	1	18,025	95	189.74	
제품 현열회수	9	212,889	2,171	98.06	
터보냉동기	1	18,075	360	50.21	
폐가스 열회수	24	1,337,396	359,020	3.73	
MVR	1	96,740	10,020	9.65	
고효율전동기	1	27,460	1,450	18.94	
신 설비도입	2	367,215	8,850	41.49	
회전수 제어설비	1	6,560	440	14.91	
기타	5	724,891	9,443	76.76	
<b>소계</b>	<b>93</b>	<b>5,832,022</b>	<b>524,354</b>	<b>11.12</b>	
산업 기타	설비대체	3	466,865	15,379	30.36
	응축수 열회수	1	18,765	265	70.81
	제품 현열회수	1	39,625	498	79.57
	폐가스 열회수	7	479,521	20,466	23.43
	기타	1	9,300	621	14.98
	펌프	1	18,840	771	24.44
	소수력발전	2	43,655	4,133	10.56
<b>소계</b>	<b>16</b>	<b>1,076,571</b>	<b>42,133</b>	<b>25.55</b>	
<b>합계</b>	<b>189</b>	<b>14,866,856</b>	<b>2,064,225</b>	<b>7.20</b>	

출처: 이연상, 동국대학교(2012)

[표 6] KVER 사업 온실가스 감축 비용효과 비교

구분	방법론	사업	비용대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)
에너지 수요	연료 전환	연료전환(B-C → LNG)	8.8
		45톤/hr 가열로 연료전환(B-C → 가스)	45.0
		250톤/hr 가열로 연료전환(B-C → LNG)	60.9
		스팀 및 열매 보일러 연료전환(B-C → LNG)	87.3
		수소제조공정(HMP) Feed 변경(C4 → C4, LNG)	2.5

구분	방법론	사업	비용대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)
		60ton 전기로 연료전환(부생연료2호 → LNG)	6.2
		유니드 보일러 연료전환(B-C → LNG)	12.7
		스팀 보일러 연료전환(B-C → LNG)	28.7
		<b>보일러 연료전환(B-C → LNG)</b>	<b>271.4</b>
		<b>스팀 보일러 연료교체</b>	<b>100.5</b>
		보일러 및 재생로의 LNG 연료전환	8.9
		스팀 보일러 연료교체	9.9
		고효율 설비교체	분리기 설치
	고압전동기 가변속제어장치 설치		4.8
	고효율 가스터빈 설치		2.6
	폐열회수를 위한 보일러 및 스팀 드럼 설치		17.5
	고효율 정류형 변압기 도입(태안5,6기 전기집진기)		4.7
	생물학적 처리시설 도입		7.3
	<b>분해로 대류부 Baffle plate 설치(연료가스 절감)</b>		<b>1142.9</b>
	일반소각장 스팀 합리화 추진(창원시)		7.3
	MVR 농축시설 교체	9.8	
	미활용 열에너지 활용	사업장 간 폐열스팀 공급 네트워크 구축	9.4
		공기압축기 냉각수 폐열회수(LNG절감)	30.8
		폐열회수(스팀절감)	25.3
		폐열회수형 히트펌프 설치	4.9
		소각장 보일러 폐증기열 활용	8.7
		히터 폐열회수 활용	25.0
		폐열회수를 통한 스팀 생산	84.7
		전력생산용 스팀 도입	26.8
		폐열회수를 위한 열교환기 설치	38.2
		소각로 폐열 활용	53.8
		열교환기 설치	92.8
		폐열 회수	20.9
		냉각수 폐열회수	20.5
		냉각열 회수	79.6
		배기가스 폐열 활용	18.7
		알루미늄 코팅공정 중 발생 폐열에너지 회수	24.9
		냉각열 회수	44.4
전력절감 설비설치	송풍기 설치	46.9	
에너지 공급	목질계 바이오매스 연료 이용	보일러 폐목재 활용(스팀생산)	9.3
에너지 산업	신재생 에너지	풍력발전(1.65MW급)	2.0

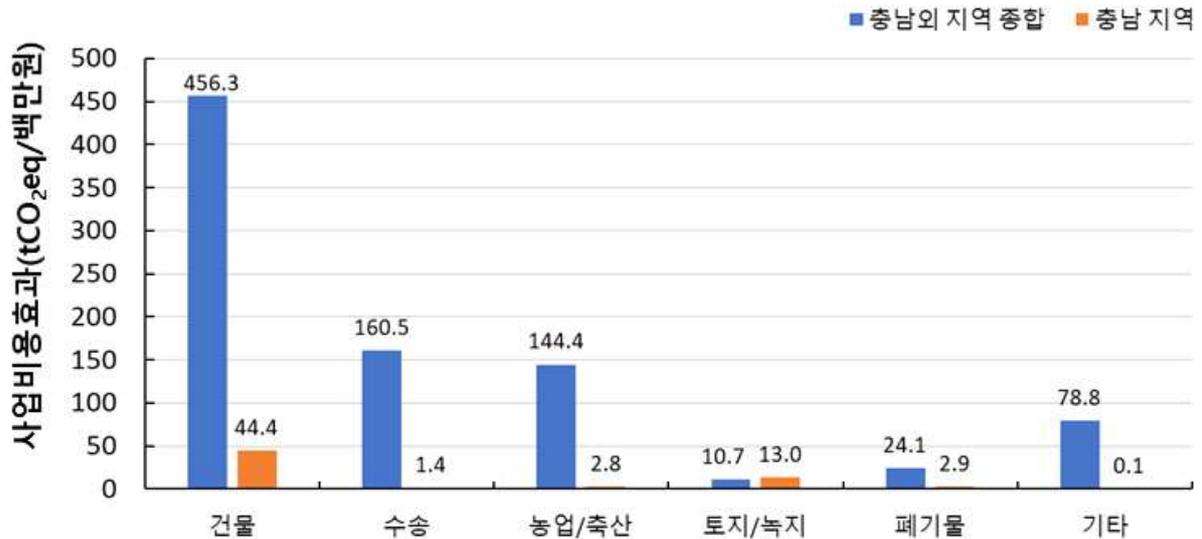
구분	방법론	사업	비용대비 감축량 (tCO <sub>2</sub> /백만원)
		연료전지 발전	2.3
제조업	시멘트	시멘트 제조공정 방법 개선(석회석 입도공정개선)	459.6
		시멘트 원료전환(탄산염 원료 → 비탄산염원료)	3217.8

출처: 한국에너지공단(2012)

## 2. 지자체 비(非) 산업부문 온실가스 사업비용효과

- 지자체 비(非) 산업부문 온실가스 감축효과에 대해 충남 외 지역과 충남지역으로 나눠 사업비용효과를 비교하였음(그림 9)
  - 충남 외 지역 : 서울시, 경기도, 인천시, 전남도, 제주도, 부산시, 강원도, 수원시, 용인시, 대구시, 경남도, 대전시, 전북도, 전주시의 온실가스 감축사업 정리함
  - 충남 지역 : 충청남도, 보령시, 서천군, 태안군, 천안시의 온실가스 감축사업 정리함
- 비 산업부문으로는 건물, 수송, 농업/축산, 토지/녹지, 폐기물, 기타(기후변화 교육 등) 부문으로 나눠 관련 온실가스 감축사업에 대해 분석하였음
- 충남지역과 충남 외 지역에서 감축효과를 비교한 결과 기타부문(788배)에서 가장 큰 차이를 보였으며, 수송(114.6배), 농업/축산(51.6배), 건물(10.3배), 폐기물(8.3배)순으로 충남 외 지역에서 높은 사업비용효과를 보였음
- 이는 충청남도의 경우 비교 분석한 충남 외 지역에 비해 부가적인 사업으로 온실가스 감축사업을 추진했을 개연성이 높을 것으로 추정 가능함
- 특히, 서울시, 경기도, 전남도, 제주도, 강원도, 수원시, 전주시 등은 국내 기후변화 대응정책을 선도적으로 이끌고 있는 지자체로서 온실가스 감축사업을 우선 발굴하거나 사업발굴 초기 단계부터 온실가스 감축효과를 우선적으로 정책에 반영하는 경향이 있는 것으로 알려져 있음
- 한편 충남지역에서 높은 사업비용효과를 보인 것은 토지/녹지부문으로 충남 외 지역보다 1.2배 높은 효과를 보였음
- 충남 외 지역과 충남 지역에서 가장 높은 사업비용효과를 보인 사업부문은 건물 부문으로 나타나 향후 다양한 건물 부문의 온실가스 감축사업을 개발하고 활발하게 진행할 필요가 있다고 판단됨

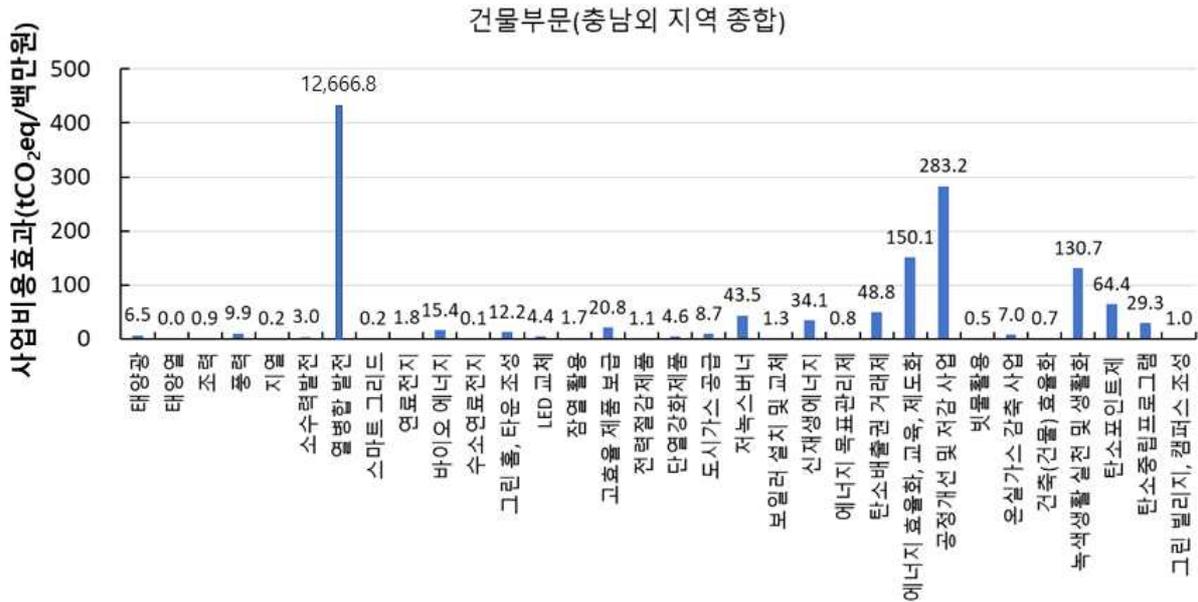
## 비산업부문 온실가스 감축효과



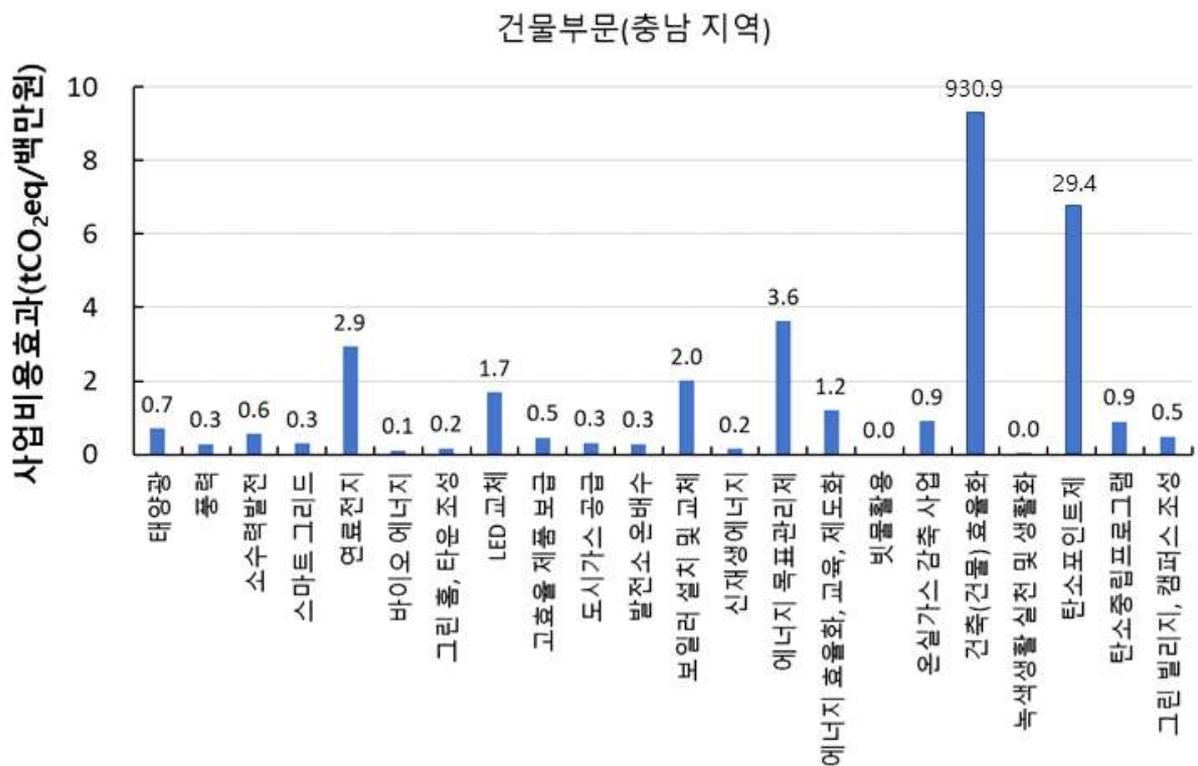
[그림 9] 비 산업부문 온실가스 감축효과

### 1) 건물부문 온실가스 감축 효과 비교

- 충남 외 지역과 충남 지역에서 건물부문의 온실가스 감축 세부사업들의 비용효과를 비교하였음 (그림 10, 11)
- 충남 외 지역에서는 열병합 발전(12,666.8tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 공정 개선 및 저감 사업(283.2tCO<sub>2</sub>/백만원), 에너지 효율화, 교육, 제도화(150.1tCO<sub>2</sub>/백만원), 녹색생활 실천 및 생활화(130.7tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 높은 사업비용효과를 보였음(그림 10)
- 충남지역 건물부문에서 충남 외 지역보다 낮은 사업비용효과를 보였지만 일부 사업인 건축(건물) 효율화(930.9tCO<sub>2</sub>/백만원)에서는 높은 사업비용효과를 보였음
- 또한, 탄소포인트제(29.4tCO<sub>2</sub>/백만원), 에너지 목표관리제(3.6tCO<sub>2</sub>/백만원), 연료전지(2.9tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 양호한 사업비용효과를 보였음(그림 11)
- 충남 외 지역에서 비교적 높은 사업비용효과를 보인 공정개선 및 저감 사업, 에너지 효율화 및 교육 제도화 등의 세부 사업들을 벤치마킹해서 충남 지역에 응용 또는 활용할 수 있는 방안 마련이 필요하다고 판단됨



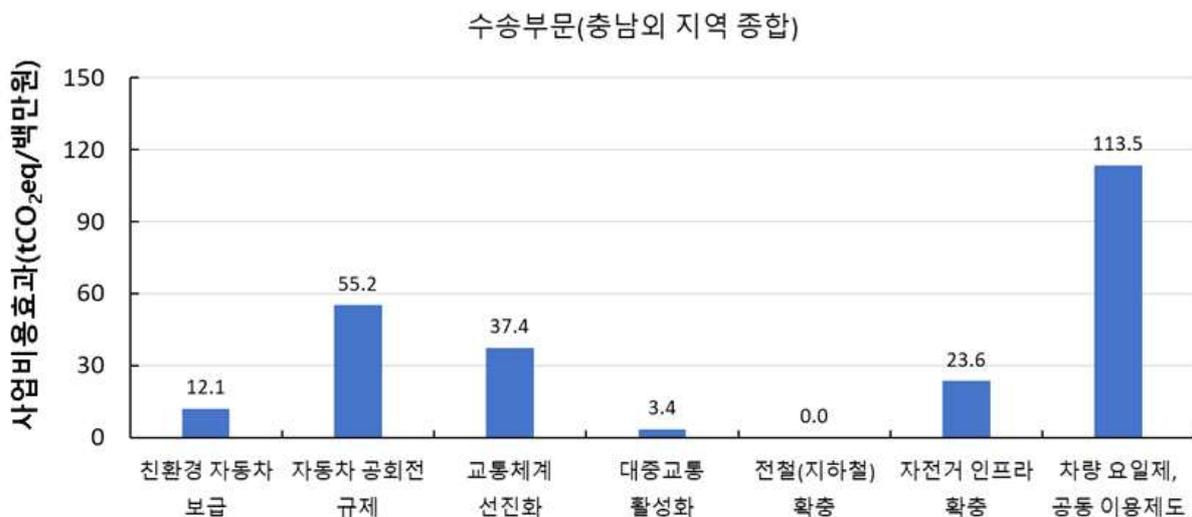
[그림 10] 건물부문(충남 의 지역종합) 온실가스 감축효과



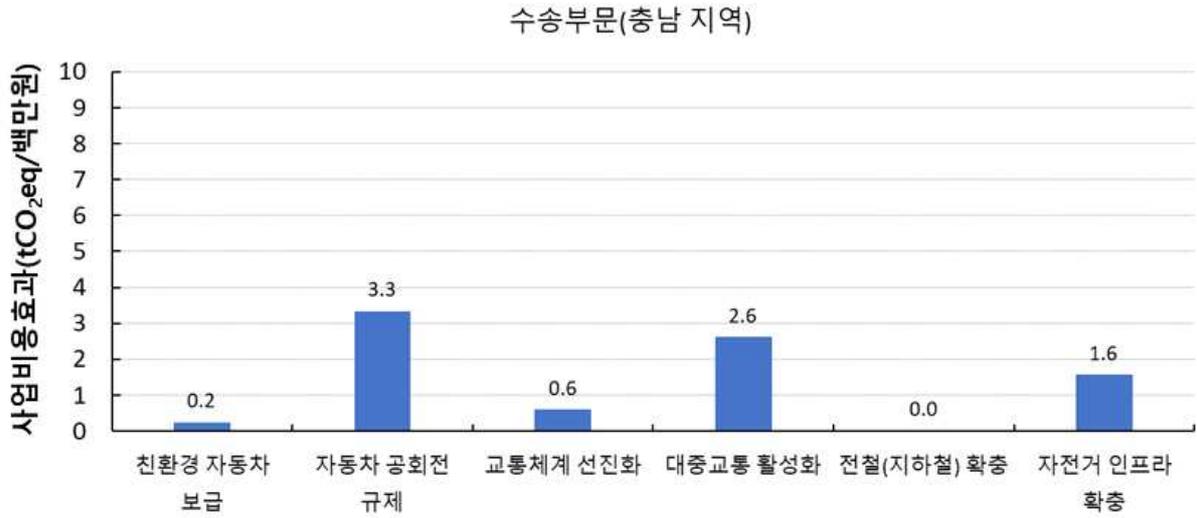
[그림 11] 건물부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

## 2) 수송부문 온실가스 감축 효과 비교

- 수송부문의 세부사업의 다양성은 건물 부문과 비교하면 매우 제한적이고 그 사업비용효과도 낮게 나타났음
- 충남 외 지역에서는 차량요일제 및 공동 이용제도(113.5tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 그 외 자동차 공회전 규제(55.2tCO<sub>2</sub>/백만원), 교통체계 선진화(37.4tCO<sub>2</sub>/백만원), 자전거 인프라 확충(23.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 양호한 사업비용효과를 보였음(그림 12)
- 충남지역에서는 자동차 공회전 규제(3.3tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 대중교통 활성화(2.6tCO<sub>2</sub>/백만원), 자전거인프라 확충(1.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 타 세부사업보다 양호한 사업비용효과를 보였음(그림 13)



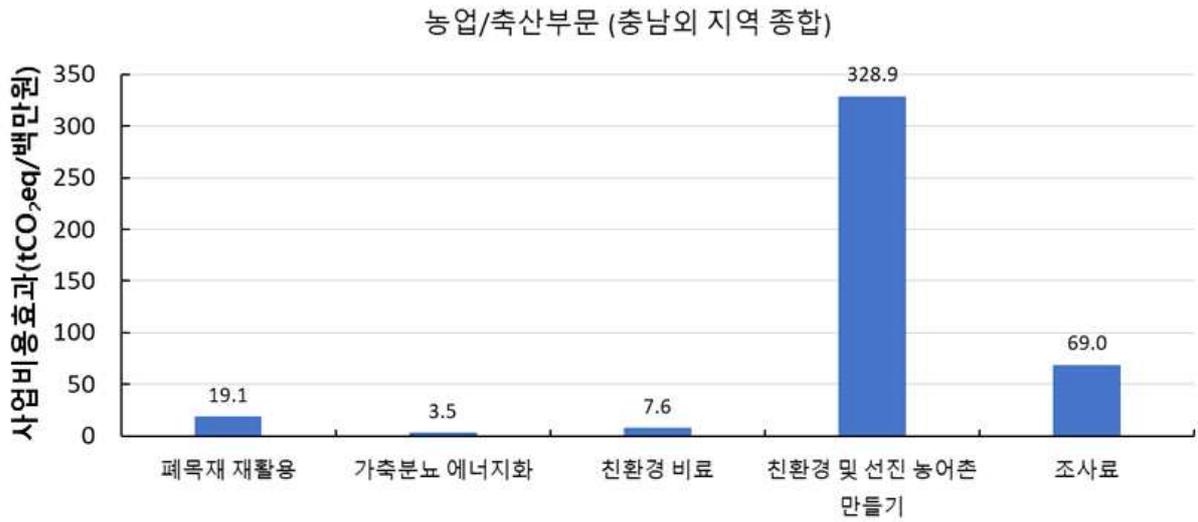
[그림 12] 수송부문(충남 외 지역종합) 온실가스 감축효과



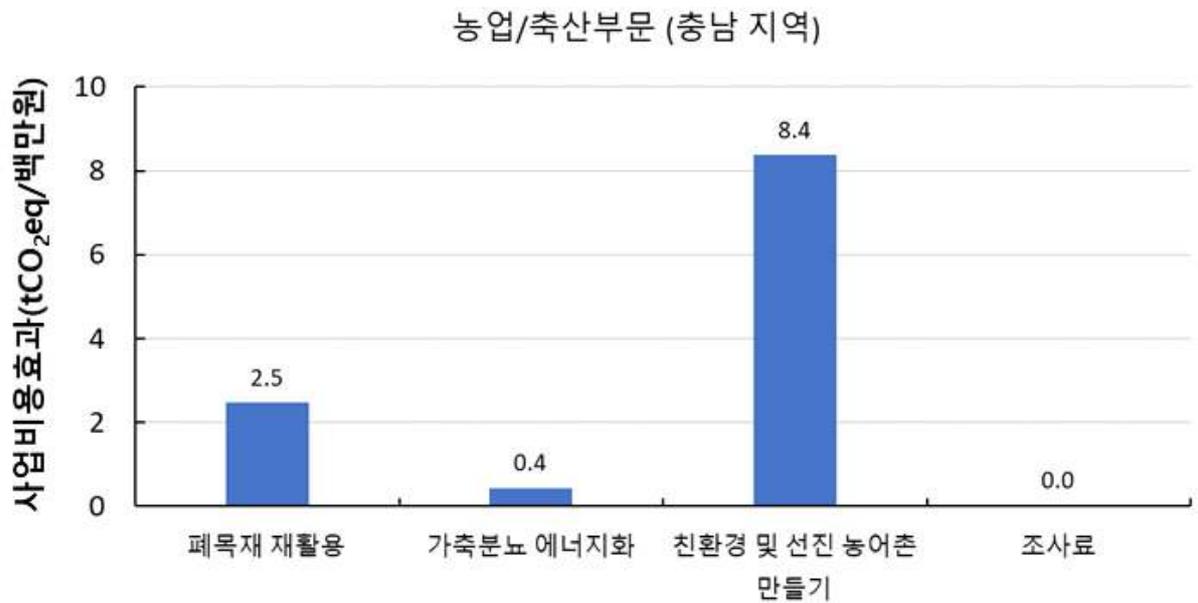
[그림 13] 수송부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

### 3) 농업/축산부문 온실가스 감축 효과 비교

- 농업/축산부문의 세부사업들은 충남 외 지역과 충남 지역에서 비슷한 온실가스 감축 사업들을 진행하고 있는 것으로 나타났으나 온실가스 감축량에서는 많은 차이를 보임
- 충남 외 지역에서는 친환경 및 선진 농어촌 만들기(328.9tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 그 외 조사료(69.0tCO<sub>2</sub>/백만원), 폐목재 재활용(19.1tCO<sub>2</sub>/백만원), 친환경 비료(7.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 높은 사업비용효과를 보였음(그림 14)
- 충남지역에서도 친환경 및 선진 농어촌 만들기(8.4tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 폐목재 재활용(2.5tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 높은 사업비용효과를 보였음(그림 15)



[그림 14] 농업/축산부문(충남 외 지역종합) 온실가스 감축효과

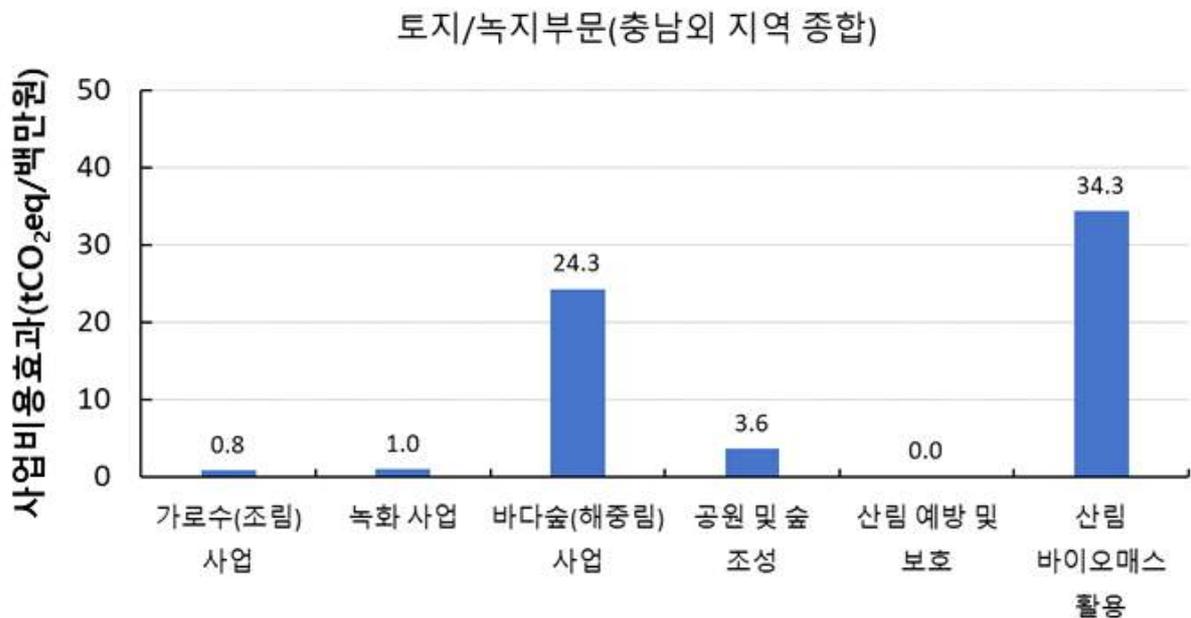


[그림 15] 농업/축산부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

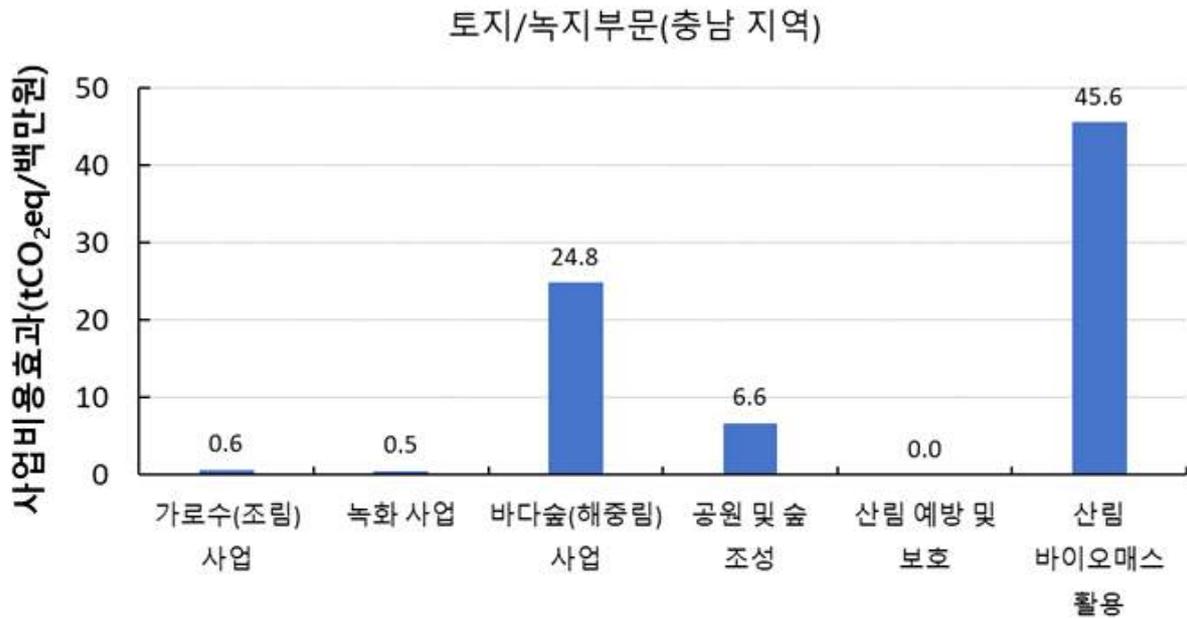
#### 4) 토지/녹지부문 온실가스 감축 효과 비교

- 충남 외 지역과 충남 지역의 토지/녹지 부문에서의 사업종류 및 사업비용효과는 비슷한 결과를 보였음.

- 충남 외 지역에서는 산림 바이오매스 활용(34.3tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 그 외 바다숲(해중림)사업(24.3tCO<sub>2</sub>/백만원), 공원 및 숲 조성(3.6tCO<sub>2</sub>/백만원), 녹화 사업(1.0tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 높은 사업비용효과를 보였음(그림 16)
- 충남지역에서는 산림바이오매스 활용(45.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 바다숲(해중림) 사업(24.8tCO<sub>2</sub>/백만원), 공원 및 숲 조성(6.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 높은 사업비용효과를 보였음(그림 17)
- 충남지역이 충남 외 지역보다 높은 사업비용효과를 나타내고 있어 충남이 토지/녹지 부문에서 높은 경쟁력이 있다고 판단됨



[그림 16] 토지/녹지부문(충남 외 지역종합) 온실가스 감축효과

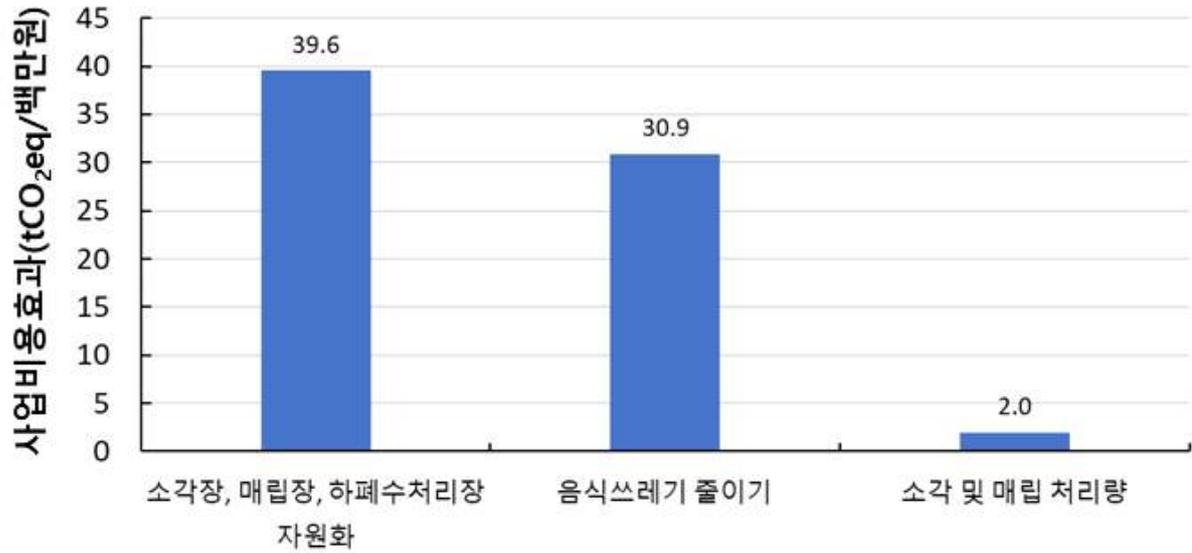


[그림 17] 토지/녹지부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

### 5) 폐기물 부문 온실가스 감축 효과 비교

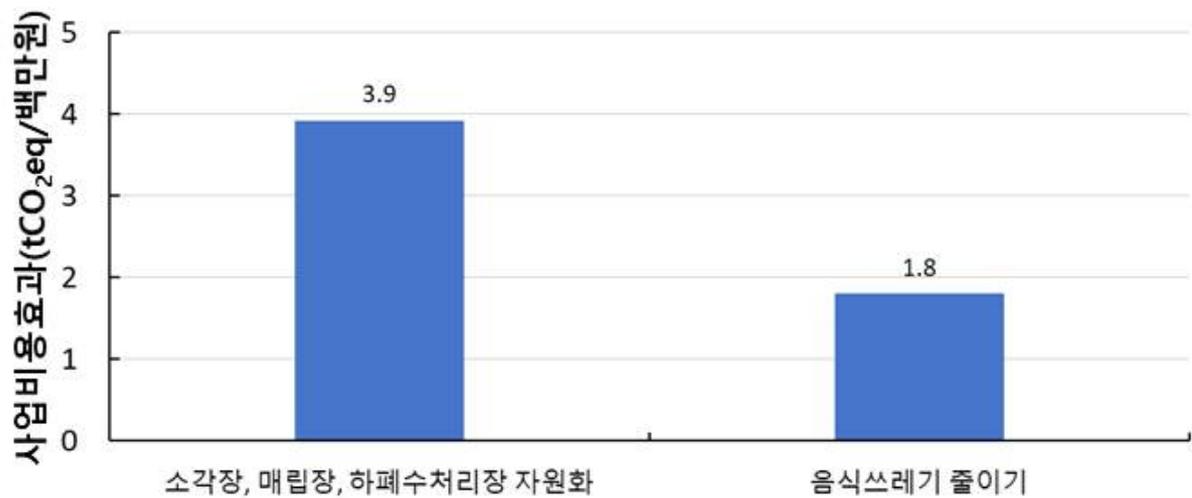
- 폐기물 부문에서의 사업은 대부분 소각장, 매립장, 하·폐수처리장에서 나오는 폐열, 스팀, 가스 등을 재활용한 사업들이 많았고 사업비용효과도 높게 나타났음
- 충남 외 지역에서는 소각장, 매립장, 하·폐수처리장 자원화사업(39.6tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 그 외 음식쓰레기 줄이기 사업(30.9tCO<sub>2</sub>/백만원), 소각 및 매립 처리 사업(2.0tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 높은 사업비용효과를 보였음(그림 18)
- 충남지역에서는 소각장, 매립장, 하·폐수처리장 자원화사업(3.9tCO<sub>2</sub>/백만원)에서 가장 높은 사업비용효과를 보였고, 음식 쓰레기 줄이기 사업(1.8tCO<sub>2</sub>/백만원)에서도 비교적 높은 사업비용효과를 보였음(그림 19)

폐기물 부문(충남외 지역 종합)



[그림 18] 폐기물부문(충남 외 지역종합) 온실가스 감축효과

폐기물 부문(충남 지역)



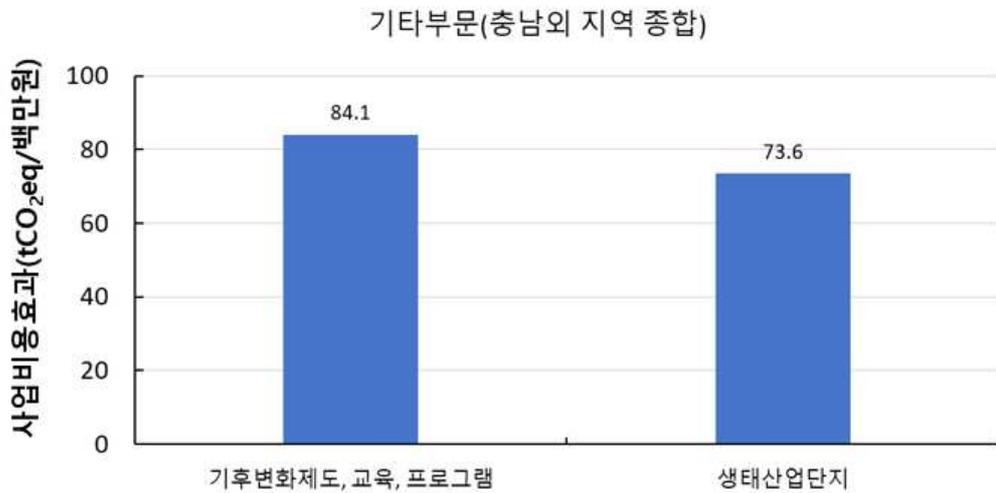
[그림 19] 폐기물부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

## 6) 기타부문 온실가스 감축 효과 비교

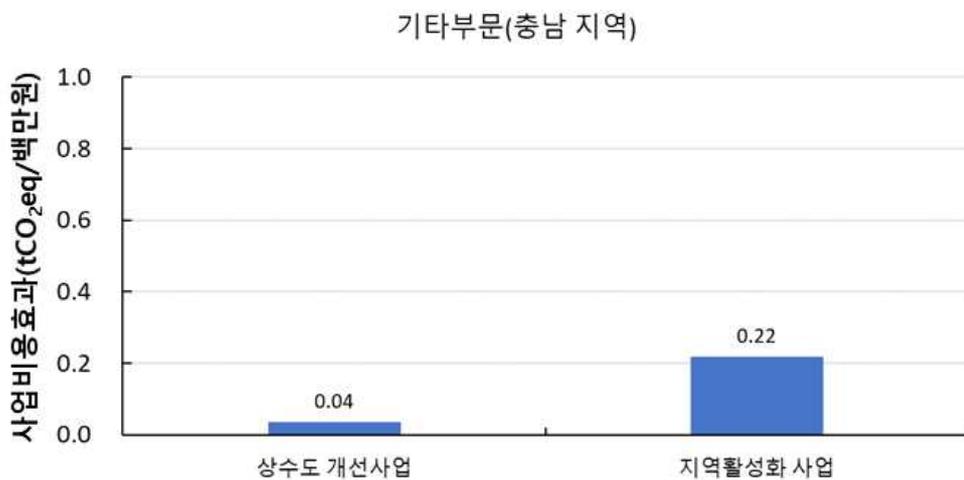
○ 기타부문에서는 비 사업부문에 포함되지 않는 사업들을 모아 비슷한 사업들로 구분하여 사업

비용효과를 나타내었음

- 주로 기후변화 제도, 교육, 프로그램이 높은 비율을 차지하였고 그 외에 생태산업단지, 상수도 개선사업, 지역활성화 사업 등이 있음
- 충남 외 지역에서는 기후변화제도, 교육, 프로그램(84.1tCO<sub>2</sub>/백만원)과 생태산업단지(73.6tCO<sub>2</sub>/백만원)으로 높은 사업비용효과를 보였음
- 충남 지역에서는 상수도 개선사업(0.04tCO<sub>2</sub>/백만원)과 지역활성화 사업(0.22tCO<sub>2</sub>/백만원)이 기타부문으로 분류되었음



[그림 20] 기타부문(충남 외 지역종합) 온실가스 감축효과



[그림 21] 기타부문(충남 지역) 온실가스 감축효과

## 04 시사점 및 정책제언

- ‘2030 국가 온실가스 감축 목표달성을 위한 기본로드맵 수정안’이 확정되면서 산업부문뿐만 아니라 비산업 부문에서 추가적인 온실가스 감축노력이 요구되고 있으며, 특히 지자체 관리영역인 비산업 부문은 감축 잠재량과 비용대비 효율성이 높아 지속적인 사업발굴이 필요하고, 지자체 감축수단의 대부분은 자발적으로 온실가스 감축 사업을 중심으로 대부분 비산업 부문에 집중되어 있음
- 충청남도의 경우 비교 대상 지자체 대비 비산업부문 사업비용효과가 낮게 나타나고 있어 원인 분석과 함께 소규모 사업위주로 각 시군이 동시다발적으로 추진하는 사업을 충남도 차원에서 일원화하고 시군의 참여를 유도하여 번들화를 통해 중규모 사업으로 확대할 필요가 있음
  - 충청남도 비산업부문 비용효과 고도화 방안마련과 도내 소규모 감축사업의 번들화
- 국내 산업부문에서는 폐열회수 사업과 연료전환 사업에서 비교적 높은 사업비용효과를 보여주고 그 외 시멘트 원료전환 사업 및 제조공정개선 사업에서 우수한 효과를 나타내고 있어, 도내 화력발전소를 중심으로 폐열회수 사업, 연료전환 사업 추가 발굴 노력이 필요함
  - 화력발전사 등 대규모 배출업체의 폐열회수, 연료전환 사업 추가 발굴과 도내 사업 추진 유도
- 충남 외 지역과 충남 지역의 비 산업부문 온실가스 감축 사업비용효과를 비교한 결과 충남 외 지역이 충남 지역보다 수송(114.6배), 농업/축산(51.6배), 건물(10.3배), 폐기물(8.3배) 순으로 높게 나타났으나, 토지/녹지 부문에서 충남 지역이 충남 외 지역보다 1.2배 높은 사업비용효과를 보였음
- 이처럼 충남 외 지역이 충남 지역보다 높은 사업비용효과를 보이는 것은 비교 대상지자체가 대부분 온실가스 감축사업을 사업발굴 초기부터 주사업이나 동시효과 사업으로 추진하고 있어 비용대비 효과가 높은 다양한 사업들을 추진할 수 있었음
- 따라서 향후 충남 지역에서도 온실가스 감축사업 발굴 초기부터 부가적 사업으로 접근하지 않

아야 하며, 충남 외 지역의 비용대비 효가가 높은 사업들을 벤치마킹할 필요가 있음

○ 또한 충남지역이 충남 외 지역보다 사업비용효과가 높게 나타난 토지/녹지 부문에서는 사업확대 가능성을 분석하여 감축효율을 높일 필요가 있음

→ 기후변화 대응 측면에서 감축이 주목적(부가적 효과가 아닌)인 **온실가스 감축사업의 주류화와 비교대상 지자체 벤치마킹**

- 경기개발연구원(2010), 경기도 기후변화대응종합계획 수립, 경기도
- 경기지역환경기술개발센터(2010), 기후변화대응 종합계획수립 연구(용인시, 수원시), 용인시·수원시
- 경상남도(2010), 경상남도 기후변화대응 종합계획, 경상남도
- 광주광역시(2010), 광주광역시 기후변화대응 종합계획, 광주광역시
- 대구경북연구원(2010), 대구광역시 기후변화대응 기본계획 및 연차별 시행계획수립, 대구광역시
- 대전세종연구원(2018), 대전광역시 2030 온실가스 감축 로드맵 수립, 대전광역시
- 부산발전연구원(2010), 부산광역시 기후변화대응 종합대책 및 연차별 시행계획 수립, 부산광역시
- 서울연구원(2017), 서울특별시 기후변화대응 종합계획 수립연구, 서울특별시
- 이연상(2012), 자발적 온실가스 감축사업(KVER)을 통한 온실가스감축 잠재력 및 비용효과 분석, 동국대학교(박사학위 논문)
- 인천광역시(2016), 제2차 인천광역시 기후변화 대응 종합계획, 인천광역시
- 전남지역환경기술개발센터(2010), 전남 기후변화대응 종합계획 수립, 전라남도
- 전북녹색환경지원센터(2013), 전주시 기후변화대응 종합계획, 전주시
- 전북연구원(2018), 전라북도 기후변화대응 기본계획, 전라북도
- 제주발전연구원(2010), 제주특별자치도 기후변화대응 종합계획, 제주특별자치도
- 충남연구원(2012), 보령시 기후변화대응 종합계획 수립, 보령시
- 충남연구원(2013), 서천군 기후변화 대응 종합계획, 서천군
- 충남연구원(2013), 태안군 기후변화대응 종합계획 수립, 태안군
- 한국기후변화연구원(2019), 강원도 온실가스 감축목표 및 로드맵 마련, 강원도

한국자원경제학회(2012), 온실가스 감축실적(KCER) 인센티브지원 비용효과 분석연구, 에너지관리공단

한국품질재단(2019), 제2차 충청남도 기후변화대응 종합계획 수립, 충청남도

한국환경공단(2010), 천안시 기후변화대응 종합계획, 천안시

한국환경공단(KECO), "<https://www.keco.or.kr/main/index.do>"