

그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과 분석: 정책효과를 중심으로*

손인성** · 김동구***

요 약

본 연구는 한국판 뉴딜 정책 중에서 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과를 분석하였다. 이를 위해 한국 정부의 예산을 그린리모델링 사업별로 검토해 2025년까지의 사업물량을 추정하였다. 이어서, 기준 온실가스 배출량을 산정한 뒤, 온실가스 감축효과를 추정하였다. 2020년부터 2025년까지 그린리모델링 사업의 대표 프로그램 2건(노후 공공임대주택 그린리모델링, 공공건축물 그린리모델링)의 총 예산은 약 8,969억 원으로 추산된다. 해당 기간 그린리모델링을 통해 감축될 온실가스량은 약 30.6만 톤CO₂eq로 평가되었다. 이처럼 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과는 그다지 높지 않은 것으로 분석되었다. 물론 그린리모델링 사업은 온실가스 감축만을 우선 목표로 삼을 수는 없겠지만, 향후에는 온실가스 감축 측면에서 국가 감축목표에 대한 기여도를 향상시킬 방안도 모색해야 할 것이다.

주요 단어 : 온실가스 감축, 한국판 뉴딜, 그린리모델링, 기후변화
경제학문헌목록 주제분류 : Q54, Q48

* 이 논문은 에너지경제연구원의 기본연구보고서인 “기후변화 대응을 위한 한국형 그린뉴딜의 방향성: 에너지 부문 온실가스 감축을 중심으로”를 수정·보완한 것임.

** 에너지경제연구원 기후변화정책연구팀 연구위원(주저자) (e-mail: isson@keei.re.kr)

*** 한국해양대학교 해양경영경제학부 조교수(교신저자) (e-mail: eastnine09@gmail.com)

I. 서 론

기후변화 대응을 위한 파리협정이 2021년부터 본격적으로 이행에 들어감에 따라 우리나라의 온실가스 감축 노력이 향후 국제사회에 투명하게 공개되어 평가받게 되었다. 따라서 온실가스 감축목표 달성을 위한 우리 국민, 정부, 기업의 행동 강화가 전방위적으로 절실하다. 이제 화석에너지 사용량 절감, 온실가스 감축 및 탄소중립은 거스른다는 것이 불가능한 시대적 소명이라고 하겠다. 우리나라도 그간 온실가스 감축을 위해 석탄발전 비중 축소, 재생에너지 발전 확대, 에너지효율 개선 추진 등의 노력을 해왔지만, 국가 온실가스 배출량은 여전히 증가하는 추세이다. 국가 온실가스 인벤토리 통계를 확인해보면 우리나라의 2019년 온실가스 배출량은 여전히 7억 137만 톤으로(온실가스종합정보센터, 2021), 아직 명확한 감소세에 진입했다고 보기는 어렵다.

한편, 대한민국 정부는 2020년 7월 ‘한국판 뉴딜’ 정책을 발표하였다. 한국판 뉴딜은 “추격형 경제에서 선도형 경제로, 탄소의존 경제에서 저탄소 경제로, 불평등 사회에서 포용사회로 도약”이라는 비전을 설정하고, 디지털 뉴딜, 그린뉴딜, 안전망 강화 3가지 정책 방향을 제시하였다(관계부처 합동, 2020). 저탄소 경제로의 경제·사회구조 개편을 위한 그린뉴딜은 3개 분야 총 8개 과제에 2025년까지 총 사업비 73.4조 원(국비 42.7조 원)을 투자할 계획이다(관계부처 합동, 2020). 세부적으로 3개 분야는 ① 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환(3개 과제), ② 저탄소·분산형 에너지 확산(3개 과제), ③ 녹색산업 혁신 생태계 구축(2개 과제)으로 구성되었다(관계부처 합동, 2020). 나아가 2021년 7월 정부는 한국판 뉴딜 2.0 추진계획을 발표하며 그린 뉴딜에는 기존 3개 분야에 탄소중립 추진기반 구축을 신규분야로 추가하였고 기존 과제의 세부추진계획 범위를 확대하고 보강하였다(관계부처 합동, 2021).

한국판 그린뉴딜의 세부과제를 살펴보면, 에너지 부문과 관련해 저탄소·분산형

에너지 확산' 분야에서는 3개 과제, 도시·공간·생활 인프라 녹색전환 분야에서는 '국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화' 과제가 눈에 띈다(손인성·김동구, 2022). 그 중에서도 특히 '국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화'는 그린리모델링과 그린 스마트 스쿨로 구분되는데, 그 중 그린리모델링 과제가 에너지 부문과 관련성이 높다. 그린리모델링 과제는 선제적으로 공공 건물의 태양광패널 설치, 친환경 단열재 교체 등을 통한 제로에너지화를 추진함으로써 민간 건물의 에너지 효율 향상을 유도하는 것을 목적으로 한다. 또한, 그린리모델링 과제의 주요 사업으로는 노후 공공임대주택 그린리모델링과 공공건축물 그린리모델링 사업이 있다. 추가로 경제적 지원을 제공하여 민간 건물의 성능개선 추진을 촉진하는 그린리모델링 활성화(민간건축) 사업도 포함되어 있다. 이러한 사업들을 모두 모아 '국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화'를 위해 2020~2025년 기간 국비 총 6.2조원을 투입하겠다는 계획이다(관계부처 합동, 2020).

그러나 이처럼 막대한 예산을 투입해 추진되는 그린뉴딜 사업이 온실가스 감축에 얼마나 기여할 지에 대해서는 상당히 미지수이다. 이에 본 연구는 탄소중립 사회로의 전환에 박차를 가해야 할 현 시점에 그린뉴딜을 통한 노력이 우리나라의 온실가스 감축에 미치는 효과를 정량적으로 분석하고자 한다. 특히, 신재생에너지 보급지원 사업 등 그간 학계의 주목을 많이 받았던 분야가 아니라, 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과를 중심으로 평가하고자 한다. 건물 부문 온실가스 직접배출량은 2018년 기준 5,210만톤에 달해 우리나라 국가 총배출량의 7.2%에 달한다(2050 탄소중립위원회, 2021). 더욱이, 전력 사용량 등을 고려한 간접배출량을 보면, 건물부문은 2018년 배출량이 1억 7,920만톤으로 국가 총배출량의 24.6%나 차지한다는 점을 알 수 있다. 그러나 건축물은 그 긴 수명 때문에 온실가스 감축을 위해서는 기존 건축물을 리모델링하거나 재건축하는 방법 외에는 온실가스 감축 수단이 마땅치 않다는 특징이 있다. 이에 우리나라의 2050 탄소중립 시나리오안에도 그린리모델링이 건물부문의 핵심 감축수단으로 제시되어 있으며(2050 탄소중립위원회, 2021), 본 연구는 이러한 측면에서 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과에 대해서 분석하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 주요 선행연구를 검토하였다. 제3절에서는 한국판 그린뉴딜의 그린리모델링 사업 현황을 살펴본다. 제4절에서는 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과를 분석한다. 제5절에서는 앞 절에서 분석한 내용을 토대로 정책적 함의를 논의하며 마무리한다.

II. 선행연구 검토

개별 사업의 온실가스 감축효과를 상향식(bottom-up) 접근을 통해 평가한 연구는 다수 존재한다. 상향식 접근을 취한 연구 중 장기에너지계획모형(LEAP)¹⁾을 사용해 에너지 절감량과 온실가스 감축량을 평가한 연구들이 대표적이다. LEAP 모형을 활용한 연구에는 전수영 외(2009), 박효정 외(2012), 유정화 외(2012), 이동은 외(2014), 김민욱 외(2016), 윤영중 외(2016) 등이 있다. 전수영 외(2009)는 2030년까지 원자력과 신재생에너지 설비 확대에 따른 온실가스 감축효과를 평가하였다. 박효정 외(2012)는 국내 한 대학의 배출원별 온실가스 배출량을 산정하여 온실가스 인벤토리를 구축하고, 대학본부 및 대학 구성원이 수행 가능한 감축 시나리오를 구성해 온실가스 감축효과를 평가하였다. 유정화 외(2012) 또한 국내 소재 대학의 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 분석하고, 온실가스 감축효과를 평가하였다. 이동은 외(2014)는 6가지의 시나리오를 구성하여 주거용 건물의 2030년까지 에너지 수요와 온실가스 배출량을 전망하였다. 김민욱 외(2016)는 저탄소차협력금제도, 평균 연비 강화, 그리고 운전행태 개선에 따른 도로교통부문의 에너지수요를 전망하고 온실가스 감축량을 평가하였다. 윤영중 외(2016)는 ‘그린리모델링 시범사업’으로 수행된 ‘서울세관 별관동 그린리모델링 시범사업’에 대해 LEAP 모형을 사용해 에너

1) LEAP(Long-range Energy Alternatives Planning system) 모형은 스웨덴의 SEI(Stockholm Environment Institute)이 개발한 에너지 계획 및 기후변화 완화 통합평가모형이다. 전 세계 190여 개국의 수천 개 기관에서 이를 채택해 사용하고 있으며, 2015년 파리기후회의에 제출된 국가결정기여(NDC) 개발을 돕기위해 최소 37개국이 LEAP을 사용했다(SEI, 2022).

지 절감량과 온실가스 감축 효과를 실증 분석하였다. LEAP 모형은 연구자들이 설정한 시나리오에 기반하기 때문에 탄력적으로 온실가스 감축효과를 분석할 수 있는 장점이 있다. 다만, LEAP 모형은 에너지 소비에 대한 시나리오를 우선적으로 구축해야 한다. 하지만 한국형 그린뉴딜의 그린리모델링 사업 대상을 특정하여 에너지 소비 현황을 파악해 에너지 소비 시나리오를 구축할 수 없기 때문에 본 연구가 추구하는 한국형 그린뉴딜의 그린리모델링 사업에 대한 온실가스 감축효과 평가에는 LEAP 모형의 활용이 적합하지 않다고 판단하였다.

LEAP 모형을 사용하지 않고 다른 상향식 접근법을 취한 연구들도 있다. 정영선 외(2021)은 건물부문에 대한 재생에너지 보급 시나리오를 구축하고, 2050년까지 시나리오별 건물부문 온실가스 감축 잠재량을 산정하였다. 정재형·김기만(2020)은 태양광과 풍력발전 사업자의 운영자료를 기반으로 한 상향식 접근법을 통해 재생에너지원별 온실가스 감축효과를 평가하였다. 정현철 외(2015)는 농업 활동자료를 구축해 2030년까지 농경지분야 온실가스 배출량을 전망하고, 각종 감축기술을 고려해 감축 잠재량을 평가하였다. 박지연·김연중(2019)는 시설원예 농업부문 에너지 이용 현황과 면세유 및 농사용 전기의 소비행태 변화를 살펴보고, 농업부문 신재생에너지 설비와 에너지 절감시설의 보급을 통한 온실가스 절감효과 등을 분석하였다. 손인성·김동구(2022)는 한국형 그린뉴딜 사업 중 신재생에너지 설비 보급지원 사업별 예산과 실적을 토대로 설비 보급 지원사업의 감축 잠재량을 평가하였다. 특정한 모형에 의존하지 않은 이러한 상향식 접근법의 연구들은 연구목적에 부합하는 맞춤형 분석방법론을 구축해 활용하였다는 특징이 있다.

한편, 개별 사업의 온실가스 감축 잠재량을 산정하고 각 사업의 감축 잠재량을 합산하는 상향식(bottom-up) 접근법과는 달리 이상엽 외(2019)과 임정민·김동구(2021)은 지구적 탄소예산이라는 개념을 사용한 하향식(top-down) 접근법을 기반으로 한국의 배출허용량과 장기 배출경로를 분석하였다. 이는 한국을 비롯한 개별 국가의 자발적 목표 설정과 온실가스 감축 노력에도 불구하고 지구 온도 상승 목표를 달성하기 위해 필요한 전지구적인 적정 온실가스 배출량과 실제 배출량의 격차가 크다면 지구 온난화를 효과적으로 억제할 수 없다는 관점에서 한국의 온실가스 배출

허용량을 산정한 것이다.

이처럼 다양한 부문의 온실가스 감축효과를 상향식 및 하향식 접근을 통해 분석한 연구는 다수 있었으나, 한국형 그린뉴딜의 온실가스 감축효과를 체계적으로 분석한 연구는 손인성·김동구(2022)을 제외하고는 아직 미흡한 편이다. 기존 연구들은 정부의 특정 사업이 아니라 주로 건물, 수송, 농업 등 각 부문을 대상으로 감축효과를 분석하였다. 그러나 본 연구는 정부의 개별 사업, 특히 한국형 그린뉴딜의 일환인 그린리모델링 사업의 감축효과를 평가하는 것이 목적이다. 한편, 정부의 그린리모델링 사업은 주택, 일반건물, 공공건물의 리모델링을 지원하는데 에너지 절감 및 온실가스 감축 설비를 필수적으로 반영하도록 하는 사업이다. 그러므로 분석방법론 측면에서도 본 연구는 기존의 연구와 달리 정부의 사업예산과 그린리모델링에 따른 온실가스 감축효과를 추정하여 분석하였다는 점이 돋보인다. 따라서 본 연구는 건물부문 중 기축 건물의 그린리모델링 지원 사업을 온실가스 감축 측면에서 평가한 논문이며, 기존의 연구와는 차별성이 확인된다.

Ⅲ. 한국판 그린뉴딜의 그린리모델링 사업 현황

그린리모델링의 온실가스 감축효과 분석에 앞서, 본 연구는 우선 그린리모델링의 세부과제를 에너지 부문과의 관련성을 중심으로 정리해 살펴보았다. 이를 위해 한국판 뉴딜 홈페이지에 공개된 정보를 이용하였다. 그린리모델링 사업은 국토교통부, 문화체육관광부, 행정안전부, 환경부 4개 정부부처에서 8개의 세부과제를 계획하고 있음을 알 수 있었다(한국판 뉴딜, 2021). 그중 국토교통부는 그린리모델링 관련하여 총 4개의 사업을 추진해 가장 많은 사업을 진행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국토교통부의 그린리모델링 관련 사업을 중심으로 분석하였다.

사실 국토교통부는 한국판 그린뉴딜이 시행되기 이전인 2009년부터 이미 노후공공 임대주택 시설개선(그린홈) 사업을 계속 수행해왔다. 해당 사업은 저소득층 및 주거취

약계층의 주거 복지향상을 위해 영구임대주택과 50년 임대주택의 노후시설 기능 개선을 목적으로 한다(국토교통부, 2020a). 그러나 그린뉴딜이 시행됨에 따라 2020년 3차 추경에 의해 노후공공임대주택 그린리모델링 사업이 새롭게 추가되었다. 이로 인해 노후공공임대주택 시설개선(그린홈) 사업은 자연스럽게 노후공공임대주택 그린리모델링 사업으로 이관되었다고 판단된다. 예산을 상세히 살펴보면, 노후공공임대주택 그린리모델링은 2020년에 실시된 3차 추경에서 360억 원의 예산이 배정되면서 신규로 추진되었다. 이어 2021년에는 3,645억 원의 예산이 책정되었고, 2022년에는 추가로 예산이 증액되어 그 규모가 4,806억 원에 달할 것으로 전망된다(<표 1> 참조).

다음으로, 그린리모델링 활성화 사업에는 기존건축물 에너지 성능개선 지원사업, 민간건축물 그린리모델링 이차지원사업, 그리고 그린리모델링 제도운영지원사업 등 총 3건의 내역사업이 포함된다. 이 중에서 그린뉴딜에 포함된 민간건축물 그린리모델링 이차지원 사업이 2021년도 예산의 대부분을 차지하며 그 비중은 92.7%에 달한다.

한편, 공공건축물 그린리모델링 지원사업이 2020년까지는 그린리모델링 활성화 사업의 내역사업에 포함되어 있었다. 그러나 그린뉴딜이 추진되면서 2020년 3차 추경 이후에는 공공건축물 그린리모델링 사업이 별도 사업으로 분리되었다. 이로 인해 공공건축물 그린리모델링 지원 사업은 그린리모델링 활성화 사업의 내역사업에서 제외되었다. 공공건축물 그린리모델링 사업의 예산은 2020년에 실시된 3차 추경에서 2,276억 원이 배정되면서 시행되었다. 해당 사업의 2021년 예산은 2020년 예산과 같으며, 2022년에는 소폭 감소해 2,245억 원이 되었다.

2020년에 신규로 포함된 온실가스저감을 위한 국토도시공간 계획 및 관리기술개발(R&D) 사업은 ‘토지이용, 토지이용변화, 산림(LULUCF)’ 부문 중 정주지와 기타 토지의 온실가스 산정 기술을 개발하고 국토·도시 공간 계획과 온실가스 저감을 위한 기술 개발에 대한 R&D사업이다. 2020년 새롭게 추가되어 예산은 총 18억 원이 책정되었고, 그린뉴딜이 시행됨에 따라 2020년 3차 추경에서 그 예산이 28억 원으로 증가하였다. 2021년 예산은 44억 원으로 늘었고, 2022년 예산은 65억 원으로 더욱 증액될 것이다. 국토부는 그린뉴딜에 포함된 이러한 사업 외에도 온실가스 저감과 건물 에너지 절감을 목적으로 제로에너지건축 신산업육성 사업, 건축물 온실가

스 및 에너지절감사업 활성화도 추진하고 있다.

〈표 1〉 국토부의 그린리모델링 관련사업 예산내역

세부사업(억 원)	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년
노후 공공임대주택 시설개선(그린홈)	310	550	500	700	550		
노후 공공임대주택 그린리모델링					360	3,645	4,806
그린리모델링 활성화	20	30	49	83	98	110	111
공공건축물 그린리모델링					2,276	2,276	2,245
온실가스저감을 위한 국토도시공간 계획 및 관리기술개발(R&D)					28	44	65
제로에너지건축 신산업육성				19	25	46	42
건축물 온실가스 및 에너지절감사업 활성화		20	26	17	17	16	6

자료: 열린재정(2021), 국토교통부(2021), 대한민국정부(2021)에 기반해 저자 작성.

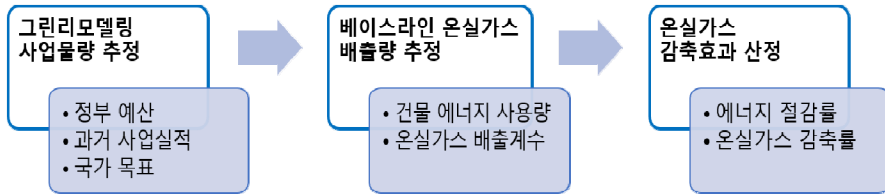
IV. 온실가스 감축효과 분석

1. 분석 대상 및 방법론

앞 장에서 살펴본 바와 같이 그린리모델링 사업은 부처별로 8개 세부사업이 시행되고 있다. 그러나, 사업목표의 명확성, 사업 및 예산 규모, 에너지 절감 및 온실가스 감축 효과 등에서 국토부의 노후 공공임대주택 그린리모델링 및 공공건축물 그린리모델링 사업이 온실가스 감축효과를 분석하기에 가장 대표성이 있고 그 효과가 명확하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 국토부의 노후 공공임대주택 그린리모델링

및 공공건축물 그린리모델링 사업을 중심으로 온실가스 감축효과를 분석했다. 사업별 감축효과는 [그림 1]에 제시된 단계별로 산정했다. 우선, 1단계로 정부 예산, 과거 사업실적, 국가 목표를 활용해 그린리모델링 사업물량을 2025년까지 추정하였다. 다음으로, 건물 에너지 사용량과 온실가스 배출량에 대한 주요 파라미터를 수집한 후, 베이스라인 온실가스 배출량을 계산하였다. 마지막으로, 공표된 그린리모델링 사업의 에너지 절감률이나 온실가스 감축률 실적을 활용해 그린리모델링 사업에 따른 온실가스 감축효과를 분석하였다.

[그림 1] 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과 분석 단계



자료: 저자 작성

그린리모델링 사업의 감축효과(RE)는 개별 사업 i 의 감축효과(RE_i)를 모두 합하여 산정했다. 여기에서 i 는 본 연구의 분석대상인 노후 공공임대주택 그린리모델링과 공공건축물 그린리모델링 사업을 나타낸다.

$$RE = \sum_i RE_i, \quad i = \text{노후 공공임대주택 그린리모델링, 공공건축물 그린리모델링}$$

그리고 개별 사업 i 의 감축효과는 다음 식에 따라 추정하였다.

$$RE_i = B_{i,t} \times EF_i \times S_i$$

여기에서 $B_{i,t}$ 는 i 사업의 t 년도 사업물량을 나타내고, 본 연구는 각 사업에서 1건의 지원 당 주택 1호 또는 건물 1동이 그린리모델링 된다고 가정하였다. $B_{i,t}$ 는 각 사업

의 정부 예산과 과거 사업실적, 국가 목표를 활용하여 추정되었다. 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업의 물량은 사업예산 증가 추세와 동일하게 증가하는 것으로 가정하여 추정하였다. 그러나 공공건축물 그린리모델링 사업의 물량의 경우, 과거 추세가 지속하는 것으로 가정하면 그 증가율이 과도한 것으로 판단되어 정부목표를 분석 기간에 균등하게 분배하는 방식으로 추정되었다. 다음으로 EF_i 는 i 사업이 지원하는 대상 건물 유형의 평균 온실가스 배출계수로서 호당 또는 건물당 온실가스 배출량을 나타낸다. EF_i 는 공표된 배출계수가 존재할 경우 그 배출계수를 활용하였다. 만일, 그러한 배출계수가 없는 경우에는 대상 유형의 국가 총 배출량과 건물 수를 활용하여 평균 배출계수를 추정하여 사용하였다. 마지막으로 S_i 는 i 사업을 통한 평균 에너지 절감률 또는 온실가스 감축률을 나타낸다. 그린리모델링의 효과에 대한 선행연구는 그린리모델링된 건물의 에너지 절감률을 확인하는 데 초점을 두고 있고, 온실가스 감축률에 대한 선행연구는 확인할 수 없었다. 다만, 건물부문에서는 특별한 공정배출²⁾이 없기 때문에 건물의 온실가스 배출량은 전량 에너지 사용에 기반한다고 가정하여 에너지 절감률에 기반해 온실가스 감축률을 추정하여도 문제가 없다고 판단하였다. 이에 선행연구와 사업 효과에 대한 문헌 등을 통해 그린리모델링 사업의 에너지 절감률을 수집하였고, 이를 적용하여 온실가스 감축 잠재량을 추정하였다.

2. 노후 공공임대주택 그린리모델링

공공임대주택은 1989년부터 공급이 시작되었기 때문에 노후화로 인해 에너지 효율이 매우 낮아지게 되었고 시설 개선에 대한 수요가 급증하기 시작하였다. 이로 인해 국토교통부는 노후 공공임대주택의 에너지 소비량을 절감하고 동시에 입주민의 삶의 질 개선 등을 목표로 노후 공공임대주택 그린리모델링을 추진해왔다. 2020년에는 360억 원의 예산을 들여 10,300호를 대상으로 그린리모델링을 수행하였으며, 2021년에는 대폭 증가한 3,645억 원의 예산을 활용해 83,000호를 대상으로 사업을 추진했다. 나아가 2022년에는 예산 규모를 더욱 증액하여 4,806억 원의 예산을 책정해 92,000호를

2) 산업공정배출(Industrial Processes and Product Use: IPPU)에 따른 온실가스 배출을 의미함.

대상으로 사업을 진행할 계획이다. 한편, 정부는 그린리모델링 사업의 규모를 계속 확대해 2025년까지 누적 22.5만 호를 대상으로 실시할 계획이다.(<표 2> 참조).

노후 공공임대주택 그린리모델링 사업은 지원금의 규모를 기준으로 살펴보면, LH 한국토지주택공사가 해당사업의 90% 이상을 수행하고, 나머지는 지자체가 수행한다. 지자체가 수행하는 사업에 대한 국고보조 비율은 서울은 50%이며 기타 지역은 60%이다. 이러한 정보와 함께 LH의 발표자료와 보도자료, LH 관계자에 대한 인터뷰를 통해 2020~2022년 기간의 LH와 지자체가 수행할 사업물량과 수령할 국고 지원금의 규모를 각각 추정하였다(<표 2> 참조, LH 한국토지주택공사, 2021a, 2021b).

〈표 2〉 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업의 추진현황 및 계획

주체	유형	단위	'20년	'21년	'22년
한국토지 주택공사	세대통합	백만 원	6,700	9,045	12,060
		호	100	135	180
	단일세대	백만 원	5,200	507,910	702,000
		호	200	28,000	27,000
	매입임대	백만 원	44,800	71,200	78,000
		호	10,000	11,862	13,000
	노후임대 시설개선	백만 원	-	101,000	101,000
		호	-	35,500	35,500
	소계	백만 원	56,700	689,155	893,060
		호	10,300	75,497	75,680
지자체	단일세대	백만 원	-	33,826	57,673
		호	-	7,503	16,320
합계		백만 원	56,700	722,981	950,733
		호	10,300	83,000	92,000

주: 한국토지주택공사(LH)의 사업비와 사업물량은 2022년까지 확정된 LH 발표자료, 보도자료, 관계자 인터뷰 정보를 활용하였고, 지자체 사업비와 물량은 지자체 보조 비율 등을 활용해 단일세대 사업 가정 하에 추정함.

자료: LH 한국토지주택공사(2021a, 2021b)에 기반해 저자 작성.

다음으로, 2023~2025년 기간에 대한 사업물량과 국고 지원금 규모를 노후 공공임

대주택 그린리모델링 사업의 주체 및 유형에 따른 추진현황을 바탕으로 추정했다. 우선, 정부는 2025년까지 노후 공공임대주택 22.5만 호를 그린리모델링하는 것을 목표로 설정하였다. 그러나, 2025년 목표와 무관하게 준공 후 15년이 지난 영구 임대주택과 50년 임대주택을 대상으로 한 사업이 지속되고, 영구 임대주택과 50년 임대주택을 대상으로 한 사업물량이 소진될 경우 국민임대주택까지 사업대상을 확대해 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업의 규모가 계속 유지된다고 가정하여 사업물량을 추정하였다. 그러나 이렇게 가정할 경우, 2021~2022년 기간의 예산 증가율은 31.8%로 나타나 매우 높는데, 이와 같은 높은 증가율이 2025년까지 지속되는 것은 불가능할 것이라고 판단되었다. 따라서 예산 증가율이 2021~2022년 기간의 증가율에서 매년 50%씩 감소하는 형태로 가정하였고, 이러한 예산 증가율에 맞춰 사업대상 호수도 동일한 비율로 증가한다고 가정하였다. 이렇게 가정할 경우, 2023~2025년 기간 동안 노후 공공임대주택 그린리모델링의 사업비 총액은 3조 5,288억 원으로 전망되었고, 그린리모델링은 총 34.1만 호에 시행될 것으로 전망되었다(<표 3> 참조).

〈표 3〉 노후 공공임대주택 그린리모델링의 사업물량 전망

주체	유형	단위	'23년	'24년	'25년
한국토지 주택공사	세대통합	백만 원	13,979	15,091	15,692
		호	209	225	234
	단일세대	백만 원	813,714	878,460	913,409
		호	31,297	33,787	35,131
	매입임대	백만 원	90,413	97,607	101,490
		호	15,069	16,268	16,915
	노후임대 시설개선	백만 원	117,073	126,388	131,416
		호	41,149	44,424	46,191
	소계	백만 원	1,035,179	1,117,546	1,162,007
		호	87,723	94,704	98,471
지자체	단일세대	백만 원	66,851	72,170	75,041
		호	18,917	20,422	21,235
합계		백만 원	1,102,030	1,189,716	1,237,048
		호	106,641	115,126	119,706

자료: 저자 작성

앞에서 추정한 사업물량을 활용해 온실가스 감축효과를 분석하기 위해서는 기준 에너지 소비량이나 온실가스 배출량이 필요하며, 또한 그린리모델링으로 인한 에너지 절감률이나 온실가스 감축률도 필요하다.

국토교통부와 한국감정원은 2020년 8월 국내 주거용 건물(개별난방 아파트)의 온실가스 배출량 산정을 위한 표준배출계수를 개발하여 UNFCCC CDM 인증을 취득하였다(국토교통부, 2020b). 구체적으로, 국토교통부는 건축물 에너지·온라인 정보체계 데이터베이스를 이용해 기후, 전용면적, 준공연도, 난방방식에 따라 18개의 배출표준을 제시하였다(<표 4> 참조). 기준 온실가스 배출량 산정을 위해 본 연구는 제주지역을 제외하고 중부지역과 남부지역의 기축건물 기준 배출계수의 평균값을 활용하였다. 그러나 기축건물 기준 배출계수는 세대 전용면적의 규모별로 다르게 설정되어 있으므로 우선, 공공임대주택의 유형별 평균 면적을 파악할 필요가 있다. 장경석·박인숙(2019)을 통해 장기전세와 분양전환공공임대(5년, 10년)를 제외하고는 대부분 공공임대주택의 가구당 면적이 60㎡ 이하라는 것이 파악되었다(<표 5> 참조). 따라서 <표 4>에 제시된 건물 기준 배출계수에서 세대 전용면적 60㎡ 이하의 기축 건물에 대한 배출계수 값을 사용하였다³⁾. 마지막으로, 기준 배출계수는 CO₂ 배출량만을 대상으로 하기 때문에 CH₄와 N₂O 배출량까지 포함되도록 조정할 필요가 있다.

〈표 4〉 건물의 기준 배출계수

기후지역	세대 전용면적	준공연도	
		기축(톤CO ₂ /㎡·연)	신축(톤CO ₂ /㎡·연)
중부	60㎡ 이하	0.0378	0.0378
	60㎡ 초과 85㎡ 이하	0.0329	0.0314
	85㎡ 초과	0.0271	0.0271
남부	60㎡ 이하	0.0336	0.0336
	60㎡ 초과 85㎡ 이하	0.0294	0.0294
	85㎡ 초과	0.0243	0.0243
제주	60㎡ 이하	0.0346	0.0346
	60㎡ 초과 85㎡ 이하	0.0292	0.0285
	85㎡ 초과	0.0264	0.0264

자료: 국토교통부(2020b)

이에 국가 온실가스 인벤토리(온실가스종합정보센터, 2020)의 2018년 가정부문 배출량을 활용하여 CO₂뿐만 아니라, CH₄와 N₂O 배출량까지 포함하도록 보정하였다⁴⁾.

〈표 5〉 공공임대주택의 유형별 가구당 주거면적

유형	가구당 주거면적(m ²)
영구임대	36.9
국민임대	45.2
행복주택	28.4
기존주택매입·전세	47.1
장기전세	64.6
분양전환공공임대(5년,10년)	71.1

자료: 장경석·박인숙(2019)

다음으로 그린리모델링에 따른 에너지 절감 및 온실가스 감축 효과를 파악하기 위한 파라미터를 검토하였다.

우선, 세대통합 그린리모델링, 단일세대 그린리모델링, 매입임대 시설개선의 경우, 2020년 사업성과를 활용해 그린리모델링에 따른 에너지 절감 효과를 파악하였다. LH 한국토지주택공사(2021a)에 따르면, 2020년의 세대통합 그린리모델링 사업(100호)에 따른 에너지 절감률은 41%, 단일세대 그린리모델링 사업(200호)은 34%, 매입임대 시설개선(10,000호)은 29%로 각각 제시되었다.

한편, 노후임대 시설개선 사업의 경우, 개별 세대가 아닌 옥상 방수, 엘리베이터 성능 개선, 단지 내 태양광 패널 설치, 단지 내 정비 중 공용공간을 사업의 대상으로 설정하였기 때문에, 다른 그린리모델링 사업보다 상대적으로 에너지 절감률이 높지 않았다. LH 한국토지주택공사(2018)에서 제시한 경남 진주시의 공공임대아파트의

-
- 3) 60m² 이하 기축건물 배출계수: 중부지역 0.0378, 남부지역 0.0336 → 평균 기준 배출계수 = $\{(0.0378 + 0.0336)/2\}$
- 4) 적용된 기준 배출계수 = 평균 기준 배출계수 × 가정부문 총 온실가스 배출량 / 가정부문 CO₂ 배출량 = $\{(0.0378\text{톤CO}_2/\text{m}^2 + 0.0336\text{톤CO}_2/\text{m}^2)/2\} \times (33,833\text{천 톤CO}_2\text{eq} / 33,542\text{천 톤CO}_2\text{eq}) = 0.0360\text{톤CO}_2\text{eq}/\text{m}^2$

경우, 공공부문의 시설 개선에 따른 에너지 사용량 절감률은 18% 정도로 평가되었다.

그린리모델링 사업에 따른 온실가스 감축량은 개별 세대의 에너지 소비믹스, 그린리모델링 사업의 내용과 규모 등 여러 요인에 의해 결정된다. 이러한 제반 요인을 모두 통제하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구는 감축효과 분석을 위해 에너지 소비량과 온실가스 배출량이 비례한다고 가정하고 그린리모델링 사업의 실적을 통해 평가된 에너지 절감률의 평균값을 사용하기로 결정하였다. 이상에서 살펴본 각종 정보를 토대로 분석한 결과, 노후 공공임대주택에 대한 그린리모델링 사업을 통한 2020~2025년의 온실가스 감축효과는 16.7만 톤CO₂eq로 평가되었다(<표 6> 참조).

〈표 6〉 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업에 따른 온실가스 감축효과

(단위: 톤CO₂eq)

유형	구분	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'20-'25년
세대통합	기준(A)	133	179	239	277	299	381	1,509
	감축후(B)	78	106	141	164	177	225	890
	감축량(A-B)	54	74	98	114	123	156	619
단일세대	기준(A)	266	37,205	35,877	41,586	48,840	57,181	220,955
	감축후(B)	175	24,556	23,679	27,447	32,235	37,739	145,830
	감축량(A-B)	90	12,650	12,198	14,139	16,606	19,442	75,125
매입임대	기준(A)	16,961	20,119	22,049	25,558	27,591	28,689	140,966
	감축후(B)	12,042	14,284	15,655	18,146	19,590	20,369	100,086
	감축량(A-B)	4,919	5,834	6,394	7,412	8,001	8,320	40,880
노후임대 시설개선	기준(A)	-	47,171	47,171	54,678	59,028	75,182	283,230
	감축후(B)	-	38,680	38,680	44,836	48,403	61,650	232,249
	감축량(A-B)	-	8,491	8,491	9,842	10,625	13,533	50,981
합계	기준(A)	17,359	104,674	105,336	122,098	135,759	161,433	646,660
	감축후(B)	12,296	77,626	78,155	90,592	100,404	119,983	479,055
	감축량(A-B)	5,063	27,049	27,181	31,507	35,355	41,450	167,605
	누적감축량	5,063	32,112	59,293	90,800	126,155	167,605	-

자료: 저자 작성

한편, 기준 배출량 산정에 사용된 표준 배출계수는 전기, 도시가스, 난방 에너지

사용량 정보를 사용해 도출된 것이므로, 기준 배출량과 감축효과는 도시가스 등의 화석연료 사용에 따른 직접배출량뿐만 아니라 전기나 난방 에너지 사용에 따른 간접 배출량도 포함한다(한국감정원, 2020). 이에 본 연구는 2018년 국가 온실가스 인벤토리에서 전환부문의 온실가스 배출량과 가정부문의 전기 및 열 소비량을 이용해 가정부문의 간접 온실가스 배출량을 추정하였다. 또한, 가정부문의 직접배출량과 간접배출량의 비율을 이용해 앞서 분석된 감축효과를 직접배출량과 간접배출량으로 구분해주었다. 이와 같은 작업의 결과, 감축효과 16.7만 톤CO₂eq 중에서 약 42.9%에 해당하는 7.2만 톤CO₂eq는 온실가스 직접배출량의 감축효과로, 나머지 57.1%인 9.6만 톤CO₂eq는 간접배출량의 감축효과로 분석되었다(<표 7> 참조).

〈표 7〉 가정부문 감축효과와 직접배출량과 간접배출량 비중('18년 기준)

부문	유형	배출량(천 톤CO ₂ eq)	비중(%)
가정	직접배출	33,833	42.9
	간접배출	45,100	57.1
	총 배출(직간접)	78,933	100.0

자료: 에너지경제연구원(2020) 및 온실가스종합정보센터(2020)에 기반해 저자 작성

3. 공공건축물 그린리모델링

한국형 뉴딜 사업 중, 공공건축물 그린리모델링은 사용승인 이후 10년이 경과한 취약계층이 이용하는 공공건축물에 대한 사업비를 지원한다. 2020년 3차 추경을 통해 총 2,276억 원의 예산이 책정되었으며, 준공 후 15년이 경과한 국공립 어린이집, 보건소, 의료시설 총 834곳을 대상으로 해당 사업이 수행되었다. 2021년에도 예산의 규모는 동일했으며 이 때에는 준공 후 10년이 경과한 국공립 어린이집, 보건소, 의료시설 총 841곳을 대상으로 해당 사업이 수행되었다. 한편, 2022년에는 사업대상 발굴이 어려워짐에 따라 사업예산도 2,245억 원으로 소폭 감소할 것으로 전망된다.

공공건축물 그린리모델링 사업 추진에 따른 온실가스 감축효과 분석도 단계별로 진행되었으나, 앞 절에서 분석한 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업과는 다른 방

식으로 사업물량이 분석되었다. 정부는 공공건축물 그린리모델링 사업 시행의 목표로 2025년까지 누적해 5,500여 건의 사업을 설정하였다. 따라서 본 연구는 이 목표를 달성하기 위해 필요한 총사업비와 목표치를 달성했을 때의 온실가스 감축효과를 분석하였다.

우선, 2022~2025년 기간에 대한 공공건축물 그린리모델링의 사업 물량을 추정하기 위해, 2020년 및 2021년 사업실적을 토대로 사업 1건당 국비 투자비를 산정했으며, 그 결과 271.8백만 원/건이라는 수치를 얻을 수 있었다. 이후에 2022년에 실시될 사업 물량은 2022년 예산안을 기반으로 해 추정하였고, 2023~2025년 기간의 경우에는 잔여 물량을 연도별로 균등하게 배분하는 방식을 택했다. 이와 같은 분석 결과를 통해 추정된 공공건축물 그린리모델링에 대한 2025년까지의 사업 물량은 <표 8>에 제시되었다. 정부의 사업 목표에 따라 2020~2025년 기간 국비 1조 4,947억 원이 투입되고 총 사업비를 기준으로 2조 2,392억 원이 투자되어 총 5,500건의 공공건축물에 대한 그린리모델링이 진행될 전망이다. 총 사업비 산출을 위해서는 사업비 중에서 국비가 지원되는 비중을 고려할 필요가 있다. 따라서 서울, 중앙행정기관, 공공기관에 대해서는 사업비의 50%가 지원되고, 기타 건물에 대해서는 사업비의 70%까지 지원된다는 사실을 이용했다. 한편, 2021년에 실시된 841건의 공공건축물 그린리모델링 사업을 살펴보면, 수도권에서는 총 202건이 수행되었다는 것을 알 수 있다. 이렇게 수도권에서 실시된 사업 중에서 서울 지역의 사업 비중을 50%로 가정해, 총 사업 물량의 약 12.5%가 서울 지역에서 실시된 것으로 가정해 총사업비를 추정했다.

〈표 8〉 공공건축물 그린리모델링의 연도별 사업물량 및 사업비 추정결과

	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'21-'25년
국비 (백만 원)	227,600	227,600	224,501	271,662	271,662	271,662	1,494,687
건수(건)	834	841	826	1,000	1,000	1,000	5,500
총사업비 (백만 원)	340,000	340,000	336,752	407,493	407,493	407,493	2,239,230

자료: LH 한국토지주택공사(2021a), 국토교통부(2021)에 기반해 저자 작성

다음으로 공공건축물 그린리모델링 사업에 따른 에너지 절감률을 파악해야 한다. 이를 위해 2017년 및 2018년 공공그린리모델링 지원 사업 백서에 수록된 설계컨설팅 및 노후화진단 지원 사업의 사업결과를 이용했다. 2017년에는 총 15건의 사업결과가 수록되어 있는데, 1차에너지 소요량의 평균 절감률은 약 53.2%였다. 2018년에는 총 17건의 사업결과가 수록되어 있는데, 1차에너지 소요량의 평균 절감률은 약 56.6%였다. 따라서 2개 연도의 사업결과를 합산해, 전체 32건에 대한 1차에너지 소요량의 평균 절감률 값인 약 55.0%를 감축효과 분석에 활용했다(<표 9> 참조).

〈표 9〉 공공건축물에 대한 에너지 진단 결과

연도	경과 연수	지역		용도	연면적 (㎡)	1차에너지 소요량 (kWh/㎡)		절감률 (%)
						개선전	개선후	
2017	40	충북	충주	업무시설	2,864	463	134	-71.0
	24	서울	종로	공공업무	19,270	355	115	-67.6
	28	대전	유성	교육연구시설	5,443	-	295	-39.4
	28	전남	보성	업무시설	495	-	114	-74.6
	31	전북	남원	사무실	761	-	175	-58.3
	29	경기	시흥	교육연구시설	17,784	433	190	-56.2
	32	경기	부천	사무실	731	433	176	-59.3
	22	대전	유성	연구소	19,355	494	198	-59.8
	21	충북	청주	교육연구시설	9,591	431	139	-67.8
	32	충북	충주	교육연구시설	7,367	401	105	-73.9
	23	강원	강릉	사회복지관		-	-	-38.8
	15	강원	강릉	교육연구시설	630	-	-	-38.4
	26	대구	달서	공공청사업무시설	17,898	-	-	-26.8
	27	부산	연제	공공업무	7,357	-	-	-38.7
	20	제주	서귀포	교육연구시설	1,016	-	-	-27.9
2018	39	서울	중구	업무시설	23,272	-	262	-38.9
	33	대구	중구	교육연구시설	10,181	-	130	-50.8
	34	서울	서초	교육연구시설	8,862	-	116	-52.1
	39	서울	관악	교육연구시설	6,987	-	198	-45.6
	31	충북	충주	교육연구시설	8,732	-	199	-27.9

연도	경과 연수	지역		용도	연면적 (㎡)	1차에너지 소요량 (kWh/㎡)		절감률 (%)
						개선전	개선후	
2018	26	경남	하동	-	5,330	265	133	-49.8
	39	경북	구미	-	8,360	346	195	-43.8
	30	부산	중구	-	7,860	288	156.9	-45.6
	27	부산	금정	-	14,464	503	197	-60.8
	29	부산	동구	-	400	399	78	-80.4
	26	대구	북구	-	551	266	92	-65.3
	27	충남	청양	업무시설	1,569	-	142	-62.5
	47	대구	동구	운수시설	14,031	1,656	319	-80.7
	25	전남	광양	-	6,895	476	149	-68.6
	24	충북	음성	-	8,684	360	143	-60.3
	30	경남	창원	-	1,697	321	139	-56.8
	29	전남	장성	-	722	436	122	-72.0

자료: LH 한국토지주택공사(2017, 2018)에 기반해 저자 작성

주: “-”로 표시된 곳은 값이 원자료에서 제공되지 않는 경우임

다음으로 사업물량의 기준 배출량을 산정하였다. 앞서 본 연구는 사업물량을 건수 단위로 추정하였다. 따라서 본 연구는 사업 1건마다 비주거용 건물 1동에 대한 그린리모델링이 실시된다고 가정하고, 비주거용 건물 1동의 온실가스 평균배출량을 이용하고자 한다. 한편, 앞에서 분석된 1차에너지 소요량 평균 절감률은 건물에서 소비되는 화석연료뿐만 아니라 전기 및 열 사용의 절감 효과도 포함한다. 따라서 비주거용 건물 1동의 온실가스 평균배출량은 직접 온실가스 배출량뿐만 아니라 전기와 열사용에 따른 간접 온실가스 배출량까지 포함하도록 설정했다. 이를 위해 2018년 국가 온실가스 인벤토리에 제시된 비주거용 건물(상업, 공공(기타))부문의 온실가스 배출량과 에너지통계연보에 제시된 상업·공공(기타)부문의 전기 소비량을 이용해 비주거용 건물의 직간접 온실가스 배출량을 추정하였다. 그리고 세움터(2021)에 제시된 건축물 통계(2018년 기준)를 보면, 비주거용 건물은 상업용 건물, 문교·사회용 건물, 그리고 기타 용도의 건물을 포함한다. 한편, 건물을 용도별로 구분하면

공업용 건물도 비주거용 건물에 해당하지만, 온실가스 통계 기준으로 공업용 건물에서의 온실가스 배출은 제조업과 건설업 부문에서 포함될 것이라고 판단해 본 연구에서는 대상에서 제외하였다. 이러한 분석과정을 통해 산출된 비주거용 건물 1동당 온실가스 배출량은 직접 8.1톤CO₂eq, 간접 37.5톤CO₂eq, 총 45.6톤CO₂eq 수준이다.(<표 10> 참조).

〈표 10〉 비주거용 건물의 온실가스 배출량 평균값 ('18년 기준)

건물부문	유형	배출량 (천 톤CO ₂ eq)	동수(동)	1동당 배출량 (톤CO ₂ eq/동)
상업	직접배출	13,619	-	
	간접배출	68,220		
	소계	81,838		
공공(기타)	직접배출	4,602		
	간접배출	16,106		
	소계	20,708		
비주거용	직접배출	18,221	2,249,670	8.1
	간접배출	84,325		37.5
	소계	102,546		45.6

자료: 에너지경제연구원(2020), 온실가스종합정보센터(2020), 세움터(2021)에 기반해 저자 작성

이상에서 파악 및 분석된 정보를 이용해 공공건축물 그린리모델링의 온실가스 감축효과를 분석해보았다(<표 11> 참조). 2020~2025년 기간에 공공건축물 그린리모델링 사업 건수는 5,500건으로 추정되었고, 이를 통한 2025년의 온실가스 감축효과는 약 13.8만 톤CO₂eq에 해당할 것으로 전망된다. 이 중에서 직접 온실가스 감축량은 약 2.5만 톤CO₂eq이며, 간접 온실가스 감축량은 11.3만 톤CO₂eq로 추정된다.

〈표 11〉 공공건축물 그린리모델링의 온실가스 감축효과

	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'20-'25년
국비 (백만 원)	227,600	227,600	224,501	271,662	271,662	271,662	1,494,687

	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'20-'25년
건수(건)	834	841	826	1,000	1,000	1,000	5,500
총사업비 (백만 원)	340,000	340,000	336,752	407,493	407,493	407,493	2,239,230
기준 배출량 (A, 톤CO ₂ eq)	38,016	38,335	37,656	45,566	45,566	45,566	250,705
감축후 배출량 (B, 톤CO ₂ eq)	17,102	17,246	16,940	20,499	20,499	20,499	112,784
감축량(A-B, 톤CO ₂ eq)	20,914	21,089	20,716	25,067	25,067	25,067	137,920
누적감축량	20,914	42,003	62,719	87,786	112,853	137,920	-

자료: 저자 작성

4. 그린리모델링 지원 사업의 온실가스 감축효과

앞 선 두 절에서 각각 분석한 노후임대주택 그린리모델링의 온실가스 감축효과와 공공건축물 그린리모델링의 온실가스 감축효과를 종합해, 본 절에서는 한국형 그린 뉴딜에서 그린리모델링에 따른 온실가스 감축효과를 살펴본다. 분석 시나리오에 따라 공공건축물 그린리모델링에 따른 온실가스 감축효과는 연도별로 큰 변동이 없이 일정한 수준을 유지하는 것으로 상정했다. 그러나 노후 공공임대주택 그린리모델링은 그 사업규모와 투입 예산이 매년 점증한다는 가정 하에서 사업대상이 영구 임대주택과 50년 임대주택에 그치는 것이 아니라 국민임대주택까지로 확대되는 것으로 시나리오를 설정했다. 이러한 가정의 결과로 노후 공공임대주택 그린리모델링에 따른 온실가스 감축효과는 매년 점증하는 것으로 분석되었다.

한편, 건물부문의 특성상 그린리모델링 사업에 따른 온실가스 감축효과는 1회성으로 그치는 것이 아니라 누적해 유지된다는 점이 특징이다. 즉, 2020년에 그린리모델링을 실시한 주택과 건축물은 2020년뿐만 아니라, 2021~2025년에도 개선된 에너지 효율과 저감된 온실가스 배출수준을 유지하게 된다. 따라서 그린리모델링의 온실가스 감축효과는 단일 연도의 효과를 보는 것이 아니라, 누적감축량을 통해 평가되는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서 두 사업을 통해 개선된 주택과 건축물의 온

실가스 감축효과는 2025년까지 약 30.6만 톤CO₂eq로 추정된다(<표 12> 참조).

〈표 12〉 그린리모델링의 온실가스 감축효과

사업	구분		'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년
노후 공공 임대 주택	감축량 (톤CO ₂ eq)	신규	5,063	27,049	27,181	31,507	35,355	41,450
		누적	5,063	32,112	59,293	90,800	126,155	167,605
	사업비 (억 원)	국비	360	3,645	4,806	5,570	6,014	6,253
		총사업비	567	7,230	9,507	11,020	11,897	12,370
공공 건축물	감축량 (톤CO ₂ eq)	신규	20,914	21,089	20,716	25,067	25,067	25,067
		누적	20,914	42,003	62,719	87,786	112,853	137,920
	사업비 (억 원)	국비	2,276	2,276	2,245	2,717	2,717	2,717
		총사업비	3,400	3,400	3,368	4,075	4,075	4,075
합계	감축량 (톤CO ₂ eq)	신규	25,977	48,138	47,897	56,574	60,422	66,518
		누적	25,977	74,115	122,012	178,585	239,008	305,525
	사업비 (억 원)	국비	2,636	5,921	7,051	8,287	8,730	8,969
		총사업비	3,967	10,630	12,875	15,095	15,972	16,445

자료: 저자 작성

V. 결 론

본 연구는 한국판 그린뉴딜 사업 중 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과를 국내 학계에서 최초로 분석하였다. 이를 위해 우리 정부의 그린리모델링 사업별 예산을 검토하였고, 정부지원 예산, 사업물량, 국가목표를 상세히 분석하였다. 분석 결과, 본 연구에서 온실가스 감축효과 평가 대상으로 삼은 2개 사업(노후 공공임대주택 그린리모델링 사업, 공공건축물 그린리모델링 사업)에 대해서 2025~2025년 기간 투입될 총 국가예산은 8,969억 원으로 추정되었다. 또한, 해당 기간에 그린리모델링을 통한 온실가스 감축효과는 약 30.6만 톤CO₂eq로 추정되었다. 이처럼 그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과는 그다지 높지 않은 것으로 분석되었다. 이는 정부의 그

린리모델링 사업이 상대적으로 에너지사용량이 많지 않은 노후 공공임대주택과 공공건축물을 대상으로 이뤄지기 때문이다.

그러나 노후 공공임대주택 사업은 오로지 온실가스 감축만을 위해 실시되는 것이 아니므로 취약계층의 주거 환경 개선과 이를 통한 삶의 질 향상이라는 관점에서 온실가스 감축에의 기여 정도와는 무관하게도 충분히 의미가 있다고 하겠다. 이는 EU가 리노베이션 웨이브(renovation wave)를 통해 취약계층의 에너지빈곤 개선에 힘쓰는 것과도 유사한 맥락이다. 또한, 공공건축물에 대한 그린리모델링은 민간의 투자를 유도해 민간 중심의 그린리모델링 사업을 보다 가속화할 수 있다는 관점에서도 충분히 의미있는 사업이다. 그러나 본 연구에서 살펴본 것과 같이 온실가스 감축 측면에서는 본 연구의 분석대상인 두 사업 모두 예산 대비 감축효과가 제한적인 것으로 나타나, 향후에는 국가 온실가스 감축목표에 대한 기여도를 보다 제고하기 위한 방안을 모색해야 하겠다.

사실 신축 건물은 창호, 외벽, 고효율 설비를 비롯해 기능이 개선된 설비를 적용함으로써 에너지 효율 자체가 높으며, 고효율 자재 사용을 법령에서 의무화함에 따라 자연적으로 에너지 효율을 높일 수 있다. 그러나 기축건물의 경우에는 재건축을 하지 않는 이상, 그린리모델링이 에너지 절감과 온실가스 감축을 위해서 선택할 수 있는 거의 유일한 수단이라고 하겠다. 신축건물보다는 기축건물의 비중이 월등히 높은 현실과 본 연구에서 추정한 그린리모델링의 온실가스 감축효과와 국가 온실가스 감축목표에 대한 기여도를 함께 고려할 때, 노후임대주택과 공공건축물에 대한 그린리모델링만으로는 한계가 명확하다. 따라서 건물부문에서의 국가 온실가스 감축을 크게 늘리기 위해서는 민간부문으로의 그린리모델링 확산이 필수적이다.

민간부문에서의 그린리모델링 확산을 위해서는 그린리모델링에 따른 이득을 증대시켜주는 것이 필요하다. 향후에 에너지 가격이 크게 상승하는 경우 자연스럽게 그린리모델링에 따른 에너지 절감의 경제적 이득이 증가하게 되고, 그린리모델링에 대한 선호가 높아질 수도 있다. 그러나 현실적으로 그린리모델링에 따른 비용은 건물 소유자가 부담하고, 에너지 절감으로 인한 경제적 이득은 사용자가 누리게 되는데, 건물 소유자와 사용자가 일치하지 않는 경우가 많으므로 에너지 가격이 상승한

다고 해서 자연스럽게 그린리모델링이 확산되리라고 보기는 어렵다. 이처럼 그린리모델링을 추진할지에 대한 의사결정을 하는 건물소유자에게 직접 그 혜택이 돌아가지 못하는 현실이 그린리모델링의 확산을 억제하는 한 요인이라고 생각된다.

따라서 건물 소유자가 그린리모델링에 따른 혜택을 직접 누릴 수 있는 방안을 마련해야 한다. 한 가지 방안으로, 에너지효율향상 의무화제도(EERS, Energy Efficiency Resource Standards)를 그린리모델링과 연계시키는 것도 검토해볼 필요가 있다. 에너지효율향상 의무화제도는 에너지 공급자에게 연도별 에너지 절감목표를 부여하고, 공급자는 효율향상사업에 투자하여 절감목표를 이행하는 제도이다(한국에너지공단, 2021). 즉, 그린리모델링 사업을 추진해 달성한 에너지 절감량을 에너지효율향상 의무화제도에서 사용할 수 있도록 허용하거나, 에너지 공급자가 에너지 절감목표의 일정 비율을 그린리모델링을 통해 달성하도록 허용해주는 것도 검토해볼 필요가 있다. 향후 연구로는 EERS와 연계해 온실가스 감축효과를 보다 극대화할 수 있는 방안, 민간 그린리모델링에 따른 온실가스 감축효과 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

그러나 본 연구는 그린리모델링 사업에 따른 온실가스 감축효과를 정책효과를 중심으로 분석한 첫 연구이다보니, 다음과 같은 한계점도 가진다. 본 연구에 따른 온실가스 감축효과는 근본적으로 사업예산의 규모에 비례하는 것으로 분석하고 있다. 이는 현재 그린리모델링 사업이 공공사업을 중심으로 진행되고 있고, 본 연구는 그러한 공공사업을 대상으로 분석한 것이므로 불가피한 측면도 있다. 그러나 향후에 민간 그린리모델링 사업이 점차 확산될 경우, 예산에 단순 비례하는 방식으로 분석한 본 연구의 연구방법론은 보다 현실을 고려해 수정되어야 할 것이다. 또한, 온실가스 감축효과 분석에 사용된 에너지 절감률 등의 자료는 현 시점에서 확인된 과거 사업실적의 평균값을 적용하고 있다는 한계도 있다. 즉, 향후 기술의 발전 등에 따라 그린리모델링의 감축효과가 개선될 여지가 있다는 점을 충분히 고려하지 못한 것이다. 향후 연구에서는 본 연구의 이러한 한계점을 개선한 연구가 진행될 수 있기를 기대한다.

접수일(2022년 9월 8일), 수정일(2022년 9월 26일), 게재확정일(2022년 9월 26일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획 전체본 - 선도국가로 도약하는 대한민국으로 대전환. 2020년 7월 14일.
- 관계부처 합동(2021). 한국판 뉴딜 2.0 -미래를 만드는 나라 대한민국-. 2021년 7월 14일.
- 국토교통부(2020a). 2020년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료(II-1). 2020년 1월.
- 국토교통부(2020b). 세계 최초, “건물 온실가스 배출 표준(Baseline)” UN 승인. 국토교통부 보도자료(2020년 8월 26일).
- 국토교통부(2021). 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료(II-1). 2021년 1월.
- 김민욱·윤영중·한준·이화수·전의찬(2016). “LEAP 모형을 이용한 도로교통부문의 온실가스 감축잠재량 분석 - 저탄소차협력금제도, 연비강화, 운전행태개선을 중심으로.” 한국기후변화학회지 7(1) : 85-93.
- 대한민국정부(2021). 2022년도 성과계획서 (국토교통부).
- 박지연·김연중(2019). “농업분야 신재생에너지 보급현황 및 파급효과 분석.” 한국산학기술학회 논문지 20(1) : 224-235.
- 박효정·정혜진·이승묵·박재우(2012). “LEAP 모델 적용을 통한 대학단위 온실가스 감축안 도출 - 한양대학교 안산캠퍼스 대상으로.” 대한환경공학회지 7(3) : 280-287.
- 손인성·김동구(2022). “한국형 그린뉴딜의 온실가스 감축 잠재량 평가: 신재생에너지 보급지원 사업을 중심으로.” 한국기후변화학회지 13(3) : 325-338.
- 에너지경제연구원(2020). 2020 에너지통계연보.
- 온실가스종합정보센터(2020). 2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서. 2020년 12월.
- 온실가스종합정보센터(2021). 2021 국가 온실가스 인벤토리 보고서. 2021년 12월.
- 유정화·박년배·조미현·전의찬(2012). “상향식 모형을 이용한 대학의 온실가스 감축 잠재량 평가.” 한국기후변화학회지 3(3) : 183-193.
- 윤영중·김민욱·한준·전의찬(2016). “LEAP 모형을 이용한 건축물의 온실가스 감축 시나리오 분석 - 서울세관건물 그린리모델링 시범사업을 중심으로 -.” 한국기후변화학회지

7(3) : 341-349.

이동은·김승진·전의찬(2014). “주거용 건물부문 태양열 기술 보급에 따른 누적 온실가스 감축 효과 분석.” 한국기후변화학회지 5(3) : 267-275.

이상엽·전호철·김이진(2017). 신기후체제 대응을 위한 2050 저탄소 발전전략 연구(I). 세종 : 한국환경연구원.

임정민·김동구(2021). “파리협정 목표에 따른 한국의 온실가스 배출허용량과 총량제한 배출경로 연구.” 한국기후변화학회지 12(3) : 255-270.

장정석·박인숙(2019). “공공임대주택 유형별 주택규모의 현황과 시사점.” NARS 지표로 보는 이슈, 제147호. 국회입법조사처. 2019년 12월 5일.

전수영·박상원·송호준·박진원(2009). “원자력과 신재생에너지 발전설비 확대에 따른 온실가스 저감 잠재량에 관한 연구.” 에너지공학 18(3) : 191-202.

정영선·조수현·문선혜(2021). “신재생에너지 보급 시나리오를 통한 건물부문 온실가스 감축 잠재량 분석.” 한국태양에너지학회 논문집 41(6) : 73-84.

정재형·김기만(2020). “재생에너지(태양광, 풍력) 기술의 온실가스 감축산정: 국내를 대상으로.” 한국환경과학회지 29(7) : 729-737.

정현철·이종식·최은정·김진엽·서상욱·정학균·김창길(2015). “2020년 이후 농업부문 온실가스 배출량 전망과 감축잠재량 분석.” 한국기후변화학회지 6(3) : 233-241.

한국감정원(2020). 국가 온실가스 감축 촉진을 위한 국제공인 건물 표준베이스라인 개발 2단계. 연구보고서. 국토교통부 발행.

한국에너지공단(2021). 2021 KEA 에너지편람. 2021년 6월.

2050 탄소중립위원회(2021). 2050 탄소중립 시나리오.

LH 한국토지주택공사(2017). 공공 그린리모델링 지원사업 백서.

LH 한국토지주택공사(2018). 2018년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 백서.

LH 한국토지주택공사(2021a). LH 공공임대주택 그린리모델링사업 추진성과 보고.

LH 한국토지주택공사(2021b). LH, ‘21년 노후임대주택 4만 세대 그린리모델링 실시.

세움터(2021). 2018년 시도별 건축물현황 (보도자료용).

<https://cloud.eais.go.kr/moct/awp/aec02/AWPAEC02V01> (검색일: 2021.10.15.).

열린재정(2021). 사업별 예산 시계열.

그린리모델링 사업의 온실가스 감축효과 분석: 정책효과를 중심으로

https://www.openfiscaldata.go.kr/portal/service/sactvTimeSeriesPage.do;jsessionid=8dIN1Zrixyhj6j5fCfe8QDdjPhaAap4rlkHAaweHemptK1UDpgc41y11FaxXUEbs.IFPBWAS1_servlet_engine1(검색일: 2021.10.14.).

한국판 뉴딜(2021a). 세부과제-그린리모델링.

<https://www.knewdeal.go.kr/front/detailbsns/detailBsnsDetail.do>(검색일: 2021.10.14.).

SEI(2022). LEAP. Stockholm Environment Institute.

<https://www.sei.org/projects-and-tools/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/>(검색일: 2022.09.24.).

ABSTRACT

Analysis of Greenhouse Gas Reduction Effect of Green
Remodeling Project: Focusing on Policy Effect*

Insung Son** and Dong Koo Kim***

This study analyzed the greenhouse gas reduction effect of the green remodeling project among the Korean New Deal policy. To this end, this study reviewed the Korean government's budget for each green remodeling project and estimated the project volume until 2025. Subsequently, after calculating the baseline greenhouse gas emission, the effect of reducing greenhouse gas was estimated. As a result of the evaluation, the total budget for two representative programs (green remodeling of old public rental housing and green remodeling of public buildings) of the green remodeling project from 2020 to 2025 is estimated to be about 896.9 billion won. The amount of greenhouse gas to be reduced through green remodeling during the period is estimated to be about 306 thousand tons CO₂eq. As such, it was analyzed that the greenhouse gas reduction effect of the green remodeling project was not very high. Of course, the green remodeling project cannot only be aimed at reducing greenhouse gases, but in the future, it should also seek ways to improve its contribution to the national reduction goal in terms of reducing greenhouse gases.

Key Words : Greenhouse Gas Reduction, Korean New Deal, Green Remodeling,
Climate Change

* This paper is a revised and supplemented version of the Korea Energy Economics Institute's basic research report, "The Direction of the Korean Green New Deal for the Response to Climate Change: Focusing on the Mitigation of Greenhouse Gases in the Energy Sector".

** Research Fellow, Climate Policy Research Team, Korea Energy Economics Institute, isson@keei.re.kr (First author)

*** Assistant Professor, Division of Maritime Management and Economics, National Korea Maritime & Ocean University, eastnine09@gmail.com (Corresponding author)