

# 시설원에 탄소중립 목표달성을 위한 에너지 절감 및 신재생에너지 시설 보급효과 분석<sup>1)</sup>

김연중, 박영구, 이정민, 박준홍  
한국농촌경제연구원

e-mail:yjkim@krei.re.kr, ygpark@krei.re.kr, fantom99@krei.re.kr, school0215@krei.re.kr

## Analysis of the Supply Effect of Energy Saving Facilities and Renewable Energy to Achieve Carbon Neutrality Goal in Horticulture

Kim, Yean Jung, Park, Young gu, Lee, Jung min, Park, Joon Hong  
Korea Rural Economic Institute

### 요약

농림축산식품부는 탄소중립 달성을 위해 농림축산분야 온실가스 배출량을 2050년까지 2018년 대비 23.2% 감축하겠다는 목표를 발표하였으며, 에너지분야 이산화탄소 배출량이 많은 시설원에 부문의 적극적인 정책참여 필요성이 제기되고 있다. 이를 위해 시설원예농가 실태 조사에서 파악된 에너지 사용량과 절감시설자료를 기반으로 현재의 농업생산성을 유지하면서 동시에 이산화탄소 배출량 목표를 달성할 수 있는 에너지 절감시설 및 신재생에너지 보급면적을 추산하고 정부재정 및 농가 경영비 절감액과 사회적 편익 발생액을 계측하였다. 분석 결과 에너지 절감시설 및 신재생에너지 시설 보급시 2022~2050년 정부재정지출 및 경영비 절감, 사회적 편익 누적액은 1조 9,421억원으로 추산되었으며, 품목별로는 오이의 절감액과 편익이 가장 크게 분석되었다.

## 1. 서론

### 1.1. 연구목적

최근 빈번히 발생하고 있는 이상기후의 주요 원인중 하나로 온실가스 증가에 따른 지구 온난화가 지적되고 있다. 이에 세계 각국은 에너지 자원의 관리 필요성을 인식하고 온실가스 배출량을 범세계적으로 규제하는 파리협정(2015년 12월)을 체결한 바 있다. 파리협정 및 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)에서는 기온 상승폭 억제(기존 2°C에서 1.5°C로 상향 조정) 및 2030년까지 온실가스 배출전망치(BAU)의 37% 감축 등의 구체적인 목표를 제시하고 있다. 우리나라 역시 장기저탄소발전전략(LEDs)과 국가온실가스 감축목표(NDC)등을 통해 온실가스 배출량을 2050년까지 2018년 대비 40% 이상 감축하겠다는 목표를 발표하였다[1, 2].

시설원예 분야는 소비자의 연중수요에 가장 근접하게 발전해 오고 있는 농업 분야이며, 온실 냉난방, 저온창고 유지, 농기계 사용 등 에너지 사용비율이 높은 상황이다. 국가 NDC 상의 온실가스 감축 목표 상향 조정과 함께 농업부문의 역할도 강조되는 현실과 결부해 볼 때, 시설원예 역시 동참할 당위성이 있다. 현재 시설원예 분야는 에너지원의 전력화 현상으로 온실가스 배출이 지속적으로 감소하고, 전반적인 재배규모

감소로 향후 자연적인 온실가스 감소가 예측되나, 탄소중립 시나리오상의 목표 감축치를 달성하기 위해서는 현재와 미래 온실가스 배출량에 대한 전반적인 검토가 필요하다. 하지만 이를 위해 에너지 소비량을 감축시켜도 시설원예 작물 생산성은 그대로 유지되어야 안정적인 식량공급과 영양공급에 따른 국민 건강유지라는 농업의 본질 목표를 달성할 수 있다. 따라서 온실가스 저감과 생산성 유지라는 두가지 상충된 목표를 동시에 충족시키기 위해서는 에너지 절감시설과 신재생 에너지를 적극 보급할 필요가 있으며, 이에 대한 편익 분석을 통해 에너지 절감시설과 신재생에너지 보급확대를 위한 이론적 근거를 제시할 필요가 있다.

### 1.2. 연구내용

신재생에너지 및 에너지 절감시설 보급 확대를 통해 기존의 저효율 장비를 고효율 시설로 전환할 경우 발생하는 경제적 및 사회적 편익을 분석하였다. 이를 위해 우선 에너지 절감목표 달성에 필요한 신재생에너지 및 에너지 절감시설 보급 면적을 제시하였다. 이와 함께 면세유 소비량 감소로 발생하는 재정지출 감소효과와 에너지 비용 지출 감소에 따른 농가의 경영비 절감효과, 이산화탄소 발생 감소에 따른 사회적 편익을 분석하였다. 또한 대표 작목(파프리카, 오이, 토마토) 별로 감축효과를 분석하여 향후 정책 수립시 우선순위가 높은 작목 선정에 위한 기초자료를 제시하였다.

1) 본 논문은 농촌진흥청의 위탁연구과제[농업에너지 이용현황 조사 및 저탄소 에너지 전환 방안 연구(2/5)]의 지원에 의해 이루어짐.

## 2. 선행연구 및 분석자료

### 2.1. 선행연구 검토

농업분야의 온실가스 관련 연구는 주로 이산화탄소 배출량 추정과 전망 및 국가 정책의 파급효과 등이 주를 이루고 있다. 농업 부문의 증장기 전망을 위해 미래 온실가스 온실가스 배출량을 전망하고 에너지시설 현대화를 통한 감축 가능량을 제시한 논문이 발표되었으나, 농업전반에 걸친 추정으로 시설원에 분야만 살펴보기에는 한계가 있다[3, 4]. 또한 온실가스 감축을 위한 배출권 거래제 및 정책 시행효과를 분석하였으며, 농업부문 감축량과 그에 따른 파급효과를 제시한 논문이 최근 발표되고 있으나, 감축 수단에 대한 설명은 충분하지 않은 한계가 있다[5, 6, 7].

### 2.2. 분석자료

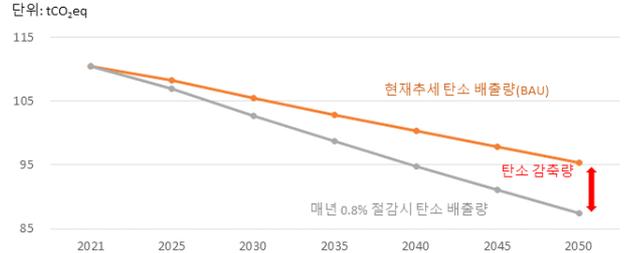
농림수산식품부에서 2021년 실시한 시설원에 농가 전수조사(농업경영체 등록 온실 251,321개소) 자료를 이용하였다[8]. 분석지역은 광역 및 특별시와 각 도가 포함되어 있으며, 분석 품목은 채소 16 작목(가지, 고추, 딸기, 멜론, 무, 방울토마토, 배추, 상추, 수박, 시금치, 양채류, 오이, 참외, 토마토, 파프리카, 호박), 화훼 5 작목(국화, 백합, 안개초, 장미, 카네이션), 과수 3 작목(감귤, 샤인머스켓, 포도) 등 총 24 작목에 대해 실시하였다.

조사대상 시설온실은 유형(단동비닐, 연동비닐, 유리온실, 경질판온실), 에너지 절감시설 10종(부직포 보온커튼, 다겹보온커튼, 보온덮개, 환개팬, 순환팬, 알루미늄스크린, 비순환식수막, 순환식수막, 배기열회수장치, 열회수형환기장치), 신재생에너지 3종(공기열, 지열, 폐열 히트펌프), 보온시설 5종(보일러, 온풍기, 히트펌프, 열선, 방열등)등에 대해 보유여부 및 에너지 사용량을 조사하였다.

## 3. 분석결과

### 3.1. 이산화탄소 감축목표 설정

우리나라가 국가온실가스 감축목표(NDC)에서 제시한 이산화탄소 감축량은 2018년대비 40%이나, 시설원에 분야에서는 탄소중립 달성을 위해 2050년까지 이산화탄소 배출량을 2018년 배출치의 23.2%를 감축한다고 발표(2050 농식품탄소중립 추진전략)하였다[9]. 따라서 본 논문에서는 감축량을 23.2%로 가정하였으며, 2018년 시설원예부분 이산화탄소 배출량(114만 tCO<sub>2</sub>eq)을 감안 시 2050년 감축 목표량은 26만 4천 tCO<sub>2</sub>eq이며, 배출 허용량은 87만 5천 tCO<sub>2</sub>eq으로 분석된다[10]. 이에 따라 2022년부터 매년 이산화탄소 배출량을 매년 0.8% (약 7천~9천 tCO<sub>2</sub>eq)감소시킬 경우 2050년 감축 목표량 충족이 가능하다.



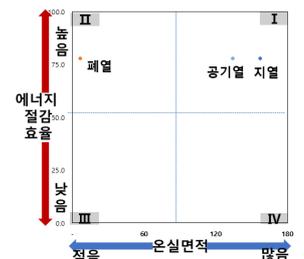
[그림1] 이산화탄소 배출량 전망치 및 감축 목표치

### 3.2. 신재생에너지 및 에너지 절감시설의 효율과 온실 면적 비교

농가 소득보장과 소비자에게 양질의 과채류를 지속적으로 공급하면서 정부의 이산화탄소 감축 목표량을 달성하기 위해서는 기존 에너지절감시설의 보급확대와 화석에너지의 신재생에너지로의 전환해야 한다. 에너지절감시설의 경우 에너지 절감효율이 높지만 보급면적이 적은 시설(보온덮개, 열회수형 환기장치)은 설치 면적 확대 지원이 필요하며, 보급면적이 적고 에너지 절감 효율도 낮은 시설(부직포 보온커튼, 환기 및 배기팬 등)은 고효율 장비로 전환할 필요가 있다. 신재생 에너지시설(히트펌프)의 경우 공기열 및 지열 히트펌프의 보급면적이 상대적으로 넓게 나타났으며, 폐열 히트펌프의 보급면적은 적은 것으로 분석되었다.



[그림2] 에너지 절감시설의 효율 및 온실면적 비교



[그림3] 신재생에너지시설의 효율 및 온실면적 비교

### 3.3. 연도별 신재생에너지 및 에너지절감시설 보급 목표

현재 설치된 저효율 시설(환기팬 및 순환팬, 부직포 보온커튼, 알루미늄 보온커튼)을 고효율 에너지 절감시설(열회수형 환기장치, 보온덮개, 다겹보온커튼, 배기열 회수장치)과 신재생 에너지시설로 매년 평균 87ha를 고효율 절감시설 면적으로 전환시킬 경우 이산화탄소 절감 목표치를 달성할 수 있다. 이중 비순환식 수막시설(4,741ha) 및 순환식 수막시설(346ha)는 에너지 효율면에서는 우수하나, 수자원 및 환경보전 측면에서 신중히 접근할 필요가 있어 현재의 자연감소 수준(연평균 0.5%, 21.9ha감소)을 유지한다고 가정하였다. 저효율 에너지 절감시설이 설치된 면적중 매년 평균 87.6ha(0.7%)를 고효율 시설로 기종전환을 해야 당초 이산화탄소 감축목표(약 7

천~9천 tCO<sub>2</sub>eq)를 절감할 수 있는 것으로 추산되었다. 이외 신재생 에너지 설치 면적을 매년 3.4ha 증가시키야 하는 것으로 조사되었다.

[표 1] 매년 1.0% 고효율 장비 설치 확대시 연간 온실면적 변화  
단위: ha

구분	면적	2022	2030	2040	2050	연평균 변화면적
현재 수준 유지	순환식 수막	346	332	318	304	-1.5
	비순환식 수막	4,741	4,549	4,355	4,170	-20.4
	소계	5,087	4,881	4,673	4,474	-21.9
보급 확대	열회수형 환기장치	61	66	72	80	0.7
	보온덮개	2,417	2,615	2,886	3,184	27.4
	다겹 보온커튼	5,064	5,479	6,046	6,672	57.4
	배기열 회수장치	181	196	216	238	2.1
	소계	7,722	8,355	9,220	10,174	87.6
기종 전환	환기팬 (배기팬)	4,747	4,526	4,224	3,890	-30.6
	순환팬 (유동팬)	5,048	4,813	4,492	4,137	-32.5
	부직포 보온커튼	3,110	2,965	2,767	2,549	-20.0
	알루미늄 스크린	693	661	617	568	-4.5
	소계	13,597	12,964	12,099	11,145	-87.6
신규 설치	히트펌프	301	326	359	396	3.4
합계		26,707	26,525	26,351	26,190	-18.5

### 3.4. 재정지출·농가경영비 절감액 및 사회적 편익 발생액

에너지 절감시설 도입으로 화석연료 사용량이 감소하게 되면 정부의 면세지원액(농업면세유) 역시 감소하므로 재정지출을 경감시키는 효과가 있으며, 농가는 연료비 지출이 감소하는 이점이 있다. 신재생 에너지 및 에너지 절감시설 보급으로 2022년 약 767억 원의 비용 절감(재정 절감 758억 원, 농가 경영비 및 이산화탄소 절감 편익 9억 원)이 가능하다. 2050년 기준 누적 재정절감액은 1조 9,199억 원으로 예측되며, 경영비 절감 누적액은 204억 원, 편익 누적액은 17억 원으로 추정된다.

[표 2] 연도별 재정지출·농가경영비 절감액 및 사회적 편익 발생액  
단위: 억 원

구분	2022	2030	2040	2050	2022~2050 누적액
재정지출 절감	758	698	638	579	19,199
경영비 절감	8.4	7.6	6.6	5.7	204
사회적 편익	0.7	0.7	0.6	0.5	17
합계	767	706	645	585	19,421

### 3.5. 대표작목별 절감액 및 사회적 편익 발생액

시설원예 생산량이 많은 파프리카, 오이, 토마토 재배온실에 에너지 절감시설 및 신재생에너지시설을 설치할 경우 절감되는 재정지출액 및 농가경영비, 사회적 편익 발생액을 분석하였다. 2050년 기준 누적 재정절감액은 파프리카가 2,137억 원으로 예측되며, 경영비 절감 및 사회적 편익 발생액은 약 12억 원으로 추정되었다. 오이의 누적 재정절감액은 3,696억 원, 경영비 절감 및 사회적 편익 발생액은 약 20억 원이었으며, 토마토의 누적 재정절감액은 2,860억 원, 경영비 절감 및 사회적 편익 발생액은 약 17억 원으로 분석되었다.

[표 3] 주요 품목의 재정지출·농가경영비 절감액 및 사회적 편익 발생액  
단위: 억 원

품목	구분	2022	2030	2040	2050	'22~'50년 누적액
파 프 리 카	재정 절감분	79.3	75.8	72.3	68.8	2,137
	경영비 및 편익	0.5	0.4	0.4	0.3	11.8
	합계	79.8	76.2	72.7	69.1	2,149
오 이	재정 절감분	135.8	130.6	125.4	120.2	3,696
	경영비 및 편익	0.8	0.7	0.7	0.6	20.1
	합계	136.7	131.3	126.0	120.8	3,716
토 마 토	재정 절감분	106.5	101.6	96.6	91.7	2,860
	경영비 및 편익	0.7	0.6	0.5	0.5	16.7
	합계	107.2	102.2	97.2	92.2	2,877

## 4. 결론

기존 화석연료 중심의 생산구조가 점차 전력 사용구조로 재편되면서 시설원예의 온실가스 배출량은 자연스럽게 감소하고 있다. 그러나 정부의 2050 탄소중립 선언과 함께 최근의 국가 NDC의 상향조정 등이 맞물리면서 시설원예 역시 농업의 대표적 부문으로서 책임이 강조되는 상황이다[11]. 또한 현재까지 농업분야에서 사용되고 있는 전력의 경우, 농업의 혜택 측면이 강조되면서 타 산업과의 형평성 측면에서 지속적으로 비판이 제기되고 있다. 따라서 결국은 시설원예 분야 역시 기존의 에너지 절감시설을 효율화하고 신재생 에너지 사용을 증가시켜서 전력가격 현실화에 대비해야 한다. 본 연구는 이러한 측면을 고려한 시설원예 분야의 온실가스 감축의 중장기 목표를 설정하고, 감축량 목표 달성에 필요한 에너지 절감시설 및 신재생 에너지 설치 면적을 추산하였으며, 이때 발생하는 절감액 및 편익을 추정하였다. 이러한 기본 방향을 바탕으로 에너지절감시설을 보다 효율적으로 보급하고 신재생에너지를 기존 화석연료의 대체제로 활용할 경우

2022~2050년 정부재정지출및 경영비 절감, 사회적 편익 누적액은 1조 9,421억원으로 추산된다. 또한 주요 품목중 오이 품목의 누적 절감액이 3,716억 원으로 가장 많았으며, 이어서 토마토(2,877억 원), 파프리카(2,149억원) 순으로 계측되었다.

참고문헌

[1] 관계부처합동. ‘2050 장기저탄소발전전략(LED’S)’. 2020. 12.  
 [2] 관계부처합동. 2021. 10. ‘2030 국가온실가스감축목표(NDC) 상향안’.  
 [3] 김창길, 김태영, 신용광. 2006. ‘기후변화협약에 따른 농업 부문 파급영향 분석’. 한국농촌경제연구원  
 [4] 정학균, 김창길, 문동현. 2014. ‘농업·식품분야 온실가스 감축 잠재량 분석과 감축목표 달성전략’. 한국농촌경제연구원.  
 [5] 강석규, 이상호. 2015. ‘온실가스 저감정책이 제주 농업 및 경제에 미치는 효과 분석’. 농업생명과학연구 제49권 제6호.  
 [6] 권오상, 강성원, 이승호. 2017. ‘한국형 상하형 통합모형을 이용한 농업부문의 온실가스 감축비용 추정’. 환경정책 제25권 제2호.  
 [7] 이승호, 임영아, 권오상. 2019. ‘2030 온실가스 감축 로드맵의 농업부문 감축목표 달성에 필요한 인센티브 분석’. 한국농촌경제연구원.  
 [8] 농림축산식품부. 2021. 12. ‘시설원예농가 전수조사’.  
 [9] 농림축산식품부. ‘2050 농식품탄소중립 추진전략’. 2021.12.  
 [10] 김연중, 박영구, 이정민, 박준홍. 2021. 12. ‘시설원예 탄소중립을 위한 중장기 정책방향 연구’. 한국농촌경제연구원.’  
 [11] 2050 탄소중립위원회. 2021. ‘2050 탄소중립 시나리오’.