

## 영농형 태양광 설치에 따른 농가소득 영향분석

순병민\* · 신동원\*\*†

\*충남대학교 농업경제학과 조교수, \*\*한국환경연구원 탄소중립연구실 연구위원

### Impact of Agricultural Photovoltaic on the Farm Household Income

Soon, Byung Min\* · Shin, Dong Won\*\*†

\*Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Chungnam National University, Daejeon, Korea

\*\*Senior Research Fellow, Division for Climate and Energy, Korea Environment Institute, Sejong, Korea

#### ABSTRACT

This study examined the impact of photovoltaic use on farm household income. Construction of photovoltaics on agricultural areas of crop planting could be a benefit to farmers depending on the incentives. We designed a farm household income calculation model to considering farm income, off-farm income, transfer income, and non-current income. Reduced production by photovoltaics causes a decrease in farm income, while power generation increases the off-farm income. Our model generated income changes based on assumptions of financial and electrical supports that affect off-farm income and productivity that influence farm income. Our results showed that farm household income could be increased if benefit supports followed the current condition. The farm income slightly decreased, but the off-farm income showed a large relative increase, producing an overall increase in income. However, if benefit supports were worse than our baseline assumptions, the farm household income could be decreased. Therefore, our study implies the effect of benefit supports for photovoltaics in Korean agriculture on farm household income. These results can help policy makers and farmers determine the use of photovoltaics in agriculture.

*Key words : Farm Household Income, Farm Income, Off-Farm Income, Agricultural Photovoltaic, Agrivoltaics, Agri-PV, APV*

### 1. 서론

최근 주요 국가들은 탄소중립 선언과 함께 온실가스 감축 목표를 발표하면서 효과적인 온실가스 감축을 위해 재생에너지 발전원의 비중을 높이고 있다. 그 중 태양광 발전은 재생에너지 생산의 중요 에너지원으로 풍력발전과 함께 그 중요성이 커지고 있다. 이에 국내에서도 “2050 탄소중립 추진전략”, “전력수급기본계획”, “3020 재생에너지 이행계획” 등 주요 계획에서 제시한 목표를 달성하기 위한 대규모 태양광 발전설비 설치 추진이 이루어지고 있다(Ministry of Economy and Finance, 2020;

Ministry of Trade, Industry, and Energy, 2020; Korea Power Exchange, 2020). 특히, 국내에서 2050 탄소중립을 위해서는 앞으로 300 GW 이상의 태양광 발전설비의 설치가 필요한 실정이다. 하지만 국내 여건상 현실적으로 대규모 부지를 확보하는 것이 어려우며, 다양한 선택지 중에 수상과 함께 농지가 태양광 설치를 위한 대안적 부지로 크게 주목받고 있다. 농지를 활용한다면 재생에너지 생산을 높일 수 있으며 농지 일부만 활용하여도 전체 태양광 설치용량 중 상당량에 해당하는 229 GW 설치가 가능하다(Lee, 2019).

최근 이러한 필요성에서 농촌태양광과는 다르게 농산물을 지속적으로 생산하면서도 태양광 발전을 병행하는

†Corresponding author : [dwshin@kei.re.kr](mailto:dwshin@kei.re.kr) (Bldg B, 370 Sicheong-daero, Sejong, 30147, Republic of Korea. Tel. +82-044-415-7221)

ORCID 순병민 0000-0003-0571-9770

신동원 0000-0002-0776-2716

영농형 태양광(Agricultural Photovoltaic, 이하 Agri-PV)이 크게 주목받고 있다.<sup>1)</sup>

영농형 태양광은 농작물을 재배할 수 있는 농지에 태양광 패널을 설치하여 기존 농지를 유지하면서 농작물 수확을 전제로 전력 생산도 병행하기 때문에 농업활동과 전력 생산 활동을 통한 소득 증대를 기대할 수 있다. 또한 도시·농촌 간 소득 격차와 고질적 고령화 문제 등 농촌지역 활성화에도 기여할 수 있을 것으로 주목받고 있다.

해외에서도 다양하게 영농형 태양광 사업이 추진 중이다. 독일은 영농소득 증대뿐만 아니라 기후변화에 의한 이상기후에 과수 보호 측면에서 영농형 태양광을 적극 검토하고 있다(Korea Energy Agency, 2017). 이탈리아는 쌀, 밀, 콩, 귀리, 옥수수 등을 대상으로 태양광 설치를 5미터 높이가상의 철 소재 구조물을 설치하여 농업활동이 수월할 수 있도록 실증사업이 진행 중에 있고, 미국은 SolAgra 기업을 통해 다양한 작물에 태양광을 설치하고 있다. 이미 일본은 전력수요 증가를 위해 Solar sharing이라는 영농형 태양광 사업을 50 kW이하 소규모 사업으로 진행 중이다(Cho et al., 2019). 따라서 국내외적으로 영농형 태양광 설치에 대해 긍정적으로 검토되거나 추진되고 있다.

그럼에도 불구하고 국내에서는 농촌지역의 영농형 태양광 설치에 대한 농업인의 수용성 문제는 단순히 재생에너지 보급과 환경적 문제뿐만 아니라 농촌 지역 내 이슈를 직면하고 있어 사회적 논의가 필요한 실정이다. 특히, 우량농지 훼손, 식량안보에 대한 우려, 비농민의 농지소유 과열 등이 제기되고 있다. 또한 과거 농촌태양광의 사례를 통해서도 농사는 방치하고, 태양광 수익만을 노리는 투기행위와 자연파괴 행위가 발생할 수도 있다는 점이 지적되고 있다(Kim et al., 2018).

그간 국내 선행연구를 살펴보면 농촌 태양광과 관련된 연구가 주로 이루어졌다. Kim and Choi (2019)는 태양광 발전사업의 효과를 분석하기 위해 사업의 수익성과 위험성 시뮬레이션을 통해 사업의 효과를 분석하였다. 영농형 태양광을 통한 경제 분석은 실시하진 않았지만 농촌 태양광을 통해 문제점을 보완할 수 있는 부분들을 제시하였다. Byun (2021)은 농촌 태양광 보급이 농가 소득을 증진시켰는지 분석하였다. 분석 결과를 통해 공

인인증서(Renewable Energy Certificate, 이하 REC)<sup>2)</sup>와 계통한계가격(System Marginal Price, 이하 SMP)<sup>3)</sup> 가격 하락을 통해 수익성이 낮아질 수 있기 때문에 한국형 발전차액지원제도(Feed in Tariff, 이하 FIT 제도)<sup>4)</sup> 적용을 통해 농촌태양광의 안정적 수익성을 보장하고, 초기투자 비용 및 운영비 부담을 줄일 수 있는 인센티브 방안이 모색될 필요가 있다고 주장하였다. 선행연구를 통해 농촌 태양광에 대한 영향분석은 다수 존재하나 영농형 태양광에 대한 연구는 아직 부족하고, 사업주체가 되는 농가 대상 인센티브를 중심으로 사전적 영향분석이 필요한 시점이다.

따라서 본 연구는 영농형 태양광 설치로 농업 생산량 감소로 인한 농업소득 변화와 영농형 태양광 설치비용과 전력생산을 통한 농외소득 변화를 동시에 비교 분석하고, 적정 인센티브를 제시하고자 한다. 농가소득의 사전적 영향분석을 위해 단순 농가소득 산출모형을 구축하고 시나리오별 영향을 분석한다. 시나리오 1은 현재 논의되고 있는 인센티브 방안을 적용하고, 시나리오 2는 시나리오 1보다 향상된 인센티브, 시나리오 3은 시나리오 1보다 약화된 인센티브를 적용한다. 본 연구에서 제시한 단순 농가소득 산출모형은 영농형 태양광 사업 추진에 필요한 인센티브의 변화에 따른 수익과 비용을 함께 제시하여 사전적 영향분석의 모형으로 사용할 수 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 농가소득 영향 분석하기 위한 단순 농가소득 산출 모형을 설명하고, 3장은 영농형 태양광 인센티브와 관련된 시나리오 가정을 나타낸다. 4장에서는 모형에서 산출된 시나리오 영향분석 결과를 살펴보고, 시나리오별 분석결과를 비교한다. 마지막 5장에서는 연구 결과를 요약하고, 영농형 태양광 정책적 시사점을 제시한다.

## 2. 방법론

본 장에서는 영농형 태양광 설치로 인한 농가소득 변화에 대해 분석이 가능한 단순 농가소득 산출모형을 구축한다. 농가소득(farm household income)은 농업소득, 농외소

1) 농촌태양광이란 농지 및 축사, 버섯 재배사 등 농업생산시설 지붕에 설치가 가능한 태양광을 통해 전력을 생산함. 따라서 농작물 재배와 전력 생산을 병행하는 영농형 태양광과 차이점이 있음(Byun, 2021).

2) 공급인증서(Renewable Energy Certificate)로 신재생에너지를 이용하여 에너지를 공급한 사실을 증명하는 인증서임.

3) 계통한계가격(System Marginal Price)으로 전력시장가격으로 태양광 발전으로 생산된 전력에 매겨지는 시간별 가격임.

4) 소형태양광 보급 확산을 목적으로 100 kW 미만의 농업인, 어업인, 축산업 종사자 및 협동조합을 대상으로 고정가격으로 계약을 해주는 제도임.

득, 이전소득, 비경상소득으로 구성된다. 농업소득(farm income) 변화는 태양광 설치로 인한 생산량 감소로 인해 발생하고, 농외소득(off-farm income) 변화는 금융지원 혜택, 전력생산을 통한 수익, 영농형 태양광 설치비용을 통해 발생한다. 이전소득(transfer income)과 비경상소득(non-current income)은 태양광 설치로 인한 노동력 투입이나 생산 투입이 없기 때문에 변화가 없는 것으로 가정한다. 따라서 영농형 태양광 설치로 인한 생산량 변화는 농업소득에 영향을 미치고, 전력생산 수익 및 설치비용 부담은 농외소득에 영향을 미치도록 설계하여 두 소득 변화가 농가소득에 미치는 영향을 나타낸다.

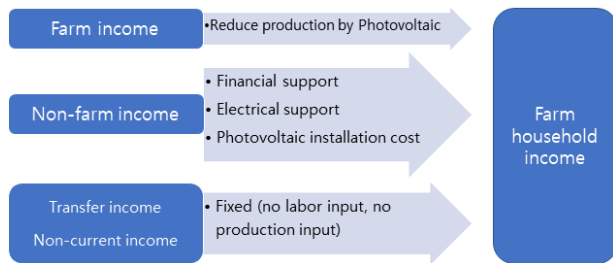


Fig. 1. The change in farm household income (Source: Author)

베이스라인은 영농형 태양광을 설치하지 않았을 경우로 설정한다. 여기서 베이스라인은 한국농촌경제연구원에서 발표한 농업전망 2021의 전체 전망치를 토대로 설정한다. 농가소득 전망치는 농업소득, 농외소득, 이전소득, 비경상소득으로 구성되며 이 수치는 영농형 태양광이 설치되지 않을 경우의 소득이다(Table 1). 한국농촌경제연구원에서 발표한 농업전망 2021은 2030년까지만 제시한다. 하지만 2040년까지 영농형 태양광 운영이 이루어진다고 가정하여 2030년 이후의 농가소득은 10년간 평균 증감률을 반영하여 나타냈다.

영농형 태양광 설치로 인한 농가소득 산출 방법은 다음과 같다. 농가소득은 전체 농가소득과 함께 영농형 태양광이 논이나 소규모 농가 위주로 설치가 이루어질 경우에 대해서 좀 더 세분화하였다. 현재 농지법 개정안에서 다루어지고 있는 영농형 태양광은 100 kW 미만의 전력을 생산하는 소규모 사업자를 대상으로 하고 있다. 이 수준의 전력 생산은 약 3305.75 m<sup>2</sup> 이하의 농지에서 생산 가능하기 때문에 농가 소득에 큰 영향을 받을 것으로 예상되는 소규모 농가를 본 연구의 주요 대상으로 삼았다. 또한 영농형 태양광은 논 위주의 시범사업이 우선적으로 이루어지고 있으며, 발작물의 경우 작물의 종류가 다양하고 그 영향이 상대적으로 적기 때문에(최대 6~8% 수준) 본 연구에서는 논(i=논)이나 소규모 농가(j=소규모 농가)일 경우에 대한 농가소득 영향분석을 실시하였다.

전체 농가소득:

$$I = \sum_j \sum_i \overline{P_{ij}} Y_{ij} - \sum_j \sum_i \overline{c_{ij}(y)} - c(Z_{ij}^k) + \sum_j \sum_i \sum_k Z_{ij}^k + \overline{A} \quad (1)$$

$$Z_{ij}^k = \{ \overline{Z_{ij}^1}, \dots, \overline{Z_{ij}^{k-1}}, Z_{ij}^k \} \text{ and } Z_{ij}^k = \sum_{t=1}^{12} (G_t \times P_t^e) + \sum_{t=1}^{12} (W \times G_t) \times REC_t$$

벼(논) 농가소득:

$$I_i = \sum_j \overline{P_j} Y_j - \sum_j \overline{c_j(y)} - c(Z_j^k), + \sum_j \sum_k Z_j^k + \overline{A} \quad (2)$$

$$Z_i^k = \{ \overline{Z_i^1}, \dots, \overline{Z_i^{k-1}}, Z_i^k \} \text{ and } Z_i^k = \sum_{t=1}^{12} (G_t \times P_t^e) + \sum_{t=1}^{12} (W \times G_t) \times REC_t$$

Table 1. Farm household income projection

(Unit: Thousand won per a house)

	2019	2020(Predicted)	Projection			
			2021	2025	2030	2040
Farm household income	41,182	43,098	43,729	47,364	51,334	59,043
Farm income	10,261	11,752	11,478	12,497	14,058	17,000
Off-farm income	17,327	15,963	17,094	18,785	20,007	22,404
Transfer income	11,230	13,194	12,835	13,614	14,715	16,857
Non-current income	2,364	2,189	2,322	2,248	2,555	2,728

Source: Statistic Korea, Korea rural economic institute Agricultural projection 2021.

소규모 농가의 농가소득:

$$I_j = \sum_i \overline{P}_i Y_i - \sum_i \overline{c}_i(y) - c(Z_i^k), \quad (3)$$

$$+ \sum_i \sum_k Z_i^k + \overline{A}$$

$$Z_j^k = \{ \overline{Z}_j^1, \dots, \overline{Z}_j^{k-1}, Z_j^k \} \text{ and } Z_j^k$$

$$= \sum_{t=1}^{12} (G_t \times P_t^e) + \sum_{t=1}^{12} (W \times G_t) \times REC_t$$

여기서  $i$ 는 품목,  $j$ 는 면적 단위,  $\overline{P}$ 는 품목별 가격,  $Y$ 는 생산량,  $\overline{P}Y$ 는 생산액,  $C_{ij}(y)$ 는 품목 생산에 들어가는 경영비(중간재비, 노임, 임차료 등),  $c(Z_{ij}^k)$ 는 태양광 설치비용을 의미한다. 따라서 생산액에서 경영비를 차감한 값이 농업소득으로 산출되고,  $Z_{ij}^{k-1}$ 는 (k-1)개의 농외소득,  $Z_{ij}^k$ 는 태양광 수익,  $t$ 는 매월을 나타낸다.  $G_t$ 는 해당 월의 발전량,  $P_t^e$ 는 해당 월의 SMP 가격을 나타낸다.  $Z_{ij}^k$ 의 첫 번째 항은  $G_t$ 와  $P_t^e$ 의 곱으로 전력판매수입을 나타내고, 두 번째 항에서는 해당 월의 발전량( $G_t$ )에 REC 가중치  $W$ 를 곱한 값에 해당 월의 REC 현물가격( $REC_t$ )을 곱하여 REC 판매수입을 나타낸다. 따라서 태양광 수익구조는 전력판매수입과 신재생에너지공급인증서(REC) 판매수입의 합으로 계산된다.  $\overline{A}$ 는 이전소득과 비경상소득의 합으로 본 연구에서는 고정된 것으로 가정한다.

농업소득은 생산량( $Y$ ) 변화에 의해 영향을 받으며 생산량 변화에 따른 가격( $\overline{P}$ )의 변화는 고려하지 않는다. 특히 본 연구에서는 벼 농지에 영농형 태양광이 설치된다고 가정하기 때문에 생산량 변화는 쌀 생산량 변화로 간주한다. 영농형 태양광 설치로 인한 차광율 상승으로  $Y_{ij}$ 가 줄어드는데 이는 전체 생산량 중 영농형 태양광을 설치한 벼 농지에서 생산된 쌀 생산량만 줄어드는 것으로 나타낸다. “3020 재생에너지 이행계획”에서 발표한 농가 태양광 목표 보급은 2030년 10 GW 목표로 할 시 태양광 목표 면적 2만 3,000ha 규모의 벼 농지가 필요하다. 2021년 농지를 기준으로 목표 면적이 차지하는 비중을 살펴보면 전체 농지의 1.4%, 벼 농지의 3.2%, 0.5 ha 미만의 소규모 농지는 12.1%를 차지한다(Table 2). 태양광 목표 면적 2만 3,000 ha는 2021년부터 5,000 ha를 시작으로 매년 5,000 ha씩 단계적으로 확대되어 2025년에 목표 면적에 도달하는 것으로 설정한다. 영농형 태양광과 관련된 해당 면적을 차감한 재배면

적에 단수를 곱한 쌀 생산량은 감소하며 총 농업 생산량에 포함시키면 식 (1)~(3)의  $Y_{ij}$ ,  $Y_i$ ,  $Y_j$ 이 감소하게 된다.

Table 2. Target area for Agri-PV

Total harvest area	Rice harvest area	Less than 0.5 ha area
1.4%	3.2%	12.1%

Source: Author calculation

농외소득 모형은 태양광 설치비용과 전력생산 수익이 추가된다. 태양광 설치비용( $c(Z_{ij}^k)$ )은 금융지원 혜택 유형에 따라 달리 책정될 수 있다. 대출 이자율을 낮추거나 상환기간을 늘려 매년 상환액을 줄이는 등의 비용 부담을 낮춤으로써 농외소득에 영향을 미치게 된다. Fig. 2는 100 kW 미만 영농형 태양광을 설치하는데 1.8억 원이 든다면, 자기자본은 8천만 원에 나머지 대출 이자율은 2.87%, 거치기간 5년에 원리금 상환기간 15년으로 설정하고, 유지비(전기안전관리, 잡초제거, 인터넷 등)는 년 180만원으로 설정하였을 경우 매년 드는 비용을 나타낸다. 이는 2021~40년의 비용을 현재가치화한 비용으로 총 상환기간 20년에 기획재정부의 예비타당성 조사 기준인 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 식 (4)와 같이 나타낸 것이다.

$$\text{순현재가치} = \sum_{t=0}^{20} \frac{C_t}{(1 + 0.045)^t}, \quad C_t \text{는 비용} \quad (4)$$

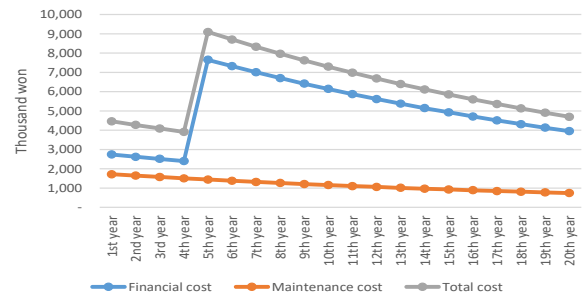


Fig. 2. Agri-PV financial and maintenance cost

(Source: Author calculation)

호당 1년 생산전력 수익은 식 (5)와 같이 최대 99 kW로 SMP와 REC 가격에 가중치를 곱한 단가와 한 달 태양광 전력 발전 시간(하루 3.6시간)을 곱하면 1년 생산가능 전력은 128,304 kW이다. 또한 전력 수입원인 SMP 및 REC 가격을 고정시킨다거나 REC 가중치를 높여 전력수익에

영향을 미쳐 결국 농의소득을 높일 수 있다. 따라서 SMP 및 REC 가격이 앞으로 하락할 것인지 아니면 고정될 것인지에 따라 전력생산 수익이 크게 달라질 수 있다.

$$1\text{년 전력판매수익} = 99\text{ kw} * (\text{SMP} + \text{REC} * \text{가중치}1.2) * \text{평균발전시간}3.6\text{시간} * \text{한달}30\text{일} * 12\text{개월} \quad (5)$$

Table 3. REC and SMP price

	Unit	2017	2018	2019	2020
REC price	won/REC	123,993	98,028	62,881	42,000
REC ratio			1.2	1.2	1.2
SMP price	won/kWh	81	95	90	69

Source: Korea power exchange

식 (1)부터 식 (3)에 대입하는 변수들의 자료는 각 표에서 출처를 제시했다. 농가소득(농업소득, 농의소득, 이전소득, 비경상소득)은 통계청과 한국농촌경제연구원에서 발표한 농업전망 2021을 바탕으로 재구성하였고, REC와 SMP 가격은 평년추세를 반영하여 미래 가격을 결정하였다. 금융지원과 전력지원은 아래 시나리오 가정에 따라 달리 설정하여 나타낸다.

### 3. 시나리오 가정

본 연구는 최근 영농형 태양광 설치에 대한 논의를 반영하고자, 농지를 소유한 농업인만을 분석대상으로 한정하였으며 영농형 태양광 설비는 수행 중인 시범사업과 동일한 수준을 전제한다. 또한 전력생산이 100 kW 이하를 대상으로 한다는 점에서 본 연구에서는 0.5 ha 미만의 농

지를 소유한 소규모 농가의 영향을 추가로 살펴보았다. 재생에너지 생산을 위한 방안으로 제시되고 있는 영농형 태양광 사업의 성공적인 추진을 위해서는 특정 인센티브 적용에 따른 사전적 영향분석을 통해 적정 인센티브를 제시할 수 있다. 따라서 시나리오 1 가정보다 금융과 전력지원 인센티브가 더 향상되거나 약화될 경우를 산정하여 보다 구체적인 사전적 영향분석을 제시하고자 한다.

시나리오 1은 현재 논의되고 있는 인센티브 안을 기반으로 설정한다. 전력 생산에 따른 수익에 영향을 주는 SMP와 REC 단가는 연도별 평균 가격으로 나타내고, 향후 공급 증가로 가격이 하락하는 것으로 가정한다. SMP와 REC 단가는 2021년 월평균 가격이 미래에도 지속된다고 가정하고, REC 가중치는 1.2로 설정한다. 태양광 설치비용은 1억 8천만 원으로 설정하였고, 금리는 2.87%, 거치기간 5년 후 원리금 상환 15년이며 자기비용 조달을 8천만 원으로 설정한다. 유지비는 전기안전관리, 잡초제거, 인터넷 사용 등 년 180만원의 비용이 든다. 태양광 설치로 인한 쌀 생산량 감소는 향후 발생할 수 있는 다양한 농업부문의 리스크를 고려하여 보수적으로 시범사업에서 제시된 최대치 20%로 가정한다(Kim, 2020).

시나리오 2는 시나리오 1 가정보다 향상된 인센티브 방안을 제시한다. 금융지원 혜택에서 이자율은 2%로 낮추고, 원리금 상환기간은 20년으로 연장, 자기자본 조달은 1억 원까지 가능한 것으로 가정한다. 전력가격은 지속될 경우로 가정하고, REC 가중치는 농민 참여 유도 목적으로 1.2에서 1.4로 높인다. 쌀 생산량 감소는 시나리오 1과 동일하게 적용하여 금융 및 전력 인센티브 방안 변경에 따른 효과를 살펴본다.

시나리오 3은 시나리오 1 가정보다 약화된 인센티브 방안을 제시한다. 금융지원 혜택에서 이자율은 3.5%로 높이고, 원리금 상환기간은 10년으로 축소, 자기자본 조달은 5

Table 4. Scenarios assumptions

		Variable	Scenario 1 (Reference)	Scenario 2 (Strong case)	Scenario 3 (Weak case)
Off-farm income	Financial support	Self-pay (in 180 million won to build photovoltaic)	80 million won	100 million won	50 million won
		Interest rate	2.87%	2.0%	3.5%
		Repayment period	Hold period 5 years, Repayment of principal and interest 15 years	Hold period 5 years, Repayment of principal and interest 20 years	Hold period 5 years, Repayment of principal and interest 10 years
	Electrical support	Electric price	Fixed	Fixed	5% reduction
		REC ratio	1.2	1.4	1.0
Farm income	Production	Production reduction	20%	20%	20%

Source: Author calculation

천만 원까지 가능한 것으로 가정한다. 전력가격은 매년 5% 하락으로 가정하고, REC 가중치는 1.2에서 1.0으로 낮춘다. 쌀 생산량 감소는 시나리오 1과 동일하게 적용하여 금융 및 전력 인센티브 방안 변경에 따른 효과를 분석한다.

#### 4. 분석결과

본 시나리오 결과에서는 베이스라인 대비 소득 변화를 현재가치화(NVP)와 변화율(%)을 함께 제시한다. 시나리오 2와 3은 금융지원과 전력지원을 세분화하여 인센티브 변화에 대한 구체적인 변화를 살펴본다.

##### 4.1. 시나리오 1 결과

영농형 태양광 설치로 생산량이 감소하면서 농업소득은 다소 줄어든다. 영농형 태양광 설치로 인해 전체 농업소득 변화율은 영농형 태양광 설치 농가를 포함하여 전체 농가당 연평균 약 3천원(0.02%)이 감소하였다. 이는 품목과 면적에 상관없이 태양광이 설치된 면적에서 생산되는 물량의 20% 감소한다고 가정하였고 이에 따른 감소분이 농업소득에 반영됐기 때문이다. 단, 생산량 감소로 인한 가격 영향은 분석적 한계와 그 영향이 크지 않을 것으로 판단하고 가격이 고정된 것으로 가정한다. 시나리오에 따라 논 농지에만 영농형 태양광 설치하게 된다면 대상 품

목의 농업소득 감소만 이루어져 농업소득은 1만 9천원(0.14%)정도 줄어든다. 0.5 ha 미만의 농지를 소유한 소규모 농가에만 영농형 태양광을 설치할 경우 농업소득은 0.02% 감소하는 것으로 나타났다.

영농형 태양광 설치로 농외소득은 긍정적인 효과가 있다. 전체 농외소득은 전력 생산 수익에 설치 및 유지비용을 차감한 값이 커 영농형 태양광 설치 전의 전체 농외소득보다 연평균 63만 5천원(3.17%) 증가한다. 기존의 직불금이나 기타 농외소득은 변하지 않는 것으로 가정하였기 때문에 공익직불금이 제외된다면 농외소득 변화율은 다소 작아질 수 있다. 논 농지에만 영농형 태양광을 설치할 경우 논 농가의 농외소득 변화율은 약 165만원 증가한 31.27%이다. 기존 논 농가의 농외소득은 농가소득에서 차지하는 부분이 작아 영농형 태양광 수익이 상대적으로 커 총 논 농가의 농외소득이 크게 증가한다. 소규모 농가(0.5 ha 미만)의 경우 영농형 태양광 설치 후 농외소득 변화율은 약 136만원 증가한 5.85%이다.

따라서 영농형 태양광 설치로 농업소득은 약간 감소하나, 농외소득이 크게 증가하여 농가소득은 높아진다. 20년 평균 전체 농가소득은 약 63만원, 논 농가소득은 약 163만원, 소규모 농가의 농가소득은 약 136만원 증가한다. 즉 영농형 태양광 설치로 생산량이 20% 가량 감소했을 시 농업소득은 감소하더라도 영농형 태양광 설치로 인한

Table 5. Scenario 1 results (20 years average)

(Unit: Thousand won per a house)

	Total	Rice area	Less than 0.5 ha
Farm income	14,175	13,859	2,793
Farm income after building Agri-PV	14,172	13,840	2,792
Change	-3(-0.02%)	-19(-0.14%)	-1(-0.02%)
Off-farm income	20,020	5,257	23,325
Off-farm income after building Agri-PV	20,655	6,901	24,690
Change	3.17%	31.27%	5.85%
Transfer income	14,811	17,206	13,725
Transfer income after building Agri-PV	14,811	17,206	13,725
Change	0(0.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)
Non-current income	2,554	2,830	2,630
Non-current income income after building Agri-PV	2,554	2,830	2,630
Change	0(0.00%)	0(0.00%)	0(0.00%)
Farm household income	51,560	39,152	42,475
Farm household income after building Agri-PV	52,192	40,777	43,839
Change	632(1.22%)	1,625(4.15%)	1,364(3.21%)

Source: Statistic Korea(KOSIS), Korea rural economic institute Agricultural projection 2021

전력 생산 수익이 커 최종적으로 농가소득은 증가하는 것으로 나타났다. 만약 생산량 감소폭이 더 작거나, 생산량 감소로 인한 가격 상승이 발생한다면 농가소득은 더 증가할 것이다.

**4.2. 시나리오 2 결과**

시나리오 2는 금융과 전력부문의 지원혜택이 시나리오 1에 비해 더 좋을 경우를 가정하여 분석하였다. 금융지원 및 전력지원 혜택이 향상될 경우, 전체 농외소득 변화율은 약 109만원 증가한 5.45%, 벼 재배(논) 농가의 농외소득은 약 283만원 증가한 53.73%, 소규모 농가(0.5 ha 미만) 농외소득은 약 234만원 증가한 10.05%로 나타났다. 이에 따른 전체 농가소득 변화율은 109만원 증가한 2.11%, 벼 재배(논) 농가의 농가소득은 281만원 증가한 7.17%, 소규모 농가의 농가소득은 234만원 증가한 5.52%로 나타났다. 즉, 금융 및 전력 지원 혜택이 더 커질수록 농가소득은 증가하며 특히 논과 소규모 농가의 소득이 크게 증가한다.

시나리오 2의 금융지원과 전력지원을 세분화했을 경우,

전력지원이 금융지원보다 약간 크지만 변화율은 거의 비슷하게 증가한다. 시나리오 2 가정에서 농외소득에 영향을 미치는 금융지원(자기자본조달, 이자율, 상환기간) 혜택이 커지고, 전력생산 지원 혜택은 시나리오 1 가정과 동일할 경우, 전체 농외소득은 4.87%, 벼 재배(논) 농가의 농가소득은 48.03%, 소규모 농가의 농외소득은 8.98 % 증가한다. 전력생산 혜택(REC 가중치)은 더 좋아지고, 금융지원은 시나리오 1 가정과 동일할 경우, 전체 농외소득은 3.75%, 벼 재배(논) 농가의 농가소득은 36.97%, 소규모 농가의 농외소득은 6.91% 증가한다. 금융지원과 전력지원을 시나리오 2 가정을 기준으로 세분화하여 분석한 결과 금융지원의 향상된 혜택이 전력 지원 혜택보다 약간 커진다.

**4.3. 시나리오 3 결과**

시나리오 3은 시나리오 1의 금융지원 및 전력지원 혜택이 상대적으로 나빠질 경우를 가정하였다. 이 경우를 농외소득과 농가소득 모두 크게 감소하는 결과가 나타났다. 전체 농외소득 변화율은 64만원 감소한 -3.2%, 벼 재배(논) 농가의 농외소득은 166만원 감소한 -31.52%, 소규모

Table 6. Scenario 2 results (20 years average)

(Unit: Thousand won per a house)

	Total		Rice area		Less than 0.5 ha	
Farm income						
Change in the Farm income after building Agri-PV	-3		-19		-1	
Change rate	-0.02 %		-0.14 %		-0.02 %	
Off-farm income						
Change in the Off-farm income after building Agri-PV	1,091		2,825		2,344	
Change rate	5.45%		53.73%		10.05%	
	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support
Change in the Off-farm income after building Agri-PV	975	750	2,525	1,944	2,095	1,613
Change rate	4.87%	3.75%	48.03%	36.97%	8.98%	6.91%
Farm household income						
Change in the Farm household income after building Agri-PV	1,088		2,806		2,343	
Change rate	2.11%		7.17%		5.52%	
	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support
Change in the Farm household income after building Agri-PV	972	747	2,506	1,924	2,095	1,612
Change rate	1.88%	1.45%	6.40%	4.92%	4.93%	3.80%

Source: Author calculation

농가의 농외소득은 138만원 감소한 -5.88%로 나타났다. 이에 따른 전체 농가소득 변화율은 64만원 감소한 -1.25%, 벼 재배(논) 농가의 농가소득은 168만원 감소한 -4.28%, 소규모 농가의 농가소득은 138만원 감소한 -3.24%로 나타났다. 금융 및 전력 지원 혜택이 작아질수록 농가소득은 감소하며 특히 논과 소규모 농가 농가의 소득이 크게 감소하는 것으로 나타났다. 시나리오 3 결과를 통해 영농형 태양광 사업을 농업활동과 함께 실시함에도 불구하고, 금융 및 전력 지원 혜택이 충분하지 않다면 영농형태양광을 설치하지 않았을 경우보다 농업인들의 농가소득이 장기적으로 악화될 수 있는 결과가 초래될 수 있다.

시나리오 3의 금융지원과 전력지원을 세분화했을 경우, 전력과 금융지원의 변화는 시나리오 2 결과와 마찬가지로 비슷한 농가소득 감소율을 보였다. 시나리오 3 가정에서 농외소득에 영향을 미치는 금융지원(자기자본조달, 이자율, 상환기간) 혜택이 줄어들고, 전력생산 지원 혜택은 시나리오 1 가정과 동일할 경우, 전체 농외소득은 2.95%, 벼 재배(논) 농가의 농가소득은 29.1%, 소규모 농가의 농외소득은 5.44% 감소한다. 전력생산 혜택(전력가격, REC

가중치)은 더 나빠지고, 금융지원은 시나리오 1 가정과 동일할 경우, 전체 농외소득은 0.77%, 벼 재배(논)·농가의 농가소득은 7.57%, 소규모 농가의 농외소득은 1.42% 감소한다. 금융지원과 전력지원을 시나리오 3 가정을 기준으로 세분화하여 분석한 결과 금융지원의 약화된 혜택이 전력지원의 혜택보다 약간 커진다. 두 지원에 대한 영향 분석은 베이스라인(영농형 태양광을 설치하지 않을 경우)보다 농가소득이 낮아지는 결과를 나타내고 있기 때문에 시나리오 3의 가정과 같은 지원 혜택이 제시될 경우 농가소득에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

**4.4. 결과 비교 및 시사점**

시나리오 1과 같은 금융 및 전력 지원 혜택이 함께 이루어질 경우 전반적으로 농가소득에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 분석된다. 특히, 태양광 설치로 인한 농업 생산성 저하에도 불구하고 농외소득 증가로 농가소득은 늘어난다.

시나리오 1 결과 대비 시나리오 2(향상된 인센티브)에서는 전체 농가소득이 호당 46만 원 더 증가하지만, 시나

Table 7. Scenario 3 results (20 years average)

(Unit: Thousand won per a house)

	Total		Rice area		Less than 0.5 ha	
Farm income						
Change in the Farm income after building Agri-PV	-3		-19		-1	
Change rate	-0.02%		-0.14%		-0.02%	
Off-farm income						
Change in the Off-farm income after building Agri-PV	-640		-1,657		-1,375	
Change rate	-3.20%		-31.52%		-5.89%	
	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support
Change in the Off-farm income after building Agri-PV	-591	-154	-1530	-398	-1269	-330
Change rate	-2.95%	-0.77%	-29.10%	-7.57%	-5.44%	-1.42%
Farm household income						
Change in the Farm household income after building Agri-PV	-643		-1,676		-1,376	
Change rate	-1.25%		-4.28%		-3.24%	
	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support	Financial support	Electrical support
Change in the Farm household income after building Agri-PV	-594	-157	-1549	-417	-1,270	-331
Change rate	-1.15%	-0.30%	-3.96%	-1.07%	-2.99%	-0.78%

Source: Author calculation



Table 8. The comparisons of the scenario 2, 3 results based on scenario 1 (20 years average)

(Unit: Thousand won per a house)

	Strong incentive scenario			Weak incentive scenario		
	Total	Rice area	Less than 0.5 ha	Total	Rice area	Less than 0.5 ha
Farm household income						
Change in the Farm household income after building Agri-PV	455	1,181	979	-1,275	-3,301	-2,740
Change rate	0.87%	2.90%	2.23%	-2.44%	-8.10%	-6.25%

Source: Author calculation

리오 3(약화된 인센티브)에서는 전체 농가소득이 약 128만 원 정도 감소한다. 시나리오 1 가정은 영농형 태양광 실시 전 논의된 인센티브 안으로 설정했기 때문에 이보다 더 나은 인센티브가 적용된다면 농외소득이 크게 늘어나면서 농가소득이 증가한다. 단, 시나리오 2에서는 모든 인센티브가 더 좋아질 것으로 가정하였기 때문에 특정 혜택만 더 좋아질 경우 시나리오 2 결과보다는 낮아질 것으로 분석된다. 시나리오 3은 시나리오 1 가정보다 약한 인센티브의 농가소득 영향분석을 나타낸다. 모든 인센티브가 약화될 경우 시나리오 1의 농가소득보다 더 낮아질 수 있지만, 일부만 약화될 경우에는 다른 결과가 예상된다 (Table 8).

본 연구 결과를 통해 다음과 같은 시사점을 제시할 수 있다. 먼저 시나리오 2와 3 분석 결과를 통해 다양한 인센티브 안을 제시하고, 예상 가능한 농가소득 범위를 제시해 줄 수 있다. 시나리오 분석 결과를 토대로 영농형 태양광 설치의 농가소득을 증가시킬 수 있지만, 시나리오 3을 통해 약화된 인센티브가 제시될 경우 농가소득은 영농형 태양광 설치 전보다 더 낮아질 수 있음을 시사한다. 따라서 영농형 태양광 인센티브(금융 및 전력 지원)를 어떻게 적용하느냐에 따라 농가소득에 미치는 영향은 다를 수 있다. 금융지원과 전력지원을 세분화하여 분석한 결과 전력 지원 효과가 금융지원 효과보다 다소 크지만 그 효과의 크기는 거의 비슷한 수준이다. 약화된 인센티브 안(시나리오 3)의 경우, 금융지원과 전력지원을 각각 적용하더라도 농가소득이 베이스라인보다 더 낮아질 수 있다는 것을 분석되었다. 결과를 종합하자면 전력 수입원인 SMP 및 REC 가격이 지속적으로 하락한다면 영농형 태양광 사업의 인센티브가 크게 영향 받을 수 있었다. 동시에 초기투자 비용 및 운영비 부담이 크기 때문에 초기 설비 투자비에 대한 다양한 금융지원이 이를 보완하는 장치로 활용되

어야 할 것으로 보인다.

또한 소규모 농가일수록 또는 벼 재배(논) 농가일수록 영농형 태양광 설치로 인한 농가소득이 더 큰 것으로 나타나 소득이 낮은 농가에 우선적인 영농형 태양광 사업 추진이 이루어진다면 농가소득 보완책으로 활용가능할 것으로 예상된다. 도시와 농촌 간의 소득 격차를 줄일 수 있으며, 소규모 농가 중심의 영농형 태양광 사업 추진을 통해 공감대 형성에 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다.

## 5. 결론

본 연구는 단순 농가소득 산출모형을 구축하여 영농형 태양광 설치로 인한 농가소득 영향분석을 실시하였다. 영농형 태양광 패널 설치에 따른 농지 작물 생육에 필요한 일조량 감소로 인한 생산량 감소 요인, 태양광 설치비용, 태양광을 통한 전력생산 수익을 고려해서 농가소득에 대한 사전적 영향을 분석하였다. 각각의 요인들은 농업소득과 농외소득에 영향을 미치게 되고 이들의 합인 농가소득의 변화를 살펴볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 구축한 농가소득 산출모형을 통해 영농형 태양광 설치 유도를 위한 금융 및 전력 지원 혜택에 따른 농가소득 변화를 살펴봤다.

농지에 태양광 설치로 인한 생산량 감소로 농업소득은 감소하나 거시적인 측면에서 그 피해는 작은 것으로 분석되었다. 영농형 태양광 설치 목표 면적은 전체 면적에 1.4%를 차지하고, 해당 면적에서의 생산량 감소는 전체 생산액에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 영농형 태양광 설치로 전력 생산이 이루어지면 이에 따른 전력수익이 설치비용보다 커 농외소득이 증가하는 것으로 나타났다. 단, 금융지원 및 전력가격이 어떻게 형성되어 반영되느냐에 따라 농외소득 변화가 달라질 수 있다. 시나리오 1 가정에 따른 인센티브 적용은 긍정적인 영향

을 미칠 수 있으나, 이보다 약화된 방안이 적용된다면 농외소득이 영농형 태양광 설치를 하지 않았을 경우보다 감소할 여지가 있다.

시나리오 분석 결과를 종합하면, 전력지원제도에서 SMP 및 REC 가격이 지속적으로 하락한다면 영농형 태양광 사업의 인센티브가 크게 영향을 미칠 수 있다. 특히 향후 재생에너지를 통한 전력생산비용은 지속적으로 하락할 것으로 예상되어 초기에는 고정가격계약제도 등 제도 도입을 통해 안정적인 수익을 보장하여 높은 투자비에 대한 리스크를 줄이는 것이 영농형 태양광 보급에 중요한 역할을 할 것으로 보인다. 동시에 초기투자 비용 및 운영비 부담이 크기 때문에 초기 설비 투자비에 대한 다양한 금융지원이 동시에 이루어져야 할 것으로 보인다. 금융지원은 향후 소득에 대한 불확실성을 줄여줄 수 있지만 100 kW 이하의 소규모 전력 생산에 따른 혜택이 큰 소규모 농가를 대상으로 초기 보급 확대를 위해 중요한 변수가 될 것으로 예상된다.

본 연구에서 제시한 영향분석 결과는 단순 농가소득 모형을 구축을 통해 영농형 태양광 설치로 인한 농가소득 변화를 나타냈다는 점에서 선행연구와의 차별성을 들 수 있다. 대부분의 농업과 관련된 태양광 영향분석 선행연구는 농촌 태양광을 중심으로 이루어졌다. 따라서 태양광 설치로 인한 농업생산 영향을 비교하여 분석하는 것에는 한계가 있다. 하지만 영농형 태양광과 관련된 영향분석 연구인 Son et al. (2019)는 한국형 영농형 태양광의 경제성 분석을 실시하였으며 비용 대비 편익이 1.08로 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 본 연구결과와 비교할 시 Son et al. (2019) 연구의 가정과는 다소 차이가 있더라도 영농형 태양광 설치로 인해 농가에 경제적 이득이 될 수 있다는 연구결과는 일맥상통하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 분석의 한계도 존재한다. 첫째, 본 연구는 개별 농가를 대상으로 농업소득 및 농외소득을 계산한 것이 아니라 미래 농가소득 전망치를 기준으로 분석하였기 때문에 거시적인 측면에서 농가소득을 산출하였다. 개별 농가가 영농형 태양광 설치로 인한 소득 증가는 본 연구에서 제시한 소득 증가보다 클 것으로 예상된다. 또한 2040년까지의 영향 분석을 실시하였으나 그 이후의 영농형 태양광 수익에 대해 고려하지 못하였다. 둘째, 영농형 태양광 설치에 드는 비용은 1억 8천만 원 기준으로 거치기간과 원리금 상환 기간으로 나누어 산출하였다. 만약, 금융 조건이 다른 균등화발전비용(LCOE)을 대입한다면 상이한 영향분석 결과가 나올 수 있다. 추가로 영농형 태

양광 설치로 인한 농업 생산량 감소는 향후 20년간 일정하게 고정하였으나, 농업 생산량의 변화는 일정하지 않을 수 있으며, 작물 별로도 상이할 것으로 보인다. 마지막으로 2020년부터 실시된 공익직불제 중 기본직불금은 면적당 직불금으로 지급되며 영농형 태양광 설치로 인한 공익직불제 영향은 고려하지 않았다. 언급된 한계점 들에도 불구하고 본 연구는 단순 농가소득 산출모형을 통해 영농형 태양광 설치로 인한 생산성 저하와 함께 정책 인센티브에 따른 농가소득 변화에 대한 사전적 영향분석을 제시했다는 점에서는 학술적, 정책적 기여가 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서 제시한 결과는 주로 영농형 태양광 설치를 위한 금융과 전력 지원의 변화가 농가소득에 미치는 영향을 분석하였다. 그러나 영농형 태양광의 보급을 위해서는 농가소득 증대 외에도 태양광에 대한 인식에 따른 지역과 농민의 수용성 문제, 지역주민 영향 등 사회적 이슈의 보이지 않는 비용에 대한 분석이 필요하다. 이를 위해 지역 사회에서 다수가 수용할 수 있는 방식의 농지법 개정과 정책이 추진될 수 있는 중장기적 접근이 필요하고, 다수의 성공 모델을 농민에게 홍보하고 자경농지, 소규모 농지나 농업진흥구역 외 등 현행 법령 내에서 가능한 지역에서 시범사업을 추진하는 등 실효성 측면의 추가 연구와 분석이 필요하다. 추가로 영농형 태양광이 설치될 경우 실무적으로 농업활동에 영향을 줄 수 있는 장애 혹은 혜택과 함께 관련 비용(농기계사용, 낙수 피해, 노동자 보호, 서리 및 폭염 피해 방지, 폐기 처리 비용 등)분석도 차후 연구로 살펴보아야 할 것이다.

## 사사

본 연구는 한국환경연구원(KEI)이 수행한 「영농형 태양광 추진을 위한 정책방안 마련 연구(WO2021-02)」의 일부 연구 결과를 활용·발전시켜 논문화한 것입니다.

## References

- Byun JY. 2021. Analysis of rural solar power projects to increase farm household income. National Assembly Budget Office.
- Cho YH, Cho SJ, Kwon, HS, Yu DH. 2019. Building an Agrophotovoltaic System and Suggesting Activation

- Plans(in Korean with English abstract). Journal of Information Systems, 28(1): 115-132.
- Kim GH 2020. Domestic agricultural solar power generation system and high-quality net growth. Bulletin of the Korea Photovoltaic Society, 6(2): 15-24.
- Kim TH, Choi YH. 2019. The effectiveness of the financial investment of the MAFRA by analyzing the profitability and risk of the solar power generation project pursued by KRCC(in Korean with English abstract). Journal of Rural Development, 42(4): 107-136.
- Kim YJ, Kim SS, Chae, KS, Seo DS, Park, JY, Song, SH, Choo, SM. 2018. A Study on the Problems and Improvement Methods of Rural Solar Power Distribution. Korea Rural Economic Institute, 1-167.
- Korea Energy Agency. 2017. Germany's agricultural solar power pilot project trend(in Korean). Daejeon, Korea. Korea Energy Agency.
- Korea Power Exchange. 2020. Electricity Supply and Demand Basic Plan(in Korean). Naju, Korea. Korea Power Exchange.
- Korea Rural Economic Institute. 2021. Agricultural Outlook 2021: Changes and Future of Agriculture and Rural Areas after COVID-19(in Korean). Naju, Korea: Korea Rural Economic Institute.
- Korea Statistic. KOSIS. [accessed 2021 June 20]. <http://kostat.go.kr/portal/eng/index.action/>
- Lee CH 2019. Sustainable Development and Energy and Industrial Transformation: Focusing on Response to the Climate Change Policy Goal of 1.5°C(in Korean with English abstract). National Research Council for Economic, Humans and Social Sciences.
- Ministry of Economy and Finance. 2020. 2050 Carbon Neutral Promotion Strategy(in Korean). Sejong, Korea: Ministry of Economy and Finance.
- Ministry of Trade, Industry, and Energy. 2020. 3020 Renewable Energy Implementation Plan(in Korea). Sejong, Korea: Ministry of Trade, Industry, and Energy.
- Son HC, Park HJ, Kim YC. 2019. Economic Analysis of Korean Agro · photovoltaics Power Generation. Journal of Regional Studies, 1-12.