

해외 주요국 영농형 태양광 정책 비교 분석을 통한 한국의 제도 개선 방향*

Improving Korea's Agrivoltaic Policy: A Comparative Analysis of Major Countries' Approaches

하지훈** · 윤순진*** · 김우리사랑**** · 박아름**** · 진사경**** · 최효정****

Jihun Ha · Sun-Jin Yun · Urisarang Kim · Ar Reum Park · Sijing Chen · Hyojeong Choi

요약: 이 연구는 주요국의 영농형 태양광 정책을 비교·분석하여 한국의 제도 개선 방향을 모색한다. 영농형 태양광은 농업 생산을 유지하면서 태양광 발전을 병행할 수 있는 방식으로, 농외소득 창출과 재생에너지 확대를 동시에 달성할 수 있는 대안으로 주목받고 있다. 기후위기 대응과 식량안보 확보가 동시에 요구되는 상황에서, 농촌의 고령화와 소득 정체 문제를 해결할 수 있는 정책 수단이 될 수 있다. 그러나 한국은 관련 법적 근거와 제도적 기반이 미비해 보급이 제한적인 반면, 중국, 일본, 독일, 프랑스 등은 다양한 지원 정책을 통해 확대를 추진 중이다. 분석 결과, 주요국은 장기 운영을 위한 제도적 기반을 마련하고, 농업 생산성 유지 기준과 같은 기술적 요건을 구체화하고 있으며, 이격거리 규제는 유연하게 적용하고 있다. 이러한 시사점은 한국의 법·제도 정비에 기여할 수 있을 것이다.

핵심주제어: 영농형 태양광, 재생에너지, 탄소중립, 정책 비교

Abstract: This study examines agrivoltaics policies in major countries to identify implications for institutional reform in South Korea. Agrivoltaics, which enables the coexistence of agricultural production and solar energy generation on the same land, is gaining attention as a viable strategy to enhance farmers' income while expanding renewable energy. As climate change mitigation and food security become simultaneous policy priorities, agrivoltaics offers a potential solution to challenges such as rural population aging and stagnant farm income. However, the lack of clear legal grounds and institutional infrastructure has hindered the widespread adoption of agrivoltaics in South Korea. In contrast, countries such as China, Japan, Germany, and France are actively promoting its deployment through diverse support measures. The comparative analysis reveals that these countries provide long-term institutional support, establish technical standards to ensure agricultural productivity, and adopt flexible approaches to land use regulations. These findings offer practical insights for improving South Korea's legal and institutional framework.

Key Words: Agrivoltaics, Renewable Energy, Carbon Neutrality, Policy Comparison

* 이 연구는 교육부의 재원으로 한국연구재단 4단계 두뇌한국(BK)21 사업 지원(No. 5120200113713)과 타라기후재단 재원으로 에너지전환포럼 지원을 받아 수행된 연구임.

** 주저자, 서울대학교 환경대학원 박사수로

*** 교신저자, 서울대학교 환경대학원 교수, 환경계획연구소·지속가능발전연구소 겸무연구원

**** 공동저자, 서울대학교 환경대학원 석사과정

I. 서론

2021년 8월 31일, 기후위기 대응을 위하여 온실가스 배출을 줄이자는 전 지구적 합의안인 ‘파리협정(Paris Climate Agreement)’을 준수할 법적 수단으로 발의되었던 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(약칭 탄소중립기본법)’이 국회 본회의를 통과하여, 같은 해 9월 24일 제정·공포되었다. 탄소중립기본법에 따라 정부는 2023년 4월에 ‘국가 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획’을 통해 2030년 국가 온실가스 감축목표(2018년 대비 40% 감축) 달성을 위한 세부 이행방안을 발표했다. 이러한 목표 달성을 위하여 정부는 ‘제10차 전력수급기본계획’에서 2030년까지 46.5GW 사업용 태양광을 설치할 계획이라고 밝혔다.

대규모 태양광 발전설비를 도입하기 위해서는 대규모 부지 확보가 필요한데, 산지가 많고 국토가 한정적인 우리나라에서는 태양광 보급에 많은 어려움이 따르고 있다(신동원·이장훈·정예민·순병민, 2021). 또한 탄소중립만큼 중요한 정책 목표가 식량안보를 확립하는 것인데, 2022년 기준 식량자급률은 49.3%, 2021~2023년 사이 곡물 자급률은 19.5%로 OECD 국가 중 최하위 그룹에 속해 있다(농림축산식품부, 2023; 한국농촌경제연구원, 2024). 탄소중립을 위한 태양광 확대 정책과 식량안보 정책은 대규모 토지가 필요하다는 점에서 상충되는 지점이 있을 수 있다(유재국, 2024).

또한 2023년에는 농촌 농가 인구 중 65세 이상이 전체의 52.6%를 차지하여, 1948년 통계 작성 이래 처음으로 50%를 넘어섰다. 70세 이상 비율도 36.7%에 달해 농촌 고령화가 지속적으로 심화되고 있다. 같은 해 농가 수는 처음으로 100만 가구 이하로 줄었으며, 농가 인구는 2011년 296만 2,000명으로 300만 명대를 밀돈 이후 지속적으로 줄어들어 208만 9,000명까지 감소했다. 가구 평균 농업소득은 2003년 조사 기준이 확립된 이후 20년간 약 1,000만 원 수준에서 정체되어 있다. 가장 낮았던 해는 2022년으로 949만 원, 가장 높았던 해는 2021년으로 1,296만 원을 기록했지만, 물가 상승률을 감안하면 실질적인 농업 소득은 감소한 것으로 볼 수 있다(통계청, 2024).

이와 같은 문제를 해결하기 위한 대안으로 농지에 태양광 발전설비를 설치해서 태양광 하부에서는 농사를 짓고, 상부에서는 태양광 발전을 하는 ‘영농형 태양광’이 주목받고 있다(녹색전환연구소, 2024; 오수빈·신수민·윤순진, 2021). 영농형 태양광은 농지 기능을 유지하기 때문에 안정적인 영농 활동을 보장하면서, 추가로 태양광 발전을 통한 농외소득이 발생한다(유정학·신윤찬·임철현, 2023; 윤순진 외, 2023). 따라서 영농형 태양광 확대는 탄소중립과 식량안보를 고려하면서 인구의 급격한 감소로 주민 공동체 기반이 붕괴하고 생활에 필요한 서비스 부족으로 사실상 지역사회로서 기능을 하지 못하는 농촌 소멸 문제를 동시에 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다(김라이·김가을·정채은, 2024).

하지만 2023년 기준 국내에 설치된 영농형 태양광발전소는 미미한 수준이다. 62개소(약 3MW)에 설치되어 있지만, 전남 보성과 충북 괴산에 농업인 개인 투자로 설치한 상업용 영농형 태양광 2개소를 제외하면 모두 연구, 실증, 시범사업 용도로 설치된 것이다(정학균·채광석·유찬희·최재현·임준혁, 2023). 이처럼 국내에서 영농형 태양광 보급이 활발하게 이루어지지 못하고 있는 것은 낮은 주민 수용성과 환경오염에 대한 우려와 더불어 농지법, 전력계통, 지자체 조례 등 영농형 태양광을 설치하기 위한 충분한 제도와 여건이 마련되지 않았기 때문이다(김원빈·엄지범, 2023).

이에 2024년 4월 23일 농림축산식품부는 2024년 제1차 2050 탄소중립녹색성장 위원회 전체 회의에서 ‘영농형 태양광 도입 전략’을 발표하고, 영농형 태양광 제도를 시행하기 위한 법적 근거를 2025년까지 마련할 계획이라고 발표했다(농림축산식품부 보도자료, 2024.04.23.). 같은 해 5월, 산업통상자원부도 ‘재생에너지 보급 확대 및 공급망 강화 전략’을 통해 입지 규제를 완화하고 안전기준을 수립하는 등 농림축산식품부가 발표한 전략의 후속 조치 추진 계획을 발표하였다. 또한 국회에서는 영농형 태양광 확대를 위해 특별법과 농지법 개정안을 발의하고 있다. 이처럼 최근 한국에서는 영농형 태양광 보급 확대를 위해 관련 제도를 수립하는 과정에 있다.

하지만 중국, 일본, 독일, 프랑스와 같은 해외 국가들에서는 이미 오래전부

터 영농형 태양광 관련 법을 제정하고, 지원 정책을 마련하여 영농형 태양광 설치를 확대하고 있다. 아직 한국에서는 법적으로 영농형 태양광에 관하여 명확하게 통일된 정의조차 존재하지 않고 있기에 이들 국가의 정책 사례를 면밀히 검토하고 분석한다면 국내 제도 설계에 유용한 참고가 되는 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서는 앞서 영농형 태양광을 확대해 온 해외 주요국의 영농형 태양광 정책을 비교 분석하여 시사점을 도출하고, 이를 바탕으로 한국의 법적 근거 마련과 정책 기준 수립에 필요한 방향성을 제안하고자 한다.

II. 선행연구 검토

기존에 이루어진 영농형 태양광 연구는 크게 기술과 설비 개발을 중심으로 한 ‘공학 연구’와 경제성, 사회적 수용성, 제도 등을 다룬 ‘사회과학 연구’로 구분할 수 있다. 우선, 공학 연구로는 영농형 태양광이 벼, 밭작물, 과수 등의 하부 작물이나 토양에 미치는 영향을 분석하는 연구들이 주로 이루어졌다(강민석 외, 2021; 조유나 외, 2023). 황운하 외(2024)는 영농형 태양광 하부에서 벼의 재배 안정성을 높이기 위하여 재식밀도를 달리하여 생육 특성, 수확량, 품질을 분석하였으며, 영농형 태양광 하부의 차광조건에 적합한 재식 밀도를 규명하였다. 안순영·이단비·이해인·자리민·민상윤(2022)은 발육과 성숙에 필요한 광포화점이 낮은 특정 품종에 주목하였는데, 산란광을 요구하는 포도가 다른 과종과 비교하였을 때 영농형 태양광에 적합하다고 판단하고 영농형 태양광 패널을 설치한 포도 과원에서 포도나무 수체의 생물 특성과 발육 특성을 평가하여 노지에서의 특성과 비교하였다. 연구 결과, 영농형 태양광 구조물 설치로 인한 토양 영향은 발견되지 않았으며 잎의 생육이 촉진되고 병해 발생이 억제되는 효과가 나타났다. 이는 영농형 태양광 패널 설치로 인해 광과 복사열로 인한 식물체의 스트레스가 감소한 데 따른 것이라고 분석하였다. 안순영 외(2022)의 연구는 영농형 태양광 설치를 통해 기온

과 지온 상승을 방지하고 토양 수분 증발 억제를 통해 포도 생육에 유리한 효과를 기대할 수 있음을 증명하였다.

또한 일반적인 태양광 발전과의 구조적 차이로 인해 제기되는 문제를 분석하고, 해결하기 위한 연구들이 이루어졌다. 장석진·박진주·이준신(2024)은 다양한 형태의 영농형 태양광 시스템을 살펴보고, 에너지 생산과 농업 생산성 간의 관계를 분석하였다. 그 결과 기존 태양광 발전 방식 대비 에너지 생산량은 70~80%를 유지할 수 있으며, 농업 수확량은 기존 농업 대비 최대 90%를 유지할 수 있는 것으로 나타났다. 정설령·박경옥·이성근(2021)은 영농형 태양광이 비교적 높은 구조물 상부에 설치되기 때문에 유지 보수가 어렵다는 문제를 해결하기 위하여 지능적이고 효율적인 운용 및 진단 기능을 개발하는 연구를 수행하였다. 이를 통해 태양광 발전량과 환경 센서 데이터를 기반으로 영농형 태양광 발전량을 예측하여 설비를 모니터링하고, 설비 노화에 관한 정보를 사용자에게 제공하는 시스템을 개발하였다.

이 외에도 현재 국내에는 영농형 태양광 설계기준이 마련되어 있지 않기 때문에 표준모델을 개발하는 연구가 수행되었다. 대표적으로 이상익 외(2022)는 작물 재식 간격, 농작업 공간 확보, 차광률과 같은 영농형 태양광 특성을 고려한 패널, 모듈, 지지대, 기초, 발전, 기계설비에 대한 설계기준을 마련할 필요성을 제기하였다. 특히 상부 구조물, 하부기초, 작물, 재배 방식별 특성을 반영하고, 구조와 기초 안전성에 대한 면밀한 검토를 통해 영농형 태양광 표준 설계서와 표준모델 개발이 필요함을 시사하였다.

사회과학 연구로는 영농형 태양광의 경제성을 분석하고, 이를 제고하기 위한 정책 방안을 제안한 연구들이 있다. 김종익·조상민(2024)은 화폐의 시간적 가치를 반영하여 순현재가치, 편익비용 비율, 내부수익률을 활용하여 영농형 태양광의 경제성을 평가하였다. 해당 연구에 따르면, 농지의 타용도 일시사용허가 기간이 연장될수록 경제성은 제고되며, 금융 조달을 활용하는 것이 자기자본을 투입하는 것보다 경제성이 높다. 또한 태양광 고정가격계약 경쟁입찰을 통한 낙찰가격이 상승할수록, 초기 투자 비용과 운영 유지 비용이 낮을수록, 주민참여형으로 사업을 추진하는 경우, 경제성이 제고되는

것으로 나타났다. 손희철·박현준·김영신(2019)도 경제성 분석을 통해 비용 대비 편익 값을 1.08로 도출하였으며, 농업을 지속하면서 작물 수익도 창출 되기 때문에 영농형 태양광 사업은 경제성이 있다는 결과를 제시하였다.

오수빈 외(2021)는 이해관계자 심층 면접과 문헌 검토를 통해 영농형 태양광이 지속 가능한 농촌사회 유지와 에너지전환을 함께 해결할 수 있는 틈새로서 가능성이 있는지, 이를 확대하기 위해서는 어떤 요소가 필요한지를 분석하였다. 분석 결과, 영농형 태양광을 통해 추가 수익이 발생하고, 에너지전환을 이루면서 작물을 수확할 수 있다는 기대가 이해관계자들 사이에서 광범위하게 공유되고 있지만, 기술 부족, 농지 훼손 등의 부작용에 대한 우려가 비전 공유를 저해하고 있었다. 또한 각 이해관계자는 각자 역할과 결과에 대한 공유가 미흡하여 상호협력에 기반한 구체적인 정책 방향 설정이 지연되고 있으며, 관련 제도·정책 미흡, 경제성 우려, 태양광 발전 관련 부정적 경험이나 인식, 임차농의 피해 우려가 사회적 저해 요인으로 작용하고 있음을 확인하였다. 이외에도 김원빈·안주영·심근호·엄지범(2023)은 통합기술수용모형을 이용하여 농가를 대상으로 한 설문조사를 통해 영농형 태양광 수용 의도에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석 결과, 노력 기대, 혁신성이 유의미하게 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 혁신성은 성과 기대, 촉진 조건, 투자 유용성, 수용 의도 간의 관계를 완전히 매개하는 것으로 나타났다.¹⁾

이처럼 영농형 태양광 관련 연구가 일부 진행되고 있으나, 다른 재생에너지 유형에 비해 연구 규모와 수가 현저히 적으며 대부분 기술과 설비 개발을 중심으로 한 공학 분야에 집중되어 있다. 에너지경제연구원, 한국농촌경제연구원 등이 발간한 보고서에서 일부 국가의 영농형 태양광 제도를 설명하고 있으나, 최신 제도와 정책을 반영하지 못하고 있을 뿐 아니라 심도 있는 비

1) 김원빈 외(2023)는 노력 기대를 “영농형 태양광을 사용할 때 농업인이 용이하게 사용할 수 있는 정도”, 성과 기대를 “새로운 기술이나 시스템을 사용함으로써 작업의 성과를 높이는 데 도움이 된다고 개인이 생각하는 믿는 정도”, 촉진 조건을 “새로운 기술 이용을 지원하기 위한 기술적, 조직적 인프라가 존재한다고 믿는 정도”로 조작적으로 정의하였다.

교·분석이 이루어지지 못하였다는 한계가 있다(김라이 외, 2024; 김연중 외, 2018; 이상준·안동환·김현석·신승환·이원석, 2023). 국내 영농형 태양광의 법적 기반 마련과 보급 확산을 위해서는 선진적으로 영농형 태양광을 도입·운영하고 있는 국가들의 사례를 면밀히 분석하고, 이를 토대로 국내 적용 가능성을 검토할 필요가 있다. 이에 이 연구에서는 주요 국가들의 영농형 태양광 도입 사례를 분석하고, 우리나라에 적용 가능한 제도적 발전 방안을 도출하고자 한다.

Ⅲ. 연구 방법

이 연구에서는 영농형 태양광을 선제적으로 도입·확대하고 관련 법·제도를 정비해 온 주요 국가들의 사례를 분석함으로써, 국내 영농형 태양광 보급 확대와 제도 개선을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위해 우선 국내 영농형 태양광 현황을 검토하고, 영농형 태양광 정의, 설치 자격, 설치유형, 보급 현황, 지원 정책과 제도, 설치 기준 등을 기준으로 해외 사례를 분석하고, 국가 간 공통점과 차이점을 도출하여 국내 제도 확립 과정에서 고려해야 할 시사점을 제시하였다. 자료수집 과정에서는 각 국가의 정부나 부처에서 공식적으로 발표한 문헌과 보고서를 중심으로 자료를 수집하였으며, 최신 동향을 파악하기 위하여 일부는 논문과 언론 보도를 활용하였다.

이 연구에서는 국내 영농형 태양광 제도 마련에 유의미한 시사점을 제시하기 위하여 비교대상 국가로 중국, 일본, 독일, 프랑스를 선정하였다. 우선, 중국은 건설 중인 태양광, 풍력발전 설비용량이 339GW에 이르며, 전 세계 신규 재생에너지 발전용량 중 2/3를 차지하고 있다(Global Energy Monitor, 2024). 2013년에는 영농형 태양광을 최초로 도입하고, 2016년부터는 전역에 적극적으로 보급을 확대해오고 있다(Hu, 2023). 일본은 2004년 나가시마 아키라가 영농형 태양광 프로토타입 모델을 만든 이후, 현재까지 약 3,300개소에 영농형 태양광 발전시설이 설치되었다(전기신문, 2023.05.06.; 정학균

외, 2023). 독일은 영농형 태양광 개념을 최초로 정립한 국가로, 1981년에 ‘프라운호퍼 태양에너지 시스템연구소(Fraunhofer ISE, 이하 ISE)’의 설립자인 Adolf Goetzberger와 Armin Zastrow가 농업과 전기 생산을 병행하기 위한 방안으로 영농형 태양광을 제안하였다. 끝으로, 프랑스는 이탈리아와 함께 영농형 태양광을 최초로 상용화한 국가로, 2017년에 영농형 태양광을 농업보호 시설로 지정하였다. 2023년에는 ‘재생에너지 생산촉진법’을 제정하면서 영농형 태양광 정의, 기준, 사후관리를 포함한 법적 근거를 마련하였다.

4개 국가 모두 영농형 태양광 보급과 확산을 선도하고 있는 국가들이지만 국가별 행정체계, 기술, 환경 등의 차이에 의해 조금씩 다른 방식으로 제도를 도입·운영하고 있다. 따라서 이 연구에서는 각 국가에서 운영하고 있는 영농형 태양광 정책의 특징을 비교·분석하고, 이를 바탕으로 한국에 적용할 수 있는 제도적 방안을 제시하고자 하였다.

IV. 국가별 영농형 태양광 현황과 관련 제도

1. 한국

1) 영농형 태양광 현황

한국에서 ‘농어촌지역 태양광’은 통상 농지, 농가 축사 등에 설치된 태양광을 통칭하며, 담수호에서 진행되는 수상 태양광도 농어촌지역 태양광에 포함된다(이상준 외, 2023). 한국에너지공단의 금융지원 사업에서는 “농업인(어업인·축산인)이 참여한 500kW 미만의 태양광 사업”을 ‘농가 태양광’으로 지칭하고, 이 중 “농업인이 단독 또는 공동(조합)으로 하는 사업”을 ‘농촌 태양광’, “농업인이 본인 소유의 농지에 농사를 병행하며 농지 상부에 태양광발전소를 설치하는 사업”을 ‘영농형 태양광’으로 분류하고 있다. 김연중 외(2018)는 영농형 태양광을 “하부에서는 영농활동을 지속하며 농지의 상부에 일정 간격으로 태양광 모듈을 분산 배치하여 하부 농작물에 충분한 태양광이

조사될 수 있도록 하는 발전 방식”으로 정의하였다. 오수빈 외(2021)는 “영농형 태양광이란 농민들이 영농활동을 지속하면서 태양광 발전까지 동시에 병행하는 방식, 즉 농업생산과 발전사업을 함께 하는 방식”이라고 정의하였다. 이처럼 학계나 법적으로 영농형 태양광에 대하여 명확하게 통일된 정의는 존재하지 않는다. 이에 대통령 직속 ‘2050 탄소중립녹색성장위원회’는 2024년 제1차 전체 회의에서 ‘영농형 태양광 도입전략’을 발표하고, 2025년까지 영농형 태양광 정의와 사업 주체, 사후관리 등을 규정하는 법적 근거를 마련할 계획이라고 밝혔다.

그런데 우리나라에서는 아직 농촌에 설치된 태양광 발전 현황이 유형별로 구분하여 집계되지 않고 있을 뿐 아니라 농지전용허가 이후 계통 지연이나 사업 포기 등으로 인하여 실제 운영 중인 농촌 태양광 현황이 정확하게 파악되지 않고 있다. 사단법인 한국영농형태양광협회가 자체 파악한 자료에 의하면, 2023년 말 기준 국내에 설치된 영농형 태양광은 62개소에 약 3MW 규모인데, 대부분 연구, 실증, 시범사업 용도로 설치된 것으로 농업인이 개인 투자로 설치한 상업용 영농형 태양광은 전남 보성과 충북 괴산에 2개소에 불과하다(정학균 외, 2023).²⁾ 이처럼 영농형 태양광은 아직 발전공기업이나 연구기관 등을 중심으로 실증연구나 시범사업 위주로 설치되고 있어 보급실적이 미미한 수준이다.

2) 영농형 태양광 정책

농지법 제6조 제1항과 제2항에 따르면 “농지는 자기의 농업 경영에 이용하거나 이용할 자가 아니면 소유하지 못하며, 소유 농지는 농업 경영에 이용되도록 하여야 한다.” 즉, 농지 소유권자 여부를 불문하고 농지에서는 농업 경영활동 이외의 활동이 이루어질 수 없다. 또한, 같은 법에 따르면 농지는 ‘농업진흥지역’과 ‘농업진흥지역 외’로 나뉘고, 농업진흥지역은 ‘농업진흥구

2) 현재 설치된 62개소는 녹색에너지연구원 9개소, 원광전력 8개소, 남동발전 8개소, 한국수력원자력 6개소, 동서발전 5개소, 솔라팜 5개소, GS건설 4개소, 농촌진흥청 4개소, 현대에너지솔루션 3개소, 기타(지자체 기술센터 등) 10개소로 구성되어 있다.

역'과 '농업보호구역'으로 구분된다.

원칙적으로 농업진흥구역에서는 영농형 태양광 발전이 어렵지만, 농지법 제36조 제1항 제4호에 따라 염해간척지 부지에 타용도 일시사용허가를 받을 경우 태양광 발전이 가능하다. 단, 염해간척지에서 '타용도 일시사용허가'를 받은 태양광발전소는 농지법 시행령 제38조 제1항 제1호 다목에 따른 허가 기간 5년과 제2항 제1호 나목에 따라 최대 연장이 가능한 18년을 합하여 최대 23년 동안 운영할 수 있다.

반면, 농업보호구역에서는 농지법 시행령 제30조에 따라 농지전용허가를 받으면 부지 면적 1만 제곱미터 미만 부지에 태양광발전소를 설치하는 것이 가능하지만 농지전용부담금이 발생한다. 또한 같은 법 시행령 제38조 제1항 제2호 다목에 따라 5년 이내로 일시사용협의를 할 수 있고, 제2항 제2호 다목에 따라 3년 연장할 수 있기 때문에 최대 8년간 영농형 태양광 설치가 가능하다. 이 외에 농업진흥지역 밖에서는 기본적으로 부지 면적 3만 제곱미터 미만에서 농지전용허가를 받아 태양광발전소 설치가 가능하다. 하지만 해당 지역은 농지법이 아닌 '국토의 계획 및 이용에 관한 법'이 적용되어 일시사용허가가 이루어질 수 없으므로, 농사와 태양광을 병행하는 영농형 태양광은 설치될 수 없다.

2024년 3월 29일부터는 '농촌공간 재구조화 및 재생지원에 관한 법률(이하 농촌공간재구조화법)'이 시행됨에 따라 재생에너지지구에서 집단화된 태양광 등 재생에너지 발전설비의 설치가 가능해졌다.³⁾ 부지별 영농형 태양광 설치에 관한 내용을 정리하면 <표 1>과 같다.

3) 농촌공간재구조화법 제12조(농촌특화지구의 종류)에 따르면, '재생에너지지구'는 에너지원의 환경친화적 전환 등 탄소중립정책에 대응하기 위하여 태양광 등 재생에너지 시설을 집단화할 필요가 있는 지구를 의미한다.

〈표 1〉 부지별 영농형 태양광 설치 가능 여부

구분		농지전용 후 설치 (농지전용부담금 발생)	농지전용 없이 설치
농업 진흥 지역	농업진흥구역	불가능	염해간척지에서만 가능 (타용도 일시사용허가 최대 23년)
	농업보호구역	가능(1만 제곱미터 미만)	가능(타용도 일시사용협의 최대 8년)
농업진흥지역 외		가능(3만 제곱미터 이하)	불가능
재생에너지지구		가능	

출처: 정학균 외(2024) 참고하여 재구성

국내에서 영농형 태양광을 설치하는 경우 투자 비용 회수 기간은 최소 14년 이상이 소요되고, 패널의 성능보증 기간은 25년 이상에 달한다(김종익·조상민, 2024). 하지만 현행 농지법에 따라 영농형 태양광은 농업진흥구역 외 지역에서 최대 8년까지만 운영할 수 있다.⁴⁾ 따라서 현재와 같은 조건에서는 영농형 태양광을 통한 발전사업이 수익을 내기 어렵고 그 결과 영농형 태양광 설치는 확대되기 어렵다.

이러한 문제를 개선하고자 2025년 2월 기준, 영농형 태양광 관련 ‘농지법 일부개정법률안’ 4건과 ‘영농태양광 발전사업 지원에 관한 법률안(이하 영농형 태양광 특별법)’ 4건이 국회에 발의되어 있다.⁵⁾ 우선, 농지법 일부개정법률안을 살펴보면, 박정 의원 안은 영농형 태양광 개념을 정의하고 있으며, 농촌진흥지역 외 농지에 영농형 태양광 발전설비를 설치하는 경우 농지를 10년 이내에 타용도로 일시사용할 수 있도록 하고 있다. 또한 10년을 초과하지 않는 범위에서 연장할 수 있도록 하고 있어 최대 20년까지 영농형 태양광 운영이 가능하다. 김정호 의원 안은 영농형 태양광 농지 이용 근거로서 ‘복합이용’ 개념을 도입하여 농촌진흥구역으로 지정되지 않은 자경 농지에 대하여 복합이용을 허용하는 내용을 담고 있다. 윤준병 의원 안은 김정호 의원 안

4) 2024년 제1차 ‘2050 탄소중립녹색성장위원회’ 전체회의에서 발표된 ‘영농형 태양광 도입전략’에 따르면, 농업진흥지역 외 농지에 한해 일시사용허가 기간을 연장(최대 23년)하고, 지자체가 농촌공간재구조화법에 따라 설정한 재생에너지 지구에 한해 금융사업 등을 지원하여 영농형 태양광 집적화를 유도할 계획이다.

5) 영농형 태양광 법은 제안한 의원에 따라 의안명에 일부 차이가 있지만 본문에 언급된 법률안은 공동발의한 의원의 수가 가장 많고, 가장 최근에 발의된 법률안으로 제시하였다.

과 유사한 내용을 담고 있으며, 농업진흥구역으로 지정된 농지더라도 마을 공동체에서 추진하는 농지에 대해서는 복합이용을 허용하는 내용이 추가되었다. 이종배 의원 안은 영농형 태양광을 명시하지는 않았지만 온실가스 배출 감축, 에너지전환 등 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장을 위한 목적으로 농지를 이용하기 위하여 전용하거나 타용도 일시사용허가를 신청하는 경우 이를 허용하는 내용을 제안하였다. 영농형 태양광과 관련 있는 국내 농지법 입법 동향을 정리하면 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 국내 영농형 태양광 관련 농지법 입법 동향

의안명	제안일 (의안번호)	제안자	주요내용	심사 단계
농지법 일부개정 법률안	2024.11.13. (2205528)	박정 등 10인	- 영농형 태양광발전사업은 농업인이 농지를 이용하여 농작물을 경작하거나 다년생식물을 재배하면서 그 농지에서 태양광 발전사업을 영위하는 것을 의미함(제2조 제9호 신설) - 농업진흥지역 밖의 농지 등에 태양광 발전설비를 설치하는 경우, 농지의 타용도 일시사용기간은 10년 이내로 하되, 10년을 초과하지 아니하는 범위에서 그 기간을 연장할 수 있도록 함. 단, 임차인 및 사용대차인은 농지소유자의 동의를 받아야 함(제36조 제1항 제4호의2, 제2항 신설)	소관위 심사
	2024.11.22. (2205813)	김정호 등 10인	- 농지의 전용 또는 타용도 일시사용과 구별되는 영농형 태양광의 농지 이용의 근거로서 농지의 복합이용 개념 도입(제2조 제9호 신설) - 식량안보 및 농지훼손 우려 등을 감안하여 농업진흥구역으로 지정되지 않은 자경 농지에 대해서만 복합이용을 허용(제36조의3 신설)	소관위 심사
	2024.12.18. (2206644)	윤준병 등 10인	- 농지의 전용 또는 타용도 일시사용과 구별되는 영농형 태양광의 농지 이용의 근거로서 농지의 복합이용 개념 도입(제2조 제9호 신설) - 식량안보 및 농지훼손 우려 등을 감안하여 농업진흥구역으로 지정되지 않은 자경 농지 및 농업진흥구역으로 지정된 농지라 하여도 마을공동체에서 추진하는 농지에 대해서만 복합이용을 허용(제36조의3 신설)	소관위 접수
	2024.12.31. (2207152)	이종배 등 10인	- 온실가스 배출 감축, 에너지 전환 등 대통령령으로 정하는 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장을 위한 목적으로 이용하기 위하여 농지를 전용하거나 타용도로 일시사용하려는 경우에는 이를 허용함(제37조 제2항 제1호 신설)	소관위 접수

출처: 의안정보시스템에 등록된 의안을 참고하여 작성

영농형 태양광 특별법의 경우, 임미애 의원과 김성환 의원은 ‘영농태양광’

이란 용어를 사용하고 있지만, 위성곤 의원과 김소희 의원은 ‘영농형 태양광’이란 용어를 사용하고 있다. 또한 의원마다 영농형 태양광에 관한 정의, 승인권자, 설치 자격, 영농 의무 등에서도 일부 차이가 있다. 특히 승인 기간은 가장 짧게는 20년부터 길게는 30년까지 10년의 차이를 보인다. 의안별 공통점과 차이점은 <표 3>에 제시하였다.

<표 3> 국내 영농형 태양광 특별법 입법 동향

대표발의 (소속)	임미애 (더불어민주당)	위성곤 (더불어민주당)	김소희 (국민의힘)	김성환 (더불어민주당)
제안일	2024.06.20.	2024.08.13.	2024.10.11.	2025.01.21.
의안명	영농태양광 발전사업 지원에 관한 법률안	농업인 영농형 태양 광 발전사업 지원에 관한 법률안	영농형 태양광 발전사 업 지원에 관한 법률안	영농태양광 발전사업 지원에 관한 법률안
심사 단계	소관위 심사		소관위 접수	
정의	농업인이 농지를 농작물 경작이나 다년생식물의 재배 등 농업생산에 이 용하면서 해당 농지에 태양에너지 발전설비를 설치하여 전기사업을 함 께 영위하는 것	농지에서 농작물을 재배 또는 생산하고 그 상부에 태양광 발 전시설을 설치하여 전기를 병행 생산, 판매하는 사업	농업인이 농지를 농작물 경작이나 다년생식물의 재배 등 농업생산에 이 용하면서 해당 농지에 태양에너지 발전설비를 설치하여 전기사업을 함 께 영위하는 것	농업인 또는 농업법인 이 농지를 농작물 경작 이나 다년생식물의 재 배 등 농업생산에 이용 하면서 해당 농지에 태 양에너지 발전설비를 설치하여 전기사업을 함께 영위하는 것
다른 법률 과의 관계	다른 법률에 우선하여 적용			
승인권자	시장, 군수, 구청장	시장, 군수	시장, 군수, 구청장	시장, 군수, 구청장
설치 자격	본인 소유의 농지를 가 진 농업인	농업인	본인 소유의 농지를 가 진 농업인	본인 소유 또는 영농을 목적으로 임차한 농지 농업인
	주민참여조합	법인 (농업인 필수 포함)	주민참여조합	직접 소유 또는 영농을 목적으로 임차한 농업 법인 주민참여조합
승인 기간	20년 이내	23년(농지법 적용)	23년 이내	30년
영농의무	농작물 등의 수확량에 3년 연속으로 미달하게 된 경우 승인 취소	영농의무를 준수하지 않는다고 판단되 는 경우 승인 취소	영농의무를 준수하지 않는다고 판단되는 경 우 승인 취소	농작물 등의 수확량에 3년 연속으로 미달하 게 된 경우 승인 취소
전기구매	공공기관은 승인된 영농태양광 발전사업을 통하여 생산된 전기 우선구매			
농업진흥 지역	-	농업진흥구역 밖에 서만 적용	농업진흥구역 밖에서만 적용	농업진흥지역 가능
실태조사	-	가능	가능	가능
기타	영농태양광 발전지구 지정	농업인 영농형 태양 광 발전지구 지정	-	선택형 공익 직접 직불 금 지급 가능

출처: 의안정보시스템에 등록된 의안을 참고하여 작성

아직 영농형 태양광 특별법이 제정되지 않았기 때문에 지원 정책도 미흡한 상황이다. 영농형 태양광을 통해 전기를 생산한 발전사업자는 ‘신·재생에너지 공급 의무화(Renewable Portfolio Standard, 이하 RPS)’ 제도에 따라 공급의무자나 RE100을 달성하고자 하는 기업에 ‘재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, 이하 REC)’를 판매해서 수익을 창출할 수 있다.⁶⁾ REC는 공급인증서 발급대상 설비에서 공급되는 전력량에 가중치를 곱하여 MWh 단위를 기준으로 발급하는데, ‘신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침’에 따라 각 신·재생에너지에 가중치가 부여된다. 하지만 영농형 태양광의 경우 별도의 가중치가 마련되어 있지 않아 현재는 ‘태양광에너지를 일반부지에 설치하는 경우’를 준용하고 있다. 또한 산업통상자원부는 ‘신·재생에너지 금융지원사업’을 시행하고 있는데 영농형 태양광의 경우, “관련 법(영농형 태양광 발전사업 지원에 관한 법률 등)이 시행된 시점 이후부터 접수와 지원이 가능”한 것으로 규정되어 있다.

또한 한국에너지공단은 신·재생에너지 원별 시공 기준을 관리하고 효율과 안전이 확보된 신·재생에너지 설비 보급에 기여하기 위하여 관련 지침의 개정을 추진하여 ‘신·재생에너지 설비 원별 시공 기준’을 수립하고 있다. 이에 따라 태양광 설비를 설치하는 경우 전기사업법, 전기공사업법, 전기안전관리법, 한국전기설비규정(Korea Electro-technical Code, KEC), 건축구조기준 등의 관련 규정을 준수하여야 한다. 또한 태양광 발전 모듈은 한국산업표준에 따른 인증제품을 설치하여야 한다. 하지만 현재 지상형(일반 지상형,

6) 2012년부터 신·재생에너지 보급 확대와 관련 산업 육성을 위해 500MW 규모 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자들이 일정 비율 이상의 전기를 신·재생에너지 발전을 통해 의무적으로 공급해야 하는 RPS 제도가 시행되었다. RPS 공급의무자는 매년 정해진 비율에 따라 신·재생에너지를 공급하여야 하며, 이를 ‘의무공급 비율’이라고 한다. RPS 의무공급 비율은 2023년 13%, 2024년 13.5%, 2025년 14%, 2026년 15%, 2027년 17%, 2028년 19%, 2029년 22.5%에 이어 2030년 이후부터 25%로 고정된다. RPS 공급의무자는 신·재생에너지 설비를 직접 건설해서 자체 조달할 수 있지만, 매년 늘어나는 의무공급량에 맞춰 설비를 늘리기에는 물리적, 시간적 제약이 따를 수밖에 없다. 따라서 외부의 신·재생에너지 발전소를 통해 발전량을 충당하기 위해 다른 발전사업자가 신·재생에너지 전기를 생산했다는 사실을 증명해 주는 REC를 구매하여 의무공급량을 채울 수 있다.

산지형, 농지형), 건물형(건물 설치형, 건물 부착형, 건물 일체형), 수상형 태양광에 관한 시공 기준만 마련되어 있으며, 영농형 태양광에 관해서는 구속력 있는 시공 기준이 마련되지 않은 상황이다.

끝으로, 영농형 태양광은 지자체의 개발행위허가를 받아야 하는데 2024년 11월 기준 228개 기초지자체 중 129개인 56.6%(수도권과 광역시를 제외하면 95%)가 조례를 통해 태양광 발전 이격거리 규제를 시행하고 있다(국회 예산정책처, 2024). 산업통상자원부가 2017년 3월 ‘태양광 발전시설 입지 가이드라인’과 2023년 1월 ‘이격거리 규제 개선방안’을 발표하며 지자체별 이격거리 규제 완화를 유도하였지만, 구속력이 없어 실제로 완화한 지자체는 5곳에 불과하다.⁷⁾ 또한 지자체마다 기준이 통일되어 있지 않아 이해관계자 간 갈등과 혼란을 야기하고 있다(장연재·조일현, 2023).

2. 중국

1) 영농형 태양광 현황

중국에서는 영농형 태양광을 ‘농광호보(农光互补)’라고 통칭하지만, 현재까지 이를 규정하는 별도의 법률이 마련되지 않아 법적으로 통일된 정의는 존재하지 않는다. 그러나 영농형 태양광은 중국 농촌 지역 내 재생에너지 보급 확대와 농촌 경제 활성화의 중요한 수단으로 인식되고 있다.

중국 국가에너지국(2023.11.14.)은 농촌 지역 내 약 8,000만 가구, 총 273억㎡에 태양광 발전을 설치할 수 있을 것으로 평가하며, 이를 통해 안정적인 전력 공급, 에너지전환, 농민 소득 증대, 고용 촉진 등 다양한 긍정적 효과를 기대하고 있다.⁸⁾ 이러한 흐름 속에서 영농형 태양광은 농촌 태양광의 한 유형으로 2012년 처음 논의되기 시작하였다. 당시에는 지역 농업 기업가가 주도하여 총 3개소의 시범사업이 추진되었으며, 온실에 태양광 패널을 설치하

7) 2023년 1월, 산업통상자원부가 발표한 이격거리 규제 개선방안에서는 주거지역은 100m 이내, 도로는 이격거리 규제를 폐지할 것을 권장하였다.

8) 국무원(国务院) 직속 기관인 국가발전개혁위원회(国家发展和改革委员会)의 산하에 있는 국가에너지국(国家能源局)은 중국 에너지 정책과 규제 실행을 담당하는 기관이다.

는 방식이 적용되었다. 이후 2013년부터 2016년까지 영농형 태양광 보급이 급격히 증가하였으나, 2017년에 태양광 발전시설에 대한 ‘발전차액지원제도(Feed-in Tariff, 이하 FIT)’ 지급액이 하향 조정되고 태양광 관련 규제가 강화됨에 따라 2019년까지는 설치량이 감소하였다.⁹⁾ 그러나 2020년 9월, 시진핑 국가주석이 유엔 총회에서 2030년 탄소 정점과 2060년 탄소중립이란 쌍탄소 목표를 선언한 이후, 영농형 태양광 설치가 다시 활성화되기 시작하였다(Hu, 2023).

〈표 4〉 중국 영농형 태양광 신규 설치 수

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
설치 수	3	11	46	50	56	31	20	35	60	104

출처: Hu(2023); 가장 최근까지의 국가 통계가 공개되어 있지 않아 Hu(2023) 재인용

중국에서는 온실 구조를 활용하여 영농형 태양광을 설치하는 방식이 널리 활용되고 있다. 특히, 기존 온실의 벽과 기둥을 이용하여 태양광 패널을 설치하는 경우 농업 방식의 변경 없이 농업 생산을 유지할 수 있다. 하지만 이 방식은 온실의 전체 높이가 높아지게 되므로, 주변 온실의 채광에 영향을 미치지 않도록 온실 간격을 조정하는 등의 조치가 필요하다. 또는 기존 온실 반대 방향으로 온실을 확장하는 음양 온실을 만들기도 한다. 이를 통해 광포화점과 요구되는 온도에 따라 다양한 작물을 재배하고, 토지 이용률을 높이며, 신규 온실 건설 대비 건설 비용 절감 효과를 누릴 수 있다(寿光市九合农业发展有限公司, 2019).

2) 영농형 태양광 정책

중국에는 영농형 태양광에 관하여 규정한 별도의 법률은 제정되어 있지

9) 국가에너지국은 2016년 11월 7일 ‘전력부문 13.5 계획’ 발표를 통해 2020년까지 태양광 발전 설비용량을 10GW까지 확대하겠다는 계획을 수립하였으나, 2017년 누적 설비용량이 130GW로 이미 목표치를 초과하였다. 이에 국가발전개혁위원회는 2018년 5월 31일 ‘태양광 관련 통지’를 통해 신규 태양광 설치 제한, 분산형 발전 확대, 보조금 축소 계획을 발표하였다(국가발전개혁위원회, 2018.06.01.).

않지만, 태양광 발전과 농촌에서의 재생에너지 확대를 강조한 정책이 영농형 태양광을 확대 보급할 수 있는 기반이 되었다.¹⁰⁾ 특히, 2021년 2월 국무원이 발표한 '녹색 저탄소 순환 발전 경제 체계 구축을 위한 지침'에서는 재생에너지 이용 비율 확대, 지역 기반 태양광 발전, 농촌 재생에너지 공급 확대와 전력망 확충 필요성을 강조하였다(국무원, 2021.02.02.).¹¹⁾ 같은 해 10월에는 중앙위원회와 국무원이 합동으로 '완전하고 정확하며 포괄적으로 새로운 발전 이념을 구현하고 탄소 정점 및 탄소중립 작업을 잘 수행하기 위한 의견'과 '2030 탄소배출 정점을 위한 행동 계획'을 발표하였다.¹²⁾ 이를 통해 녹색 저탄소 순환 농업 발전과 태양광과 농업을 결합한 형태를 포함한 농업 모델 개발 필요성을 강조하였다. 나아가 중국의 중장기 미래 발전 방향과 전략을 정하는 '제14차 5개년 계획 및 2035년 중장기 목표'에 따라 2022년 6월에는 '재생에너지 개발 제14차 5개년 계획'이 발표되었다.¹³⁾ 해당 계획에서는 2025년 재생에너지 목표 달성을 위해 지역 특성을 고려한 농촌 지역에서의 바이오매스, 지열, 풍력, 태양광 발전 등 재생에너지 개발과 보급 확대 필요성을 강조하였다(국가에너지관리국, 2022.06.01.).¹⁴⁾

중국에서는 '태양광발전소 사업을 위한 토지 이용 통제지표'에 따라 새로 설치되거나 확장 설치하는 태양광 설비는 영구 기본 농지, 기본 초원, 1급 보

10) 중국 영농형 태양광 지원정책과 제도는 지역(성, 시, 현, 향)별로 차이가 있다. 따라서 이번 절은 국가 차원의 최상위 계획을 중심으로 작성하였다.

11) 녹색 저탄소 순환 발전 경제 체계 구축을 위한 지침: 绿色低碳循环发展经济体系的指导意见

12) 완전하고 정확하며 포괄적으로 새로운 발전 이념을 구현하고 탄소 정점 및 탄소중립 작업을 잘 수행하기 위한 의견: 关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见, 2030 탄소배출 정점을 위한 행동 계획: 关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知

13) 제14차 5개년 계획 및 2035년 중장기 목표: 国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要, 재생에너지 개발 제14차 5개년 계획: 十四五可再生能源发展规划

14) 재생에너지 개발 제14차 5개년 계획에서는 2025년까지 재생에너지 소비량을 약 10억 toe, 1차 에너지 소비의 신규 증가분 중 재생에너지 비중 50% 이상 증가, 재생에너지 연간 발전량 3,300TWh 증가, 총 전력 소비에서 차지하는 재생에너지 의무 비중 33%(수력 제외 18%), 발전 이외 부문 재생에너지 6,000만 toe 이상 확대하는 목표를 제시하고 있다.

호림, 동북 내몽골의 주요 국유림 지역을 점유해서는 안된다.¹⁵⁾ 이러한 규제에도 불구하고, 중국에서 영농형 태양광 설치에 따른 토지 사용 기간은 크게 문제가 되지 않고 있다. 농촌 토지 계약법 제21조에 명시된 경작지의 계약 기간은 30년이고, 초지의 계약 기간은 30~50년이다.¹⁶⁾ 산림지의 계약 기간은 30~70년이며, 특수 임목의 산림지 계약 기간은 국무원 산림 행정 주관 부서의 승인을 받아 연장할 수 있다. 일반적으로 영농형 태양광 운영 기간이 20~25년인 것을 감안할 때, 모든 유형의 토지 계약 기간이 최소 30년 이상이기 때문에 토지 사용 기간으로 인한 문제가 발생하지 않고 있다. 하지만 같은 법 제17조와 60조에서는 “토지의 농업 용도를 유지하고 비농업 건설에 사용하지 않아야 하며, 불법으로 비농업 건설에 사용하면, 시 이상 지방 인민 정부의 관련 행정 주관 부서가 법에 따라 처벌한다.”라고 규정하고 있다. 따라서 영농형 태양광을 건설한 이후에도 농업이 주된 목적이어야 하며, 농사를 짓지 않고 태양광 발전만을 목적으로 운영하는 경우 관련 시설이 철거되고 벌금이 부과될 수 있다.

15) 태양광발전소 사업을 위한 토지 이용 통제지표: 光伏电站工程项目用地控制指标; 각 토지는 다음과 같다.

- 영구 기본 농지: 어떠한 상황에서도 용도를 변경할 수 없으며, 어떤 방식으로든 다른 용도로 전용할 수 없는 농지다(北京市规划和自然资源委员会, 2023).

- 기본 초원: 초원법 제42조에서는 중국 기본 초원 보호 제도를 시행하고 있다. 다음과 같은 초원은 기본 초원으로 지정되어야 한다. 중요 방목지, 벌초지, 축산업 생산을 위한 인공 초지, 경작지를 초원으로 환원한 지역 및 개량 초지, 초종 기지, 기후 조절, 수원 함양, 수질 및 토양 보호, 방풍 고사를 위한 특별한 역할을 하는 초원, 국가가 중점적으로 보호하는 야생 동식물의 생존 환경으로서의 초원, 초원 과학 연구, 교육 실험 기지(农业部关于切实加强基本草原保护工作的通知, 2006).

- 1급 보호림: 1급 보호림은 전면적인 봉쇄를 통한 보호조치가 시행되며, 어떠한 생산 경영활동이나 임지 용도변경도 금지된다. 주로 국가의 자연보호구, 세계 자연유산, 저수지 등이 이에 해당되며, 어떠한 경영활동도 허용되지 않는다(张建龙, 2010).

- 국유림: 국유림은 국가가 삼림 자원을 육성하고 보호하기 위한 지역으로, 산림 자원 확대, 산림질 향상, 생태, 사회, 경제적 효과를 높이는 역할을 한다(天津市蓟州区人民政府, 2023).

16) 농촌 토지 계약법: 中华人民共和国农村土地承包法.

3. 일본

1) 영농형 태양광 현황

일본에서는 영농형 태양광이 ‘솔라 셰어링(Solar Sharing)’으로 불리고 있다. 이는 일본에서 영농형 태양광을 최초로 연구한 나가시마 아키라가 2003년에 명명한 것으로, 태양에너지를 농업과 발전에 동시에 활용한다는 의미를 담았다. 일본 농림수산업성(農林水産省)에 따르면, 영농형 태양광은 “일시 전용허가를 받아 농지 상부 공간에 간이한 구조로 쉽게 철거 가능한 태양광 발전 설비를 설치하고, 농업을 지속하면서 발전을 병행하는 사업”으로 정의된다. 이러한 특성을 바탕으로 영농형 태양광은 작물 판매 수익에 더해 발전 전력의 자가 소비와 판매를 통해 농업 경영 안정성을 제고할 수 있는 방안으로 인식되고 있다(農林水産省, 2024a).

영농형 태양광 발전 설비 설치를 위한 농지 허가 건수는 2013년부터 2022년까지 총 5,351건으로, 발전설비 하부 농지면적은 1,209.3ha에 달한다(農林水産省, 2024b).¹⁷⁾ 연도별 허가 건수와 재허가 건수, 하부 농지 면적은 <표 5>로 정리하였다.

<표 5> 일본 영농형 태양광 농지전용허가 건수와 하부 농지면적

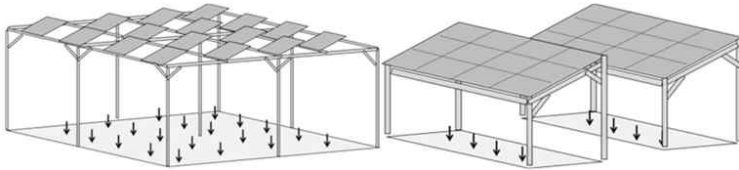
구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합계
신규 허가 건수 (건)	103	350	396	413	319	474	643	806	872	975	5,351
하부 농지 면적 (ha)	16.2	54.4	85.3	160.8	79.9	151.3	165.3	133.1	140.9	222.1	1,209.3
재허가 건수(건)	-	-	4	102	362	347	409	633	634	726	3,217
하부 농지 면적 (ha)	-	-	0.37	21.3	53	76.6	165.2	125.2	134.5	185.1	761.3

출처: 農林水産省(2024b)을 참고하여 재구성

17) 농지 허가 건수는 재허가 건수를 제외한 수치로, 2022년까지 총 3,217건의 재허가가 이루어졌다.

일본에서는 고정식과 이동식 패널이 영농형 태양광에 주로 활용되고 있다. 고정식 패널은 수동으로 방향 조절이 불가능하지만, 차광률이 50% 수준으로 유지되도록 체크무늬 형태로 설치되기도 한다. 고정식 패널은 등나무식(藤棚式)과 어레이식(アレイ式)으로 구분되며, 2023년 기준으로 설치 방식에 따른 설치율은 등나무식 85%, 어레이식 11%, 이동식 4%로 나타났다(NEDO, 2023a). 각 방식의 설치 형태는 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 일본 영농형 태양광 고정식 패널 설치 형태(좌: 등나무식, 우: 어레이식)



출처: NEDO(2023b)

2) 영농형 태양광 정책

일본에서는 농림수산업성이 시행하는 FIT 제도나 환경성(環境省)이 주관하는 ‘재생에너지 발전을 통한 자가 이용모델 구축사업(보조율 50%)’을 통해 영농형 태양광 사업에 대한 지원을 받을 수 있다(農林水産省, 2024a).¹⁸⁾ 전자는 전력 생산 가격에 따라 보조금을 지급하는 방식이며, 후자는 재생에너지 도입을 촉진하기 위한 시설 보조금 성격을 지닌다(신동원 외, 2021).¹⁹⁾

일본 정부는 2012년 태양광 도입 초기, FIT 가격을 40엔 수준으로 설정하여 태양광 사업의 경제성을 확보하였다. 그러나 FIT가 20년간 보장되면서 정부의 재정 부담이 증가하였고, 2023년 기준 FIT로 인한 누적 적자는 약 3조 엔에 달하였다. 이에 따라 새로운 지원방식에 대한 재검토를 통해 사후관리

18) 2021년 기준, 고정가격매입제도에 의한 보조금은 10kWh 미만 19엔/kWh, 10kWh~50kWh 미만 12엔/kWh, 10kWh~250kWh 미만 11엔/kWh로 설정되었다(임지영, 2022).

19) 이외에도 일본 정부는 시공 기준, 하부 작물, 설치 절차 등에 관해 상세한 가이드라인을 배포하고 있으며, 영농형 태양광 설치에 관심이 있는 농민들이 상담 받을 수 있는 창구와 지원 제도를 종합적으로 제시하여 확산을 유도하고 있다.

미흡 시 FIT 지급을 유예하는 제도적 조치가 도입되었다(채광석·김종인, 2023). 이러한 정책 변화에 따라 2023년 7월 농림수산성은 영농형 태양광의 약 13%가 일시전용허가 갱신에 필요한 단수 요건을 충족하지 못하고 있음을 발표하였다.²⁰⁾ 이어 같은 해 12월에는 2024년 4월부터 시행 예정이었던 「영농형 태양광 발전에 관한 농지전용허가 제도상 취급에 관한 가이드라인」의 초안을 공개하며, 4ha를 초과하는 영농형 태양광에 대해 매년 현장 조사를 실시하는 등 요건 강화 방침을 발표하였다(金子 憲治, 2024.01.03.).

영농형 태양광 사업 신청 주체에 대한 자격은 법적으로 규정된 바가 없다. 그러나 농업인이 아닌 설치자가 신청 주체가 되고자 할 때, 반드시 실제 농사를 지을 영농인이 확보되어야 한다. 또한 영농형 태양광 사업 신청 시 제출하는 영농계획서에 설치자, 영농 주체, 작물 종류가 기입되어야 하며, 설치자와 영농인이 다를 경우 농지권 설정 등 추가 절차를 거쳐야 한다(農林水産省, 2024c; 農林水産省, 2025). 또한 설치자가 직접 영농하지 않는 경우, 설치자는 영농인에게 ‘영농협력금(営農協力金)’을 지불할 수 있으며 이는 도도부현 지사나 시정촌에 보고하는 수익을 입증하는 주요 수단이 된다(農林水産省, 2025).

일본의 경지는 ① 농용지 구역, ② 갑종지, ③ 1종 농지, ④ 2종 농지, ⑤ 3종 농지로 분류되며, 이 중 우량농지에 해당하는 ①~③ 농지가 전체 농지의 91.1%를 차지한다.²¹⁾ 일반 태양광 발전 설비는 농업 생산성이 낮은 ④, ⑤ 농

20) 단수(單收)는 작물 한 단위 면적(1헥타르)당 생산량을 의미하며, 일본에서는 지역 평균 단수와 비교하여 단수가 대폭 감소한 경우 농지전용 허가권자인 농림수산대신(農林水産大臣), 도도부현 지사(都道府県知事), 농업위원회(農業委員会) 등이 개선조치를 요구하고 있다.

21) 일본은 농지법에 따라 농경지를 5종류로 구분하고 있다. 농용지 구역은 시정촌이 정하는 농업 진흥 지역 정비 계획에 있어 농용지 구역으로 지정된 구역 내의 농지를 의미한다. 갑종지는 시가화 조정 구역 내에 있는 특히 양호한 영농조건을 갖추고 있는 농지로, 통상적으로 10ha 이상이며 고성능의 농업 기계에 의한 영농에 적합하다. 1종 농지는 좋은 영농조건을 갖춘 농지로, 10ha 이상이며 높은 생산력을 인증받은 토지에 해당한다. 앞선 세 가지 토지의 경우 우량농지에 해당하여 농지전용허가는 원칙적으로 불가능하지만, 영농형 태양광은 예외 조건에 해당한다. 2종 농지는 규모가 10ha 미만이며 역, 동사무소 등의 공공시설로부터 근거리에 있는 구역 내에 있다. 3종 농지는 시가지의 구역 내 또는 시가지화의 경향이 현저한 구역 내에 있는 농지다

지에서만 허가되지만, 영농형 태양광의 경우 모든 농지에서 허용되며, 구조물이 설치되는 면적만큼 타용도 일시사용이 가능하다.²²⁾

영농형 태양광 발전 설비의 일시전용허가 기간은 일반적으로 3년 이내이며, 농지 소유 여부와 관계없이 농업수행 조건과 발전설비 도입기준을 충족하는 경우 일시전용허가가 부여된다(農林水産省, 2024a). 다만, 영농인이 직접 소유하거나 이용권이 설정된 농지의 경우 10년의 일시전용허가가 예외적으로 가능하며, 황폐 농지나 2종·3종 농지를 활용하는 경우에도 동일한 기준이 적용된다(農林水産省, 2023). 일시전용허가는 갱신이 가능하나, 기존 허가기간 동안 영농 상황을 종합적으로 검토하여 판단되며, 최초 허가 시 유휴 농지였더라도 재허가 시 동일하게 취급되지 않는다(農林水産省, 2024a).²³⁾

영농형 태양광 시설의 사후관리는 농업위원회를 통해 이루어지며, 수확량에 대한 점검은 지도원, 시험연구기관, 농업위원회 등의 확인을 거친다(신동원 외, 2021). 이러한 사후관리 평가는 일시전용허가 재허가 여부와도 연계되며, 연 1회 보고를 통해 농작물 생산에 미치는 영향을 점검한다. 영농형 태양광 패널이 농업에 현저한 문제를 초래하는 경우 시설 철거와 농지 복원 조치를 시행할 수 있다(農林水産省, 2023b). 추가로 시설 철거와 설치를 위한 재원 확보, 신용 보증, 전력 계통연계 시 필요한 송전망 구축 등이 사전 조건으로 포함된다(タイナビ発電所, 2023.02.07.). 일본 정부는 태양광 발전설비의 이격거리를 규제하지 않으며, 일부 지방자치단체에서 권장 수준의 가이드라인을 제시하고 있다(산업통상자원부, 2023; 環境省, 2020).²⁴⁾

(사이타마현 구마가야시 농업위원회 사무국 홈페이지).

22) 2021년 영농형 태양광 허가 건수는 총 4,165건으로 농용지 구역에서 3,120건(74.9%)으로 가장 많았으며, 1종 농지 779건(18.7%), 2종 농지 196건(4.7%), 3종 농지 58건(1.4%), 갑종지 12건(0.3%) 순이다(農林水産省, 2022).

23) 일시전용허가 갱신 여부는 자연재해나 노동력 부족 등 부득이한 사정을 충분히 감안하도록 하고 있으며, 지역 평균 단수 대비 80% 이하에 해당하여 영농형 태양광을 철거한 사례도 있으나 상당수는 여러 상황을 고려하여 판단하고 있다(정학균 외, 2023).

24) 예를 들어, 호쿠토시의 '호쿠토시 태양광 발전설비 설치 가이드라인'에서는 태양광 모듈과 인접지 경계 간 5m의 거리를 확보할 것을 권장하고 있다.

4. 독일

1) 영농형 태양광 현황

독일은 영농형 태양광 개념을 최초로 제안한 국가로, 1981년 독일 ISE 설립자인 Adolf Goetzberger와 Armin Zastrow가 이중 토지 이용 방안으로 영농형 태양광을 제안하였다. 이후 2014년 ‘자원 효율적인 토지 이용에 대한 기여(APV-RESOLA)’ 연구가 진행되면서 영농형 태양광 실용화가 본격화되었다.²⁵⁾ 독일에서 영농형 태양광 설치량을 명확히 제시한 연구는 부족하지만, Feuerbacher et al. (2022)는 2021년 말까지 독일의 태양광 발전시설 설치용량이 약 59GWp에 이르렀으며, 이 중 7.5GWp(12.7%)가 약 6,731ha의 경작지에 설치되었다고 보고하였다.

독일은 2022년 세계 최초로 영농형 태양광 입찰을 개시하였으며, 영농형 태양광뿐만 아니라 차량 통합형, 건물 일체형, 도시시설물 통합형, 도로 통합형, 부유식 태양광 등을 포함한 다양한 ‘통합 태양광(Integrated Photovoltaics)’ 개념을 발전시키고 있다. 2021년에는 ‘DIN SPEC 91434:2021-05’를 발표하여 영농형 태양광을 “동일한 토지 면적을 1차 용도로 농업 생산, 2차 용도로 태양광 전기 생산에 활용하는 것”으로 정의하였다.²⁶⁾ 또한, 농경지에서 태양광 발전을 운영하는 경우 동일 농지의 3년 평균 수확량 대비 1/3 이상 감소해서는 안 된다고 규정하고 있다. 2024년 6월에는 ‘DIN SPEC 91492:2024-06’을 발표하여, 영농형 태양광과 가축 사육을 결합한 형태의 설치 가이드라인을 추가로

25) 해당 연구는 독일연방교육연구부(BMBF)의 지속 가능한 발전을 위한 FONA 연구 프로그램의 지원을 받아 콘스탄스 호수 근처 Heggelbach 농장에서 시범 프로젝트로 추진되었다.

26) DIN SPEC 91434:2021-05: Agri-photovoltaic systems - Requirements for primary agricultural use; ‘독일규격협회(Deutsches Institute fuer Normung, 이하 DIN)’는 1917년 베를린에서 민간 비영리 협회로 설립되었으며, 기술 부문 전반에 걸쳐 표준화 활동을 수행하고 있다. 그중에는 전기 기술 부문도 포함되어 있기 때문에 DIN과 독일 전기 기술자협회(VDE)가 공동으로 유럽전기표준화위원회(CENELEC) 회원으로 있는 독일 전기기술협회(DKE)를 합동 운영한다. 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)가 국제표준규격을, 유럽 표준(European Standard, EN)이 유럽규격을 정하듯, DIN이 독일규격을 정하고 있다.

제시하였다. 독일 직불금 시행 조례(DirektZahlDurchfV) 제12조 5항에서는 영농형 태양광을 “경작지에 태양광 발전시설을 설치하되, 기존 농업 방법, 기계, 장비를 사용하여 토지 경작이 방해받지 않으며, DIN SPEC 91434 규격을 준수하고, 경작 가능지가 15% 이상 감소하지 않는 방식”으로 정의하고 있다. 또한 ISE는 영농형 태양광을 개방형과 폐쇄형으로 구분하며, 농지와 목초지뿐만 아니라 온실과 실내 농업과의 결합사례를 제시하고 있다. 이에 대한 세부적인 내용은 <그림 2>와 같다.

〈그림 2〉 독일 영농형 태양광 분류



* 엄격한 의미로는 영농형 태양광에 해당하지 않음

출처: ISE(2024)를 참고하여 재구성

2) 영농형 태양광 정책

독일에서 영농형 태양광은 2021년 개정된 ‘재생에너지법(Erneuerbare-Energien-Gesetz, 이하 EEG)’에 명시적으로 포함되었다. EEG는 2000년 4월에 발효되어 FIT를 통해 재생에너지 보급을 촉진하였으며, 2014년 8월 개정을 통해 재생에너지 요금을 20년간 보장하였던 기존 방식에서 입찰 방식으로 전환하였다. 이후 2022년 4월 독일 연방 내각은 연방경제기후보호부(BMWK)가 제안한 재생에너지 확대 정책인 ‘부활절 패키지(Osterpaket)’를 승인하였다. 이에 따라 영농형 태양광, 부유식 태양광, 주차장 지붕 태양광

등 ‘면적-중립적(area-neutral)’ 특수 태양광의 입찰 용량이 2021년 6월 50MWp에서 150MWp로 확대되었다. 또한 영농형 태양광의 설치 가능지역이 경작지에서 영구 농업지역으로 확대되었다. 다만 영구 초지는 여전히 입찰 대상에서 제외되었다.

영농형 태양광 발전설비는 EEG 제8조 제1항에 따라 전력계통에 우선적으로 연결될 권리를 가지며, 경제적으로 가장 효율적인 방안을 선택할 수 있다. 계통확장 비용은 계통 운영자가 부담하지만, 계통연결 비용은 영농형 태양광 운영자가 부담해야 한다. 설치용량이 100kWp 미만인 경우, 계통 운영자는 발전된 전력을 FIT에 따른 기준 금액에 0.4 유로센트/kWh의 프리미엄이 추가된 가격으로 전력을 구매해야 한다. 그러나 영농형 태양광 운영자는 계통에 전력을 공급하지 않고 자체 소비하거나 ‘전력구매계약((Power Purchase Agreement, 이하 PPA)’을 통해 제3자에게 전력을 공급하는 것도 가능하다. 반면, 설치용량 100kWp 이상은 자체 소비가 허용되지 않으며 생산된 전력을 반드시 제3자에게 판매하여야 한다. 이를 ‘직접 마케팅(direct marketing)’이라고 하며, EEG에서 장려하는 ‘지원형(funded) 직접 마케팅’ 방식에서는 공급되지 않는 전기를 계통 운영자에게 다시 공급할 수 있고 계통 운영자에게 ‘시장 프리미엄’을 추가로 지급 받을 수 있다. 설치용량이 1,000kWp 이상인 발전소는 EEG 제29조에 따라 1차나 2차 부문 입찰에 참여해야 한다. 주민협동조합은 6,000kWp 이상의 설비에 대해 입찰 참여가 요구된다. 이러한 입찰 참여 대상 사업자는 원칙적으로 계통 운영자에게 재정지원을 받을 수 없다. 또한 20MW를 초과하는 지상 태양광 설치에 입찰 대상에서 제외되며, 정부 지원도 제공되지 않는다.

또한 영농형 태양광은 ‘EU 공동농업정책(Common Agricultural Policy, CAP)’의 직불금 지원 대상에도 포함될 수 있다. 기존 ‘직불금 집행에 관한 법령(DirektZahlDurchfV)’에서는 태양광 발전용 토지를 비농업적 용도로 규정하였으나, 2019년 독일 연방 행정법원 판결에 따라 농업적 이용을 심각하게 제한하지 않는 경우 직불금 지급이 가능하도록 변경되었다.²⁷⁾ 이에 따라 2023년부

27) German Federal Administrative Court, 2019년 7월 4일, file no. 3 C 11.17

터 영농형 태양광이 설치된 토지 중 85% 이상을 경작할 수 있는 경우, 해당 면적에 대해 직불금의 85%를 지급받을 수 있도록 법령이 개정되었다.²⁸⁾

독일에서는 영농형 태양광 사업에 토지 소유자, 농업 경작자, 태양광 설비 공급자, 태양광 설비 운영자가 참여할 수 있으며,²⁹⁾ 이들이 동일인일 수도 있고 각각 다른 주체일 수도 있다. 그러나 사업 승인을 받기 위해서는 ‘농업 경작 제안서’ 제출이 필수이므로, 농업 경작자가 반드시 확보되어야 한다 (Trommsdorff et al., 2024).

아울러 독일에서는 EEG 제48조에 따라 2003년 9월 1일 이후 태양광 발전을 목적으로 개발 계획이 수립되거나 변경된 지상 태양광은 도로 외곽 가장자리로부터 500m 이내 범위나 ‘토지용도 전환 구역(conversion area)’ 내에 위치하도록 규정하고 있다. 하지만 영농형 태양광은 건설 계획법(BauGB) 제 35조에 따라 개발 계획 없이도 특수 태양광으로 설치할 수 있으므로 이격거리 규제를 적용받지 않는 것으로 해석할 수 있다.³⁰⁾

5. 프랑스

1) 영농형 태양광 현황

프랑스에서 영농형 태양광은 농업지역 내 태양광 발전설비를 설치하는 개념으로 농업용 시설로 간주한다. 2023년 3월 10일 제정된 ‘재생에너지 생산 촉진에 관한 법(APER)’에 따르면, 영농형 태양광은 “태양 복사 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 설비로서, 농지에 설치되어 지속적으로 농업 생산의 도입, 유지 또는 발전에 기여하는 설비”를 의미한다. 또한 ① 농업 잠재력 향상, ② 기후변화 적응, ③ 기후 위험 요소로부터 보호, ④ 동물 복지 증진 중

28) 이외에도 ISE(2024)는 독일 영농형 태양광의 확산을 위한 정책적 개선방안으로 모든 농업용지에 대한 설치 허용, 1MWp 이상 독립적 입찰 부문 신설, 1MWp 이하 소규모 상부형 영농형 태양광 법정 FIT 도입, 승인 절차 간소화 등을 제안하고 있다.

29) 이와 같이 주체를 구분하는 것은 DIN SPEC 91434:2021-05에 따른 것이다.

30) EEG 제48조에서 주차장 태양광, 경작형 영농형 태양광(arable agrivoltaics), 작물형 영농형 태양광(crop agrivoltaics), 초지 영농형 태양광(grassland agrivoltaics) 등을 특수 태양광으로 규정하고 있다.

최소 한 가지 요건을 충족해야 한다.³¹⁾ 즉, 영농형 태양광은 농업용지나 목축용지에서 전력생산과 농업 활동을 병행하며, 지속 가능한 에너지 생산과 농가소득 증대를 동시에 도모한다. 또한, 태양광 패널을 농작물 위에 설치하여 과도한 일사량을 차단함으로써 기후변화로 인한 농업 생산성 저하를 방지하는 역할을 한다. 갈수록 폭염 일수가 늘어나고 있는 상황에서 태양광 패널이 그늘을 만들어 작업자들을 폭염으로부터 보호하는 역할도 한다. 아울러 폭염과 함께 가뭄이 동반되는 경우가 많은데 태양광 패널 그늘이 농토로부터 물 증발량을 막음으로써 물 수요 증가를 억제하는 역할도 한다. 프랑스에서는 영농형 태양광의 이런 측면에 주목하여 영농형 태양광 발전 설비를 기후변화 적응 설비와 농업 보호 시설로 규정하고 있다.

앞서 언급한 대로, 영농형 태양광 개념은 1980년대 초 독일의 과학자 Adolf Goetzberger와 Armin Zastrow에 의해 처음 제안되었으며(Goetzberger & Zastrow, 1982), 초기에는 ‘태양광 온실(Photovoltaic Greenhouse)’ 개념이 활용되었다. 이후 2007년 Akuo Energy가 ‘영농형(Agrinergy)’ 개념을 도입하며 본격적으로 영농형 태양광 시스템이 구축되었다. 2010년에는 Goetzberger와 Zastrow 연구를 기반으로 한 최초의 영농형 태양광 설비가 설치되었으며, 2013년부터 몽펠리에 지역에서 본격적인 연구가 시작되었다. 2017년 프랑스 정부는 영농형 태양광을 공식적으로 농업보호 시설로 인정하였으며, 2021년에는 세계 최초로 영농형 태양광 협회(France Agrivoltaïsme)를 설립하여 영농형 태양광 기술 보급과 정책 지원을 강화하고 있다.

2024년 기준, 프랑스의 전체 태양광 발전 설비용량은 약 22.96GW에 이르며, 매년 5GW 규모의 신규 설비를 설치하여 2050년까지 100GW를 목표로 하고 있다. 영농형 태양광에 대한 구체적인 시설용량 자료는 집계되지 않았으나, 프랑스 정부가 영농형 태양광을 주요 에너지 정책 중 하나로 인식하고 있어 2029년까지 약 44.68GW가 설치될 것으로 예상된다(Mordor Intelligence, 2024).

프랑스의 영농형 태양광 시스템은 크게 상부형(Upper Type), 추적형

31) 재생에너지 생산 촉진에 관한 법: Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

(Tracking Type), 블라인드형(Blinds Type)으로 구분된다. 상부형 시스템은 태양광 패널을 높은 구조물에 설치하여 농업 기계의 이동을 용이하게 하는 방식으로, 대표적으로 프랑스의 태양광 및 영농형 태양광 전문 기업인 TSE가 개발한 폭 27m, 높이 5m 캐노피 시스템이 있다. 추적형 시스템은 태양의 위치에 따라 패널 각도를 조정하는 방식으로, 독일(Ideematec 社)이 개발한 Horizon L'TEC 시스템과 스페인(Axial Structural 社)이 개발한 Agritracker 시스템을 프랑스에 적용하였다. 마지막으로 블라인드형 시스템은 태양광 투과율을 조절할 수 있어 작물 생육 조건을 최적화하는 역할을 한다. 이와 같이 다양한 유형의 영농형 태양광 시스템은 작물 보호, 물 소비 절감, 기후변화 적응 등 다양한 이점을 제공하며, 프랑스의 농업과 재생에너지 산업 발전에 중요한 역할을 하고 있다.

2) 영농형 태양광 정책

프랑스 정부는 재생에너지 확대를 촉진하고 농업 부문에서의 재생에너지 도입을 장려하기 위해 다양한 재정지원 프로그램과 인센티브 제도를 운영하고 있다. 재생에너지로부터 생산된 전력은 FIT나 입찰제도를 통해 안정적인 수익이 보장되며, 소규모 태양광 프로젝트는 망 접속 비용을 보조하는 규정이 적용된다. 이러한 재정적 지원은 초기 설치 비용을 절감하여 농업인이 영농형 태양광 시스템을 도입하는 데 중요한 역할을 한다. 또한, 프랑스 '환경 에너지관리청(Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, ADEME)'은 영농형 태양광 시스템의 개발과 적용을 지원하기 위해 기술 표준과 지침을 제공하며, 농업 시스템의 효율성을 높이기 위한 연구 개발 투자를 장려하고 있다.

또한, 영농형 태양광 시설은 단순한 에너지원 확보를 넘어 농업 잠재력과 지속 가능한 농업소득을 유지하면서, 기후변화 대응, 기상이변으로부터 농작물과 농업인 보호, 동물 복지 향상 등의 부가적인 기능을 수행해야 한다. 이러한 요건을 충족하기 위해 프랑스 정부는 법적 기준을 마련하여 영농형 태양광의 운영 방식과 설치 조건을 명확히 규정하고 있다. 프랑스에서 영농형

태양광 시설을 설치하기 위해서는 수평 투영면적 기준으로 태양광 패널 설치 면적이 일정 비율을 초과하지 않아야 하고, 농업이 주된 사업으로 유지될 수 있어야 하며, 토양 복원 가능성이 확보되어야 한다(안지원, 2024). 프랑스 법령 제2024-318호는 영농형 태양광 설치에 대한 구체적인 요건을 <표 6>과 같이 규정하고 있다.³²⁾

<표 6> 프랑스 영농형 태양광 설치요건

구분	세부 내용
지침 준수	- 프랑스 환경에너지관리청(ADEME) 기술 지침을 준수하여야 함
농업인 필수 참여	- 모든 영농형 태양광 설치에는 농부가 반드시 참여해야 함
토양 보호와 농업 생산성 유지	- 태양광 패널 설치로 인해 토양이 손상되지 않도록 해야 하며, 농업 수확량 감소가 10%를 초과하지 않도록 해야 함 - 영농형 태양광이 설치된 지역의 농업 생산량은 비교부지 평균 수확량의 90% 이상을 유지하여야 함 - 비교부지는 설치부지 면적의 5% 이상, 1ha 이하 면적이어야 하며, 해당 지역 내에 유사 조건에서 영농형 태양광 시설 존재를 입증하는 경우 비교부지 선정 의무가 제외됨 - 설치된 태양광 시스템이 농업 활동과의 호환성을 상실한 경우, 운영자는 최대 6개월 이내에 이를 조정해야 하며, 이를 위반하면 제재나 철거 명령이 내려질 수 있음
특정 보호지역 내 설치 제한	- 프랑스 농업 및 해양어업 코드(Code Rural et de la Pêche Maritime)에 따라 보호된 지역에는 영농형 태양광 시스템 설치가 금지됨 - 특히, 법령 공포일로부터 10년 이내에 농업 및 산림지 개발 작업이 완료된 지역 등은 설치 대상에서 제외됨
설치 허가 및 운영 기간	- 영농형 태양광 시설의 운영 허가는 기본적으로 40년간 유효하며, 허가 만료 6개월 전까지 설치물이 여전히 중요한 수익을 창출하는 경우 토지 소유자의 동의를 받아 최대 10년 연장할 수 있음(최대 50년 승인 가능)
사전 및 사후 검사	- 영농형 태양광 시스템은 가동 전 사전 검사를 받아야 하며, 운영 중에는 규정 준수 검사(사후 검사)를 받아야 함 - 사후 검사 주기는 사용된 기술 및 태양광 패널의 설치면적 비율에 따라 다르며, 과학연구원이나 농업기술연구소 등의 기관이 수행한 후 영농인이 해당 결과보고서를 해당 계획 허가 담당 기관에 제출해야 함
운영 데이터 보고 의무	- 영농인은 연간 에너지 생산량과 농업 생산량 관련 정보를 환경에너지관리청에 보고해야 함
철거와 복원 책임	- 영농형 태양광 설치물의 철거 및 복원 작업과 관련하여, 가동 전 사전 검사와 기술 조사를 포함한 보고서를 작성하여야 함 - 철거나 복원 작업이 실패할 경우, 계획 허가 담당 기관이 직접 해당 작업을 수행할 수 있으며, 이때 발생하는 비용은 토지 소유자가 부담해야 함

출처: 프랑스 법령(제2024-318호)을 참고하여 재구성

32) 같은 법령에 따라 자경 농지뿐 아니라 임차농지에도 영농형 태양광 설치를 허용하고 있다.

V. 국가 간 영농형 태양광 제도 비교

아직 한국에서는 본격적으로 영농형 태양광이 확대되지 않았기 때문에 이번 절에서는 한국을 제외한 중국, 일본, 독일, 프랑스를 대상으로 비교분석을 실시하였다. 이들 국가에서는 영농형 태양광을 농업 생산과 태양광 발전을 병행하는 형태로 활용하고 있으며, 재생에너지 확대와 농가소득 증대라는 공통의 목표를 가지고 있다. 또한 농지에서의 태양광 발전 설비 설치로 인한 농업 생산성 저하를 방지하기 위한 기준이 존재한다. 이처럼 4개 국가 모두 각국의 농업환경과 정책 방향에 따라 영농형 태양광을 발전시켜 왔으나, 정의, 구체적인 운영 방식 등에 관해서는 차이를 보인다.

우선, 중국에서는 ‘농광호보(农光互补)’라는 명칭으로 영농형 태양광을 통칭하지만, 영농형 태양광에 관한 별도의 법률이 마련되지 않아 통일된 정의는 존재하지 않는다. 이에 비해 일본은 2003년 나가시마 아키라가 명명한 ‘솔라 셰어링(태양 공유)’ 개념을 기반으로 농림수산성이 영농형 태양광에 관한 정의를 확립하였다. 프랑스에서는 2023년 제정된 ‘재생에너지 생산 촉진에 관한 법’을 통해 영농형 태양광 개념을 정의하고, 2024년 ‘영농형 태양광에 관한 새로운 법령(제2024-318호)’을 발표하면서 농업인 필수 참여, 토양 보호, 사전/사후 검사 등 농업 생산 지속성을 강조하고 있었다. 이를 통해 농업 생산의 지속성을 보장하고 영농형 태양광이 농업에 실질적인 이익을 제공하도록 하는 중요한 토대로 작용하고 있다. 영농형 태양광 개념을 최초로 제안한 독일도 연방정부 차원에서 영농형 태양광을 법적으로 명확하게 규정하고 있다. 나아가 영농형 태양광을 다양한 유형의 ‘통합형 태양광’ 개념으로 발전시키고 있다. 국가별로 다소 간의 차이는 있지만 동일한 토지에서 농업 활동과 전기 생산활동을 동시에 하는 태양광 발전 시설을 영농형 태양광으로 정의한다는 점은 공통적이었다.

하지만 국가별로 영농형 태양광 설치 자격에는 차이가 있었다. 일본, 독일, 프랑스에서는 농업인이 직접 설치를 하거나 농업인을 확보하도록 규정하고 있는 반면, 중국에서는 이러한 제한을 두고 있지 않다. 일본에서는 영농형 태

양광 설치 신청자가 반드시 농업인일 필요는 없지만, 영농계획서 제출 시 실제 영농을 수행할 농업인이 확보되어 있어야 한다(農林水産省, 2024c). 다만 농업인이 직접 영농형 태양광을 설치하는 경우 일시전용허가를 최대 10년까지 받을 수 있지만, 설치자가 농업인이 아닌 경우 3년까지 가능하다. 독일에서는 영농형 태양광 사업에 다양한 주체가 참여할 수 있으나, 사업 승인을 위해 ‘농업 경작 제안서’ 제출이 요구되므로 농업 경작자를 확보할 필요가 있다(Trommsdorff et al., 2024). 프랑스에서는 법령 제2024-318호에 따라 영농형 태양광 설치 시 농업인 참여를 필수 조건으로 규정하고 있으며, 지속적인 영농활동 유지와 농업소득 보장을 중심으로 한 엄격한 기준을 적용하여 운영하고 있다. 반면, 중국에서는 농업인 자격이 필수로 요구되지 않으며, 대부분 사업이 기업 주도로 추진되고 있다(Xu et al., 2019). 농민은 주로 토지 계약권자나 임대 제공자 형태로 참여하며, 일부 지역에서는 농촌 빈곤 해소 정책 일환으로 농민과의 협력을 장려하기도 하나 농업인 자격에 대한 일관된 기준은 존재하지 않는다(Han et al., 2020; Hu, 2024).

대체적으로 해외 사례들에서는 농업인이 영농형 태양광 설치 주체가 되어야 하느냐보다는 식량 안보를 중시하여 영농 활동을 지속하는 것에 관심을 두는 경향이 있으며 이를 위해 농업인의 사업 참여를 요구하였다. 한국에서는 영농형 태양광 설치 자격과 관련해서 농업인만 가능하도록 할 것인지, 농업인의 참여를 필수로 할 것인지, 농업법인이나 주민참여조합까지 허용할 것인지 등을 둘러싸고 이견이 존재하는데(오수빈 외, 2021), 보다 활발한 사회적 논의를 통해 사업참여자에 대한 사회적 합의를 도출할 필요가 있다.

국가별로 주로 활용되는 영농형 태양광 설치 방식에도 차이가 있었다. 중국에서는 주로 온실 구조를 활용하여 영농형 태양광을 설치함으로써 기존 농업 방식을 유지하면서 농업 생산을 유지하고 있다. 이에 비해 일본에서는 주로 고정식 영농형 태양광이 설치되고 있으며, 그중에서도 등나무식이 85%로 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 프랑스에서도 고정식(상부형) 영농형 태양광이 주로 설치되고 있으며, 이외에도 다양한 유형의 영농형 태양광 시스템 개발을 지속 가능한 에너지 생산과 농가소득 증대를 동시에 도모하고 있다.

독일에서는 주로 고정식으로 패널을 설치하되 패널 높이와 위치에 따라 두 가지 범주로 구분하고 있다. 또한 농지와 목초지뿐 아니라 온실, 실내 농업 등 다양한 구조와 토지 유형에서 영농형 태양광을 적용하고 있다.

영농형 태양광 허가 기간에 대해서도 국가별 차이가 있다. 중국에서는 모든 유형의 토지 계약 기간이 최소 30년 이상이고, 일반적으로 영농형 태양광 운영 기간이 약 20년이기 때문에 토지 사용 기간으로 인한 문제가 발생하지 않고 있다. 프랑스에서는 영농형 태양광 시설 운영 허가는 기본적으로 40년간 유효하고, 여전히 수익을 창출하는 경우에는 토지 소유자의 동의를 거쳐 추가로 최대 10년을 연장할 수 있다. 독일에서는 EEG에 따라 영농형 태양광 설비 운영 개시일로부터 20년까지 재정적 지원이 보장되지만, 별도의 허가 기간에 관한 규정은 없다. 반면, 일본의 경우 영농인이 직접 소유하거나 이용권이 설정된 농지, 황폐 농지, 2종·3종 농지만 10년의 일시전용허가가 가능하고, 이외의 농지는 3년 단위로 일시전용허가를 갱신하여야 하기 때문에 다른 국가와 비교하였을 때 상대적으로 짧다. 하지만 갱신 횟수에 제한이 없는 만큼 농작물 수확량을 80% 이상 유지하고 영농 활동을 지속한다면 영농형 태양광을 설계수명까지도 유지할 수 있다. 아울러 영농형 태양광 설치 토지를 어디까지로 할 것인지에 대해서는 주요국들에서는 토지 유형에 엄격한 제한을 두기보다 농작물 생산량을 일정 수준 이내에서 유지하거나(일본은 80%, 프랑스는 90%), 설치 면적을 농경지 면적의 일정 규모 이내(독일의 경우 15% 이내)로 한정하는 접근을 취했다.

끝으로, 이격거리 규제와 관련해서 일본은 일부 현에서 권장 사항으로 언급하고 있을 뿐 구속력 있는 이격거리 규제가 이루어지고 있지 않다. 중국, 독일, 프랑스도 영농형 태양광과 관련해서 별도의 이격거리 규제는 존재하지 않는다. 국가 간 영농형 태양광 관련 제도를 비교 정리하면 <표 7>과 같다.

〈표 7〉 국가 간 영농형 태양광 제도 비교

구분	중국	일본	독일	프랑스
용어	农光互补	Solar Sharing	Agri-Photovoltaik	Agrivoltaïsme
정의	법적으로 통일된 정의가 존재하지 않음	일시전용허가를 받아 농지 상부 공간에 간이한 구조로 쉽게 철거 가능한 태양광 발전 설비를 설치하고, 농업을 지속하면서 발전을 병행하는 사업(농림수산성)	동일한 토지 면적을 1차 용도로 농업 생산, 2차 용도로 태양광 전기 생산에 활용하는 것(DIN SPEC 91434:2021-05)	태양 복사 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 설비로서, 농지에 설치되어 지속적으로 농업 생산의 도입, 유지 또는 발전에 기여하는 설비(APER)
설치 자격	법적 자격 요건 없음	설치자가 농업인일 필요는 없으나 농업인 확보 필수	설치 주체는 다양하나 농업 경작자 확보 필수	농업인 참여 필수
주요 설치 방식	온실 구조	고정식(등나무식)	고정식	고정식(상부형)
허가 기간	최소 30년 이상	3년 단위로 갱신(일부 농지 10년)	제한 없음	최소 40년(최대 50년)
이격거리 규제	없음	일부 현에서 존재	없음	없음
설치가능 지역	영구 기본 농지, 기본 초원, 1급 보호림, 동북 내몽골의 주요 국유림 지역 외 토지	모든 농지	영구 초지를 제외한 영구 농업지역 전체	모든 농지

VI. 결론

이 연구에서는 영농형 태양광을 선제적으로 도입하고 관련 법·제도를 정비해 온 주요 국가들의 현황을 검토하고 관련 정책을 분석하였다. 중국, 일본, 독일, 프랑스 사례를 비교한 결과, 각국의 법적 정의, 설치 자격, 주요 설치 방식, 허가 기간 등 세부적인 차이는 존재하나, 공통적으로 재생에너지 확대와 농가소득 증대를 목표로 설정하고 있으며, 식량 안보 차원에서 농업 생산성 저하를 방지하기 위한 기준을 마련하고 있었다. 이러한 연구 결과를 바탕으로, 영농형 태양광의 보급 확대를 위한 제도적 기반을 마련하고 있는 한국이 참고할 수 있는 주요 시사점은 다음과 같다.

첫째, 국회에서 계류 중인 영농형 태양광 특별법의 신속한 제정이 필요하다. 현재 한국에는 관련 법이 부재하여 농업보호구역에서 일시사용협의를

거쳐 최대 8년, 염해간척지 부지 경우 타용도 일시사용허가를 받아 최대 23년간 영농형 태양광 설치가 가능하다. 반면, 중국은 최소 30년, 프랑스는 최소 40년 이상의 허가 기간을 부여하고 있으며, 독일은 농업적 이용을 심각하게 훼손하지 않는 경우 별도의 제한을 두지 않는다. 일본의 경우 3년 단위 갱신이 필요하지만, 갱신 횟수 제한 규정은 없다. 영농형 태양광 확대를 위해서는 경제적 타당성을 확보할 수 있도록 충분한 운영 기간을 법적으로 보장해야 하며, 이를 통해 농민들이 장기적인 수익을 기대하고 발전사업의 안정성을 담보할 수 있도록 해야 한다. 또한, 영농형 태양광 특별법이 마련됨으로써 영농형 태양광 실정에 맞는 REC 가중치 부여, 신·재생에너지 금융지원사업 등의 정책적 지원이 가능해질 것이다.

둘째, 영농형 태양광 설치 가능지역에 대한 사회적 합의가 필요하다. 현재 국회에서 논의 중인 영농형 태양광 특별법 4개 안 중 일부는 농업진흥구역 밖에서만 설치를 허용하고 있으며, 가장 최근 발의된 안은 농촌진흥구역에서도 영농형 태양광 설치가 가능하도록 규정하고 있다. 일본에서는 모든 농지에서 일시전용허가가 가능하며, 프랑스에서도 영농활동이 이루어지는 모든 농지에서 설치가 허용된다. 독일에서는 영구 초지를 제외한 영구 농업지역 전체에서 영농형 태양광을 설치할 수 있으며, 모든 농업용지에서 설치할 수 있도록 논의가 이루어지고 있다(ISE, 2024). 따라서 한국도 농업 생산성을 유지하면서도 영농형 태양광이 원활히 보급될 수 있도록 관련 이해관계자 간의 합의를 바탕으로 정책 방향을 설정해야 한다.

셋째, 이격거리 규제의 통일성이 필요하다. 현재 한국에서는 지자체별로 상이한 기준이 적용됨에 따라 재생에너지 보급을 저해하고 정책적 혼선을 초래하고 있다. 이에 반해, 해외 주요 국가들은 대부분 영농형 태양광에 대한 별도의 이격거리 규제를 두지 않고 있다. 따라서 한국도 산업통상자원부가 제안한 주거지역 최소 이격거리 유지와 도로 이격거리 규제 폐지 방안 등을 기준으로 일관된 정책을 마련할 필요가 있다.

넷째, 다양한 방식의 영농형 태양광 기술 개발과 지원이 필요하다. 중국에서는 기존 온실 구조를 활용한 영농형 태양광이 활발히 설치되어 농업 방식

의 유지와 사회적 수용성을 동시에 확보하고 있다. 프랑스와 독일에서도 작물 보호, 물 소비 절감, 기후변화 적응 등 다양한 이점을 제공하는 영농형 태양광 시스템을 개발하고 있다. 이에 따라, 한국도 지역별 농업 특성과 기후 조건을 고려한 맞춤형 기술 개발과 지원책 마련이 필요하다.

마지막으로 영농형 태양광 설치를 위한 행정적 지원과 홍보 강화가 요구된다. 일본에서는 정부가 영농형 태양광 설치 가이드라인을 배포하고, 농민들이 상담을 받을 수 있는 창구를 운영하고 있다. 한국에서도 농촌인구의 고령화가 심화됨에 따라, 농민들이 복잡한 인허가 절차를 이해하고 원활히 진행할 수 있도록 상담부서를 운영하고 안내서(guide book)를 제공할 필요가 있다. 또한, 정보 부족으로 인해 영농형 태양광 사업에 참여하지 못하는 농민이 발생하지 않도록 교육과 홍보를 강화하여 영농형 태양광의 확산을 유도해야 한다.

한국은 2025년까지 영농형 태양광 법체계 정비를 목표로 하고 있는 만큼, 이 연구에서 분석한 해외 사례를 바탕으로 한국의 농업환경과 사회적 여건, 정책 특성을 고려한 맞춤형 제도를 마련하여 영농형 태양광의 안정적 확대를 위한 기반을 조성해야 할 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 강민석·손승원·박주한·김종호·최성원·조성식, 2021, “영농형 태양광 시설 하부 논에
서의 농업환경 관측 및 시설 외부 환경과의 비교,” 『한국농림기상학회』, 23(3),
pp.141-148, DOI: 10.5532/KJAFM.2021.23.3.141.
- 국회예산정책처, 2024, 『태양광 발전 이격거리 규제 현황과 쟁점』, 서울: 국회예산정책처.
- 김라이·김가을·정재은, 2024, 『통계로 본 세계 속의 한국농업』, 세종: 한국농촌경제연구원.
- 김연중·김수석·채광석·서대석·박지연·송성환·추성민, 2018, 『농촌 태양광 보급의 문
제점과 개선방안 연구』, 나주: 한국농촌경제연구원.
- 김원빈·안주영·심근호·엄지범, 2023, “농업인의 영농형 태양광 수용의도에 관한 연구 -
확장된 통합기술수용이론(UTAUT2)을 중심으로,” 『농촌지도와 개발』, 30(1),
pp.15-29, DOI: 10.12653/jecd.2023.30.1.0015.
- 김원빈·엄지범, 2023, “영농형 태양광 마을공동사업에 대한 농가 참여 의향 요인분석,”
『한국산학기술학회』, 24(6), pp.312-320, DOI: 10.5762/KAIS.2023.24.6.312.

- 김종익·조상민, 2024, “영농형 태양광 경제성 제고를 위한 정책 방안,” 『신·재생에너지』, 20(1), pp.15-25, DOI: 10.7849/ksnre.2024.2031.
- 녹색전환연구소, 2024, 『햇빛을 품은 농업, 영농형 태양광의 A to Z』, 서울: 녹색전환연구소.
- 농림축산식품부, 2023, 『2023년 양정자료』, 세종: 농림축산식품부.
- 농림축산식품부 보도자료, 2024.04.23., “농가소득을 높이고 식량안보를 지키는 영농형 태양광 도입 전략 발표”.
- 사이타마현 구마가야시 농업위원회 사무국 홈페이지, <https://www.city.kumagaya.lg.jp/about/soshiki/nogyo/nougyoiinkai/tetsuzuki/nouchikubun.html> (검색일: 2024.12.25.).
- 산업통상자원부, 2024, 『재생에너지 보급 확대 및 공급망 강화 전략』, 세종: 산업통상자원부.
- _____, 2023, 『이격거리 규제 개선방안』, 세종: 산업통상자원부.
- 손희철·박현준·김영신, 2019, “한국형 영농태양광 발전의 경제성 분석,” 『지역사회연구』, 27(2), pp.1-12, DOI: 10.22921/jrs.2019.27.2.001.
- 신동원·이장훈·정예민·순병민, 2021, 『영농형 태양광 추진을 위한 정책방안 마련 연구』, 세종: 한국환경정책평가연구원.
- 안순영·이단비·이해인·자리민·민상운, 2022, “영농형 태양광 시설 설치에 따른 포도나무 생육 및 과실 특성 변화 비교,” 『생물환경조절학회』, 31(4), pp.356-365, DOI: 10.12791/KSBEC.2022.31.4.356.
- 안지원, 2024, 『프랑스 영농형 태양광 제도』, 서울: 국회도서관.
- 오수빈·신수민·윤순진, 2021, “에너지전환과 지속가능한 농촌사회를 위한 전략적 틈새로서 영농형 태양광: 가능성과 쟁점들,” 『공간과 사회』, 31(4), pp.122-170, DOI: 10.19097/kaser.2021.31.4.122.
- 유재국, 2024, 『영농형 태양광 보급 활성화를 위한 전략: 탄소중립과 식량안보의 동시 달성을 위한 현실적 해결 방안』, 서울: 국회입법조사처.
- 유정학·신윤찬·임철현, 2023, “염해농지 활용 주민조합형 영농형 태양광 발전소 추진 전략,” 『태양에너지』, 21(1), pp.7-12.
- 윤순진·지혜성·김지연·김은희·원하린·윤윤선·이승언·이은재·이예실, 2023, 『영농형 태양광 다큐멘터리 효과성 연구』, 서울: 에너지전환포럼.
- 이상익·김태진·이종혁·서병훈·최원·김동수·전지훈·정영준·손영환, 2022, “국내 영농형 태양광 시스템 현황과 표준 모델 개발을 위한 기본설계 및 안전성 검토,” 『한국농공학회』, 64(1), pp.54-63.
- 이상준·안동환·김현석·신승환·이원석, 2023, 『농어촌지역 재생에너지 보급사업의 갈등요인 분석과 해결방안 연구』, 울산: 에너지경제연구원.
- 임지영, 2022, 『일본 재생에너지 FIP 제도와 입찰제』, 울산: 에너지경제연구원.
- 장석진·박진주·이준신, 2024, “영농형 태양광 발전시스템의 특성 및 연구동향,” 『한국태양광발전학회』, 12(3), pp.74-79, DOI: 10.21218/CPR.2024.12.3.074.

- 장연재·조일현, 2023, 『태양광 이격거리 규제의 보급영향 평가 연구』, 울산: 에너지경제연구원.
- 전기신문, 2023.05.06., “(영농형 태양광, 옆나라 일본은) 타지마 마코토 이사 “영농형 태양광, 농민들에게 꿈과 희망 될 것”, <https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=319512> (검색일: 2024.12.21.).
- 정설령·박경옥·이성근, 2021, “영농형 태양광 발전의 진단을 위한 지능형 예측 시스템,” 『한국전자통신학회』, 16(5), pp.859-866, DOI: 10.13067/JKIECS.2021.16.5.859.
- 정학균·채광석·유찬희·최재현·임준혁, 2023, 『영농형 태양광 도입의 경제성 분석과 정책적 시사점』, 나주: 한국농촌경제연구원.
- 조유나·조은이·정재혁·정희정·황운하·조재일, 2023, “봄철 영농형 태양광 시설 하부 휴경논 토양의 온도와 수분 변화,” 『한국농림기상학회』, 25(3), pp.218-225, DOI: 10.5532/KJAFM.2023.25.3.218.
- 중국 국가발전개혁위원회, 2018.06.01., 国家发展改革委 财政部 国家能源局关于 2018 年光伏发电有关事项的通知, https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201806/t20180601_962736.html.
- 중국 국가에너지관리국, 2023.11.14., 我国户用光伏装机突破1亿千瓦覆盖农户超过500 万, https://www.nea.gov.cn/2023-11/14/c_1310750360.htm.
- 중국 국가에너지관리국, 2022.06.01., “十四五”可再生能源发展规划, https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202206/t20220601_1326720.html.
- 중국 국무원, 2021.02.02., 绿色低碳循环发展经济体系的指导意见, https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content_5588274.htm.
- 중국 국무원, 2021.10.24., 中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见, https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm.
- 중국 국무원, 2021.10.26., 国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知, https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm.
- 채광석·김종인, 2023, 『농지를 활용한 태양광 추진체계 논의 및 영농형 태양광 현장 방문』, 나주: 한국농촌경제연구원.
- 통계청, 2024, 『2023년 농림어업조사 결과』, 대전: 통계청.
- 한국농촌경제연구원, 2024, 『농업전망 2024』, 나주: 한국농촌경제연구원.
- 황운하·이민지·정재혁·정희정·상완규·장성울·권동원·임우진·박혁진·이지현, 2024, “영농형 태양광 발전 시스템 하부 벼 재배 시 재식밀도별 생육 및 수량변화”, 『한국작물학회』, 69(2), pp.88-96, DOI: 10.7740/kjcs.2024.69.2.088.
- 金子 憲治, 2024.01.03., “農水省、営農型太陽光の要件を厳格化、ガイドライン制定,” <https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/news/00001/03872/?ST=msb>

(검색일: 2024.12.23.).

タイナビ発電所, 2023.02.07., “2023年ソーラーシェアリングの問題解消で投資に追風!

? 仕組みと制度と手続きを徹底解説” (검색일: 2024.12.23.).

寿光市九合农业发展有限公司, 2019, <http://hnwsgc.com/> (검색일: 2024.12.25.).

農林水産省, 2022, 営農型太陽光発電設備設置状況等について(令和3年度末現在).

_____, 2023, 再生可能エネルギー 事業支援ガイドブック [令和5年度版].

_____, 2024a, 営農型太陽光発電取組支援ガイドブック.

_____, 2024b, 営農型太陽光発電設備設置状況等について.

_____, 2024c, 営農型太陽光発電の実務用Q&A.

_____, 2025, 営農型太陽光発電に係る農地転用許可制度上の取扱いに関する ガイドライン.

環境省, 2020, 太陽光発電の環境配慮ガイドライン.

Feuerbacher, A., T. Herrmann, S. Neuenfeldt, M. Laub and A. Gocht, 2022, “Estimating the economics and adoption potential of agrivoltaics in Germany using a farm-level bottom-up approach,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112784, DOI: 10.1016/j.rser. 2022.112784.

Global Energy Monitor, 2024, China puts coal on back burner as renewables soar.

Goetzberger, A. and A. Zastrow, 1982, “On the Coexistence of Solar Energy Conversion and Plant Cultivation,” *International Journal of Solar Energy*, 1(1): pp.55–69, DOI: 10.1080/01425918208909875.

Han, M., J. Xiong, S. Wang and Y. Yang, 2020, “Chinese photovoltaic poverty alleviation: Geographic distribution, economic benefits and emission mitigation,” *Energy Policy*, 144, 111685, DOI: 10.1016/j.enpol. 2020.111685.

Hu, Z., 2023, “Towards solar extractivism? A political ecology understanding of the solar energy and agriculture boom in rural China,” *Energy Research & Social Science*, 98, 102988. DOI: 10.1016/j.erss.2023.102988.

Hu, Z., 2024, “Doomed in the agrivoltaic campaign? The case of Chinese smallholder agriculture in the deployment of agrivoltaic projects,” *Energy for Sustainable Development*, 83, 101562. DOI: 10.1016/j.esd.2024.101562.

ISE, 2024, Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition.

NEDO, 2023a, 傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン.

_____, 2023b, 営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン.

Mordor Intelligence, 2024, フランスの太陽エネルギー市場規模・シェア分析・成長動向と予測(2024年~2029年).

Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T. and Hopf, M., 2024, Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition.

Xu, L., Q. Zhang, and X. Shi, 2019, "Stakeholders strategies in poverty alleviation and clean energy access: A case study of China's PV poverty alleviation program," *Energy Policy*, 135, 111011. DOI: 10.1016/j.enpol. 2019.111011.

하지훈: 한국외국어대학교 환경학과(정치외교학 이중전공) 졸업 후 서울대학교 환경대학원에서 석사학위를 취득하고, 같은 대학원에서 박사를 수료하였다. 주요 관심 분야는 기후·환경·재생에너지 정책, 환경 심리학, 환경 커뮤니케이션, 환경운동 등이며, 연구를 통해 탄소중립 목표 달성과 기후위기 문제 해결에 실질적으로 기여할 수 있는 정책적·사회적 해법을 모색하고자 한다(aunaturel@snu.ac.kr).

윤순진: 서울대학교 환경대학원 교수로 재직 중이다. 서울대학교 사회학과 졸업 후, 미국 델라웨어대학교에서 도시행정·공공정책 석사학위와 환경·에너지정책 박사학위를 받았다. 주요 연구 관심 영역은 기후위기와 탄소중립, 에너지 전환으로 이러한 문제를 중심으로 사회구성원들이 어떻게 문제를 인식하고 해결을 위한 변화를 모색하는지, 또 어떻게 변화를 만들어갈 수 있는지에 대해 정책학과 환경사회학, 환경교육학적 접근을 시도한다(ecodemo@snu.ac.kr).

김우리사랑: 동국대학교 사회학과 졸업 후, 서울대학교 환경대학원에서 석사과정 재학 중이다. 주요 관심 분야는 환경 사회학, 농촌 환경, 환경 심리 등이며, 특히 기후불안 현상에 관심을 가지고 연구하고 있다(welove@snu.ac.kr).

박아름: 서울대학교 국어교육과 졸업 후, 서울대학교 환경대학원 석사과정 재학 중이다. 주요 관심 분야는 동물과 환경을 둘러싼 과학지식사회학이며, 중간 지속가능성 제고에 따른 동물실험 레짐의 변화에 관심을 가지고 연구하고 있다(claire.ly@snu.ac.kr).

진사경: 고려대학교 지구환경과학과 졸업 후, 서울대학교 환경대학원에서 석사과정 재학 중이다. 주요 관심 분야는 재생에너지 정책이며, 특히 영농형 태양광의 추진 과정에서 발생하는 전환 갈등 문제를 해결하기 위한 연구를 수행하고 있다(cnsijg@snu.ac.kr).

최효정: 고려대학교 사회학과 졸업 후, 서울대학교 환경대학원에서 석사과정 재학 중이다. 주요 관심 분야는 환경사회학과 친환경 행동이며, 특히 스포츠 분야에서의 친환경 행동 의도에 관한 연구를 수행하고 있다(hj0517@snu.ac.kr).

투 고 일: 2025년 03월 20일
심 사 일: 2025년 03월 21일
게재확정일: 2025년 04월 15일