

수상태양광 지원제도와 이익공유 방식 분석

안승혁¹⁾ · 소윤미²⁾ · 류호재²⁾ · 이효은³⁾ · 황보은영³⁾ · 윤순진^{4)*}

An Analysis of Policy Initiatives and Benefit Sharing Schemes to Support Floating Solar Power Plants

Seunghyeok Ahn¹⁾ · Yoonmie Soh²⁾ · Hojae Ryu²⁾ · Hyeoun Lee³⁾ · Eunyoung Hwangbo³⁾ · Sun-Jin Yun^{4)*}

Received 1 September 2021 Revised 12 October 2021 Accepted 6 December 2021 Published online 21 December 2021

ABSTRACT Floating solar power markets are rapidly growing worldwide. The main policy instrument utilized to expand renewable energy use in foreign countries with many floating solar power installations is Feed-in-Tariffs (FITs). Foreign countries apply FIT to projects that have a secured grid connection, and lately, there has been a change in the direction of introducing or expanding auction systems. Vietnam and Taiwan give higher FIT to floating solar installations than land solar ones, and China, Vietnam, and Taiwan have higher FITs for certain regions. Compared to foreign countries where large-scale floating solar power installations have been installed, Korea has utilized Renewable Energy Certificate (REC) weights for residents' participation are provided additionally under the Renewable Portfolio Standard (RPS). In contrast to Korea, where residents' participation and benefit profit sharing are emphasized, the Netherlands provides opportunities for local residents to participate in floating solar power projects through cooperatives to improve the residents' acceptance.

Key words Floating solar(수상태양광), FIT(발전차액지원제도), REC(공급인증서), Benefit sharing(이익공유), Resident participation (주민참여)

1. 서론

1.1 연구 배경과 목적

2019년 기준 전력생산에서 재생에너지가 차지하는 비중은 덴마크 78.2%, 네덜란드 41.3%, 독일 39.8%, 중국 26.5%,

미국 25.4%, 일본 17.8% 등이고 전 세계 평균은 26.0%인데 비해, 한국은 4.7%로 매우 낮은 상황이다.^[1] 지속가능한 재생에너지 이용은 기후변화 대응을 위한 에너지전환 과정에서 매우 중요한 과제이기에, 2019년 6월에 수립된 제3차 에너지기본계획에서 한국 정부는 2040년까지 재생에너지 발전 비중을 30%~35%로 확대하는 것을 목표로 제시했다.^[2] 최근 재생에너지 확대 방안의 하나로 주목받는 발전방식이 수상태양광이다. 2009년부터 2019년까지 10년 간 전 세계 수상태양광의 연간 성장률은 100%로 나타났다.^[3] 우드 매킨지사(Wood Mackenzie)의 분석에 따르면 2019년부터 2024년까지 수상태양광은 연간 22% 성장할 전망이다.^[4] 수상태양광 시장은 인구밀도가 높고 가용 육지가 제한적이거나 송전선로가 연결된 수력발전댐이 많은 아시아를 중심으로 성장하고 있다.^[5~6]

1) Postdoctoral Researcher, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

2) Ph.D. Student, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

3) Master Student, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

4) Professor, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

*Corresponding author: ecodemo@snu.ac.kr

Tel: +82-2-880-9391

Fax: +82-2-871-8847

최초의 상업적인 수상태양광은 2008년 미국 캘리포니아 주 와인농장 저수지에 175 kW 규모로 설치된 것이었다.^[6~7] 전 세계적 수상태양광 발전소는 2016년까지 누적 용량이 170 MW에 머물렀으나 2017년부터 빠르게 확대되어 2020년 9월 기준 누적 용량은 약 2.1 GW에 달했다.^[8] 2018년 기준 자본 비용이 육상태양광보다 약간 높거나 비슷한 수준으로 수상태양광 기술이 성숙함에 따라 수상태양광 설치가 가속화되고 있다(World Bank Group et al., 2019). 전 세계적으로 수상태양광을 설치할 수 있는 저수지와 댐 면적 404,454 km² 중 10%의 수면에 수상태양광을 설치하는 경우 4,044 GW 용량에서 연간 5,211,086 GWh의 에너지 생산이 가능하다.^[7] 모듈 효율이 개선되면 더 많은 전력 생산이 가능해진다. 한국에서 상수원보호구역이 아니고 여유수심이 3 m 이상인 전국 저수지의 10% 수면에 수상태양광을 설치하는 경우 설치 잠재량은 2,438 MW이다.^[9] 한국은 새만금 지역에 세계 최대 규모의 2.1 GW 수상태양광 발전 사업을 추진하고 있으며,^[10] 주민참여형으로 2023년까지 합천댐 등 5개 댐에서 147.4 MW의 수상태양광을 건설할 예정이다.^[11] 2021년에 준공되는 41 MW의 합천댐은 완공 시점에서 국내 최대 규모이며, 총사업비의 5% 이상을 지역주민이 투자하여 참여 비율에 따라 고정 이자수익을 받게 된다.^[11~12] 새만금의 경우, 새만금 재생에너지사업 민관협회의 논의에 따라 수상태양광 2.1 GW에 대해 주민참여형으로 발전수익을 공유하고, 사업 미참여 주민과 피해어민을 위한 복지형 정책과 공익기금을 조성하기로 결정했다.^[13]

육상태양광이나 육상풍력 발전소가 산림에 주로 입지하게 되면서 생태계 파괴와 경관 훼손 문제가 제기되고 갈등의 대상이 되면서, 국토 면적이 협소한 한국에서 상대적으로 환경 영향이 적은 수상태양광이 대안으로 부각되고 있다.^[9] 그러나 수상태양광 발전에 대해서도 제도적으로 금지시킨 지자체가 늘고 있다. 전남 해남군의회는 2019년 7월 26일 조례안 개정을 통해 수상 태양광 발전을 막았고, 전남 장성군도 2019년 10월 28일 조례안 개정을 통해 저수지나 호수에 수상태양광 설치를 불허하기로 했으며, 이들 지자체들은 공통적으로 경관침해 방지, 농업시설 보호, 생태계 유해성 등을 조례 개정의 이유로 들고 있다.^[14]

농어촌공사는 2022년까지 저수지 899곳에 4,280 MW의 수상태양광 사업을 추진하겠다고 2018년에 발표했다. 하

지만 지역 주민 반대로 1년만에 목표를 422 MW로 축소하였으며,^[15] 지역주민 참여형 수상태양광 사업 방식을 대안적 방안으로 적극 추진하고 있다.^[16] 수상태양광 사업의 지속가능성을 제고하기 위해서는 사업 추진 과정에서 발생하는 주민 반대와 갈등을 해소하고 주민 수용성 향상을 위해 지역주민 이익공유를 위한 종합적인 계획이 필요하다.^[17~18] 이익공유가 이루어지려면 사업의 경제성 확보를 위한 정부 지원제도가 중요하다. 수상태양광 추진 국가들에서는 보조금 지원제도를 운영함으로써 사업의 수익성을 확보하여 수상태양광을 확대할 수 있었다. 이 연구에서는 수상태양광 확대를 위해 사업 과정에서 중요한 역할을 한 지원제도와 이익공유 방식에 대해 국내외 사례 분석을 하고자 한다.

1.2 연구 대상과 방법

수상태양광 사업의 경제성 확보를 위해 어떤 지원제도가 활용되는지 살펴보고, 주민 수용성 향상을 위한 이익공유 방식의 특징을 확인하여 시사점을 도출하기 위해 국내외 사례 연구를 수행했다. 사례 연구는 특정 인물, 사회적 환경, 사건, 집단이 어떻게 작동하거나 기능하는지 효과적으로 이해할 수 있도록 필요한 정보를 체계적으로 수집하는 방법으로서, 하나의 현상, 개인, 공동체, 제도에 초점을 맞춰 그 현상의 특징적인 요인들의 상호작용을 분명하게 드러내는 것을 목표로 한다.^[19] 사례 연구는 종합적인 설명을 위해 다양한 방법과 자료를 필요로 하는데, 구체적으로 어떤 방법을 이용할지는 사례의 특성에 따라 달라진다.^[19] 국내외 사례 연구를 위해 보고서, 논문, 뉴스 등 관련 문헌을 수집하여 분석했다. 국내 사례의 경우는 이와 함께 이해관계자 심층면접을 실시하였다.

해외 사례 연구의 대상은 대규모 수상태양광 사업이 활발하게 진행되는 국가로 선정했다. 2020년까지 설치규모 기준으로 상위 50개 수상태양광 사업의 국가별 용량 비중을 살펴보면, 중국(78.6%), 베트남(31.8%), 네덜란드(21.5%), 일본(12.8%), 한국(10.8%) 순이다.^[8] 이 연구에서는 수상태양광 성장 요인을 검토하기 위해 한국보다 비중이 높은 상위 4개 국가인 중국, 베트남, 네덜란드, 일본 사례를 문헌연구를 통해 분석하고, 추가적으로 국내 사례의 새만금 수상태양광처럼 해상에 수상태양광이 설치되는 사례로 대만을 연구대상으로 하였다. 해외 국가들에 대해 수상태양

광 현황, 지원 제도의 특징과 효과, 지원제도 적용 사례, 주민참여 이익공유 사례를 분석하였다. 현황과 지원 제도는 중국, 베트남, 네덜란드, 일본, 대만, 한국을 대상으로 분석하고, 수상태양광이 최근 급성장한 연구 대상 해외국가들 중 네덜란드만 주민참여가 활발히 추진되고 있어서 네덜란드와 국내 사례를 중심으로 이익공유 사례를 분석하였다.

국내 사례 연구는 합천댐 수상태양광 사업과 군산시 지역주도형 수상태양광 사업을 연구대상으로 선정했다. 수상태양광은 저수지에 소규모 형태로 설치하여 운영되어 왔는데, 최근에는 댐이나 바다 인접 수면에 대규모 수상태양광 사업이 적극적으로 추진되고 있다. 합천댐 사례는 정부 정책에 따라 수상태양광 사업을 추진하면서 주민 참여가 강조되고 있고, 주민 참여형을 표방한 첫 대규모 수상태양광 사업이란 점에 의의가 있다. 합천댐 수상태양광 사업은 한국수자원공사에서 경상남도 합천군 봉산면 일원에 설비용량 40.06 MW의 수상태양광 패널을 설치하는 계획으로 2021년 말까지 건설을 완료하고 2022년부터 운영할 예정이다. 새만금 수상태양광 사업은 국내 최대 규모 수상태양광 사업으로 2.1 GW 설비용량의 30%에 대해 주민이 참여할 기회를 부여하기로 했다는 특징이 있다. 특히 군산시에 할당된 100 MW 수상태양광 사업에 대해서는 최대한의 주민 참여 방안을 모색하고 있다. 합천댐 수상태양광 사업과 군산시 지역주도형 수상태양광 사업은 주민참여형으로 추진된다는 공통점이 있으며, 사회적 수용성 확보를 위해 사업자가 이익공유를 적극적으로 모색한 사례이기에 이 연구의 분석 대상 사례로 선정하였다.

국내 합천댐과 새만금 수상태양광 사례에 대해서 관련 이해관계자 심층면접을 통해 수상태양광 사업 추진과정과 제도 관련 쟁점, 수상태양광에 대한 인식과 갈등 문제, 주민 참여와 이익공유 방안에 대해 조사했다. 심층면접 참여자들은 이러한 문제들에 대해 답할 수 있는 이해당사자들로, 수상태양광 사업 부지 인근 마을의 주민 대표, 사업자, 지자체, 시민단체 행위자 등 12명이다. 심층면접은 2020년 11월부터 2021년 5월 사이에 이루어졌다. 심층면접 참여자들에 대한 구체적인 정보와 심층면접 실시일은 Table 1과 같다.¹⁾

1) 피면접자의 신상정보가 노출될 경우 발생할 피해를 막기 위해, 본문에서는 직책 대신 피면접자 A, 피면접자 B, 피면접자 C 식으로

Table 1. In-depth interview list

Area	Type	Stakeholders	Date
Saemangeum	Municipality	Gunsan City public official	2021.03.30
	Enterprise	Gunsan citizens power Co. CEO	2021.01.18
		Korea Hydro & Nuclear Power employee	2021.03.31
	Civic group	Private chairman of Saemangeum renewable energy project public-private council	2020.11.24
		Secretary general of Korea federation for environmental movements	2020.11.24
	Local resident	Chairman of the village head board of Okseo-myeon	2021.01.18
Village head near the project site		2021.01.17	
Hapcheon	Enterprise	K-water employee	2021.05.14
		Hapcheon Floating Solar Power Co. employee	2021.05.17
	Civic group	Chairman of the Nature Conservation Hapcheon-gun Council	2021.05.18
	Local resident	Chairman of the Hapcheon Floating Solar Power Residents' Council	2021.05.17
		Village head near the project site	2021.05.17

2. 선행연구

2.1 수상태양광 사업 관련 지원제도

수상태양광 관련 선행연구는 주로 공학적 접근을 취함으로써 제도 관련 연구는 부족한 편이다. 재생에너지 이용 확대를 위해서는 사업성 확보가 중요하다. 이를 위해 세계적으로 가장 많이 활용되는 제도는 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff, FIT) 혹은 FIP(Feed-in-Premium),^[20] 신·재생에너지 공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard, RPS), 경매 및 입찰 제도이다. 수상태양광을 포함한 태양광 지원 메커니즘으로 대부분의 국가에서 실시하는 제도는 FIT이다.^[7] 국가 전체나 국가 내 일부 주에서 실시하는 경

임의표기했다.

우를 포함하여 FIT/FIP 제도는 2009년 80개 국가에서 2019년 113개 국가로 늘어났고, 경매 및 입찰 제도는 2009년 20개 국가에서 2019년 109개 국가로 급증했다.^[20] RPS를 실시하는 곳은 2019년 기준 30여개 국가이며 대부분의 국가는 거래가능한 신·재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, REC)를 이용한다.^[20]

전 세계 104개국 비교 연구 결과, 태양광 보급 효과는 FIT가 RPS보다 우월한 것으로 나타났고, RPS에 한계가 있으므로 FIT를 고려할 필요가 있다는 시사점이 도출되기도 하였다.^[21] 하지만 FIT는 시장 왜곡이나 유연성 부족, 전력도매시장에 배타적 참여 등 타당성이 충분하다고 보기 어려운 측면이 있어서 한정된 기간 동안만 실행되는 편이다.^[22] 최근 연구들에 따르면 FIT와 RPS 제도에 장단점이 있으므로, 단일 정책 대신 구체적인 상황별로 합리적인 정책을 선택하거나 혼용하는 것이 재생에너지 산업 발전에 도움이 된다.^[23]

현재 국내에서 계통한계가격(System Marginal Price, SMP)과 공급인증서 REC 가격의 합으로 고정가격 계약을 하는 경쟁입찰 제도가 2017년부터 시행 중에 있다. 경쟁입찰은 1년에 2회씩 이루어지고 있다.^[24] RPS 제도 하에서 일정 기간 고정가격으로 구매 계약을 하는 방식인데, 이는 한국에서 시행되는 특수한 제도이다. 한국 정부는 REC 가중치를 세분화시키면서 지속적으로 개정하고 있다. 그간 국내 선행연구들에서는 주로 경제성 분석에 관심을 두었는데,^[25] 정부의 REC 등급 개정이 태양광 설비를 증대시키는 것으로 분석되었다.^[26] 보조금 역할을 하는 REC는 태양광 사업의 경제성을 결정하는 핵심적인 요인으로, 태양광 사업 확대를 위해서는 REC 가중치 유지가 필요하다는 연구 결과가 제시되었다.^[27]

2.2 수상태양광 사업 관련 이익공유 방식

수상태양광 사업의 이익공유에 초점을 맞춘 선행연구는 없으며, 일반적인 태양광이나 풍력사업을 대상으로 이익공유를 다루는 연구가 대부분이다. 이익공유는 사업이 실시되는 부지 인근 공동체의 사회경제적 발전에 긍정적으로 기여하는 다양한 방식을 설명하는 데 사용되는 개념으로서,^[18] 재생에너지 사업의 영향을 받는 공동체에 이익을 배분하기 위한 능동적이고 체계적인 노력을 의미한다.^[28] 재

생에너지는 공동자원(common-pool resources)의 성격을 가지고 있고 재생에너지 설비의 설치가 지역 공동체에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 사업에 대한 주민 수용성을 향상시킬 수 있도록 사업 이익 일부를 회수하여 지역 경제에 환원해서 함께 나누는 것이 중요하다.^[29] 물질적, 사회적 이익은 지역 주민들이 재생에너지 사업에 관여하는 강한 동기로 작용하며, 상호작용 과정에서 공동체의 유대감이 형성되고 공동체의 수용성을 높여 사업이 성공적으로 추진될 가능성을 높인다.^[30] 그러나 주민 공동체에 초점을 맞춘 재생에너지 사업의 이익공유에 관한 연구는 적은 편인데, 이러한 연구들은 지역 보상과 함께 폭넓은 사회경제적 목표의 충족, 주민들의 높은 의사결정 과정 참여, 주민의 재생에너지 소유, 에너지 요금 및 세금 할인 등의 내용을 주로 다루었다.^[31]

발전소 같은 비선호시설에 대한 주민 수용성을 향상시킬 수 있는 방법으로 보상을 통한 인센티브 접근법이 활용된다.^[32] 보상은 공동체나 개인에게 다양한 유형의 금전과 현물을 제공하는 것을 포괄하는 개념이다.^[33] 해상풍력발전 실증단지인 구축되는 전라북도 군산시 옥도면 말도 인근 주민 설문조사 결과 해상풍력과 가까울수록 경제효과를 중요시하고,^[34] 주민 심층면접 결과 이장이 가장 많이 사용한 단어는 보상이었으며, 주민 수용성 측면에서 손익 프레임이 중요하게 작동한다는 사실이 확인되기도 했다.^[35] 풍력 사업 추진 과정에서 재생에너지에 대한 오해와 이해 부족, 불합리한 이익 분배, 참여 기회 제한 등으로 사회갈등이 빈발하고 있어 수용성 제고를 위해 이익공유 방안에 대한 모색이 갈수록 중요해지고 있다.^[36] 국제금융공사(International Finance Corporation, IFC)와 호주의 기업 네트워크인 청정에너지위원회에서 재생에너지 이익공유 방식을 범주화했는데, 크게 수익 공유와 공동 소유, 공공 서비스와 기반시설, 기술과 일자리, 환경 관리가 있다.^[18,37]

강원도 철원군 문혜5리 사례의 경우 주민참여형 65 MW 태양광 사업을 추진하면서 배당금 배분 이외에 REC 0.2 가중치 수익과 발전소주변지역지원에 관한 법률에 의한 지원금으로 게스트하우스로 마을회관 리모델링, 마을체험장 건축, 태양광 가로등과 CCTV 설치, 자가 소비형 태양광 발전설비 설치 등의 형태로 이익공유를 실시하였다.^{[38]2)} 육상풍력의 경우 소음·저주파 등 주거환경영향에 대해서 사

업자가 자율적으로 보상하고 있으며, 경관훼손 등 간접적인 영향에 대해서는 발전소주변지역 지원에 관한 법률과 사업자의 마을발전기금 조성을 통한 지원이 가능하다.^[39] 전국의 일반 시민 300명 대상 설문분석 결과 이익공유 방식에 대한 인식은 사업에 투자하여 수익률과 연동되는 배당을 가장 선호하고, 이익의 일부를 마을 발전기금으로 조성하는 것을 가장 선호하지 않는 것으로 나타났다.^[40] 이는 마을 단위의 이익공유보다는 마을 주민 개인이나 가구 단위의 이익공유를 더 선호하는 경향이 있음을 시사하는데, 마을에 따라서는 차이가 있을 수 있으므로 지역 주민과의 대화를 통해 보다 선호하는 방식을 채택할 필요가 있다. 안정적인 수익이 확보될 경우 태양광사업에 참여하겠다는 의향을 밝힌 농어촌 지역주민 비율이 67%라는 조사결과도 있다.^[41] 주민참여형 재생에너지 개발은 지역 경제에 긍정적인 영향을 미치는데,^[42] 주민참여형 재생에너지 사업이 소수의 주민에게만 혜택을 제공하는 방식으로 추진되면 지역 수용성 증진에 기여하지 못하므로 참여 금액과 함께 참여 주민수 확대가 필요하다.^[43]

3. 수상태양광 지원제도

3.1 중국

중국은 2020년 기준 태양광 발전 설비용량이 254,355 MW로 태양광 설치 규모가 두 번째인 미국에 비해 3배 이상 크다.^[44] 수상태양광 규모 역시 세계에서 가장 크다. 전 세계 수상태양광 설치용량 상위 50개의 3/4 이상이 중국에 설치되어 있다.^[8] 중국은 심각한 대기오염으로 인해 매년 160만 명이 목숨을 잃고 있어 당면한 환경 문제를 해결하기 위한 조치로 재생에너지 확대를 강력하게 추진하고 있는데, 수상태양광 사업은 이러한 계획의 일환이다.^[45] 특히, 유독성이 강하여 이용불가능한 호수나 물이 고여 있는 탄광 침하 지역에서 많은 수상태양광 사업이 이루어졌다.^[46] 중

국의 수상태양광 확대 요인은 부지 확보의 용이성과 함께 정부의 지원이다. 중국개발은행에서 저렴하게 자금을 확보할 수 있고 여러 보조금 지원 사업이 실시되면서 중국에서는 태양광 설치가 빠르게 확산되었다.^[47]

대표적인 태양광 기업 선그로우(Sungrow)의 자회사 선그로우 수상 모듈 과학·기술 주식회사(Sungrow Floating Module Sci&Tech. Co., Ltd)가 2016년에 설립된 이후 대규모 수상태양광이 탄광 침하 지역 등에 건설되고 있다. 2020년 기준 세계 최대인 320 MW 규모(1차 2017년 200 MW, 2차 2020년 120 MW)로 항저우펑링전기과학기술(Hangzhou Fengling Electricity Science Technology)이 저장성(Zhejiang) 츠시(Cixi) 인근 어장에 수상태양광을 건설했는데, 2차 120MW에 대해 0.95 RMB/kWh의 FIT가 적용되었다.^[48] 중국광허그룹유한공사(China General Nuclear Power Group)의 신에너지홀딩스(New Energy Holdings)가 안후이성(Anhui) 당투 어장에 2020년에 건설한 260 MW 수상태양광의 경우는 보조금 없이 0.38 RMB/kWh로³⁾ 전력구매계약을 통해 추진되었다.^[48~49]

중국은 2011년부터 전국적으로 동일하게 1.15 RMB/kWh의 FIT를 시작한 후, 2012년에 1 RMB/kWh로 낮추고, 2013년 8월에는 지역별 FIT 정책을 수립했다.^[50] 일사량이 적은 구역은 발전차액 지원금이 더 높고 일사량이 많은 구역은 발전차액 지원금이 더 낮다.^[50] 2015년까지 I, II, III 구역의 대규모 태양광 FIT는 각각 0.9, 0.95, 1.00 RMB/kWh였는데, 2020년에는 0.35, 0.40, 0.49 RMB/kWh로 절반 이상 축소되었다.^[51] 계통연계 시점을 기준으로 20년 고정 가격으로 전기를 구매하는 FIT는 중국에서 태양광 사업이 확대되는 데 가장 중요한 역할을 했다.^[52~53] 그러나 보조금을 받기 위해 태양광 회사들이 지대추구 행위를 하면서 수익률이 낮은 태양광 발전소들이 우후죽순으로 건설되면서 상당량의 전력이 버려지는 문제가 발생했다.^[54~55] FIT는 중국에서 태양광 설치 용량이 2006년 80 MW에서 2019년 204 GW로 급성장하는 데 기여했으나, 정부 예산 부족이 압력요인으로 작용하여 2018년 한 해 동안 대규모 태양광 사업 FIT 보조금 지원을 취소하고 분산형 태양광 보조금만 남겨두기도 했다.^[50]

2) 발전소주변지역 지원에 관한 법률에 기반하여 발전소 설치 지점으로부터 반지름 5 km 이내 읍·면·동 지역을 대상으로 지원사업을 실시하고 있는데, 전기요금의 일부(gus 3.7%)로 조성되는 전력산업기반기금을 재원으로 재생에너지 시설규모 2 MW 이상인 경우 기본지원금과 특별지원금을 받게 되며, 소득중대사업, 공공복지사업, 주민복지사업, 육영사업 등에 지원될 수 있다.

3) RMB(Renminbi)는 중국 화폐 단위이며, 1 RMB는 2021년 7월 29일 기준 한화로 약 178원이다.

태양광 산업이 안정적이며 기술이 충분히 발전되었다고 판단한 중국 정부는 경쟁을 증대시키기 위해 보조금을 점진적으로 없애기로 했다.^[47] FIT 축소와 함께 중국 정부는 2019년 5월에 각 성(province)의 연간 재생에너지 목표를 설정한 RPS 제도를 수립했다.^[56] 그리고 태양광 보조금을 절반으로 줄이고 경매 제도를 도입했는데, 2019년 6월에 23 GW에 대한 첫 경매를 실시하고 2020년 6월에 26 GW에 대한 두 번째 경매를 실시하면서 계약 가격이 18% 감소했다.^[57] 중앙 정부 방침에 따라 2019년에 8 GW의 태양광 사업들이 보조금 없이 경매 방식으로 추진되었으며, 중국의 국가에너지청은 2021년 상반기에 1~2 GW 규모의 대규모 태양광 사업에 경매를 적용할 수 있다고 밝혔다.^[58] 2021년 4월에 제안된 안에 따르면 중앙 정부에서 승인하는 신규 중앙집중형 태양광 사업과 분산형 상업·산업용 태양광 사업은 더이상 보조금이 할당되지 않는다.^[59] 그러나 사업이 개발되는 지역에서는 경쟁 가격과 발전차액지원제도가 혼합되어 사용되며, 지원되는 발전차액은 지역의 전력 시장 평균 가격 및 화력발전 전력 가격을 계산하여 결정된다.^[59] 그리고 가정용 태양광 및 태양광 열병합 시범 사업은 2021년까지만 보조금을 지원하고 2022년부터는 보조금이 할당되지 않는다.^[59] 지방정부는 이러한 중앙정부 기조와 다르게 독자적인 정책을 수립할 수 있는데, 상하이, 광저우, 시안은 2021년 이후 2~5년 기간 동안 FIT를 활용하고, 베이징은 총 투자액의 30~50%를 보조금으로 제공할 예정이다.^[58]

3.2 베트남

베트남은 최근 급격하게 태양광 발전을 확대하고 있으며, 전력 생산에서 재생에너지의 비중이 2019년 기준 43.1%로 세계 평균 26.0%보다 높다.^[1] 2020년 1년 동안 11 GW의 태양광을 추가하면서 신규 태양광 설치 규모로 중국, 미국에 이어 세계 3위를 차지했고, 2020년까지 태양광 총 누적 설치 규모로는 세계 8위다.^[44] 2019년까지는 한국이 베트남보다 전체 태양광 발전용량이 컸으나, 2020년 들어 베트남이 한국을 앞질렀다.^[44] 그리고 동남아시아에서 가장 큰 수상태양광 발전소 클러스터로 각 35 MW 규모의 Gia Hoet 1과 Tam Bo 수상태양광이 2020년 말에 계통연계가 완료되었다.^[60]

베트남에서 처음 추진된 수상태양광사업은 2019년 6월에 다남-함투안-다미 수력발전 연합 주식회사(Da Nhim-Ham Thuan-Da Mi Hydro Power Joint Stock Company)가 47.5 MW 규모로 다미 수력발전소 저수지에 설치한 것이다.^[61] 이 사업은 아시아개발은행의 용자를 받아 수행되었으며, 환경영향평가 결과 환경 및 비자발적 이주 측면에서 크지 않은 영향이 발생할 수 있고, 원주민 측면에서는 영향이 없는 것으로 분석되었다.^[62] 사업에 대한 주민 수용성을 높일 수 있도록 영향을 받는 가구에 대해서는 생계 회복 계획을 통해 생계를 보장하도록 했다는 점이 특징적이다.^[59]

베트남에서 수상태양광 성장의 원동력으로 FIT가 큰 역할을 했다. 베트남 정부는 2011년에 육상풍력, 2014년에 바이오매스와 바이오가스 발전, 2016년에 해상풍력에 대해 FIT를 도입하고, 2017년에 태양광 FIT를 시작했다.^[63] 2017년 6월부터 2019년 6월까지 상업운전을 시작한 시설을 대상으로 총리령(Decision 11/2017-QĐ-TTg)에 따라 태양광 사업 개발 촉진 메커니즘으로 FIT를 적용하여 20년 동안 \$93.5/MWh의 고정가격에 매입하도록 했다.^[64] 사업자가 사업계획서를 지역 인민위원회에 제출하면 50 MW 이하는 산업통상부가 승인하고 50 MW 초과는 총리가 승인한다.^[63]

2019년 말 고정형 FIT가 종료되었다가 지원 차액을 조정하여 2020년 4월부터 수상태양광 \$76.9/MWh, 육상태양광 \$70.9/MWh, 육상 태양광 \$83.8/MWh의 가격으로 매입하도록 했으며, 지원 대상은 2019년 7월부터 2020년 12월까지 상업운전을 개시한 발전소로 한정하였다.^[65] 그리고 특정 지역에 한정된 지원제도로 많은 태양광 사업이 개발되고 있는 닌투언성(Ninh Thuan)의 경우는 2,000 MW가 넘지 않으면서 2020년 12월까지 상업운전을 개시한 태양광 사업에 대해 \$93.5/MWh를 지원하도록 했다.^[66~67] 베트남에서는 계통연계가 완료되어 상업운전이 시작된 사업이 지원 대상이고, 특별 지역을 설정하여 높은 수준의 발전차액을 지원하는 것이 특징적이다. FIT 이외에 태양광 사업에 영향을 미친 요인으로는 태양광 관련 세금 및 부지 임대료 면제, 정부의 강한 의지, 대중의 대기오염 감소 요구가 중요하게 작용했고, 송전망 부족과 복잡한 행정 절차가 장애요인으로 작용하고 있다.^[63] 베트남은 2020년까지 FIT 정책을 통해 총 6GW의 태양광을 설치하고, 2030년까

지 새롭게 12GW의 태양광을 경매 방식으로 설치하는 것을 목표로 하고 있다.^[68] 2021년 이후 상업운전을 시작한 태양광 사업의 전력구매 가격은 고정형 발전차액 대신 경매 방식을 통해 결정하는 것으로 논의되고 있다.^[66] 태양광 발전사는 전력 판매 가격을 입찰하고 지역 배전사는 발전사를 선정하여 재생에너지 공급계약을 체결하게 된다.^[69] 육상과 수상 태양광 1,000 MW에 대한 공개 경매를 시범 사업으로 추진하게 되며, 사업자는 기존 FIT 가격 이하로 입찰할 수 있다.^[70] 베트남 전력공사의 직접 판매를 위한 태양광 경매가 2021년 6월부터 시작되기로 했으며, FIT가 완전히 폐기될지 여부는 아직 명확하지 않다.^[66]

3.3 네덜란드

네덜란드는 최근 유럽에서 스페인, 독일 다음으로 태양광 설치가 활발한 나라로, 2020년 신규 태양광 설비용량은 3,488 MW이다.^[44] 규모가 큰 수상태양광으로 2019년에 14.5 MW의 Sekdoorn 수상태양광과 8.4 MW의 Tynaarlo 수상태양광이 운영을 시작했고, 2020년에 27.4 MW의 Bomhofsplas 수상태양광, 15.7 MW의 Kloosterhaar 수상태양광, 13.5 MW의 Nij Beets 수상태양광으로 확대되었다.^[8]

네덜란드는 지속가능한 에너지 생산 촉진 지원 체계 SDE+ (Stimulerend Duurzame Energieproductie/Encouraging Sustainable Energy Production)를 2011년부터 실시하고 있으며, SDE+ 프로그램의 지원 수준은 재생에너지 생산 비용과 관련 시장 가격의 차이만큼을 보상하는 연동 FIP (Feed-In Premium) 메커니즘에 의해 결정된다.^[71] 시장 가격 연동 보조금 제도 FIP와 경매가 결합된 SDE+ 프로그램은 기술 유형에 따라 8, 12, 15년 동안 적용된다.^[72] 네덜란드 경제 및 기후정책부 산하의 기업청(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RvO)이 SDE+ 프로그램을 관리하며, 재생에너지 사업 확대에 중요한 역할을 했다.^[72] 모든 재생에너지를 대상으로 하며, 2020년 하반기부터 탄소포집저장(Carbon Capture Storage, CCS), 히트펌프 등 더 넓은 범위의 기술로 적용 대상을 확대하여 지속가능한 에너지 전환 인센티브 체계 SDE++를 시행하고 있다. SDE++ 프로그램에서는 감축되는 CO₂ 톤당 기본 비용과 예측 시장 가격의 차이만큼을 지원한다.^[71] 그리고 보조금

계산에 이용하도록 전부하 시간, 성능계수 등 각 기술의 매개변수값을 네덜란드 환경영향평가청(Planbureau voor de Leefomgeving, PBL)이 제공한다.^[73]

SDE+를 신청하는 사업자의 약 80% 이상이 중소기업이나 비영리단체다. 2020년 SDE+ 봄 라운드에 마련한 40억 유로 중 33억 유로가 배정되었는데, 그 중 태양광 기술이 21억 유로를 차지한다.^[74] SDE+와 SDE++ 프로그램의 예산은 지속가능에너지 추가요금법에 따른 에너지 청구서 추가부담금을 통해 마련된다. 2020년 전까지는 가정 부문에서 절반, 산업 부문에서 절반을 충당했으나, 2020년부터는 산업부문에서 2/3를 충당하도록 조정되었다.^[73] 가정 부문의 경우 전력 소비량이 적은 저소득층이 고소득층보다 전력 소비 대비 추가부담금을 더 많이 지불하는 문제가 제기되기도 했다.^[72] 또한 SDE++는 기술 유형에 따른 구분 없이 경매를 진행하기 때문에, CCS 같은 상대적으로 성숙한 기술에 많은 지원금이 돌아가고 수소 같은 미숙한 기술은 낙찰되기 어렵다는 문제가 있어 기술 유형별로 경매 방식을 적용하는 개선방안이 제시되고 있다.^[73]

네덜란드는 SDE+를 실제 적용하면서 고비용 기술인 해상풍력만 예외적으로 분리하여 경매를 실시하고 나머지 기술들은 하나의 범주에서 공급 설비용량과 가격을 제출하는 봉인입찰을 토대로 지원 사업이 결정되도록 하였다.^[72,75] 기술 유형을 구분하지 않는 방식에서는 입찰 경쟁이 더 심해지고 낮은 가격을 제시한 타당성 없는 사업들이 낙찰될 위험이 있다.^[72] 입찰시 타당성 조사, 환경 허가 문서 등을 제출해야 하고, 가장 낮은 가격의 입찰부터 연간 예산 한도 범위 내에서 사업이 선정된다.^[75] 가장 낮은 수준의 재정 지원이 이루어지는 첫 단계 종료 후 지원금이 남으면 모든 예산을 소비할 때까지 지원 수준을 높이는 입찰 단계가 이어지고, 입찰자 수나 질이 낮아서 예산이 그래도 남으면 다음 경매로 이월된다.^[73] 선정된 사업자는 입찰가격에 따라 서로 다른 가격으로 전력을 공급하고, 계획서에 명시한 기간 이내에 프로젝트를 실현하지 않으면 지원을 못받게 되고 3년 동안 SDE+ 입찰에서 제외되며, 4억 유로 이상의 사업은 최대 2%의 벌금이 부과된다.^[75] SDE+/SDE++ 지원금은 사업자가 전력 생산을 시작하면 받을 수 있다.^[71] 그리고 2019년부터 재생에너지 사업은 SDE+ 지원을 받기 전에 충분한 전력망을 확보하였음을 전력망 사업자로부터 확인받아야 한다.^[71]

3.4 일본

2020년 기준 일본(67 GW)은 중국(253.8 GW), 미국(73.8 GW)에 이어 세계에서 누적 태양광 설치용량이 세 번째로 많은 국가로 수상태양광도 적극적으로 추진하고 있다.^[44] 수상태양광의 경우, 일본 치바현(Chiba) 이치하라시(Ichihara) 야마쿠라(Yamakura)댐에 2018년 3월에 설치된 13.7 MW 수상태양광이 일본에서 가장 큰 규모인데, 태풍으로 2019년에 파손되었다가 2021년에 재건설되었다.^[76] 그 외 수상태양광들은 10 MW 이하 규모다. 일본 정부는 후쿠시마 사고를 기점으로 원자력 발전의 비중을 줄이고 재생에너지를 확대하고자 했다.

2003년부터 2012년까지 RPS 제도를 운영했고, 초과 생산된 태양광에 대해 2009년부터 FIT를 운영하기 시작했으며, 2012년 7월부터 RPS 대신 FIT를 모든 태양광을 대상으로 시행하면서 FIT는 재생에너지 확대에 크게 기여했다.^[77] RPS 제도 하에서 태양광 설치용량의 증가율은 5%였으나 FIT 시행 후 2017년까지 22%의 성장률을 보였다.^[77] 풍력이나 수력, 지열 등의 다른 발전원은 FIT를 도입한 후에도 설비용량에 유의미한 변화가 나타나지 않았는데, 태양광은 FIT의 영향을 크게 받았다.^[78] 일본은 재생에너지발전촉진 부과금 제도에 기반하여 FIT 운영에 필요한 비용을 가정과 기업의 전기요금으로 충당한다.^[79]

일본에서 FIT가 성공적일 수 있었던 것은 독일이나 이탈리아 등보다 두 배 이상 높은 FIT 기준가격 때문이다.^[77] FIT는 태양광 확대에 기여했으나 문제점도 있었다. 태양광 발전시설의 발전단가가 빠른 속도로 낮아졌기 때문에 발전사업자 입장에서는 발전시설을 늦게 지을수록 시설 비용을 절감할 수 있었다. 또한 향후 20년간 고정 구매가격을 계통연계 시점을 기준으로 결정했는데, 많은 수의 태양광 발전사업자가 접속신청을 하고 구매가격만 확정된 뒤, 실제 발전소 건설 및 운영을 미루는 현상이 나타났다.^[80] 2012년과 2013년에 매우 높은 가격으로 FIT 승인을 받은 많은 태양광 사업자들이 운영되지 않는 문제가 발생하면서 FIT 제도를 개선하기로 2016년에 결정했고,^[78] 2017년 4월 1일에 FIT 제도를 개정했다.^[80] 개정된 FIT 제도에서는 발전소 준공 후 최종 계통연계를 하는 단계인 ‘접속계약’ 시점에 구매가격을 결정하는 것으로 하였다.

이후 일본은 대규모 태양광 및 바이오에너지 사업에 대해

경매 제도를 적용하는 정책 전환을 시작했다.^[78] FIT를 재정적으로 지속하기 어려워지면서 일본은 2017년에 경매 제도를 도입했으며, 2022년부터는 FIP(Feed-In Premium) 제도와 같이 시행할 예정이다.^[77] FIT가 고정가격으로 전력을 매입한다면, FIP는 시장 가격에 일정 금액의 프리미엄을 가산해 가격을 정하는 제도로서 2020년 6월 개정된 재생에너지 특별조치법에 포함되었다.^[81] 2022년부터 도입될 FIP는 국민 부담금을 줄이면서 전력수요에 유연하게 공급량이 연동되도록 시장가격에 프리미엄을 추가 제공하는 방식이다.^[81] 그리고 2017년과 2018년의 경우 2 MW가 넘는 태양광 사업은 FIT 대신 경매 제도의 적용을 받도록 했으며, 2019년은 0.5MW 이상, 2020년은 0.25 MW 이상으로 경매 대상을 확대하고, FIT 가격은 매년 낮추면서 적용 대상을 축소시켰다.^[77] 전력 구매 단가는 2017년 11월 첫 번째 경매에서 \$174/MWh였는데, 2020년 10월 다섯 번째 경매에서는 \$115/MWh로 35% 이상 낮아졌다.^[77]

3.5 대만

대만은 인구 밀도가 높고 바다로 둘러싸여 있어 해상태양광을 적극적으로 추진하고 있다. 2020년 말에 장화현 지역 해안에 설치된 181 MW 규모의 태양광은 완공 시점 기준으로 해상태양광으로서는 세계에서 설비용량이 가장 컸다.^[82] 181 MW 규모의 Lunwei East 1호 및 2호 해상태양광은 대만에서 인구 밀도가 가장 높은 장화현에 건설되었으며, 장화현은 이미 188 MW 규모의 해상풍력이 설치된 지역이기도 하다.^[82]

대만은 20년 기간 동안 고정가격구매를 지원하는 FIT 제도를 운영하고 있으며, 수상태양광을 포함하여 태양광 시설에 대한 FIT를 매우 다양한 기준에 따라 차등화시켰다는 점이 특징적이다.^[83] 2021년 1월 7일 경제부에서 발표한 2021년 태양광 FIT는 2020년 태양광 FIT보다 0.74~3.91%까지 감소했으나, 다양한 추가 지원금으로 인센티브를 부여하고 있다.^[84] Table 2에 제시된 것처럼, 특정 지역에 설치되는 태양광 설비는 15%의 추가 지원금이 적용되며, 옥상, 옥상, 수상 태양광의 FIT 발전차액지원금은 용량별로 다르고, 1단계(상반기)와 2단계(하반기)도 차이가 있다.^[83] 모듈 재활용 비용이 지불되는 태양광 설비의 경우 NT\$0.0656/kWh의 지원금이 추가되고, 초고압 송전선 연결을 위한 추가 지

Table 2. Solar FIT by type and capacity in Taiwan

Category	Capacity size	FIT (NT\$/kWh)	
		First phase	Second phase
Rooftop	1 kW and above but under 20 kW	5,6707	5,6281
	20 kW and above but under 100 kW	4,3304	4,2906
	100 kW and above but under 500 kW	3,9975	3,9227
	500 kW and above	3,9449	3,8980
Ground	1 kW and above	3,7994	3,7236
Floating	1 kW and above	4,1957	4,1204

원금은 500 kW 이상 지붕은 NT\$0.4742/kWh, 육상은 NT\$0.4454/kWh, 수상태양광은 NT\$0.4310/kWh이다.⁴⁾ 또한 농장이나 양어지, 고속도로 주차장, 학교 체육관 등 설치 장소 유형에 따라서도 추가 지원금이 다르다.

3.6 한국

국내에서 수상태양광은 주로 활용도가 낮은 댐, 저수지, 담수호와 방조제 내측 유희수면에 설치된다.^[85] 2020년 기준 전국에는 약 78.2 MW 용량의 수상태양광이 설치되어 있고,^[17] 주요 운영기관으로는 한국농어촌공사(저수지), 한국수자원공사(댐), 한전의 5대 발전회사와 일부 개발사 기업이 있다. 한국수자원공사는 2023년까지 합천댐을 포함하여 5개 댐에 8개 사업의 수상태양광(147.4 MW)을 준공할 계획이고 대부분 주민참여형 사업모델로 추진 중이다. 그리고 전북 새만금 방조제 내측 공유수면에 총 2.1 GW의 수상태양광이 2025년 완공을 목표로 해서 추진되고 있으며, 새만금개발청이 1.4 GW, 지자체가 0.4 GW, 한국수력원자력(이하 한수원)이 0.3 GW를 배분받아 사업을 주관하고 있다. 이처럼 한국은 적극적으로 수상태양광 사업을 확대하려는 움직임을 보이고 있다.

한국은 2012년부터 RPS와 REC를 통해 수상태양광 사업을 지원하고 있다.^{[86~87]5)} 수상태양광에 대한 REC 가중

치는 2013년부터 신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침에 1.5로 명시되어 2021년 까지 동일하게 적용되었다. 이는 2021년 기준 3,000 kW 초과 규모의 일반 부지 태양광이나 임야 태양광의 REC 가중치가 0.7인 것과 비교하여 2배 이상 높다.⁶⁾ 전 세계적으로 2019년 기준 수상태양광 사업 비용은 1 W당 0.8~1.2달러로 육상태양광에 비해 18% 이상 더 높다.^[7] 정부는 100 kW 미만 소규모 수상 태양광 사업의 REC 가중치는 1.6으로 높이고 중(100 kW~3 MW)·대규모(3 MW 초과) 사업의 가중치는 각각 1.4와 1.2로 낮추는 개편안을 확정하여 2021년 7월 28일부터 시행에 들어갔다. 단, 고시시행일로부터 3개월 이내에 발전사업허가를 취득한 경우 기존 가중치를 적용하기로 했다.^[88] 수상태양광 사업 보조금 제도로서 REC 가중치의 변화는 사업의 경제성 및 수상태양광 확대 효과에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인이다.

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조 제2항이 2020년 10월에 신설되면서 신·재생에너지 발전사업의 주민참여 방식에 따른 REC 가중치를 부여받게 되었다. 해당 발전소로부터 반경 1km 이내에 소재하는 읍·면·동에 1년 이상 주민등록이 되어있는 주민 5인 이상이 총사업비의 2% 이상 참여시 REC 가중치 0.1, 총 사업비의 4% 이상 참여시 0.2를 제공하고, 이로 인해 발생한 수익은 사업자 이익이 아닌 지역주민에게 제공되어야 한다고 명시하였다. 대규모 재생에너지 발전소는 도서·산간 지역에 주로 건설되므로 인근 거주 주민 수가 적은 편이거나 경제적으로 낙후되어 있기에 자본 부족으로 참여하기 쉽지 않다. 정부는 2020년부터 발전소 반경 1 km 이내 소재 법정동에 거주하는 주민의 참여를 독려하기 위해 국민주주 지원사업을 통해 약 1.75%의 낮은 이자율로 20년간 투자금을 대출해주는 제도를 시행하고 있다. 또한 지방자치단체가 민관협의회를 구성하여 재생에너지 사업을 추진할 경우 집적화단지를 신청할 수 있다. 지자체 참여형 발전사업으로 개발할 경우 추가로 REC 가중치 0.1이 부여된다. 그 외에도 수면에 부유하여 설치하는 태양광의 경우 REC가 추가로 부여되므로 높은 건설비용을 일부 상쇄할 수 있고 발전소 수익

4) NT\$는 대만 화폐 단위이며, 1NT\$는 2021년 8월 1일 기준 한화로 약 41원이다.

5) RPS 의무사업자들은 REC를 구매하여 의무공급량을 충당할 수 있는데, REC 발급대상 설비에서 공급된 MWh 기준 전력량에 가중치를 곱하여 부여하는 단위로 REC가 사용된다.

6) 국내의 경우 발전사업자 면담 결과에 따르면 구조체가 물에 부유하는 특성상 용출 최소화를 위한 국산 제품 사용 등 해외보다 높은 환경기준이 적용되어 비용이 많이 들어가고 있다.

개선에도 도움이 된다.⁷⁾ 수상태양광 사업을 지자체 주도의 주민참여형으로 진행할 경우 2021년 10월까지 REC 가중치를 최대 1.8까지 확보할 수 있고, 그 이후에는 설치용량에 따라 차이가 있다.

3.7 수상태양광 지원제도 비교

수상태양광을 적극적으로 추진하는 해외 국가들은 FIT/FIP 제도를 운영하는 것으로 나타났고, 한국은 RPS와 REC 제도를 운영하고 있다. 해외국가들은 계통연계가 확보된 사업에 FIT를 적용하고, 중국, 베트남, 대만은 특정 지역에

Table 3. Floating solar support system by country

Country	Characteristics	Recent changes
China	FIT application by region according to insolation and differentiated subsidy available for specific local governments	FIT reduction and RPS introduction and auction implementation
Vietnam	Application of differentiated FIT to specific regions and projects that have started operation are eligible for support	Change from the same FIT to a separate FIT for water/land/rooftop
Netherlands	SDE+ combined with FIP and auction system, required to secure a grid connection	Implementation of SDE++ including transition technologies such as CCS
Japan	Application of high FIT price and FIT support decided in the grid connection stage	Expansion of Auction system and FIP to be implemented
Taiwan	Differentiated FIT application in specific regions and FIT application by installation type	-
Republic of Korea	Operation of RPS system instead of FIT, application of differentiated REC weight for each installation type	REC weight added when residents participate in the project

7) REC 가중치는 환경, 기술개발 및 산업 활성화에 미치는 영향, 발전원가, 부존잠재량, 온실가스 배출 저감에 미치는 효과 등을 고려하여 3년마다 검토·고시된다. 앞서 본문에 기술한 것처럼 2021년 7월에 발표된 개정안에 따르면, 수상태양광의 REC 가중치는 100 kW미만 설비 1.6, 100 kW부터 1.4, 3,000 kW 초과부터 1.2로 조정되었다.

더 높은 FIT를 부여했다. 그리고 해외 국가들은 최근 FIT를 축소하고 경매 제도를 도입하거나 확대하는 방향으로 변화되고 있다. 다른 국가 사례와 달리 한국은 수상태양광 사업 추진시 주민참여를 촉진하기 위한 제도를 최근에 도입한 것이 특징적이다. 국가별 수상태양광 지원제도를 정리하면 Table 3과 같다.

4. 수상태양광 이익공유 방식

4.1 네덜란드

수상태양광 확대 과정에서 이익 공유 모델을 적극적으로 활용하는 국가로는 네덜란드가 있다. 네덜란드의 가장 큰 수상태양광은 설비용량이 27.4 MW인 Bomhofsplas 사업으로 2020년에 설치되었는데, 주에서 소유한 사회적 투자 펀드인 ASN Groenprojectenfonds의 재정지원을 받았다.^[89] 가장 큰 지역에너지펀드인 Energiefonds Overijssel이 독일 재생에너지 기업 BayWa r.e.의 네덜란드 자회사 Groenleven 및 지역 협동조합 Blauwvinger Energie와 컨소시엄을 구성하여 사업을 추진하며, Bomhofsplas 사업에서 생산된 전기는 재생에너지 공급업체인 Greenchoice를 통해 즈볼러(Zwolle) 지역에 공급된다.^[90] Blauwvinger Energie는 친환경 에너지 협동조합으로서 조합원 자격의 지역 주민은 Bomhofsplas 수상태양광 사업에 지분 투자 방식으로 참여할 수 있으며 예상 수익률은 25년 동안 4-4.5%이다.⁸⁾ Blauwvinger Energie 협동조합 조합원의 지분 투자는 Energiefonds Overijssel을 통해 2021년 하반기에 이루어진다. Energiefonds Overijssel은 협동조합을 통한 지분 투자 이외에 개인 차원에서 채권 방식 주민 투자를 병행한다. Blauwvinger Energie는 점차 지분 참여를 늘려서 사업 종료시점에는 100% 소유를 목표로 하고 있다.

사업에 투자하여 참여하는 방식 이외에도 주민에게 혜택을 제공할 수 있는 다양한 이익공유 방안이 활용되고 있다. 재생에너지 사업자 BayWa r.e.와 태양광 업체 GroenLeven은 2020년에 모래 준설 호수에 15.7 MW 규모의 Kloosterhaar 수상태양광을 설치했다. Hardenberg시와 GroenLeven은

8) Blauwvinger Energie의 수상태양광 사업 계획은 웹사이트 <https://blauwvingerenergie.nl/> 를 참고했다.

주민들이 가정용 태양광 패널과 인버터를 할인받아 구매할 수 있도록 캠페인을 진행했으며, 주민들은 지속가능투자 플랫폼(platform DuurzaamInvesteren)을 통해서 사업에 참여할 수 있다.^[91] 또한 수상태양광 수익으로 조성한 지역 펀드를 통해 3개 지역의 커뮤니티 센터 건물을 개선하기 위한 보수 작업을 지원하기로 했다.^[91]

4.2 한국

재생에너지 사업에 대한 사회적 수용성이 부족한 주된 원인은 지역 공동체가 사업 계획에 영향을 주지 못하고, 환경영향평가 과정에 관여하지 못하며, 이익공유 방법을 함께 설계하지 못하는 데 있다.^[18] 한국 정부는 2030년 재생에너지 발전 비중 20% 목표를 달성하기 위해 에너지전환 정책을 지속적으로 추진하고 있으며, 주요 에너지 정책에서 재생에너지 사업 주민 참여와 이익공유를 강조하고 있다. 재생에너지를 확대하는 과정에서 민원이 발생하고 지역 내 갈등이 발생함에 따라 주민과의 소통을 통해 문제를 개선하고자 2019년도부터 갈등관리 메커니즘을 도입했다. 또한 대규모 재생에너지 발전소가 설치되는 지역은 주로 농산어촌으로 고령자와 저소득층이 많은 편이기 때문에, 인근 주민들이 자본이 없어도 참여할 수 있도록 용자제도를 확대해오고 있다. 2020년 9월 기준 공공부문 발전사업자가 추진하는 재생에너지 사업수의 57%가 주민참여형이다.^[92] 재생에너지 확대에 있어 일방적인 개발 방식에서 벗어나 사업자와 주민 간 이익을 배분하고 소통을 강화하려는 방향으로 정책을 보완·개선해나가고 있다.

4.2.1 합천댐 수상태양광

한국수자원공사는 2012년에 합천댐 수면 위에 0.5 MW 규모의 태양광을 설치해 국내 최초로 수상태양광발전을 상용화했으며 이후 약 10년간 환경모니터링을 통해 환경적 안전성에 대한 검증 연구를 시행하여 수질오염이나 수생태계 교란 등에 영향이 없음을 확인했다.^[17] 합천댐 수상태양광은 총 사업비 약 835억 원으로 41 MW 규모 발전소를 2020년 12월부터 2021년 12월까지 건설하는 사업이다. 한국수자원공사가 주도하여 서부발전과 함께 각각 지분 51%와 49%로 특수목적법인(Special Purpose Company, SPC)을 설립했고, 발전사와 전력 및 REC를 20년간 고정

계약했다.

이 사업에 대해 피면접자 J는 과거 댐 건설로 인해 피해를 본 지역 공동체에 경제적 혜택을 제공하고자 주민참여형으로 기획되었다고 설명했다. 주민 참여는 사업 부지 반경 1 km 이내 읍면동 거주 주민들이 마을법인을 통해 SPC에 채권 투자하는 방식으로 설계되었으며, 이에 따라 주민 참여 REC 가중치 0.2가 추가된다. 전체 사업비의 약 7%에 해당하는 금액을 모집하여 20년간 10% 정도의 연이율이 배당될 예정이다. 인근 마을 주민들만 참여시키고자 SPC의 채권에 직접투자하는 방식으로 진행하게 된다. 피면접자 J에 따르면 채권 수익률이 연 10%로 타 사업들에 비해 높게 책정된 이유는 국내 최초 주민참여형 사업이라는 측면이 고려되었기 때문이다.

봉산면 인구는 약 1,500명이고 대부분 60대 이상인데, 사업 투자로 인한 정기적인 월수입이 노령층에 큰 도움이 될 수 있어 사전 조사에서 50% 정도의 주민이 참여하겠다는 의사를 밝혔음을 피면접자 D를 통해 확인할 수 있었다. 주민이 사업에 직접 투자하는 방식 외에도, 수상태양광 조립 과정에서 농한기의 주민 30여 명에게 일자리를 제공한다는 사실도 주목할 부분이다. 피면접자 D는 일자리가 부족한 산지이므로 수입이 거의 없는 시기에 재정적으로 많은 도움이 된다고 이야기했다.

발전소 부지는 대부분 합천군 봉산면에 위치하고, 용주면도 일부 해당된다. 사업 부지에서 거리에 따라 피해 정도와 보상 정도가 달라 주민 간에 갈등이 있을 수 있었다. 이러한 갈등을 사전에 예방할 목적으로 주민 간 합의를 이끌어 내기 위해 봉산면 26개 마을 이장 및 어촌계장이 주민협의체를 구성하여 주기적으로 회의를 개최하고, 이 회의에는 합천수상태양광(주) 관계자들도 참여하여 소통하고 있었다. 피면접자 C는 사업에 부정적인 사람들도 주민협의체에 참여하여 자유롭게 의견을 개진할 수 있는 기회를 보장하고, 지속적인 대화를 통해 상호신뢰를 형성함으로써 이익공유방안에 대한 합의를 이끌어낼 수 있었다고 이야기했다.

대부분의 주민이 수상태양광의 환경적인 이슈에 대한 관심보다는 지역 공동체의 소득 증대에 도움이 되길 바라는 것으로 피면접자 K는 생각하고 있었고, 피면접자 C도 사업을 통한 지역 경제 활성화가 중요하다는 입장을 가지고 있었다. 주민협의체에서 결정하여 추진되는 주요 이익공유

방안은 수상태양광과 별도의 육상태양광 운영이다. 합천수상태양광(주)와 주민협의체가 논의한 결과, 발전사가 지원하는 지원금을 마을별로 분배하지 않고 2 MW 용량의 육상태양광 발전소를 건설하여 마을법인에서 공동관리하고 발생하는 수익을 공동기금으로 조성하여 협의체에서 사용처를 정하는 것으로 계획하고 있었다.

합천댐 수상태양광 사례의 경우 특징적인 것은 지역환경단체가 한국수자원공사 등 사업자와 지역 주민 사이를 매개하는 역할을 담당했다는 점이다. 피면접자 G는 봉산면이 매우 낙후되어 있기 때문에 수상태양광 사업과 연계하여 지역이 개발될 필요가 있다는 생각을 가지고 있었다. 자연보호 합천군 협의회가 주도하여 기존에 수상태양광을 도입한 지역을 견학할 기회가 마련되었고, 이를 통해 봉산면 이장단 및 어업인들, 합천군 사회단체장들이 충주댐 수상태양광 사업자, 환경단체, 어업인들을 만나 설명을 듣고 질의응답을 통해 의문을 해결함으로써 수상태양광에 대한 공감대가 형성되었다는 이야기를 들을 수 있었다. 합천 수상태양광 사업은 다수 주민들이 사업 취지에 공감하고 사업자와 함께 상생을 위해 지속적으로 협의하는 사례라는 점에서 의미가 있다.

4.2.2 새만금 수상태양광

새만금 수상태양광은 새만금호 내 약 30 km² 부지를 활용해 세계 최대 규모인 2.1 GW 발전단지를 조성하는 사업이다. 1단계로 개발되는 1.2 GW 용량은 개발예정지 2구역에 위치하고 새만금개발청 투자유치형 0.5 GW, 한수원 계통연계형 0.3 GW, 지역주도형 0.4 GW(전북, 군산, 김제, 부안 각 0.1 GW) 등 세 개 사업권으로 나누어 2021년 하반기에 착공될 계획이었으나 송전선로 계통연계 사업이 미뤄지면서, 2022년부터 건설이 시작될 예정이다. 2단계는 0.9 GW 용량으로 3구역과 4구역에 새만금개발청 투자유치형으로 개발된다.

새만금 지역 재생에너지 사업의 전반적인 추진 계획을 협의하기 위해 민관 동수의 20인 내외로 구성된 새만금 재생에너지사업 민관협의회(이하 민관협의회)가 2019년 2월에 발족하여 운영되고 있다. 민관협의회는 도의원, 전북환경운동연합, 전북수산업연합회, 새만금도민회의, 한국태양광발전학회, 새만금개발청, 전북도청, 군산시 등 정치

인, 시민단체, 주민대표, 전문가, 행정기관, 지자체가 참여하는 거버넌스 기구이다. 민관협의회는 수상태양광 사업 기준을 마련하면서 복지형 정책 및 공익재단 기금 적립이라는 항목으로 별도 기금을 조성해 사회적 약자에게 일정 혜택이 돌아가야 한다는 원칙을 수립했다.^[93] 그리고 투자유치형은 10%를, 선도사업 담당기업인 한수원은 30%를 주민참여 방식으로 추진하고, 주민 1인당 5백만 원에서 2천만 원까지의 범위에서 중도환매가 가능한 15년 만기 채권으로 고정수익률 7%를 보장하도록 협의하였다. 피면접자 F는 7% 기준은 지자체 이외의 사업에 적용되고, 군산, 김제, 부안 등 지자체에서 추진하는 사업은 지자체 여건에 따라 유연하게 조정할 수 있다고 설명했다.

피면접자 I에 따르면 한수원의 0.3GW 사업의 경우 SPC가 자기자본 10% 및 PF 90%로 진행하고, PF로 조달하는 90% 중 30%를 크라우드 펀딩 방식으로 군산시민에 한정하여 주민참여형 이익 공유 방안을 추진할 계획이다. 피면접자 I는 주민이 주주로 참여하면 효과적인 사업 의사결정 측면에 문제가 있을 수 있어 타인자본으로 주민이 참여하도록 설계했다고 설명했다. 그리고 민관협의회에서 다른 사업은 타인자본의 10%를 주민참여 기준으로 설정했으나, 한수원 사업은 새만금 지역의 첫 대규모 수상태양광 사업이므로 30%를 주민참여로 하고 추후 사업성을 고려하여 조정할 수 있도록 했다는 이야기를 피면접자 I에게 들을 수 있었다. 또한 지역기업이 시공에 40% 이상 참여할 경우 최대 배점을 부여하고 지역 기자재와 인력 등을 사업자 선정 평가 시 반영하는 우대기준을 적용하기로 했다.^[13] 피면접자 F는 지역업체들의 신용등급이 낮아 주관사가 될 수 없어 대기업 위주로 사업이 추진된다는 문제점을 제기했다.

지역주도형 사업은 지역주민 참여를 최대한 장려하고, 사업유형별 발전수익의 활용은 관계 지자체가 합의하여 결정하는 방식으로 추진된다.^[93] 군산시의 경우, 지역에너지공기업이 부재하여 시가 2020년에 100억 원을 출자해 지분 100%의 군산시민발전주식회사를 설립했고, 이 회사를 중심으로 SPC를 구성하여 육상태양광(새만금2공구) 0.1 GW와 지역주도형 수상태양광 0.1 GW, 해상풍력 사업 등을 주민참여형 사업으로 추진할 예정이다. 군산시민발전주식회사는 군산시가 참여하는 재생에너지 사업의 운영, 수익금 배분 등의 역할을 하게 되며, 2021년도 12월부터 육

상태양광 시민펀드 모집을 시작했다. 피면접자 L에 따르면 새만금 일대에 가장 먼저 개발되는 육상태양광 0.3 GW 중 지역주도형으로 군산시가 건설하는 0.1 GW 태양광 사업은 자기자본 20%, PF 38%, 인근 주민과 군산시민 42%로 사업비를 조달하고, 참여 주민들에게 연 수익률 약 7%를 보장할 계획이다. 피면접자 H는 주민참여 가중치가 추가되어 주민들에게 수익을 보장하는 데 어려움이 없을 것이라고 설명했다.

군산시 지역주도형 수상태양광 0.1 GW 사업도 이와 비슷하게 진행될 예정인데, 새만금호가 해수의 특성이 있어 담수호보다 가혹한 환경이기 때문에 기존 수상태양광 사업보다 안전한 기술이 필요하고 그 결과 사업비도 늘어나게 된다. 그런데 피면접자 L에 따르면 간척예정지에 지반이 부여되지 않아 반경 1 km 이내 읍면동이 없기 때문에 육상태양광과 달리 주민참여 REC 가중치를 받을 수 없다. 수상태양광 사업의 이익을 지역사회와 공유함으로써 수용성을 제고하기 위해서는 일정 수준 이상의 사업 수익이 발생할 필요가 있으나, 현행 제도상으로는 사업 참여 주민에게 연 7% 투자수익을 보장하기 어렵다는 문제가 있는 것이다. 또한 현행법상 펀드 판매를 군산시민으로 제한할 수 없고 전국을 대상으로 해야 되기 때문에, 지역사회 수용성 확보 측면에서 한계가 있다. 군산시청과 군산시민발전주식회사는 이러한 부분들에 관한 제도 개선을 요구하고 있는 상태이다. 그리고 피면접자 A와 B는 새만금 간척사업에 대한 피해의식이 크고, 적절한 이익공유 방안이 없으면 수상태양광 사업에 대해서 반대하겠다는 입장을 나타내고 있었다.

5. 결론

한국은 재생에너지 확대를 위해 RPS 제도를 실시하고, 전력거래가격과 공급인증서 가격의 합으로 고정가격 계약을 하는 경쟁입찰 제도를 운영하고 있다. 수상태양광 사업의 경제성을 확보하기 위해 2013년부터 높은 REC 가중치를 부여했으며, 2020년에 주민참여 가중치를 추가적으로 신설했다. 육상태양광에 비해 수상태양광은 부식이나 태풍 등에 더 취약할 수 있기 때문에 안정적인 설비 구성을 위해 사업비가 더 많이 들어가고, 이를 고려하여 REC 가중치도

육상태양광에 비해 높게 책정되어 있다. 2021년 상반기 기준 3,000 kW가 넘는 대규모의 경우 수상태양광은 육상태양광 0.7 가중치보다 2배 이상 높은 가중치를 적용받고, 주민의 사업 참여 정도에 따라 0.1~0.2의 가중치가 추가된다. 2021년 말 완공 예정인 합천댐 수상태양광은 총 1.7의 가중치를 받도록 채권 투자 방식의 주민참여형으로 추진되고 있으며, 2022년에 건설될 군산시 지역주도형 수상태양광은 반경 1 km 이내에 읍면동이 없어 주민참여 가중치를 제외한 일반 수상태양광 가중치를 적용받게 된다. 해상풍력의 주민참여 가중치 기준이 반경 5 km인데, 군산시 지역주도형 수상태양광처럼 바다에 가까운 환경에 대해서는 이와 비슷하게 주민참여 가중치가 적용되는 범위를 확대하는 것이 합리적일 수 있다.

수상태양광이 많이 설치된 해외 국가들에서 재생에너지 확대를 위해 활용된 주된 정책은 FIT이다. 중국, 베트남, 일본, 대만에서 실시된 FIT 제도는 수상태양광을 포함하여 태양광 발전을 확대시키는 데 크게 기여했다. 해외국가들은 계통연계가 확보된 사업에 FIT를 적용하고, 베트남과 대만은 육상태양광보다 수상태양광에 더 높은 FIT를 부여하며, 중국, 베트남, 대만은 특정 지역에 대해 더 높은 보조금의 FIT 정책을 실시하고 있다. 베트남과 대만은 육상태양광보다 수상태양광 FIT의 구매가격이 약 1.1배 정도 되고, 중국은 지역에 따라 육상태양광과 수상태양광 FIT의 구매가격이 2배 정도 차이가 나는가 하면 보조금이 없는 경우도 있었다. 한국의 경우도 새만금처럼 국책사업으로 대규모 사업들이 추진되는 특별 지역의 경우 REC 가중치를 추가하는 등 별도의 지원 정책을 검토해볼 수 있을 것이다.

그리고 중국은 일사량 정도에 따라 세 구역으로 나누어 구역별로 차등화된 FIT 기준가격을 부여했는데, 기술이 충분히 성장했다고 판단한 중국 정부는 경매 제도를 확대하고 FIT를 점차 축소시키고 있다. 일본은 FIT로 인한 재정 부담 문제 때문에 FIT를 축소하면서 경매 제도를 운영하고 있으며, 베트남 역시 경매 제도를 도입할 예정이다. 네덜란드는 수상태양광을 포함하여 CCS 등 에너지 전환 기술 전반에 대해 경매 제도를 운영하고 있다. 최저가로 결정되는 전력 구매 가격에 기반하여 장기 전력구매계약(Power Purchase Agreement, PPA)을 하는 역경매 방식은 세계적으로 가장

많은 국가에서 채택하기 시작한 제도이다.^[94~95] 한국도 2021년 7월 28일부터 대규모 태양광 사업의 REC 가중치를 감소시키는 것으로 정책이 개편되었는데, 향후에는 경매 방식 중심의 지원제도로의 변화도 고려될 필요가 있다.

대규모 수상태양광이 설치된 해외 국가들과 비교해볼 때 한국의 특징은 주민참여 REC 가중치를 별도로 부여하고 있다는 점이다. 세계적으로 규모가 큰 재생에너지 사업은 몇 개의 기업으로 구성된 특수목적법인을 설립하여 추진하는 것이 일반적이다. 국토 면적이 좁고 인구밀도가 높은 한국의 경우 주민 반대가 재생에너지 사업 확대의 장애물로 작용하는 경우가 많다.^[82] 사회적 수용성을 높이기 위한 기본적인 접근법으로 인근 지역 공동체에 지원금을 보상하는 방식이 활용되는데, 최근 국내에서는 주민 참여를 통한 이익공유 방식이 강조되고 있다. 대규모 수상태양광 사업을 추진하면서 채권 방식으로 일정 비율 이상의 주민 참여를 지원하는 경향이 있다.

한국 이외에 지역 주민 사업 참여를 적극적으로 고려하는 국가로는 네덜란드가 있다. 네덜란드는 협동조합을 통해 지역 주민들이 수상태양광 사업에 참여할 수 있는데, 처음에는 일반 재생에너지 기업이 중심이 되어 시작하지만 점차 협동조합의 지분을 확대하여 주민의 사업 소유 100%를 목표로 하는 경우도 있다. 협동조합이 SPC의 구성원으로서 지분투자를 하는 경우 사업에 대한 의결권을 갖게 되어 주민들은 에너지 생산자로서 주인의식이 높아질 수 있다. 한국도 채권 방식 대신 협동조합이나 마을법인이 사업 지분을 일정 부분이나 전체를 소유하는 형태의 사업 추진 방식이 고려될 필요가 있다.

재생에너지 확대를 위한 방법으로 수상태양광 사업이 본격적으로 추진된 지 오래되지 않아 국내외적으로 수상태양광 사업의 사회적 측면을 검토한 문헌들이 부족한 편이다. 기존 연구들은 주로 수상태양광의 기술적인 측면에 대한 분석이 대부분인데, 이 연구에서는 대규모 수상태양광 사업이 추진되는 주요 국가들의 지원제도와 이익공유 측면에서 수상태양광 확대 요인을 분석하고자 했다. 수상태양광을 포함한 재생에너지 사업에 적용되는 지원제도를 살펴보고, 수상태양광 사업의 특징을 도출하였다. 이익공유의 경우 대규모 수상태양광 사업이 최근에 확대되기 시작하여 실제 주민 참여의 과정과 결과를 분석하는 데에는 한계가 있었

고, 계획 단계에서 논의된 이익공유 방식을 이해관계자 면접과 문헌 분석을 통해 확인하였다. 향후 연구에서는 수상태양광 사업이 운영되는 시점에서 이익공유의 구체적인 사례와 효과를 분석하는 접근이 이루어지면 수용성 높은 수상태양광 사업을 추진하는 데 유용한 시사점을 더 풍부하게 발견할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원 지원 연구(No.20209210100190)의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] International Renewable Energy Agency (IRENA), 2021, "Renewable energy statistics 2021", <https://irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021>.
- [2] Ministry of Trade, Industry and Energy, 2019, "The 3rd energy master plan", <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156334773>.
- [3] Cazzaniga, R., and Rosa-Clot, M., "The booming of floating PV", *Solar Energy*, **219**, 3-10.
- [4] International Finance Corporation (IFC), 2020, "Floating solar photovoltaic on the rise", IFC Energy Insights, https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry_ext_content/ifc_external_corporate_site/infrastructure/resources/emerging+energy+solutions_floating+solar+photovoltaic+on+the+rise.
- [5] International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019, "Future of solar photovoltaic: deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects", <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>.
- [6] REN21, 2019, "Renewables 2019 global status report", <https://www.ren21.net/gsr-2019/>.
- [7] World Bank Group, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), and Solar Energy Research Institute

- of Singapore (SERIS), 2019, “Where sun meets water: floating solar market report”, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880>.
- [8] Solarplaza, 2021, “Top 50 operational floating solar projects 2021”, <https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/12277/top-50-operational-floating-solar-projects/>.
- [9] Park, J.Y., Lee, Y.J., Chun, D.J., and Lee, M.J., 2017, “Analysis system for regional environmental status to support environmental assessment: The status and potential of i) onshore wind power generation and ii) floating photovoltaic power generation”, Korea Environment Institute, https://www.kei.re.kr/elibList.es?mid=a20403000000&elibName=researchreport&class_id=&act=view&c_id=716432&rn=188&nPage=19&keyField=&keyWord=.
- [10] pv magazine, 2019, “South Korean government announces 2.1 GW floating PV project”, <https://www.pv-magazine.com/2019/07/19/south-korean-government-announces-2-1-gw-floating-pv-project>.
- [11] Ministry of Environment, 2021, “2021 Carbon neutral implementation plan”, <http://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=286&orgCd=&boardId=1434760&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&decorator=>.
- [12] Korea IT News, 2020, “K-water launches Korea’s largest floating solar power project at Hapcheon Dam”, <https://www.etnews.com/20201222000032>.
- [13] Jeonbuk Provincial Daily, 2019, “31% resident participation confirmed in Saemangeum solar power project”, <https://www.domin.co.kr/news/articleView.html?idxno=1241221>.
- [14] The Hankyoreh, 2019, “Jangseong and Haenam, Jeollanam-do - No solar power generation on agricultural dams or reservoirs”, <https://www.hani.co.kr/arti/area/honam/914990.html#:~:text=%EB%86%8D%EC%97%85%EC%9A%A9%20%EB%8C%90%EC%9D%B4%EB%82%98%20%EC%A0%80%EC%88%98%EC%A7%80%20%EC%9C%84%EC%97%90%20%EC%88%98%EC%83%81%20%ED%83%9C%EC%96%91%EA%B4%91%20%EB%B0%9C%EC%A0%84%EC%9D%84,%EC%9D%80%20%EB%AC%BC%20%EA%B1%B4%EB%84%88%EA%B0%80%EA%B2%8C%20%EB%90%90%EB%8B%A4>.
- [15] Hankook Ilbo, 2019, “Floating solar power projects reduced by 90%... Renewable energy blocked in reality”, <https://www.hankookilbo.com/News/Read/201907011433023254>.
- [16] Edaily, 2021, “Solar power project twisted by residents’ opposition... Korea Rural Community Corporation’s ‘resident participation investment’ to be a solution?”, <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01275926629176512&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y>.
- [17] Noh, T.H., Shin, G.H., Lee, S.Y., Ji, M.G., Lee, H.S., and Kang, Y.J., 2020, “Direction for the mid- and long-term development for expanding renewable energy and responding to future environmental changes: Current state and future plans for effective development of photovoltaic plants”, Korea Environment Institute, https://www.kei.re.kr/elibList.es?mid=a10101000000&elibName=researchreport&class_id=&act=view&c_id=728389.
- [18] International Finance Corporation (IFC), 2019, “Local benefit sharing in large-scale wind and solar projects”, Discussion Paper, <https://commdev.org/publications/local-benefit-sharing-in-large-scale-wind-and-solar-projects/>.
- [19] Lune, H., and Berg, B. L., 2017, “Qualitative research methods for the social sciences”, Ninth Edition, Pearson Education Limited, Essex (England).
- [20] REN21, 2020, “Renewables 2020 global status report”, <https://www.ren21.net/gsr-2020/>.
- [21] Lim, H.W., and Jo, A.H., 2017, “Analysis on the effects of RPS and FIT policies on the renewable energy supply : Panel tobit analysis of 104 countries”, Korea Energy Economic Review, **16**(2), 1-31.
- [22] Rövekamp, P., Schöpf, M., Wagon, F., Weibelzahl, M., and Fridgen, G., 2021, “Renewable electricity business models in a post feed-in tariff era”, Energy, **216**, 119228.
- [23] Yang, D.X., Jing, Y.Q., Wang, C., Nie, P.Y., and Sun, P., 2021, “Analysis of renewable energy subsidy in China under uncertainty: Feed-in tariff vs. renewable portfolio standard”, Energy Strategy Reviews, **34**, 100628.
- [24] Korea Power Exchange, 2018, “Solar power generation business guide”, https://www.usolar.co.kr/bo/fl/flResult.do?b_no=FL00000341.

- [25] Nam, Y.S., and Lee, J.H., 2020, "Study on optimal trading method of REC by solar power generation", *Environmental and Resource Economics Review* **29**(1), 91-111.
- [26] Baek, H., and Kim, T.S., 2021, "Analysis of the effect on domestic PV capacity under the REC revision and mandatory supply", *Journal of the Korea Convergence Society*, **12**(6), 139-150.
- [27] Moon, C.H., Kwon, B.S., Woo, S.H., Bae, D.J., and Song, K.B., 2020, "Economic evaluation and sensitivity analysis of solar PV generation business from the perspective of solar PV generation owners according to fluctuation scenarios of SMP and the price of REC", *JIEIE*, **34**(10), 36-44.
- [28] World Bank, and International Finance Corporation (IFC), 2019, "Improving the investment climate for renewable energy : Through benefit sharing, risk management, and local community engagement", <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32748>.
- [29] Thomas, E., and Patrik, S., 2015, "Wind power, regional development and benefit-sharing: The case of Northern Sweden", *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **47**, 476-485.
- [30] Hammami, S.M., chtourou, S., and Triki, A., 2016, "Identifying the determinants of community acceptance of renewable energy technologies: The case study of a wind energy project from Tunisia", *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **54**, 151-160.
- [31] Chandrashekeran, S., 2021, "Rent and reparation: how the law shapes indigenous opportunities from large renewable energy projects", *Local Environ.*, **26**(3), 379-396.
- [32] Kim, G.S., and Lee, S.W., 2018, "Analysis of the policy effectiveness of the incentive policy for resolving locally unwanted land use (LULU) facility location conflicts in: A focus on nuclear regional support policy", *Korean Journal of Public Administration*, **56**(3), 131-167.
- [33] Jørgensen, M. L., Anker, H. T., and Lassen, J., 2020, "Distributive fairness and local acceptance of wind turbines: The role of compensation schemes", *Energy Policy*, **138**(4), 111294
- [34] Park J.P., and Lee, S.H., 2021, "A study on the public acceptance of offshore wind farm near Maldo", *New. Renew. Energy*, **17**(3), 24-31.
- [35] Lee, S.H., and Park, J.P., 2020, "A study on local acceptance of offshore wind farm: Focus on Maldo, Gunsan", *New. Renew. Energy*, **16**(2), 20-27.
- [36] Lee, K.M., and Yun, S.J., 2018, "Positive effects and problematic conditions of adopting the benefit sharing mechanism in renewable energy projects: Focusing on the case of onshore wind farms in Jeju Island", *Space and Environment*, **28**(3), 227-270.
- [37] Lane, T., and Hicks, J., 2019, "A guide to benefit sharing options for renewable energy projects", *Clean Energy Council*, <https://www.cleanenergycouncil.org.au/advocacy-initiatives/community-engagement/benefit-sharing-for-renewable-energy-projects>.
- [38] Yoo, B.C., Lee, D.H., and Kim, J.U., 2021, "A study on renewable energy profit-sharing method for improving residential conditions in rural area - Focused on the smart green village in Cheorwon-gun, Gangwon-do Province -", *Journal of the Korean Institute of Rural Architecture*, **23**(1), 9-18.
- [39] Lee, S.B., Lee, Y.J., and Lee, B.K., 2019, "Study on the measures to increase renewable energy proportion in consideration of environmenta and resident acceptance", *Korea Environment Institute*, https://www.kei.re.kr/elibList.es?mid=a20403000000&elibName=researchreport&class_id=&act=view&c_id=726046&rn=51&nPage=6&keyField=&keyWord=.
- [40] Ham, A.J., and Kang, S.J., 2018, "Assessing the public preference and acceptance for the renewable energy participation initiatives - focusing on Photovoltaic Power", *J. Energy Eng.*, **27**(4), 36-49.
- [41] Jung, S.S., and Lee, S.M., 2018, "A study on measures to improve the acceptance of new and renewable energy residents", *Korea Energy Economics Institute*, [https://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/F26DA32FA2215CE6492583E800146268/\\$file/%EA%B8%B0%EB%B3%B8%202018-11_%EC%8B%A0%EC%9E%AC%EC%83%9D%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%20%EC%88%98%EC%9A%A9%EC%84%B1%20%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EC%9D%B4%EC%9D%B5%EA%B3%B5%EC%9C%A0%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%20%EA%B5%AC%EC%B6%95%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf](https://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/F26DA32FA2215CE6492583E800146268/$file/%EA%B8%B0%EB%B3%B8%202018-11_%EC%8B%A0%EC%9E%AC%EC%83%9D%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%20%EC%88%98%EC%9A%A9%EC%84%B1%20%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EC%9D%B4%EC%9D%B5%EA%B3%B5%EC%9C%A0%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%20%EA%B5%AC%EC%B6%95%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf).

- [42] Kim, Y.S., Yun, S.G., Im, H.J., and Yun, T.H., 2021, "Impact of community investment renewable development project on the local economy: Aspects of residential income and local company revenue", *New. Renew. Energy*, **17**(1), 61-75.
- [43] Im H.J., Yun, S.G., Yoon, T.H., and Kim, Y.S., 2021, "Study on the development of an evaluation index for the local economy activation of community investment renewable energy projects", *New. Renew. Energy*, **17**(2), 9-23.
- [44] International Renewable Energy Agency(IRENA), 2021, "Renewable capacity statistics 2021", <https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>.
- [45] Pouran, H. M., 2018, "From collapsed coal mines to floating solar farms, why China's new power stations matter", *Energy Policy*, **123**, 414-420.
- [46] Norton Rose Fulbright, 2020, "Floating solar", <https://www.projectfinance.law/publications/2020/august/floating-solar>.
- [47] China Focus, 2021, "Solar energy in China: The past, present, and future", <https://chinafocus.ucsd.edu/2021/02/16/solar-energy-in-china-the-past-present-and-future>.
- [48] List Solar, 2020, "An additional 120 MW of solar tank farming in China", <https://list.solar/news/an-additional-1>.
- [49] Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA), 2020, "Largest subsidy-free solar farm in China begins commercial operation", <https://ieefa.org/largest-subsidy-free-solar-farm-in-china-begins-commercial-operation>.
- [50] Dong, C., Zhou, R., and Li, J., 2021, "Rushing for subsidies: The impact of feed-in tariffs on solar photovoltaic capacity development in China", *Appl. Energy*, **281**, 116007.
- [51] Martinot, E., Hong, M., Runqing, H., Mofan, Z., and Min, Y., 2020, "Distributed energy in China: Review and perspective 2020-2025", World Resources Institute Working Paper, https://www.wri.org/en/working-paper/2020/10/DISTRIBUTED_ENERGY_IN_CHINA_REVIEW_AND_PERSPECTIVE_2020_2025_EN.
- [52] Climate Scorecard, 2021, "The Chinese government as solar power entrepreneur and the examples of suntech and longi green energy technology company", <https://www.climatescorecard.org/2021/04/the-chinese-government-as-solar-power-entrepreneur-and-the-examples-of-suntech-and-longi-green-energy-technology-company>.
- [53] SolarPower Europe, 2018, "Global market outlook: For solar power 2018-2022", <https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2018-2022/>.
- [54] Zhou, D., Chong, Z., and Wang, Q., 2020, "What is the future policy for photovoltaic power applications in China? Lessons from the past", *Resour. Policy*, **65**(4), 101575.
- [55] Zhu, Z., and Liao, H., 2019., "Do subsidies improve the financial performance of renewable energy companies? Evidence from China", *Natural Hazards*, **95**(10), 241-256.
- [56] Utility Dive, 2020, "3 major policy trends to watch for in China's renewable energy market", <https://www.utilitydive.com/news/three-major-policy-trends-to-watch-for-in-chinas-renewable-energy-market/581344/>.
- [57] International Energy Agency (IEA), 2020, "Renewables 2020 - Analysis and forecast to 2025", <https://www.iea.org/reports/renewables-2020>.
- [58] pv magazine, 2021, "China may deploy up to 75 GW of PV this year", <https://www.pv-magazine.com/2021/02/26/china-may-deploy-up-to-75-gw-of-pv-this-year/#:~:text=China%20may%20add%20between%2060,to%2048%20GW%20in%20November>.
- [59] PV Tech, 2021, "New Chinese policy proposal plots phase out of national solar subsidies", <https://www.pv-tech.org/new-chinese-policy-proposal-plots-phase-out-of-national-solar-subsidies/>.
- [60] pv magazine, 2021, "Vietnam sees 70 MW of floating PV come online", <https://www.pv-magazine.com/2021/01/06/vietnam-sees-70-mw-of-floating-pv-come-online/#:~:text=Two%2035%20MW%20floating%20facilities,district%20commune%20of%20Quang%20Thanh.&text=The%20Ho%20Tam%20Bo%20Floating,Hoet%201%20floating%20PV%20plant>.
- [61] Vietnam Energy Online, 2021, "Da Mi Solar Power Plant one year after operation date", <https://vietnamenergy.vn/da-mi-solar-power-plant-one-year-after-operation-date-24566.html>.
- [62] Environmental Resources Management (ERM), 2018, "Initial environmental and social examination report:

- Proposed loan and administration of loans Da Nhim - Ham Thuan - Da Mi Hydro Power Joint Stock Company floating solar energy project (Viet Nam)", <https://www.adb.org/projects/documents/vie-51327-001-iee>.
- [63] Do, T.N., Burke, P.J., Baldwin, K.G.H., and Nguyen, C.T., 2020, "Underlying drivers and barriers for solar photovoltaics diffusion: The case of Vietnam", *Energy Policy*, **144**, 111561.
- [64] Power Technology, 2019, "Vietnam's solar drive", <https://www.power-technology.com/comment/vietnam-solar-drive>.
- [65] Apricum, 2020, "Vietnam's solar success story and why its solar M&A landscape is about to heat up", <https://apricum-group.com/vietnams-solar-success-story-and-why-its-solar-ma-landscape-is-about-to-heat-up>.
- [66] JD Supra, 2021, "Facing gridlock in Vietnam – the feed-in tariffs regime for Vietnam's wind and solar renewables", <https://www.jdsupra.com/legalnews/facing-gridlock-in-vietnam-the-feed-in-4504124>.
- [67] Kotra, 2021, "Renewable energy wind blowing in Vietnam", *Kotra Overseas Market News*, <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/782/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=187859>.
- [68] World Bank, 2019, "Vietnam solar competitive bidding strategy and framework", <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33255#:~:text=Aiming%20to%20scale%20up%20solar,to%20a%20competitive%20bidding%20mechanism.&text=The%20strategy%20presents%20recommendations%20to,develop%20a%20sustainable%20solar%20program>.
- [69] Vietnam Briefing, 2019, "Vietnam's auction plan for solar energy", <https://www.vietnam-briefing.com/news/vietnams-auction-plan-for-solar-energy.html>.
- [70] Suntiki Solar, 2021, "Vietnam solar energy policy 2022", <https://www.suntiki.vn/vietnam-solar-energy-policy>.
- [71] International Energy Agency (IEA), 2020, "The Netherlands 2020: Energy policy review", <https://www.iea.org/reports/the-netherlands-2020>.
- [72] Energy Systems Catapult, 2018, "Netherlands renewable energy support schemes rethinking decarbonisation incentives – Policy case studies", <https://es.catapult.org.uk/report/rethinking-decarbonisation-incentives-policy-case-studies-and-synthesis-of-key-findings/>.
- [73] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2021, "Policies for a climate-neutral industry: Lessons from the Netherlands", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 138*, <https://www.oecd.org/netherlands/policies-for-a-climate-neutral-industry-a3a1f953-en.htm#:~:text=Lessons%20from%20the%20Netherlands,-This%20paper%20presents&text=The%20analysis%20illustrates%20the%20strength,and%20longer%20term%20technology%20shift>.
- [74] pv magazine, 2020, "Netherlands allocates 3.44 GW of PV in spring round of 2020 SDE+ program", <https://www.pv-magazine.com/2020/09/22/netherlands-allocates-3-44-gw-of-pv-in-spring-round-of-2020-sde-program/#:~:text=2020-,Netherlands%20allocates%203.44%20GW%20of%20PV%20in%20spring%20round%20of,%E2%82%AC2.1%20billion%20for%20PV>.
- [75] Lee, S.H., and Cho, S.M., 2017, "A study on the introduction of the auction system to improve the RPS system for new and renewable energy", *Korea Energy Economics Institute*, [https://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/2DB525F7CD8991E2492582640026CBA8/\\$file/%EA%B8%B0%EB%B3%B8%202017-22%20%EC%8B%A0%EC%9E%AC%EC%83%9D%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%20RPS%EC%A0%9C%EB%8F%84%20%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EA%B2%BD%EB%A7%A4%EC%A0%9C%EB%8F%84%20%EB%8F%84%EC%9E%85%20%EB%B0%A9%EC%95%88%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf](https://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/2DB525F7CD8991E2492582640026CBA8/$file/%EA%B8%B0%EB%B3%B8%202017-22%20%EC%8B%A0%EC%9E%AC%EC%83%9D%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%20RPS%EC%A0%9C%EB%8F%84%20%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EA%B2%BD%EB%A7%A4%EC%A0%9C%EB%8F%84%20%EB%8F%84%EC%9E%85%20%EB%B0%A9%EC%95%88%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf).
- [76] pv magazine, 2021, "Japan's largest floating PV plant being reconstructed after Typhoon impact", <https://www.pv-magazine.com/2021/02/22/japans-largest-floating-pv-plant-reconstructed-after-typhoon-impact/#:~:text=French%20floating%20PV%20specialist%20Ciel%26Terre%E2%80%94known%20for%20its%20proprietary%20Hydrelia,big%20portion%20of%20the%20facility>.
- [77] International Renewable Energy Agency (IRENA), 2021, "Renewable energy auctions in Japan: Context, design and results", <https://www.irena.org/publications/2021/Jan/Renewable-energy-auctions-in-Japan>.
- [78] International Energy Agency (IEA), 2021, "Japan 2021

- Energy policy review”, https://www.oecd-ilibrary.org/energy/japan-2021-energy-policy-review_72bb987a-en#:~:text=The%20gradual%20expansion%20of%20renewable,emissions%20below%20their%202009%20level.
- [79] Industry News, 2019, “Japan ends FIT support system... New policy to be introduced from 2021”, <https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=33980#:~:text=%EC%A7%80%EB%82%9C%20%EC%9B%94%206%EC%9D%BC,%EC%84%9C%EC%84%9C%ED%9E%88%20%EC%A2%85%EB%A3%8C%ED%95%A0%20%EB%B0%A9%EC%B9%A8%EC%9D%B4%EB%8B%A4.&text=%ED%95%9C%ED%8E%B8%2C%20%EA%B2%BD%EC%A0%9C%EC%82%B0%EC%97%85%EC%84%B1%EC%9D%80%202020,%EB%A5%BC%20%EC%A0%81%EC%9A%A9%ED%95%A0%20%EC%98%88%EC%A0%95%EC%9D%B4%EB%8B%A4.>
- [80] Renewable Energy Institute, 2017, “Feed-in tariffs in Japan: Five years of achievements and future challenges”, <https://www.renewable-ei.org/en/activities/reports/20170810.html>.
- [81] Kotra, 2021, “Japan's electricity market and renewable energy support policy”, Kotra Overseas Market News, <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/782/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=187988>.
- [82] PV Tech, 2021, “Chenya energy eyes floating PV growth after completing 181 MWp offshore project”, <https://www.pv-tech.org/chenya-energy-eyes-floating-pv-growth-after-completing-181mwp-offshore-project>.
- [83] Ministry of Economic Affairs (MOEA), 2021, “2021 Feed-in tariffs of renewable energy”, https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/main/content/wHandMenuFile.ashx?file_id=8446.
- [84] Digitimes Asia, 2021, “Taiwan sets 2021 feed-in tariff rates for renewable energy”, <https://www.digitimes.com/news/a20210108PR200.html#:~:text=Taiwan%20sets%202021%20feed%20in%20tariff%20rates%20for%20renewable%20energy&text=Taiwan's%20Ministry%20of%20Economic%20Affairs,power%2C%20compared%20to%202020%20levels.>
- [85] Ju, J.C., Heo, N.J., Choi, S.H., and Lee, S.H., 2018, “Current status of domestic and overseas floating solar power generation facilities and major issues”, *Water for future*, **51**(11), 34-41.
- [86] Kim, H.G., 2019, “Legal-system on the installation of solar light power plant and task of local-self-rulemaking”, *KPLLR*, **85**, 145-199.
- [87] Lee, S.J., and Yun, S.J., 2011, “Theory and practice of renewable portfolio standards: Based on an analysis of nations with RPS”, *Jepa*, **19**(3), 79-111.
- [88] Ministry of Trade, Industry and Energy, 2021, “Implementation of some amendments to the Renewable energy portfolio standard (RPS) notice”, https://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=164409&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v.
- [89] pv magazine, 2020, “Baywa sells ‘largest floating PV park outside China’”, <https://www.pv-magazine.com/2020/07/07/baywa-sells-largest-floating-pv-park-outside-china.>
- [90] ASN Bank, 2020, “ASN Groenprojectenfonds finances Europe’s largest floating solar park”, <https://www.asnbank.nl/nieuws-pers/asn-groenprojectenfonds-financiering-grootste-drijvende-zonnepark-van-europa.html>.
- [91] GroenLeven, 2020, “Floating solar park Kloosterhaar realized and put into use”, <https://groenleven.nl/nieuws/drijvend-zonnepark-kloosterhaar-gerealiseerd-en-in-gebruik-genomen.>
- [92] Climate Solution, Green Energy Strategy Institute, and Korean Federation for Environmental Movement, 2021, “2021 Policy proposal for renewable energy expansion”, <https://gesi.kr/forum/view/79940>.
- [93] Buan Independent Newspaper, 2020, “The demand for seawater distribution is strong... It is too early to recruit Saemangeum floating solar power companies”, <https://www.ibuan.com/news/articleView.html?idxno=27541>.
- [94] Haufe, M.C., and Ehrhart, K.M., 2018, “Auctions for renewable energy support—Suitability, design, and first lessons learned”, *Energy Policy*, **121**, 217-224.
- [95] International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019, “Renewable power generation costs in 2018”, <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018.>