

영농형 태양광 발전 시스템 구축 및 활성화 방안 연구

조영혁* · 조석진** · 권혁수*** · 유동희****

〈 목 차 〉

I. 서론	3.4 영농형 태양광의 발전 결과
II. 영농형 태양광 발전 현황	3.5 영농형 태양광의 영농 결과
2.1 영농형 태양광 발전 시스템	IV. 활성화 방안
2.2 영농형 태양광 발전 사례	4.1 제도 개선 방안
III. 실증 사례	4.2 비즈니스 모델 개발
3.1 구축 단계 요약	V. 결론
3.2 태양광 모듈 배치 계획 수립	참고문헌
3.3 영농형 태양광 발전 시스템 설치	<Abstract>

I. 서론

지금까지 국내의 전력산업은 주로 대규모 발전설비를 건설하여 석탄과 가스 연료로부터 전력을 생산한 후 전국적인 송배전망을 통해 전력을 수요자에게 전송하는 중앙 급전방식을 사용하였다. 그러나 2015년 12월 전 세계 195개 국가가 서명한 파리기후협약이나 미세먼지 발생과 같은 환경 이슈의 등장으로 최근에는 태양광, 풍력, 조력 등을 에너지원으로 하는 재생에너지 산업이 확산되고 있다(조영혁 등, 2018). 이 중, 태양광 발전은 대표적인 친환경

재생에너지로 불과 몇 년 전만 해도 발전설비 구축비용 대비 낮은 발전효율로 발전원가가 높아 에너지 시장의 주류로 진입하기에 한계가 있었다. 그러나 빠른 기술 발전으로 설비비용은 낮아지고 발전효율이 높아짐에 따라 향후 세계 대다수의 지역에서 태양광 발전의 전력생산비용이 석탄화력 발전과 같아지는 그리드 패리티(grid parity)가 달성될 것으로 전망된다(Breyer and Gerlach, 2013).

최근 정부에서는 ‘재생에너지 3020 이행계획’을 발표함으로써 2017년 기준 5.8%인 재생에너지 발전량을 2030년까지 20%로 확대하겠

* 한국남동발전(주), yhcho7@koenergy.kr(주저자)
** 한국남동발전(주), sccho@koenergy.kr
*** 한국남동발전(주), hskwon@koenergy.kr
**** 경상대학교 경영정보학과, 경영경제연구소, dhyoo@gnu.ac.kr(교신저자)

다는 에너지 전환정책을 추진하고 있다. 즉, 2030년까지 30.8GW의 신규 태양광 설비를 보급할 것이며, 이중 10GW는 농촌 태양광으로 보급할 예정이다(산업통상자원부, 2017). 이러한 재생에너지의 지속적인 확산을 위해서는 재생에너지의 목표량을 상향 조정하는 정부의 정책 추진 의지도 필요하다(이상훈, 2014; 최승국, 최근희, 2016; 함태성, 2016). 그러나 화석에너지에서 재생에너지로 전환되는 전 세계적인 변화의 흐름과 이에 대한 정부의 강력한 에너지 전환정책 추진에도 불구하고 우리나라는 국토가 작고 산지가 70% 이상을 차지하고 있어 재생에너지 산업이 확장되는 것에 한계점을 가지고 있다. 또한 부족한 재생에너지 자원을 확보하기 위해 대규모의 재생에너지 설비가 구축되어야 하는데 이러한 설비들이 임야에 건설될 경우 환경파괴와 경관훼손과 같은 문제가 발생될 수 있다(김지용 등, 2011).

최근 이러한 문제점을 극복하기 위한 방안으로 농지에 태양광 발전설비를 설치하여 영농과 발전을 동시에 할 수 있는 영농형 태양광 발전 시스템이 주목 받고 있다(Dupraz et al., 2011). 영농형 태양광 발전 시스템은 농작물 재배와 태양광 발전을 통한 재생에너지 전환 기능을 동시에 할 수 있어 안정적인 농가 수입을 보장해 줌과 동시에 하나의 부지를 두 가지의 용도로 사용함으로써 토지의 이용 효율도 높일 수 있다. 국내 농경지는 전국토의 18.9%인 188억 m²(57억 평)이며 영농형 태양광의 잠재용량은 약 574.6GW로 국내 발전설비용량 106GW의 5.4배 수준에 이른다(국가통계포털, 2017). 이는 작은 국토를 효율적으로 활용하여 농지 보전과 농산물 생산량의 유지와 함께 에너지 전

환정책에 기여할 수 있는 효과적인 모델이라 할 수 있다.

영농형 태양광 발전 시스템의 장점으로 인해 영농형 태양광을 적용하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다(Liu et al., 2018; Marucci et al., 2018; Xue, 2017). 독일, 이탈리아, 미국 등에서는 실증 사업 단계에 있고 일본에서는 실증 사례를 기반으로 민간을 중심으로 영농형 태양광 발전 시스템을 확산하기 위한 기술개발이 진행 중에 있다. 최근 국내에서도 좁은 국토로 인한 태양광 발전자원의 부족 문제를 해소하기 위한 대안으로 영농형 태양광 발전 시스템에 관한 연구들이 진행되고 있다. 이와 유사한 국내 연구로 농업용 저수지(이인주 등, 2017), 돈사의 지붕(김진형 등, 2015) 등을 활용하여 태양광 발전을 시도한 연구들도 있다.

본 연구에서는 한국남동발전(KOEN)에서 국내 최초로 구축한 계통연계형 영농형 태양광 발전 시스템의 실증 사례를 분석하고, 분석결과를 토대로 제도 개선 측면과 비즈니스 모델 개발 측면에서 영농형 태양광 발전 시스템의 활성화 방안을 제안하는 것을 목적으로 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 영농형 태양광 발전 시스템에 관한 개념을 설명하고, 국내외 영농형 태양광 발전 사례들을 살펴본다. 3장에서는 태양광 모듈 배치 계획을 수립하기 위하여 실시한 시뮬레이션 과정과 실제 태양광 발전 시설이 태양광 모듈 계획에 따라 농지에 설치되는 과정을 기술하고, 설치된 영농형 태양광의 월별 발전량과 태양광 모듈 하부의 농지에서 생산된 벼의 수확량을 분석한다. 4장에서는 분석 결과를 토대로 영농형 태양광 발전 산업을 활성화 시킬 수 있는 정책들을 제

시하고, 농민에게는 수익 증대효과를 안겨주고 사업자에게는 영농형 태양광 발전사업을 확장시킬 수 있는 새로운 비즈니스 모델들을 제안한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 요약과 함께 향후 발전 방향에 대해 다룬다.

II. 영농형 태양광 발전 현황

2.1 영농형 태양광 발전 시스템

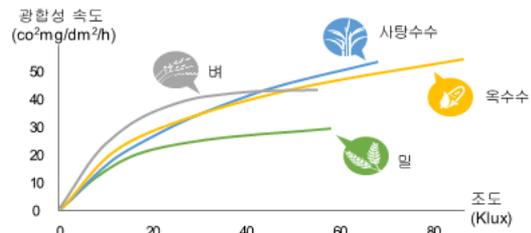
영농형 태양광 발전 시스템은 <그림 1>의 a)와 같이 농지에 태양광 발전설비를 설치하여 영농과 발전을 동시에 가능하게 해주는 시스템이다. <그림 1>의 b)와 같이 일반적으로 광포화점을 초과하는 태양광은 벼의 광합성에 더 이상 영향을 미치지 않기 때문에, 영농형 태양광 발전 시스템에서는 <그림 1>의 c)와 같이 초과된 빛 에너지를 전력생산에 이용하는 원리를

활용하고 있다. 이런 작물의 광포화도 원리를 이용하여 토양의 손실 및 토지의 형질변경 없이 농지의 기능을 계속 유지하면서 농작물의 잉여 광합성 태양 에너지를 태양광 발전 에너지로 활용하는 사업이다. 이를 통해 농가에서는 작물 생산에 따른 수익과 함께 전력 생산에 따른 수익을 추가로 얻을 수 있어 농가 수익을 높이는 효과를 기대할 수 있다.

특히 논을 대상으로 하는 영농형 태양광 발전의 활성화는 식량안보와 농가소득 지지를 위해 정부에서 시행하고 있는 벼 재배면적을 연 5만ha씩 감축하는 생산조정제, 국내 농지 면적의 3.2%인 휴경지제도, 변동직불금으로 농가소득을 지지하는 직불금제도 등을 개선할 수 있다. 또한 농경지 감소 부지와 휴경지 및 생산조정대상 농지 등 양질의 발전환경을 가진 농경지를 재생에너지 발전 부지로 활용함으로써 앞서 언급한 ‘재생에너지 3020 이행계획’의 목표를 조기 달성할 수 있다. 즉, 농경지를 활용한



a) 영농형 태양광 설비구조



b) 농작물 별 조도와 광합성 속도의 관계



c) 태양광 발전과 농사에 사용되는 일조량

<그림 1> 영농형 태양광 발전 시스템의 설비구조 및 농사와 태양광 발전의 병행 원리

전력생산이 발전 부지 이슈를 가지고 있는 전력산업과 소득과 식량안보 이슈를 가지고 있는 농업을 접목할 수 있는 새로운 융복합 산업이 될 수 있다.

2.2 영농형 태양광 발전 사례

최근까지 진행된 영농형 태양광 발전 시스템에 관한 연구들은 주로 농작물과 농지 종류의 다양성을 고려한 전용구조물 개발, 농업형 전용 모듈의 개발, 태양광 발전시스템의 하부 농작물의 생육분석 및 표준재배 기술의 개발, 그리고 ICT를 활용한 스마트 영농기술과 계통연계 사업화 방안 등을 중심으로 이루어지고 있다. 본 절에서는 이와 관련된 국내외 주요 사례들을 살펴보고자 한다.

먼저 일본에서는 2011년 3월 후쿠시마 원자력사고 이후 원자력 이외의 발전에 대한 관심이 높아졌으며, 전력수요 증가에 대응하기 위한 방안 중 하나로 Solar Sharing이라는 영농형 태양광 사업을 추진하고 있다(Ho, 2013). 일본의 영농형 태양광 사업은 주로 민간에서 50kW 이하의 소규모로 진행되고 있지만, 정부 차원에서의 노력도 추진하고 있다. 예를 들어, 일본농림수산성에서는 영농형 태양광 발전설비와 관련하여 농지 전용을 허가하는 제도를 제정하였고(일본농림수산성, 2013), 그 결과 2013년 6개소였던 영농형 태양광 발전의 수가 최근에는 1,000개소 이상으로 증가하였다. Solar Sharing의 대표적인 연구 분야는 태양광 패널 하부의 농작물에 필요한 일사량 확보를 위한 패널의 소형화, 태양광 발전설비의 설치와 해체가 용이한 단순 조립구조 개발, 그리고 콘크리트 기초

대신 토양 훼손을 방지할 수 있는 스파이럴과 일 기초 개발, 전력생산에 충분한 일사량 확보를 위한 회전식 패널 기술 연구 등이 있다.

독일에서는 2015년부터 APV-RESOLA 컨소시엄(www.agrophotovoltaik.de)을 중심으로 영농형 태양광 시범사업을 추진하고 있다. APV-RESOLA 컨소시엄에서는 2016년 9월 실증 플랜트로 Lake Constance 지역에 50톤 규모의 양면형 태양광 모듈 720개를 설치하여 194.4kW의 APV를 설치하였다. 실험 지역 2.5ha의 면적 중 1/3 지역에 AVP를 설치하였고 나머지 2/3 지역은 대조군으로 설정하여 태양광 설비가 농작물성장에 미치는 영향을 실험하였다. 2017년 실증 플랜트 하부에서 첫 수확한 겨울밀, 감자, 샐러리, 클로버 잔디 중 클로버 잔디는 대조군 대비 5.3% 감소된 수준이었으나 나머지 작물의 수확 감소량은 18~19%로 다소 높게 나타났다.

이탈리아에서는 2015년 설립된 Rem Tec(www.remtec.energy)을 중심으로 영농형 태양광 프로젝트를 진행하고 있다. Agrovoltaico라고 불리는 이 프로젝트에서는 패널이 태양의 움직임을 추적하여 태양광 발전량을 극대화시키며 패널로 인한 그림자를 15% 미만으로 형성하게 한 것이 특징이다. Rem Tec의 제품 중 Tracker 2.0은 하나의 트랙에 32개 패널을 설치하며 트랙당 8.64~10.46kWp 용량이 생산된다. 또한 농사가 용이하도록 5m 높이 이상의 철 소재의 구조물을 설치하여 사람뿐만 아니라 농업용 차량이 이동할 수 있도록 하였다.

미국에서는 SolAgra(www.solagra.com)가 캘리포니아 솔라노 카운티의 라이어 섬에서 영농형 태양광 관련 실증 프로젝트를 진행하고

있다. 프로젝트는 4단계로 구성되며, 1단계에서 850kW, 2단계에서 49MW, 3단계에서 377MW, 4단계에서 294MW를 획득하는 것을 목표로 하고 있다. 이 프로젝트를 통해 태양에너지와 농작물 산출량을 위한 최적의 태양광 분할사용 기술을 찾고자 하는 것이 목적이며, 수수, 상추, 시금치, 당근, 무, 감자, 콩, 겨자 등 다양한 농작물에 대한 연구를 진행할 계획에 있다.

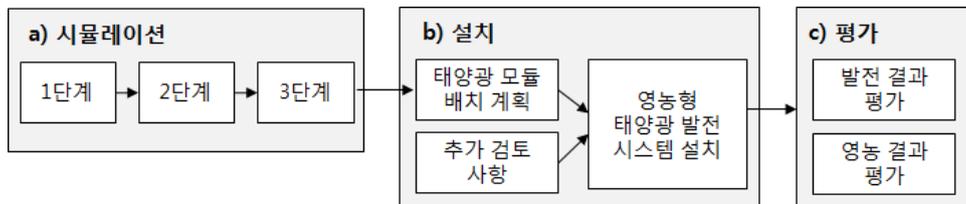
국내에서는 영월군과 ㈜영월솔라테크, KDB 금융그룹, 한국수력원자력, 남동발전 등이 컨소시엄을 구성하여 영월태양광발전사업을 진행하였다. 2013년 12월에 강원도 영월군 남면 일대의 110만㎡ 부지에 총 1400억 원을 투입해 40MW 규모의 영농복합 태양광 발전소를 설치하였고, 발전시설의 하부 27만㎡를 농지로 조성하여 산마늘과 메밀 등을 재배하였다(중앙일보, 2013). 또한 농업회사법인인 솔라팜은 2016년 5월에 충북 청주시 청원구 오창읍의 논에 논면적의 40%에 15kW의 태양광 발전설비를 설치하고 모내기를 해서 2016년 9월 기존대비 85%의 수확량을 확보하는 실증 사업을 진행하였다(임철현 등, 2018). 그리고 한국수력원자력은 2017년 4월에 경기도 가평군 설악면 미사리 일대에 2.2억 원을 투자하여 설비규모 73.125kW의 영농형 태양광을 설치하였다(한국수력원자력, 2018).

본 연구에서 영농형 태양광 발전 시스템을 구축한 점은 기존 연구들과 비슷한 점이라 할 수 있다. 그러나 국내 최초로 영농형 태양광 발전설비를 계통에 연계한 사례라는 점과 구축 결과를 활용하여 제도 개선 측면과 비즈니스 모델 개발 측면에서 영농형 태양광 발전 시스템의 활성화 방안을 제안하였다는 점에서 기존 연구와의 차별성을 가지고자 한다.

Ⅲ. 실증 사례

3.1 구축 단계 요약

본 연구에서 실시한 영농형 태양광 발전 시스템의 구축 단계를 요약하면 <그림 2>와 같다. 먼저 시뮬레이션을 통하여 태양광 모듈에 관한 배치 계획을 수립하였다. 다음으로 수립된 태양광 모듈 배치 계획과 추가 검토사항을 바탕으로 영농형 태양광 발전 시스템을 설치하였다. 끝으로 설치된 영농형 태양광과 일반 태양광의 발전량을 비교하는 실험을 통해 발전 결과를 평가하였고, 영농형 태양광 설치 부지와 비교 부지에 재배된 벼의 생산량을 비교하는 실험을 통해 영농 결과를 평가하였다.



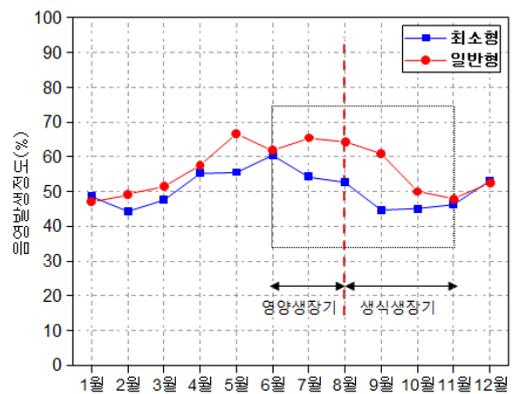
<그림 2> 구축 단계

3.2 태양광 모듈 배치 계획 수립

한국남동발전은 2017년 3월부터 현재까지 경남 고성군 하이면 덕호리에 위치한 농지 2천평을 대상으로 영농형 태양광 발전 시스템에 관한 구축 사업을 진행하고 있다. 본 사업의 경우 국내 최초로 영농형 태양광 발전설비를 계통에 연계하는 사례이기 때문에, 영농형 태양광의 실증 목표를 일반 태양광의 발전량 이상을 확보하는 것으로 설정하였다. 일반적으로 태양광 모듈의 규격과 배치는 태양광의 발전량에 많은 영향을 준다. 따라서 영농형 태양광을 실제로 설치하기 이전에 설치 장소의 주변 환경과 일사량 등과 같은 특성이 반영된 태양광 모듈 배치 계획이 마련되어야 한다. 일반적으로 현실 세계에 존재하는 실제 시스템을 단순화하여 모형으로 표현하고 그 성능을 평가하기 위해서는 시뮬레이션 기법이 활용된다(조다설, 김준우, 2018). 본 연구에서는 시뮬레이션을 통해 태양광 모듈 배치 계획을 수립하고자 하며, 태양광 발전에 영향을 주는 요소인 모듈의 크기, 모듈의 깔기 형태, 모듈의 배치 수량 관점에서 시뮬레이션을 실시하고자 한다.

먼저 시뮬레이션 1단계에서는 모듈의 크기에 따른 음영발생정도를 분석하였다. 시뮬레이션에 사용될 모듈의 유형은 국내에서 계통연계가 가능한 최소규격인 130Wp(32cell, 1,348×680mm)급 최소형 모듈과 국내에서 많이 생산되고 있는 규격인 300~400Wp(72cell, 1,970×990mm)급 일반형 모듈을 선정하였다. 이때 배치간격은 일본의 선행연구에서 권고한 차광률 30%를 준용하였다. 여기서 차광률이란 대상 부지의 전체 면적 대비 태양광 발전 모듈의 총면적에

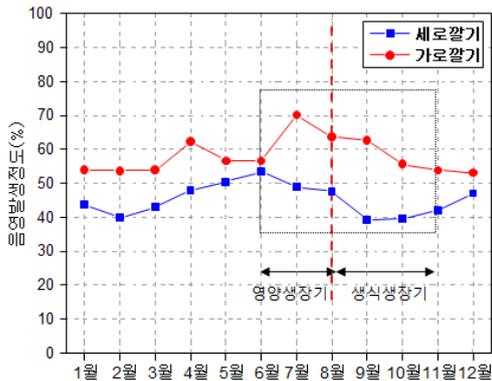
대한 비율을 말한다. <그림 3>은 최소형 모듈과 일반형 모듈을 동일 면적에 배치한 후 모듈에 의한 음영발생정도를 월별로 분석한 결과를 보여준다. 음영발생정도는 일사량의 최대값 대비 일사량의 최대값과 최소값의 차이를 비율로 나타낸 것이다. 연평균 음영발생정도는 일반형이 56%, 최소형이 51%로 최소형이 5% 낮게 나왔다. 또한 벼의 생식생장기간에도 일반형은 평균 58%, 최소형은 평균 51%로 최소형이 7% 낮게 나오는 것으로 분석되어 모듈의 크기는 최소형 모듈을 선정하는 것으로 결정하였다.



<그림 3> 모듈의 크기에 따른 월별 음영발생정도

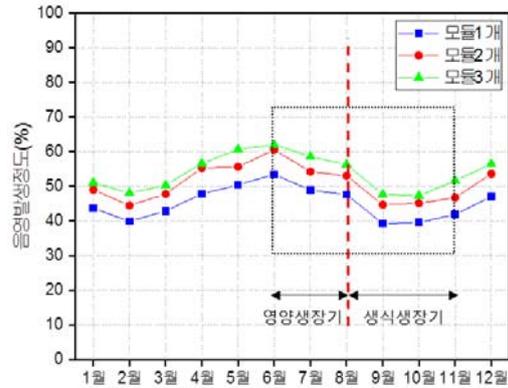
다음으로 시뮬레이션 2단계에서는 모듈의 깔기 형태에 따른 음영발생정도를 분석하였다. 1단계 시뮬레이션 결과로 선정된 최소형 모듈을 세로로 배치하는 방식과 가로로 배치하는 방식으로 구분하여 분석을 실시하였다. <그림 4>는 모듈의 깔기 형태에 따른 월별 음영발생정도를 보여준다. 연평균 음영발생정도는 세로 깔기가 45%로 가로깔기 58%보다 13% 낮게 나왔다. 그리고 벼의 생식생장기간에도 세로깔기

는 평균 42%, 가로깔기는 평균 59%로 세로깔기가 17% 낮은 것으로 분석되어 깔기 형태는 세로깔기를 선정하는 것으로 결정하였다.



<그림 4> 모듈의 깔기 형태에 따른 월별 음영발생정도

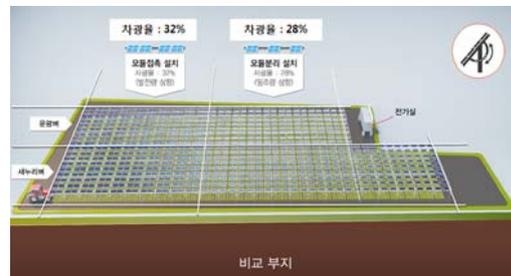
마지막 시뮬레이션 3단계에서는 모듈의 배치 수량에 따른 음영발생정도를 분석하였다. 배치 수량은 2단계에서 나온 세로깔기를 기준으로 모듈의 배치 수량이 1개인 독립형, 2개인 연결형, 3개인 연결형으로 구분하여 분석을 실시하였으며 그 결과는 <그림 5>와 같다. 연평균 음영발생정도는 독립형은 45%, 2개 연결형은 51%, 그리고 3개 연결형은 54%를 기록하였으며, 벼의 영양생장기와 생식성장기에도 이런 차이는 유사하게 나타났다. 배치 수량에 의한 음영발생정도는 독립형과 2개 연결형 간에 큰 차이가 발생하지 않는 것으로 판단하여 발전량 비교를 위해 두 가지 형태를 모두 설치해 보는 것으로 결정하였다.



<그림 5> 모듈의 배치 수량에 따른 음영발생정도

3.3 영농형 태양광 발전 시스템 설치

<그림 6>은 앞서 진행된 시뮬레이션의 결과를 종합하여 결정된 최종 모듈 배치 계획을 도식화하여 보여주고 있다. 모듈 규격은 국내에서 계통연계가 가능한 최소규격인 130Wp급 최소형으로 결정하였고, 깔기 형태는 벼의 영양생장기와 생식성장기 동안 보다 안정적인 음영발생정도를 나타낸 세로깔기로 결정하였다. 또한 배치 수량은 독립형과 2개 연결형으로 구분하여 독립형은 차광율 28%를 기준으로 700평 중 약 57%에 해당하는 400평에 설치하고, 2개 연결형은 차광율 32%로 약 43%인 300평에 설치하는 것으로 결정하였다.



<그림 6> 영농형 태양광 발전의 모듈 배치 계획

이때 태양광 어레이에 관한 설치 형태도 함께 검토하였다. 태양광 어레이란 태양광 모듈의 묶음을 말하는데, 본 연구에서는 발전 효율, 경제성, 음영에 의한 농작물의 영향을 고려하여 태양광 어레이의 형태를 가변 고정식으로 결정하였다. 또한 모듈을 설치하기 위한 구조물은 일본의 선행연구를 참조하여 농지 훼손을 최소화하는 방안을 활용하기로 하였다. 기초는 콘크리트 구조물을 사용하지 않고 용융아연도금 파이프를 스크류 타입으로 제작하여 설치하였으며, 농지 상부에 설치하는 구조물은 추후 농지의 원상복구가 용이한 파이프 구조를 선택하였다. 그리고 농지에 상시 물이 차있는 환경을 고려하여 일반 용융아연도금 대비 5배 이상의 내식성이 우수한 제품을 사용하였다. <그림 7>은 최종 모듈 배치 계획과 추가로 검토된 사항들을 바탕으로 영농형 태양광 발전 시스템이 설치되는 과정을 보여준다.

3.4 영농형 태양광의 발전 결과

설치된 영농형 태양광과 일반 태양광의 발전량과 이용률을 비교하는 실험을 진행하였다. 여기에서 비교군인 일반 태양광은 영농형 태양광 인근에 2016년 12월에 준공한 1MW급 태양광

을 사용하였다. <표 1>은 영농형 태양광과 일반 태양광의 발전량과 이용률을 비교한 결과를 보여주고 있다. 영농형 태양광의 경우 설치 후 약 10개월간 평균 17.66%의 이용률로 총 12만 2천kWh를 발전하였다. 일반 태양광은 동일한 기간 동안 평균 16.28%의 이용률로 총 1천 2백 6십만kWh를 발전하였으며, 이를 영농형 태양광 발전의 설치용량으로 환산하면 11만 9천 kWh를 발전한 것과 동일하다. 이를 통해 영농

<표 1> 영농형 태양광과 일반 태양광의 발전량 및 이용률 비교

구분	영농형 태양광	일반 태양광
용량(kW)	99.84	10,587.00
발전량 (kWh)	2017년 06월 (6/19~6/30)	509,856
	2017년 07월	1,236,922
	2017년 08월	1,439,310
	2017년 09월	1,355,234
	2017년 10월	1,210,090
	2017년 11월	1,295,607
	2017년 12월	843,376
	2018년 01월	1,243,507
	2018년 02월	1,027,826
	2018년 03월	1,375,309
	합계	121,892
평균 이용률(%)	17.66%	16.28%



<그림 7> 영농형 태양광 발전 시스템 설치 과정

형 태양광이 일반 태양광 보다 이용률은 1.38% 높게 나왔고, 발전량도 3천kWh를 더 발전한 것을 알 수 있었으며 초기 계획하였던 실증 목표를 달성할 수 있었다. 영농형 태양광이 별이 잘 드는 곳에 설치되었고, 태양광 패널의 바닥이 물이 차 있는 논이라는 점, 그리고 낮은 설비밀도로 인하여 모듈 표면의 온도 상승이 일반 태양광보다 낮다는 점이 그 원인으로 분석되었다.

3.5 영농형 태양광의 영농 결과

일본 농림수산청은 영농형 태양광 사업을 지침으로 제정하여 관리하고 있다(일본농림수산성, 2013). 여기에는 모든 농지에 일시전용허가를 할 수 있으며 3년마다 전용기간을 갱신하는 조건이 포함되어 있다. 그러나 하부 농지에서 생산된 농작물의 품질에 현저한 열화가 발생하거나 하부 농지의 단수가 같은 해 지역의 평균 단수와 비교하여 20% 이상 감소하는 경우에는 허가가 취소된다. 따라서 본 연구에서도 이 지침을 준용하여 수확량을 비교 부지 대비 80% 이상을 유지하는 것을 목표로 하였다.

본 연구에서는 현재 일반 농가에서 많이 재배하고 있는 조생종 윤광벼와 중만생종 새누리벼를 영농형 태양광 설치 부지와 비교 부지에 재배할 벼로 선택하였으며, 농촌진흥청의 벼 표 준재배법에 따라 벼를 재배하였다. 그 결과, 영농형 태양광 부지에서의 농사는 모듈 설치 구조물에 의해 재식밀도가 비교 부지에 비해 14.3% 감소하였고, 벼 생육은 모듈에 의한 일조부족으로 비교 부지에 비해 초장은 조금 길어졌으나 유효분얼수의 영향은 없었다. 영농형 태양광 부지에 있는 초기 벼 잎의 엽록소 함량

과 형광은 비교 부지와 차이가 없었으나 출수기 이후 모듈에 의한 차광 발생으로 인해 노화의 지연현상이 나타났다. 그 결과 벼의 숙기가 느려지고 일반적인 수확적기보다 더 늦은 시기에 수확이 가능하게 되었다. 윤광벼의 현미수량은 독립형 모듈 부지에서 444.8kg/10a, 2개 연결형 모듈 부지에서 452.0kg/10a가 생산되었고, 같은 시기 비교 부지에서는 547.9kg/10a가 생산되어 각각 18.8%와 17.5%의 수량 감소가 있었다. 새누리벼의 경우는 독립형 모듈 부지에서 471.9kg/10a, 2개 연결형 모듈 부지에서 470.5kg/10a가 생산되었고, 비교 부지에서는 555.5kg/10a가 생산되어 각각 15.0%와 15.3%의 수량감소가 있었다. 이를 통해, 영농형 태양광 설치 부지에서는 비교 부지 수확량의 80% 이상을 생산하여 목표 수확량을 달성하였다.

IV. 활성화 방안

4.1 제도 개선 방안

향후 영농형 태양광 발전 산업의 활성화를 위해서는 다양한 법규 개정과 새로운 제도적 장치들이 마련되어야 한다. 본 절에서는 농지관련 법규 개정과 공급인증서 제도 도입 측면에서 제도 개선 방안들을 언급하고자 한다.

4.1.1 농지관련 법규 개정

현행 농지법상 영농형 태양광 발전설비 설치 행위는 ‘농지법 제32조’에 따라 용도구역별로 제한하고 있으며, ‘농지법 제34조’에 따라 전용허가를 받아야만 한다(법제처, 2018). 현재 진

행되고 있는 실증 사업은 동법의 조건으로 사업이 추진되고 있지만 아래와 같이 활성화 위한 법규 개정이 검토되어야 한다.

첫째, 용도구역 중 농업진흥구역내에서 태양광 발전설비 설치 행위를 할 수 있도록 하여야 한다. ‘농지법 제32조’에는 용도구역별로 행위를 제한하고 있다. 용도구역은 농업보호구역과 농업진흥구역으로 구분되며, 현재 농업보호구역에는 태양광 발전설비를 설치할 수 있지만 농업진흥구역에는 ‘농지법 시행령 제29조’에 따라 건축물의 지붕이나 시설물외에는 태양광 발전설비를 설치할 수 없다(법제처, 2019). 최근 법령 개정을 통해 농업진흥구역에 설치할 수 있는 범위가 넓어졌다고는 하지만 영농형 태양광 발전사업은 농지를 훼손하거나 형질을 변경하지 않고 종전과 동일한 농업 생산 행위를 병행하는 사업인 만큼 용도구역별로 설치행위에 제한을 두지 않아야 한다.

둘째, 사업허가를 전용이 아닌 타용도에 대한 일시 사용을 허가해야 한다. 현행 농지의 타용도 일시 사용허가는 ‘농지법 제36조’에 따라 간이시설의 설치, 주목적 사업을 위한 현장사무소나 부대시설, 그 밖에 이에 준하는 시설을 설치하는 경우로 한정적으로 열거하고 있고, 농지를 전용하려면 농지전용부담금을 추가로 지불해야 한다. 따라서 영농형 태양광 발전설비를 설치하기 위해서는 ‘농지법 제34조’에 따라 전용허가를 받아야 한다. 여기에서 농지의 전용이란 ‘농지법 제2조’에 농작물의 경작이나 다년생 식물의 재배 등 농업생산 또는 농지개량외의 용도로 사용하는 것을 말한다. 하지만, 영농형 태양광 발전설비는 농지의 지표에 설치되는 지주 등 극히 일부분을 제외한 나머지 대부분이

농지의 상부에 설치되며, 발전설비의 내구연한이 경과된 이후에는 철거를 통한 원상복구가 가능하다. 따라서 발전설비 설치가 농지를 전용한다는 개념보다는 일부분이 타용도로 사용된다는 개념에 더 부합하기 때문에 타용도에 대한 일시 사용을 허가하는 것이 합리적이라고 판단된다.

4.1.2 공급인증서 제도 도입

영농형 태양광사업을 활성화시키기 위해서는 농민의 소득을 증가시켜 수용성을 먼저 확보하여야 한다. 기본적인 사업의 경제성과 이익에 대한 배분을 위해서는 사업자의 공사비 절감과 같은 노력도 필요하지만, 다음과 같은 정부의 제도적인 노력도 뒷받침되어야 한다.

첫째, 농민의 소득 증대를 확보하기 위해 <표 2>와 같이 별도의 공급인증서(renewable energy certificate: REC) 가중치를 신설해야 한다. 태양광사업의 소득은 전력 판매 수익과 REC 판매 수익으로 구성된다. REC 판매 수익은 REC에 설치위치와 규모에 따른 가중치를 차등 적용하여 산정한다. 하지만 영농형 태양광은 별도의 항목으로 분류가 되어 있지 않아 설치규모를 증가하면 가중치가 줄어드는 일반 부지의 가중치를 적용하고 있다. 일반적으로 영농형 태양광에서는 패널에 의한 그늘이 발생하기 때문에 패널을 소형화하여 설치해야 한다. 이때 일반 부지에 설치되는 태양광 보다 약 1.5배의 면적이 더 필요하다. 또한 사업초기인 만큼 설치 공사비도 일반 태양광 보다 약 20% 정도 높다. 따라서 영농형 태양광 발전의 경제성을 확보하고 더 많은 이익을 농민들에게 배분하기 위해서는 설치규모에 상관없이 별도의 REC 가

중치를 신설하는 것을 고려해 볼 필요가 있다.

<표 2> 영농형 태양광의 REC 가중치 예

구분	일반 부지에 설치			수면에 부유하여 설치
	100kW 미만	100kW~3,000kW	3,000kW 초과	
REC 가중치	1.2	1.0	0.7	1.5

둘째, 주민참여형 조건을 최대한 완화한 REC 우대조건을 신설해야 한다. 현재 정부는 주민참여형으로 농촌태양광사업을 추진할 경우 참여율이 일정비율 이상인 경우 REC 가중치를 10~20% 우대해 주고 있다. 하지만 주민참여형으로 인정을 받기 위해서는 설비용량 1,000kW 이상에 대해 참여주민은 해당 발전소로부터 반경 1km 이내에 소재하는 읍면·동에 1년 이상 주민등록이 되어 있는 자가 5인 이상이어야 하며, 주민의 1인당 투자금은 전체 주민 투자금의 30% 미만이어야 한다는 조건을 만족해야 한다. 또한 설치를 위한 자금을 정책융자로 받고자 하는 경우에는 외지인이 참여할 수 없다. 이러한 많은 제약조건으로 농촌태양광사업은 주민참여형으로 활성화되지 못한 만큼 영농형 태양광사업은 참여주민의 수, 주민 1인당 투자비율, 외지인 참여시 정책금융지원 배제 등을 최대한 완화하는 우대조건들을 마련해야 하며, 동시에 <표 3>과 같이 주민참여형의 유형

<표 3> 주민참여형의 유형에 따른 영농형 태양광의 REC 가중치 예

주민참여형의 유형	일반 부지에 설치			수면에 부유하여 설치
	100kW 미만	100kW~3,000kW	3,000kW 초과	
참여 없을 때 REC 가중치	1.2	1.0	0.7	1.5
지분비율 10% 및 총사업비 2% 이상일 때 REC 가중치	1.2	1.1	0.8	1.6
지분비율 20% 및 총사업비 4% 이상일 때 REC 가중치	1.2	1.2	0.9	1.7

에 따른 REC 가중치도 별도로 신설해야 한다.

4.2 비즈니스 모델 개발

본 절에서는 농민이 보유한 토지의 사용권을 근거로 부지임대 또는 현물출자 등과 같이 직접적으로 사업에 참여할 수 있는 비즈니스 모델을 제안하고, 각 비즈니스 모델에 대한 경제성 평가와 민감도 분석을 실시한 결과를 보여주고자 한다.

4.2.1. 부지임대형 모델

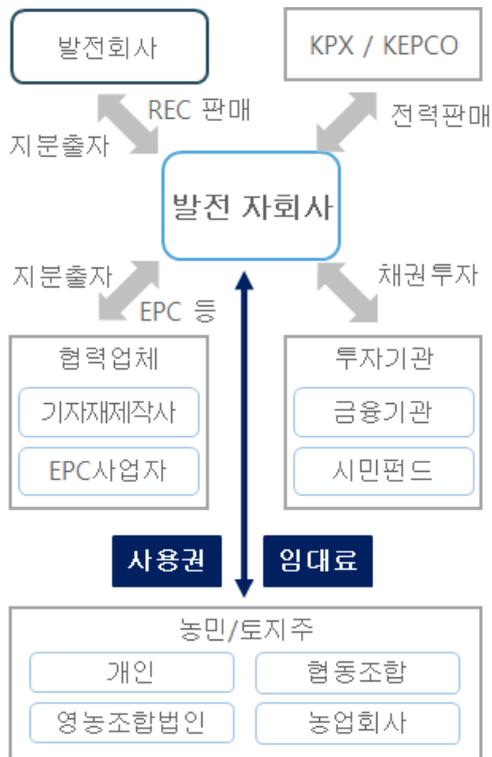
부지임대형 모델은 <그림 8>과 같이 발전회사가 사업개발, 설계조달시공(engineering procurement construction: EPC), 운영 및 전력거래, 유지보수 등의 대부분 사업영역을 직접 운영하고, 농민(토지주)은 보유한 토지의 사용권을 제공하여 임대료를 수수하는 모델이다. 이 비즈니스 모델에는 전반적으로 농민참여를 유인하기 위한 적정 임대료 산정의 어려움, 조합과의 계약시 토지주 개인과 조합간의 이익 배분문제, 농지의 경관 문제 등이 존재한다. 그러나 농민(토지주)의 경우 기존 농토 대비 수확량은 일부 감소하지만 안정적인 임대수익 확보가 가능함에 따라 전체적인 수익 증가효과를 기대할 수 있으며 사업의 위험부담도 최소화할 수

있다. 그리고 발전회사의 경우 안정적인 일조량을 얻을 수 있는 태양광 사업부지를 확보할 수 있으며, 사업 수익성이 향상된 만큼 추가 수익이 발생하게 된다. 그러나 향후 일본의 지침과 같이 우리나라도 수확량이 80% 미만일 경우 사업을 중단한다는 관련규정이 제정될 경우에는 사업 중단의 위험이 존재하게 된다.

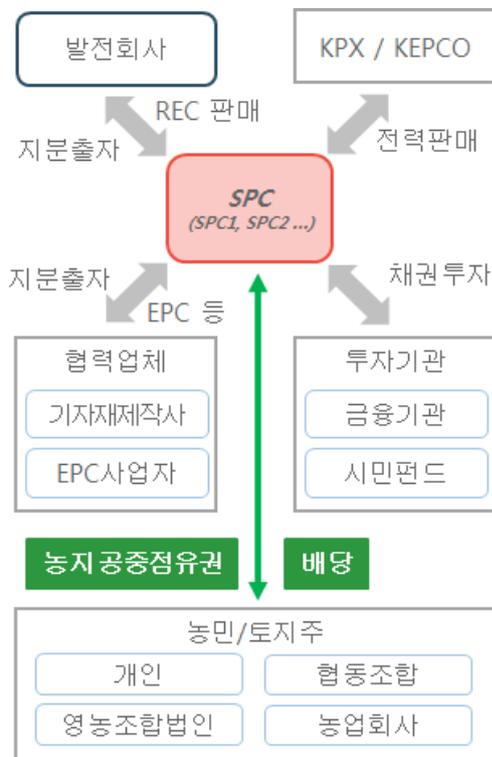
4.2.2 농민참여형 모델

농민참여형 모델은 <그림 9>와 같이 농민이 함께 투자할 수 있도록 특수목적회사(special purpose company: SPC)를 설립하고, 발전회사는 영농형 태양광 발전의 사업자로서 사업개발, 운영 및 전력거래, 유지 보수 등을 수행하고, 농

민(토지주)은 토지의 현물출자(농지공중점유권)를 통한 배당으로 수입을 확보하는 비즈니스 모델이다. 이 비즈니스 모델은 농민(토지주)은 고정적인 임대 수익이 없어지고 사업 위험을 분담해야 하지만 부지의 공중사용권을 제공하여 직접 사업운영을 통한 잉여수익의 확보가 가능하여 부지임대형 모델 대비 높은 수익의 창출을 기대할 수 있다. 그러나 향후 사업을 계속하기 위해 수확량을 80% 이상 생산해야하는 노력도 필요하다. 그리고 발전회사 및 기타 투자자는 주주의 다양한 이해관계가 존재하지만, 농민참여로 인해 저리의 정책자금 차입이 가능하고 사업 중단의 위험을 줄일 수 있는 장점이 있다.



<그림 8> 부지임대형 모델



<그림 9> 농민참여형 모델

4.2.3 경제성 평가 및 민감도 분석

앞서 제시된 비즈니스 모델들이 시장에서 성장하기 위해서는 투자 수익에 대한 신뢰할 만한 데이터가 제시되어야 한다(임명성 등, 2010). 이를 위해 본 연구에서는 영농형 태양광 발전 시스템의 실증 사례를 통해 획득한 데이터를 활용하여 부지임대형 모델과 농민참여형 모델에 대한 경제성 평가를 실시하였다.

<표 4>는 각 비즈니스 모델에 대한 경제성 평가 결과를 보여주고 있다. 여기에서 영농형 태양광을 설치하지 않은 농민의 경우 연소득 금액을 약 96만 원으로 산정하였다. 부지임대형 모델의 경우 수확량 감소에 따른 농민 수익 감소 금액을 연간 약 12만 원으로 추정하면 사업 시 소득은 약 84만 원이 된다. 이 소득을 농민에게 지급 가능한 연간 임대료 약 207만 원에 추가하면 약 291만 원의 소득이 가능하여 최종 약 200%의 소득 증가 효과를 얻게 된다.

농민참여형 모델의 경우 앞서 언급한 영농형 태양광 사업 소득인 약 84만 원을 SPC에 참여한 농민에게 지급 가능한 연간 배당금인 약 320만 원에 추가하면 약 404만 원의 소득이 가능하여 최종 약 320%의 소득 증가 효과를 기대할 수 있다.

다음으로 부지임대형 모델과 농민참여형 모델에 대한 민감도 분석을 실시하였다. 부지임대형 모델의 경우 농민 소득과 발전회사의 수익에 영향을 주는 EPC 비용과 REC 가중치를 중심으로 민감도 분석을 실시하였다. 그 결과 <표 5>와 같이 EPC 비용을 10%씩 줄일 때 마다 농민소득은 약 200%씩 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 REC 가중치를 기존 1.2에서 1.0으로 낮춘 결과 발전회사는 내부수익률(internal rate of return: IRR) 비율이 약 23% 하락하여 사업의 수익성이 크게 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

<표 4> 비즈니스 모델별 경제성 평가 결과

구분		부지임대형	농민참여형
실증 사업	공통사항	[실증 사업 데이터 적용] 설비용량: 99.84kW, 설치 면적: 2,284m ² (약 700평) 총투자비: 2억 34백만 원, REC 가중치: 1.2 [실증 사업 데이터 변형] 이용율: 15.64%, 연 발전량: 136,821kWh	
사업 조건	농민 참여방법	부지 임대 → 임대인	현물 출자 → 주주
	자금조달	부채/자본: 0/100 주주 요구수익률 5.2%	부채/자본: 80/20 이자율 3.0%, 주주(농민제외) 요구수익률 5.2%
사업성 분석 (700평당)	농업소득 + 농업보조금 (이전소득)	기존소득(96만 원)-수확량 감소(12만 원)=사업시 소득(84만 원) ※ 통계청 기준 환산: 농업소득(64만 원)+농업보조금(32만 원)	
	태양광소득 (농업 외 소득)	임대료 207만 원/년	배당금 320만 원/년
	소득 합계	291만 원/년	404만 원/년
	농민소득 증가율	200%	320%

<표 5> 부지임대형 모델의 민감도 분석 결과

a) EPC 비용

구분	Base (23,400만 원)	-10% (21,060만 원)	-20% (18,950만 원)
Equity 수익성 (IRR)	5.2%	5.2%	5.2%
임대료 수입(만 원/700평)	207	405	583
농민소득증가율	200%	410%	600%

b) REC 가중치

구분	Base (REC 1.2)	(REC 1.0)	(REC 0.7)
Equity 수익성 (IRR)	5.2%	4.03%	2.15%
임대료 수입(만 원/700평)	207	207	207
농민소득증가율	200%	200%	200%

<표 6> 농민참여형 모델의 민감도 분석 결과

a) EPC 비용

구분	Base (23,400만 원)	-10% (21,060만 원)	-20% (18,950만 원)
Equity 수익성 (IRR)	5.2%	5.2%	5.2%
임대료 수입(만 원/700평)	320	454	564
농민소득증가율	320%	460%	580%

b) REC 가중치

구분	Base (REC 1.2)	(REC 1.0)	(REC 0.7)
Equity 수익성 (IRR)	5.2%	2.02%	-3.04%
임대료 수입(만 원/700평)	320	204	23
농민소득증가율	320%	200%	11%

c) 채권 이자율

구분	Base (3%)	(3.5%)	(4%)
Equity 수익성 (IRR)	5.2%	4.36%	3.52%
임대료 수입(만 원/700평)	320	289	257
농민소득증가율	320%	290%	250%

농민참여형 모델의 경우 EPC 비용과 REC 가중치를 비롯해 SPC의 자산 유동화에 영향을 주는 채권 이자율을 중심으로 민감도 분석을 실시하였다. 그 결과 <표 6>과 같이 EPC 비용을 처음 10% 줄일 때에는 농민소득이 약 140% 증가하나, 향후 10%씩 줄일 때에는 100~120%로 증가하는 것으로 나타나 부지임대형과 동일

하게 EPC 비용의 절감에 대한 소득 증대를 기대해 볼 수 있다. REC 가중치는 기존 1.2에서 1.0으로 낮추게 되면 농민소득은 약 120%가 줄어들어 약 288만 원으로 수익이 크게 줄어들며, 발전회사 또한 IRR 비율이 약 60% 하락하여 수익성이 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 이때 가중치 0.7을 적용할 경우에는 발전회사의 IRR

이 -3.04%로 나타나 사업의 경제성이 없는 것으로 나타났다. 채권이자율 또한 0.5%씩 상승할 때 마다 농민소득은 약 40%씩 줄어들며, 발전회사의 IRR 비율도 0.8~0.9%가 줄어드는 것으로 분석되었다.

V. 결론

세계는 화석에너지에서 친환경 재생에너지의 시대로 빠르게 전환되고 있으며 이러한 변화에 발 빠르게 대응하여 미래 에너지 시장에서의 경쟁력을 확보하는 것이 중요하다. 우리나라는 좁은 국토의 대부분이 산지로 구성되어 있어 태양광, 풍력 등 재생에너지를 생산하기에 여러 한계를 가지고 있다. 이러한 국내 환경에 있어서 농경지에서 활용 가능한 영농형 태양광 발전은 우리나라의 재생에너지 산업을 활성화시킬 수 있는 좋은 모델 중 하나라 할 수 있다.

본 연구에서는 한국남동발전에서 구축한 영농형 태양광 발전 시스템의 실증 사례를 분석하였다. 시뮬레이션을 통해 태양광 모듈이 설계되는 과정을 보여주었고, 설계된 태양광 모듈에 따라 실제 영농형 태양광 발전 시스템이 구축되는 과정도 설명하였다. 또한 설치된 영농형 태양광 발전 시스템의 월별 발전량과 태양광 모듈 하부의 농지에서 생산된 벼의 수확량을 분석하였고 그 결과 계획하였던 발전과 영농의 실증 목표를 모두 달성한 것을 확인할 수 있었다. 다음으로 국내에서 이러한 영농형 태양광 발전 산업을 활성화시키기 위하여 제도적 차원에서 농지관련 법규 개정 방안과 REC 제도 개선 방안을 제시하였다. 또한 농민과 사업자의

참여를 증대시키기 위한 새로운 비즈니스 모델로 부지임대형 모델과 농민참여형 모델을 제안하였고, 각 모델에 대한 경제성 평가와 민감도 분석을 실시하였다.

현재 국내의 영농형 태양광 발전은 아직 초기 단계로 대부분의 연구들이 대부분 일부 공기업, 소규모의 영농법인, 연구소 등을 중심으로 개별적으로 이루어지고 있어 두드러진 연구 성과가 도출되거나 영농형 태양광 발전 사업이 전국적으로 확산되는 것에 많은 어려움이 있다. 따라서 영농형 태양광 발전사업의 성공을 위해서 정부 주도로 법률 및 제도의 정비, 비즈니스 모델의 개발 및 검증, 영농형 태양광 발전설비에 관한 기술 표준 개발 등과 같은 노력이 필요하다. 또한 기존의 태양광 발전설비를 다양한 작물재배기준에 맞추어 효과적으로 설치할 수 있는 기술들도 지속적으로 개발되어야 한다.

참고문헌

- 국가통계포털, 경지이용면적 및 경지이용률, 2017, Available: <http://kosis.kr/>.
- 김지용, 송재준, 이지은, “태양광발전소의 입지에 따른 환경문제 해결방안,” 한국환경기술학회지, 제12권, 제2호, 2011, pp. 141-147.
- 김진현, 정성진, 김태욱, 김현태, 최준학, 하유신, “비표준형 돈사의 지붕을 활용한 태양에너지 설비에 관한 연구,” 농업생명과학연구, 제49권, 제2호, 2015, pp. 145-152.
- 법제처, 농지법, 법률 제14985호, 2018.

- 법제처, 농지법 시행령, 대통령령 제29421호, 2019.
- 산업통상자원부, 재생에너지 3020 이행계획 (안), 2017. 12.
- 이상훈, “한국에서 재생에너지 확대를 위한 정책적 과제,” 환경법과 정책, 제12권, 2014, pp. 63-82.
- 이인주, 주진철, 이창신, 김가영, 우도영, 김재학, “수상 회전식 태양광 발전시설 설치에 따른 농업용 저수지의 수질변화 평가,” 대한환경공학회지, 제39권, 제5호, 2017, pp. 255-264.
- 일본농림수산성, 영농형 태양광 발전설비 등에 대한 농지 전용 허가제도, 2013, Available: <http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/noukei/pdf/130401-01.pdf>.
- 임명성, 정태석, 문용은, “비즈니스 모델을 기반으로 서비스 시스템 모델 개발에 관한 연구,” 정보시스템연구, 제19권, 제4호, 2010, pp. 1-24.
- 임철현, 김근호, 이석호, 남재우, 장영섭, 이상록, “국내외 영농형 태양광 발전 시스템 추진동향 및 가치사슬 분석,” 태양에너지, 제16권, 제2호, 2018, pp. 31-38.
- 조다설, 김준우, “3D 팩토리 시뮬레이션 기술의 특징과 응용 분야에 대한 고찰,” 정보시스템연구, 제27권, 제4호, 2018, pp. 35-70.
- 조영혁, 백승엽, 최원용, 정대울, “분산 재생에너지의 효율적 활용을 위한 가상발전소 (VPP) 플랫폼 개발에 관한 연구,” 정보시스템연구, 제27권, 제2호, 2018, pp. 95-114.
- 중앙일보, “영월태양광발전소 준공...개방의 날 행사,” 홍춘봉 기고, 2013. 12. 27, Available: <https://news.joins.com/article/13502944>.
- 최승국, 최근희, “에너지전환을 위한 태양광발전 활성화 방안 연구: 서울시를 중심으로,” 도시행정학보, 제29집, 제3호, 2016, pp. 275-295.
- 한국수력원자력, 한국수력원자력 지속가능경영보고서 2018, 2018.
- 함태성, “재생에너지 산업의 전망과 법적 과제,” 법제연구, 제51호, 2016, pp. 283-320.
- Breyer, C., and Gerlach, A., “Global overview on grid-parity,” *Progress in photovoltaics: Research and Applications*, Vol. 21, No. 1, 2013, pp. 121-136.
- Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., and Ferard, Y., “Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes,” *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 10, 2011, pp. 2725-2732.
- Ho, M., Japanese Farmers Producing Crops and Solar Energy Simultaneously, 2013, Available: <https://permaculturenews.org/2013/10/16/japanese-farmers-producing-crops-solar-energy-simultaneously/>.
- Liu, W., Liu, L., Guan, C., Zhang, F., Li, M., Lv, H., Yao, P., and Ingenhoff, J., “A novel agricultural photovoltaic system

based on solar spectrum separation,”
Solar Energy, Vol. 162, 2018, pp.
84-94,

Marucci, A., Zambon, I., Colantoni, A., and
Monarca, D., “A combination of
agricultural and energy purposes:
Evaluation of a prototype of
photovoltaic greenhouse tunnel,”
*Renewable and Sustainable Energy
Reviews*, Vol. 82, Part 1, 2018, pp.
1178-1186.

Xue, J., “Photovoltaic agriculture - New
opportunity for photovoltaic
applications in China,” *Renewable and
Sustainable Energy Reviews*, Vol. 73,
2017, pp. 1-9.

조 영 혁 (Cho, Young Hyeok)



이주대학교 행정학사와 서
울대학교 MBA를 취득하였
고, 경상대학교 경영정보학과
박사과정 수학중이다. 현재 한
국남동발전(주)에서 인재기술
개발원 원장으로 재직하고 있
으며, 주요 관심분야는 온라인
플랫폼 비즈니스 및 가상발전
소 등이다.

조 석 진 (Cho, Seok Jin)



연세대학교 경영학사와
UNSW(호주) MBA 석사학위
를 취득하였다. 현재 한국남동
발전(주)에서 해외총괄실장으
로 재직하고 있으며, 주요 관
심분야는 공급망 관리, 재생에
너지 사업개발 등이다.

권 혁 수 (Kwon, Hyug Soo)



수원대학교에서 공학학사
와 한양대학교에서 석사학위
를 취득하였다. 현재 한국남동
발전(주) OE사업처에 재직하
고 있으며, 주요 관심분야는
신재생 및 민간발전소 개발,
건설, 운영 및 유지관리 등이
다.

유 동 희 (Yoo, Dong Hee)



고려대학교에서 경영학사
와 경영학 박사학위를 취득하
였다. 현재 경상대학교 경영정
보학과에서 부교수로 재직하
고 있으며, 주요 관심분야는
지능형 정보시스템, 재생에너
지 시스템, 인공지능, 빅데이
터 분석 등이다.

<Abstract>

Building an Agrophotovoltaic System and Suggesting Activation Plans

Cho, Young Hyeok · Cho, Seok Jin · Kwon, Hyug Soo · Yoo, Dong Hee

Purpose

The purpose of this study is to explain the agrophotovoltaic system built by the Korea South-East Power Company and to propose methods to activate the agrophotovoltaic system for the development of the renewable energy industry.

Design/methodology/approach

We conducted a three-step simulation in order to design a photovoltaic module, and we built the agrophotovoltaic system based on the results of the simulation. Then, we analyzed the monthly generation of power and the rice harvests produced on farmland using the photovoltaic module. Based on the results of the analysis, we proposed institutional improvements to increase the use of the agrophotovoltaic system, and we proposed new business models to increase the participation of farmers and business persons.

Findings

When we compared the agrophotovoltaic system with the general photovoltaic system, we found that the agrophotovoltaic system had higher utilization rates and power generation. An analysis of rice produced on farmland using the photovoltaic module showed that more than 80% of the rice produced on general farmland was harvested. We suggested activation plans that involved the revision of the farmland law and the introduction of renewable energy certificate (REC). We also proposed a land lease model and a farmer participation model as two new business models, and we conducted economic evaluations and sensitivity analyses for both models.

Keyword: Agrophotovoltaic System, Photovoltaic Module Design, Farmland Law, Renewable Energy Certificates, Business Model

* 이 논문은 2019년 1월 29일 접수, 2019년 2월 22일 1차 심사, 2019년 3월 5일 게재 확정되었습니다.