



자연환경과 공존하는 재생에너지 확대전략

02 재생에너지 개발사업 추진현황과 주요 환경이슈 2 : 태양광

1. 재생에너지 정책과 태양광 발전사업의 환경 이슈

재생에너지 시장 동향 및 정책환경

2015년 세계 태양광 시장은 설치용량을 기준으로 전년 대비 28%(39GW→50GW) 증가하여 누적용량이 227GW에 달했다.¹⁾ 여기서 2015년의 신규 설치용량 50GW는 전 세계 10년간 태양광 누적용량의 10배에 가까운 수치이다(그림 1 참조). 이러한 증가 추세는 최근 태양광 설비의 가격경쟁력이 향상되고 신재생에너지의 확대·보급을 위한 우호적인 정책에 힘입어 지속될 것으로 전망된다.²⁾

한편, 2016년 신재생에너지 신규 투자는 2,416억 달러로 전년(3,122억 달러)에 비해 22.6% 줄어들었다. 그러나 이는 주로 신재생에너지 가격경쟁력 하락에 의한 것으로 실제로 신재생에너지 신규 설비는 2016년 161GW가 도입되어 전년(147GW) 대비 9.5% 증가하였다. 신재생에너지의 가격경쟁력이 빠르게 향상되고 있지만 신재생에너지 보급이 늘어나면서 에너지 요금 상승, 계통의 불안정성 증가 등 부정적 이슈 또한 제기되고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 국가는 신재생에너지 비중을 확대하고 있으며, 의욕적인 목표를 제시하고 있다.³⁾

신재생에너지 보급 확대는 경제성에 기인한다 할 수 있는데, 기술력 향상과 시장 경쟁에 따른 시설단가의 하락과 정부가 수익성을 보전 또는 보장해주는 정책이 결합하여 경제성이 올라간다. 우리나라는 신재생에너지 보급 초기인 2002년 발전차액지원제도(FIT: Feed-in Tariff) 제도를 시행하다가 전력산업기반기금의 증가 부담을 줄이고자 2012년부터 신재생에너지 의무할당제(RPS: Renewable Energy Portfolio Standard)를 시행하고 있다. 이는 정부의 안정적인 정책적 지원하에 재생에너지 시장이 더욱 커질 수 있는 여건이 마련될 것으로 해석할 수 있다.

이러한 정책 효과는 국내 태양광시장 규모의 증가 추이에서도 나타난다. 2014년 우리나라 신규 태양광발전 설치 용량의 93.4%가 RPS 제도를 통해 설치되었으며, 2015년과 2016년에는 그 비율이 각각 91.7%와 88.9%에 달한다.⁴⁾ 2016년 기준 국내 태양광발전 누적 설비용량은 4.5GW이며(그림 2 참조), 총 신재생에너지 누적 발전설비 용량 13.8GW의 32.5%를 차지한다.⁵⁾ 또한 「2018년도 신재생에너지 산업통계」⁶⁾에 따르면 2017년 기준 국내 신재생에너지 산업에서 태양광 산업은 고용인원, 매출, 투자항목 등에서 가장 높은 비중을 차지한다. 특히 2017년 총 투자액 8,097억 원의 95%에 해당하는 7,731억 원이 태양광산업에 집중되었다.

1) REN21(2016).

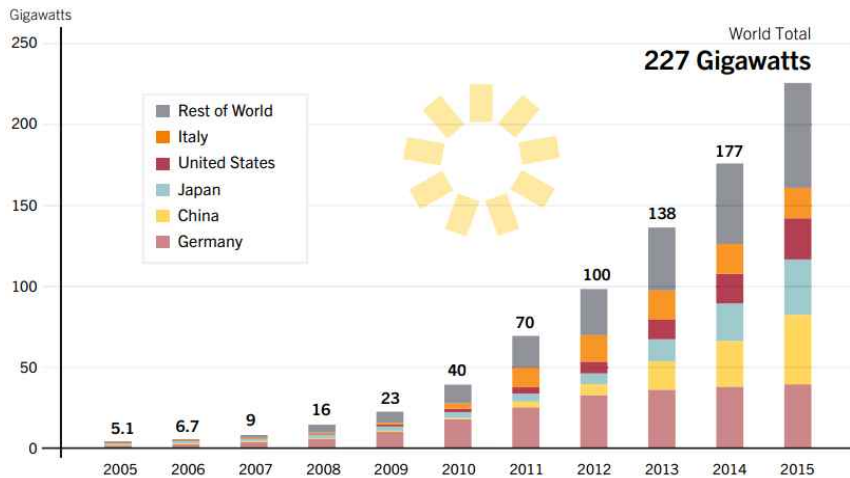
2) 외(2017).

3) 조상민, 정성삼(2017).

4) 서재홍(2017).

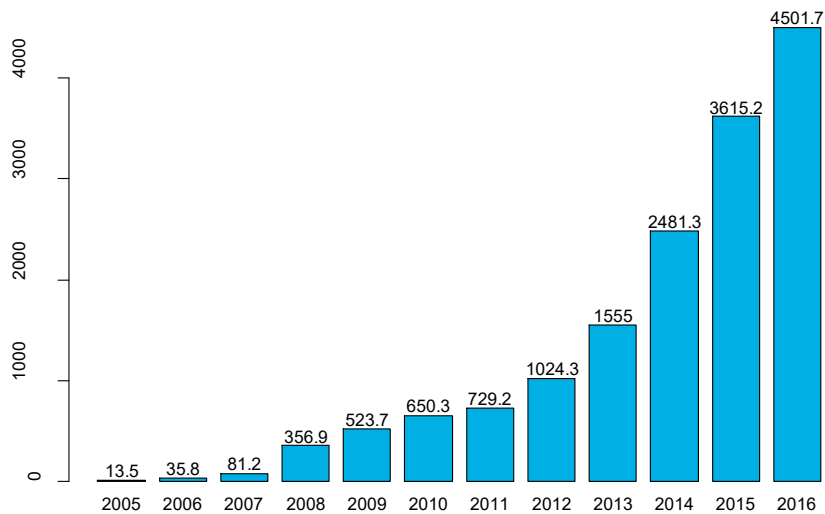
5) 한국에너지공단(2017), 「2016년 신재생에너지 보급통계」.

6) 한국에너지공단(2018), 「2017년 신재생에너지 산업통계」.



: REN21(2016).

〈 1〉 세계 태양광발전 설비용량 증가 추이(2005~2015년)



자료: 한국에너지공단(2017) 자료를 도시화하여 저자 작성.

〈그림 2〉 국내 연도별 태양광발전 누적 설비용량(2005~2016년)

정부는 탈원전과 더불어 2030년까지 신재생에너지 비율을 20%로 늘리겠다는 에너지정책 목표를 제시하였다(그림 3 참조). 산업통상자원부가 발표한 재생에너지 확대를 위한 『재생에너지 3020 이행계획』에 따르면 이를 위하여 목표 연도인 2030년까지 태양광 30.8GW, 풍력 16.5GW 등 총 48.7GW 규모의 신규 발전설비 보급이 전제되어야 한다. 하지만 우리나라의 경우 상대적으로 협소한 국토면적에 비해 산림이 전체 국토의 63%⁷⁾에 달하기 때문에 넓은 대지를 이용한 대규모 태양광발전시설 설치에 한계가 있으며, 환경문제와 이를 둘러싼 사회적 갈등이 심화되면서 정부의 태양광발전 보급목표 달성을 낙관하기 어려운 상황이다. 즉 재생에너지 3020의 보급목표 달성을 위해서는 신재생에너지 지원 정책과 더불어 환경훼손, 주민수용성, 계통 연계 등의 문제를 해결하는 것이 시급해 보인다.

7) 산림청(2016).



: 산업통상자원부(2017).

3) 2030년 재생에너지 원별 보급목표

2012년 시행된 '신·재생에너지 공급 의무화 제도(RPS)'는 일정 규모의 발전사업자 및 발전사업의 허가를 받은 자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정량 이상을 신재생에너지로 공급토록 의무화하고 있는데, 여기서 공급의무자는 '신·재생에너지 공급인증서(REC: Renewable Energy Certificates)'를 구매하여 의무공급량에 충당할 수 있다. 특히 2013년 '신·재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침' 일부개정을 통해 수상태양광을 신규 추가하고 REC 가중치를 1.5로 책정했다. 이는 임야 등에 설치되는 육상태양광의 가중치 0.7을 훌쩍 뛰어넘는 것으로, 정부가 수상태양광을 장려하여 RPS 공급목표를 달성하고자 하는 의지를 보인 것으로 해석된다. 또한 2016년 개정에서는 수상태양광의 공간적 범위가 기존 댐, 저수지를 포함하여 산업단지 내의 유수지와 공유수면 매립에 따른 방조제 내측까지 확대되어 수상태양광의 잠재력을 키우는 요인 중 하나가 될 것으로 보인다(표 1 참조).

한편, 정부는 산지에 집중되고 있는 육상태양광발전사업으로 인한 환경훼손과 사회적 갈등을 최소화하기 위해 관련 대책을 마련하고 있는데, 이러한 환경을 고려한 재생에너지 정책 방향 설정과 그에 따른 관련 대책들은 산지태양광의 입지를 제한 또는 수익성을 낮춰(임야 REC 하향 조정) 임야에서의 신규 태양광 개발을 억제함과 동시에 농지 등으로의 입지를 유도하고 있다.

< 1> 신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침에 따른 태양광에너지의 REC 가중치

<별표 2> 신·재생에너지원별 가중치

구분	공급인증서 가중치	대상 에너지 및 기준	
		설치 유형	세부기준
태양광 에너지	1.2	일반부지에 설치하는 경우	100kW 미만
	1.0		100kW부터
	0.7		3,000kW 초과부터
	0.7	임야에 설치하는 경우	-
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우	3,000kW 이하
	1.0		3,000kW 초과부터
	1.5	유지 등의 수면에 부유하여 설치하는 경우	
	1.0	자가용 발전설비를 통해 전력을 거래하는 경우	
	5.0	ESS설비(태양광설비 연계)	'18년, '19년
4.0	'20년		

비 고

5. “유지의 수면에 부유(浮游)하여 설치하는 경우(이하 수상태양광)”는 다음에 해당하는 유지에 설치하는 경우에 한하며, 안정성, 환경성 등을 확보할 수 있도록 공급인증기관의 장이 정하는 세부 기준을 충족하는 설비를 의미한다.

- ① 「댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」 제2조에 따른 댐
- ② 「전원개발촉진법」 제5조에 따라 전원개발사업구역으로 지정된 지역의 발전용댐
- ③ 「농어촌정비법」 제2조에 따른 농업생산기반 정비사업에 따른 저수지 및 담수호와 농업생산기반시설로서의 방조제 내측
- ④ 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제6조, 제7조, 제8조에 따른 산업단지 내의 유수지
- ⑤ 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제2조에 따른 공유수면 중 방조제 내측

: 국가법령정보센터, “신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침”(산업통상자원부 고시 제2018-130호), <http://www.law.go.kr>, **고시일: 2018.06.26.**

태양광 발전사업의 환경영향

국내 태양광발전사업은 정부의 정책 지원으로 최근 5년간 연평균 145.3%⁸⁾의 고성장세를 보이면서 신재생에너지의 확장이라는 시대적 요구에 부응하는 발전시설의 한 모델로 자리 잡고 있다.⁹⁾ 하지만 면적집약적인 사업 특성상 토지 비용이 상대적으로 저렴한 임야 또는 농지에 주로 입지하여 산림자원 감소와 생태계 및 경관 훼손 등의 부정적 영향이 불가피하다. 이러한 환경적 문제의 발생은 신재생에너지의 근본적인 취지인 친환경성을 퇴색시키며 자연보존과 청정에너지 확대 간의 충돌을 야기하고 있다.

태양광발전의 효율은 통상 12% 정도로 알려져 있다. 수력 80~90%, 화력 45~50% 등 타

8) , “에너지현황정보”, 검색일: 2018.9.20.

9) 노태호, 단호정(2015).

에너지원과 비교하면 매우 낮은 수치이다. 즉 동등한 에너지를 발전기에 투자할 때, 태양광 발전을 통해 생산할 수 있는 전력량이 미미하다는 것을 의미한다. 태양광발전은 효율성이 낮아 사업성을 확보하기 위해 최대한의 부지를 확보하려 하지만, 산지가 많은 우리나라의 지형 특성상 조건을 충족하는 부지를 확보하기란 어렵다. 그러나 최근 임야에 집중되고 있는 태양광발전사업으로 인한 환경피해가 곳곳에서 발생하고 있다. 대표적으로 산사태이다. 산지에 태양광발전시설을 설치하기 위해서는 벌목과 대규모 토목공사가 불가피한데, 산림의 기능이 상실되면 집중호우 등에 의한 지반 안정성이 낮아지고 산사태에 취약한 구조를 갖게 된다. 대표적인 예가 2018년 여름 경북 청도군의 한 태양광발전소에서 발생한 산사태다(그림 4 참조).



: (위) 조선일보(2018.6.28), “태양광이 환경파괴 ... 10년간 여의도 10배 산지 훼손”, 검색일: 2018.10.3; (아래) 조선일보(2018.7.4), “경북 청도, 폭우로 산사태 ‘태양광 시설’ 파괴”, 검색일: 2018.10.3.

〈 4) 육상태양광발전소 건설에 따른 산림훼손(위) 및 산사태 발생(아래) 사례

한편, 환경부에서는 사업자에게 사업계획 수립의 편의 제공, 사업 시행으로 주변에 미치는 환경영향을 최소화할 수 있는 개발 방향을 제시하여 육상태양광발전사업으로 인한 사회적 갈등을 미연에 방지하고자 2018년 7월 「육상태양광발전사업 환경성 평가 협의 지침」¹⁰⁾을

제정하였으며, 이를 통해 육상태양광발전사업에 대한 전략환경영향평가, 환경영향평가 및 소규모환경영향평가(이하 환경평가) 협의 시 일관성 있는 평가를 유도하고자 하였다. 지침에서 다루고 있는 입지 및 환경성 평가 요소를 다음과 같이 정리하였다.

○ 입지 관련

- 백두대간 및 정맥 보호지역(핵심-완충구역), 주요 산줄기(기맥, 지맥 등) 능선 축 영향 범위
- 생태경관보전지역, 야생생물보호구역, 습지보호지역, 상수원보호구역 등 환경보호지역
- 멸종위기야생생물 및 천연기념물 등 법정보호종의 서식지 및 산란처, 주요 철새 도래지 등 법정보호종 서식지
- 생태계 변화 관찰지역, 겨울철 조류 동시 센서스 조사지역 등 생태계 조사지역
- 생태·자연도 및 식생보전 등급
- 경사도 및 지형변화지수¹¹⁾
- 산사태위험 등급

○ 환경성 평가 관련

- 생태축·녹지축 등 생태적 연속성
- 생물다양성 증진 및 생태계 기능의 연속성
- 산사태 등 재해방지대책
- 토사유출로 인한 수질 및 육수생태계에 영향
- 자연경관 영향
- 태양광발전시설 조성 계획에 대한 주민 반대 등 민원 발생 여부

○ 사후 관리

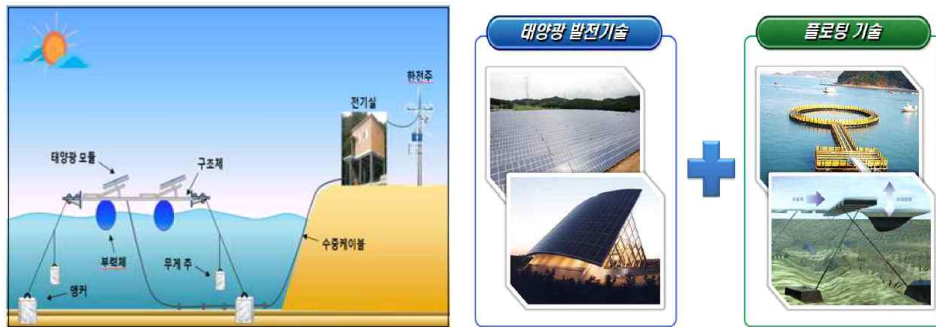
- 법정보호종 서식 및 출현 현황 조사
- 태양광모듈 하부 및 사면부 등 식생복구·관리
- 울타리(펜스) 하단부 등 소형동물 이동로 적정유지·관리
- 토사유출에 의한 산간계류 및 하류 육수생태계 영향 여부 확인
- 발전사업 종료 이후 원상복구 계획 수립
- 생태계교란식물 유입·확산 방지조치
- 배수로, 산마루측구 등에 계획한 생태측구 설치 및 유지관리
- 대규모 절·성토 발생 시 계획 준수 및 사면 안정성의 주기적 확인
- 토사유출 방지를 위한 거적덮기·침사지 등 영향저감 시설 유지관리
- 주요 조망점에서의 차폐림 보완 및 추가 조성의 필요성 주기적 파악
- 발전시설의 유지·보수·철거 등 사업장 운영 전 과정에서 발생하는 모듈 등 폐기물은 관련 규정에 따라 적정하게 처리되도록 관리
- 태양광발전시설 조성·운영에 따른 토사유출, 경관, 소음 등으로 인한 주민 민원 발생 여부 등을 지속적으로 파악하고 대책을 강구

지침은 환경보호지역 및 생태적 민감지역에 대한 태양광발전시설의 입지를 회피하도록 하고 있다. 또한 환경성 평가는 생태계, 지형훼손, 토사유출, 경관, 주민 수용성에 중점을 두고

10) (2018).

11) 지형변화지수 = 토공량[절토량(m³) + 성토량(m³)] / 사업면적(m²).

있다. 즉 육상태양광발전사업으로 인한 환경영향은 사업지의 자연생태환경, 사업 시행으로 인한 지형·지질, 수질, 경관 및 주민 수용성 측면에서 주요하게 다뤄지고 있음을 알 수 있다. 육상태양광의 환경훼손 문제를 극복하기 위한 대안으로 최근 유희수면을 활용한 수상태양광발전(그림 5 참조)이 주목을 받고 있다. 이는 육상태양광에 비해 상대적으로 환경영향이 적어 빠른 사업 추진이 가능하다는 점과 발전효율이 육상태양광 대비 10% 가량 높기 때문이며, 수면의 자외선을 차단하여 저수지 녹조현상을 완화시키고 어류의 산란환경 조성이 가능하다는 이점에 기인한 바가 크다고 할 수 있다(표 3-1 참조). 뿐만 아니라 국토 면적이 협소한 우리나라 실정을 감안할 때, 국토의 효율적 이용 측면에서 적합한 발전방식이 될 수 있다는 기대감은 향후 수상태양광 시장의 발전 가능성을 낙관적으로 전망하고 있다.



: 이남형 외(2012).

< 5> 수상태양광발전 개념도

태양광발전 시스템의 특징 비교(표 1 참조)를 토대로 수상태양광발전이 지니고 있는 장점¹²⁾을 다음과 같이 구분하여 요약할 수 있다.

- 자연환경
 - 산림식생 훼손 방지
 - 국토의 효율적 이용
- 수생태계
 - 어류 서식지 및 산란장 조성
 - 조류 생성 억제 등 수환경 보호
- 발전효율
 - 댐수면 냉각효과로 인한 발전량 상승
- 가치 창출
 - 친환경 에너지 기술로 새로운 수면가치 창출

12) 외(2015).

< 1> 육상태양광발전과 수상태양광발전 시스템 비교

육상태양광	수상태양광
<ul style="list-style-type: none"> . 넓은 대지 면적 필요 . 공간 확보 어려움 . 부지 매입 또는 임대비용 과다 	<ul style="list-style-type: none"> . 유희수면(댐, 저수지, 하천, 호수 등) 활용
<ul style="list-style-type: none"> . 음영 회피지역 제약 	<ul style="list-style-type: none"> . 육상에 비해 비교적 제약 적음
<ul style="list-style-type: none"> . 토목공사 등 기반시설 필요 . 태양전지 구조물 설치 	<ul style="list-style-type: none"> . 기반시설 필요 없음 . 태양전지 부력체 설치
<ul style="list-style-type: none"> . 지반 온도 상승에 따른 발전효율 저하 	<ul style="list-style-type: none"> . 육상 대비 낮은 수온으로 발전효율 증대 . 수변반사 산란파에 의한 발전효율 증가
<ul style="list-style-type: none"> . 환경 훼손 우려가 큼 . 환경피해에 따른 각종 민원 발생 	<ul style="list-style-type: none"> . 비교적 환경 훼손 적음 . 넓은 면적으로 설치할 경우 산소 공급 등의 순기능 저지 . 광합성 저하로 녹조 발생 저감 효과 . 침수식물 생육으로 어류 산란장 제공 . 사회적 갈등 적음

: 김승연(2015); 노태호, 단호정(2015)를 바탕으로 재구성.

한편, 수상태양광발전이 지닌 장점에도 불구하고 발전시설이 수면에 설치될 경우 우려되는 환경적 영향의 불확실성에 대한 검증 요구가 신규 시설 확장 요구만큼 커지고 있다.¹³⁾ 특히 지상에 설치하는 구조물에 비하여 부식성 환경에 상시 노출되기 때문에 장기용출에 의한 물리·화학·생물학적 수질변화 및 패널 파손 시 유해물질 유출 가능성, 이로 인한 수질 및 수중생물에 미치는 영향 유무가 환경적 검증에 핵심사항이라 할 수 있다.

환경적 영향을 검증하기 위해 노태호 외(2012, 2014)의 연구에서는 합천호에 설치된 100kW 및 500kW급 상용모델에 대해 환경조사를 실시한 바가 있다. 조사는 계절적 영향을 고려하여 수환경, 수변식생 및 수생태, 주요 기자재(부력체, 수중케이블, 전선관) 용출 및 퇴적물의 중금속 영향 등을 포함하여 포괄적으로 시행되었다. 그 결과 수상태양광 운영에 따라 우려되는 수질·수생태계의 부정적 영향은 확인되지 않았다. 다만 단기기간에 수행된 조사결과로 장기간에 걸친 용출의 영향을 검증하기에는 한계가 있으나, 호소의 수질기준과 퇴적물의 토양환경기준, 기자재의 용출기준 항목 모두 기준에 적합했으며, 플랑크톤의 군집지수, 저서무척추동물의 종수, 개체 수도 설치 지점과 대조 지점 간에 큰 차이가 없는 것으로 제시하고 있다 (표 3-2 참조).

최근 이인주 외(2017)는 금광저수지에 설치된 수상태양광발전시설로 인한 농업용 저수지의 수질변화를 평가하고자 1년 동안 총 16회에 걸쳐 차광으로 인한 수질변화를 시간과 수심별로 분석한 바 있다. 연구결과에 의하면 차광구역과 비차광구역 간의 수온, pH, COD, Chl-a 등 수질의 계절 및 수심에 따른 차이는 유의한 수준에서 통계학적으로 다르지 않은 것으로 나타났다.

상기 환경검증 사례들은 역사가 짧은 수상태양광 분야에 주목할 만한 성과 자료가 될 수 있으나, 생태적 안전성에 대한 검증은 정기적이고 지속적인 모니터링을 통해 수행되어야 할 것으로 보인다.

13) , 단호정(2015).

2. 태양광 발전사업의 환경평가 추진 현황

육상태양광 발전사업의 환경평가 협의실적 및 개발규모

수상태양광, 건물 옥상 등 시설물을 이용한 태양광발전시설을 제외한 사업을 육상태양광발전사업으로 분류하고, **환경영향평가정보지원시스템(EIASS)**에 등록된 육상태양광발전사업의 환경평가 협의실적을 조사하였다.¹⁴⁾

2004년 1월부터 2018년 8월까지 총 4,693건의 육상태양광발전사업이 환경평가 협의를 완료하였다.¹⁵⁾ 이들 대부분의 사업은 「환경영향평가법」 제43조 제1항 동법 시행령 제59조(별표 4)에 의한 대상사업¹⁶⁾에 해당되어 소규모환경영향평가(87.7%, 4,115건)를 통해 추진되었다. 환경영향평가를 통해 추진된 사업은 3건으로 평가서 구분에 따른 사업 비중이 가장 낮았다(표 3-1 참조). 이들 사업은 「전기사업법」 제2조 제16호에 따른 전기설비 중 태양광발전소 건설사업으로 「환경영향평가법 시행령」 별표3의 “3. 에너지 개발사업” 항목의 대상 사업 규모(태양력발전소 10만kW) 미만으로 환경영향평가 대상에 해당하지 않으나, 산지전용면적이 20만m² 이상에 해당하여 「환경영향평가법 시행령」 제31조 별표3의 “12. 산지의 개발사업”에 의한 환경영향평가 대상 사업에 해당함에 따른 것으로 조사되었다. 11건의 전략환경영향평가 대상 사업은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조 제4호에 따른 도시관리계획(시설: 전기공급설비)으로, 「환경영향평가법 시행령」 제7조 제2항(별표 2)에 의한 개발기본계획에 해당됨에 따라 전략환경영향평가를 통해 추진되었다.

협의 결과를 보면, 전체의 약 95%인 4,450건의 사업이 환경평가 동의(조건부 동의 포함)를 받음에 따라 사업이 추진되고 있는 것으로 조사되었다(그림 3-1 참조). 부동의 사업은 총 84건으로 2018년에만 절반 이상인 49건의 사업이 부동의 협의를 받았다.

〈 3-1〉 육상태양광발전사업 환경평가 추진 현황(2004.1~2018.8)

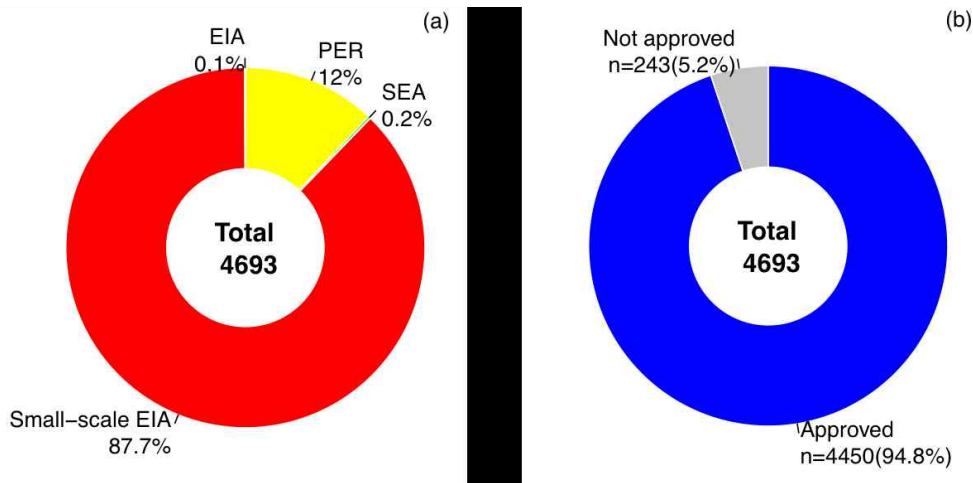
평가서 구분	동의	조건부 동의	부동의	기타 (반려, 취하)	합계
사전환경성검토	2	515	11	36	564
전략환경영향평가	-	8	1	2	11
환경영향평가	-	2	1	-	3
소규모환경영향평가	25	3,890	71	129	4,115
합 계	27	4,415	84	167	4,693

자료: EIASS에 등록된 육상태양광발전사업 총 4,693건의 환경평가 협의정보를 바탕으로 저자 작성.

14) 정보지원시스템(EIASS), 검색일: 2018.9.26.

15) 동 기간에 협의가 진행 중인 14건의 사업을 제외한 수치임.

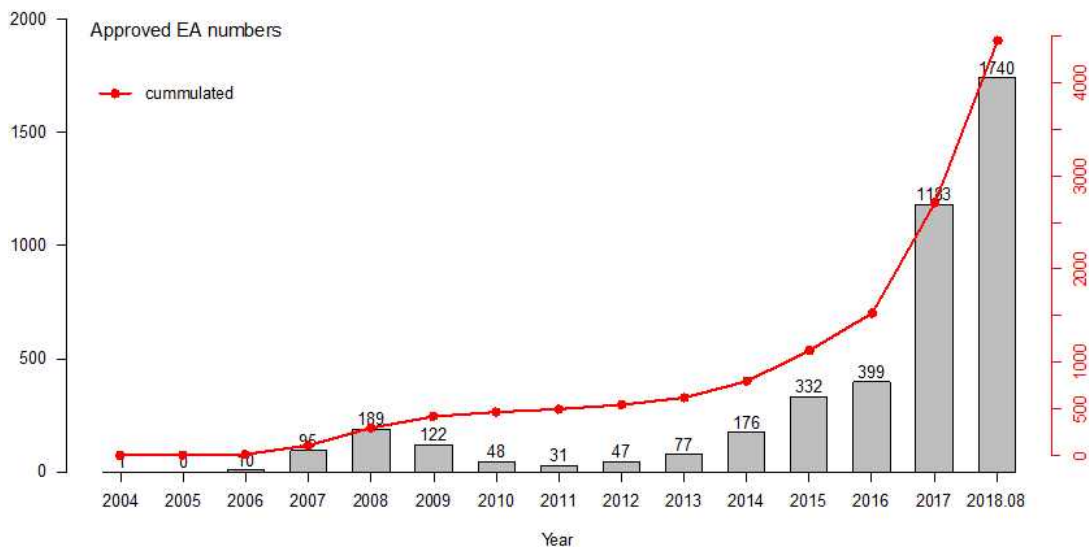
16) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조제2호에 따른 관리지역의 경우 사업계획 면적이 다음의 면적 이상인 것
- 1) 보전관리지역: 5,000m², 2) 생산관리지역: 7,500m², 계획관리지역 1만m².



: EIASS에 등록된 육상태양광발전사업 총 4,693건의 환경평가 협의정보를 바탕으로 저자 작성.

< 3-1> 육상태양광발전사업 환경평가 (a)추진 형태 및 (b)협의 결과

연도별 사업 추진 현황을 살펴보면, 2004년 1건을 시작으로 2018년 8월 현재 4,450건의 사업이 추진되고 있다(그림 3-2 참조). 2012년 RPS 도입 이후 육상태양광사업의 환경평가 협의실적의 증가 추세가 뚜렷했다. 전체의 86%에 해당하는 3,830건의 사업이 최근 5년(2014.1~2018.8) 사이에 추진되었으며, 전체의 66%에 해당하는 2,923건의 사업은 최근 1년 8개월(2017.1~2018.8) 사이에 협의된 것으로 나타났다. 2018년에는 8개월 동안 하루 평균 7.4건의 육상태양광발전사업이 협의를 받으면서 전년도 협의실적의 약 1.5배를 기록하고 있다.



자료: 총 4,450건의 환경평가 협의실적을 바탕으로 저자 작성.

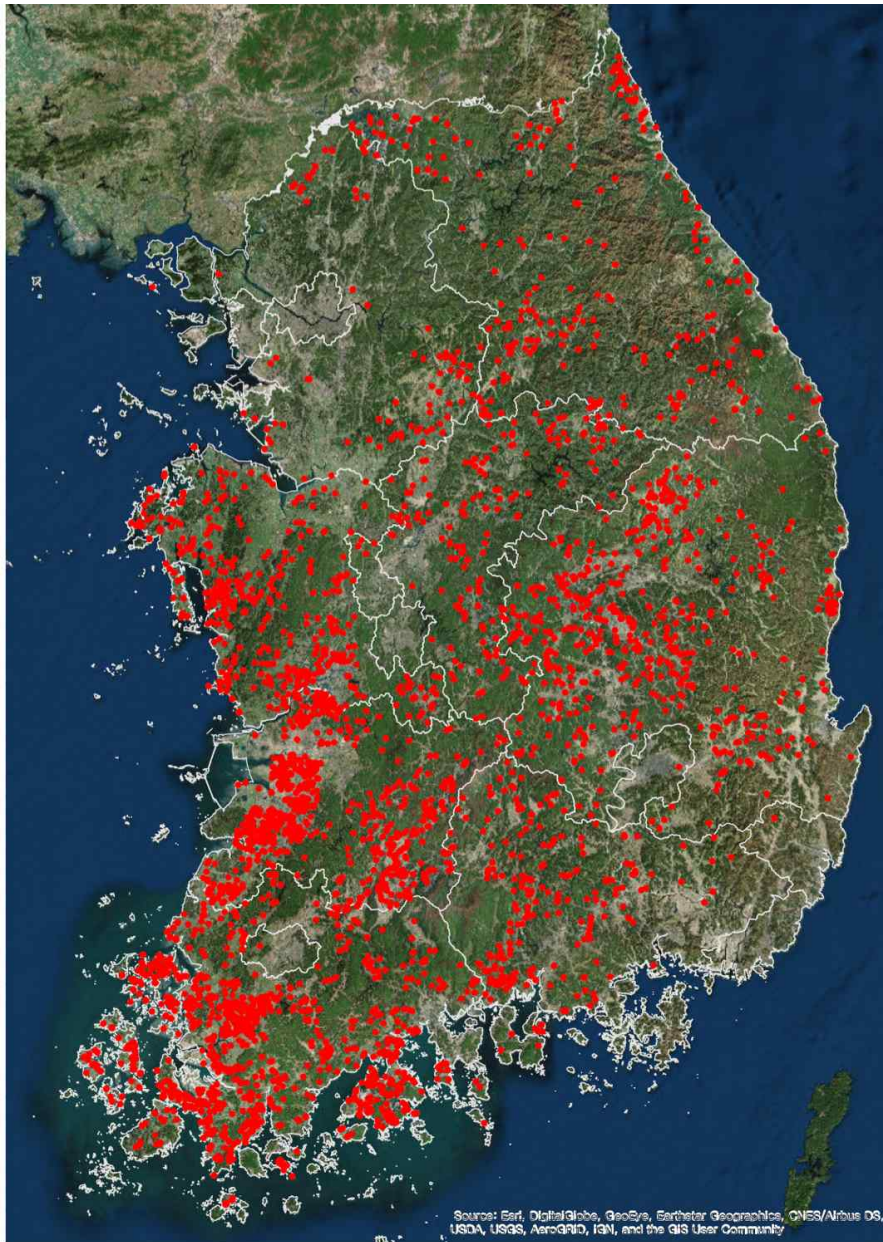
<그림 3-2> 연도별 육상태양광발전사업 환경평가 협의실적 현황(2004.1~2018.8)

2006년부터 본격적으로 개발사업이 증가하기 시작하면서 2008년까지의 총 누적 개발사업 수는 295건이다. 이는 신·재생에너지의 부족한 경제성을 보완하고 이를 이용한 전력 보급을 촉진하기 위해 2002년 5월부터 시행하고 있는 FIT제도를 2006년 10월에 일부 개정된 것과 시기상 관계가 밀접해 보인다. 2006년부터 본격적으로 증가하기 시작한 개발사업은 2009년 증가세를 멈추고 이후 2012년 RPS제도 도입 전까지 감소세가 이어졌다. 이는 2008년 당시 FIT 기준가격이 하락하여 경제성이 떨어진 것에 기인한 결과라 판단된다. 2012년 RPS 도입 이후에는 증가세가 뚜렷하게 나타났다, 특히 2017년 장기적인 수익성과 안정성을 보장하는 태양광 20년 고정가격제가 도입¹⁷⁾된 시기와 맞물려 육상태양광발전사업이 급증한 것을 볼 수 있다. 하지만 이러한 증가 추세는 임야 태양광의 입지를 제한 또는 수익성을 낮추는 관련 정책의 영향으로 2018년 이후 둔화될 것으로 전망된다.

총 4,450건의 사업 위치(지번을 포함한 주소지) 정보를 이용하여 각 사업지의 지역적 분포 현황을 도시화하였다(그림 3-3 참조). 육상태양광발전사업이 서해안 지역과 남서해안 지역에 높은 밀도로 분포하는 것을 알 수 있으며, 특히 일사량이 풍부한 전남 목포와 경남 진주, 충남 서산 등지에 주로 분포한다. 경북지역의 경우에는 내륙지역에 다수 분포하고 있는 것으로 파악된다. 지역별 협의실적을 살펴보면, 전남지역에 가장 많은 34.5%의 사업이 분포하며, 전북 20.3%, 경북 13.4%, 충남 12.4%, 강원 6.5%, 경남 6.5%, 충북 4.0%, 경기 2.1% 순이다. 호남권(전남, 전북)에 전체 사업 4,450건의 55%(2,441건)가 집중된 것으로 파악되었다.

한편 제주도 지역은 관련 조례에 따라 별도의 소규모환경영향평가를 실시하고 있다. 관련 정보는 EIASS에 등록되지 않기 때문에 본 연구의 조사결과는 제주도 지역에 대한 환경영향 평가 대상사업(1건)만을 포함한다.

17) 태양광 관련 산업 육성, 의무공급량의 안정적 의무이행 지원 및 태양광발전사업자의 투자 안정화 유도를 위해 도입함(한국에너지관리공단 신·재생에너지센터, 검색일: 2018.9.24).

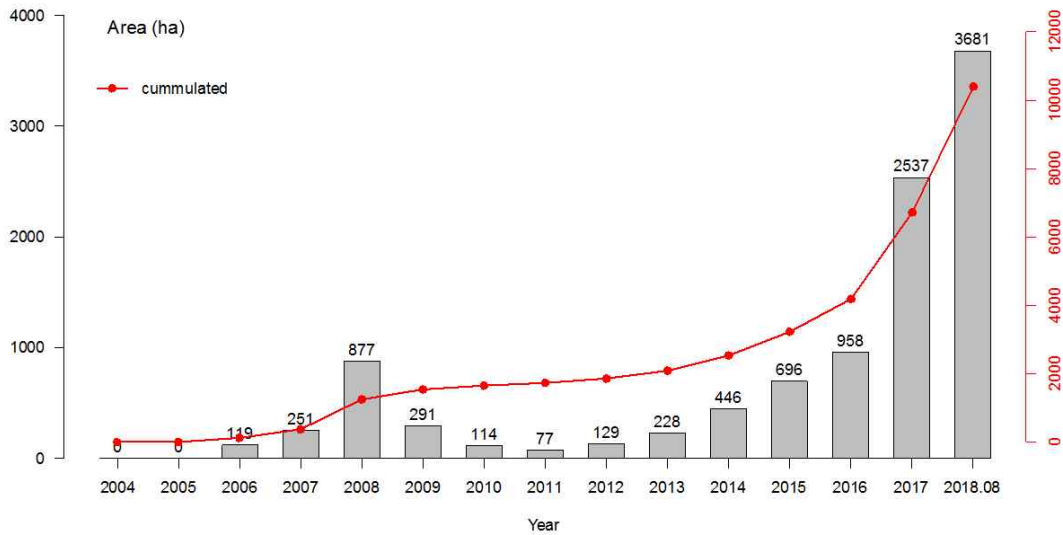


: 육상태양광발전사업 총 4,450건의 위치정보를 바탕으로 저자 작성.

주: 붉은색 점은 사업지구의 위치를 가리킴.

〈 3-3〉 환경평가 대상 육상태양광발전사업의 지역 분포(2004.1~2018.8)

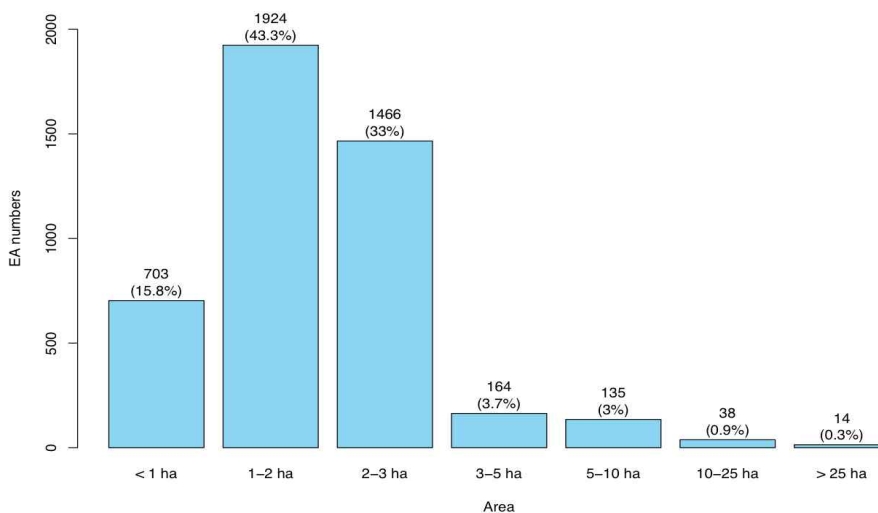
2004년 1건(면적정보 누락)을 시작으로 2018년 8월 현재 4,450건의 사업이 추진되고 있으며, 이들 개발사업의 총 누적 협의(개발)면적은 104km²이다(그림 3-4 참조). 연도별 협의실적 추세에서 나타나듯이 최근 5년(2014.1~2018.8) 사이에 협의된 면적은 전체의 80%(83km²)에 해당하는 규모이다. 육상태양광발전사업이 급증한 2017부터 2018년 8월까지의 개발면적은 62km²로 총 면적의 60%를 차지한다.



: 2004년 1건의 개발사업에 대한 면적정보는 확인되지 않음. 재협의를 받은 5건의 사업에 대해서는 최종 협의면적으로 계산함.
 자료: 총 4,444건의 환경평가 협의면적 정보를 바탕으로 저자 작성.

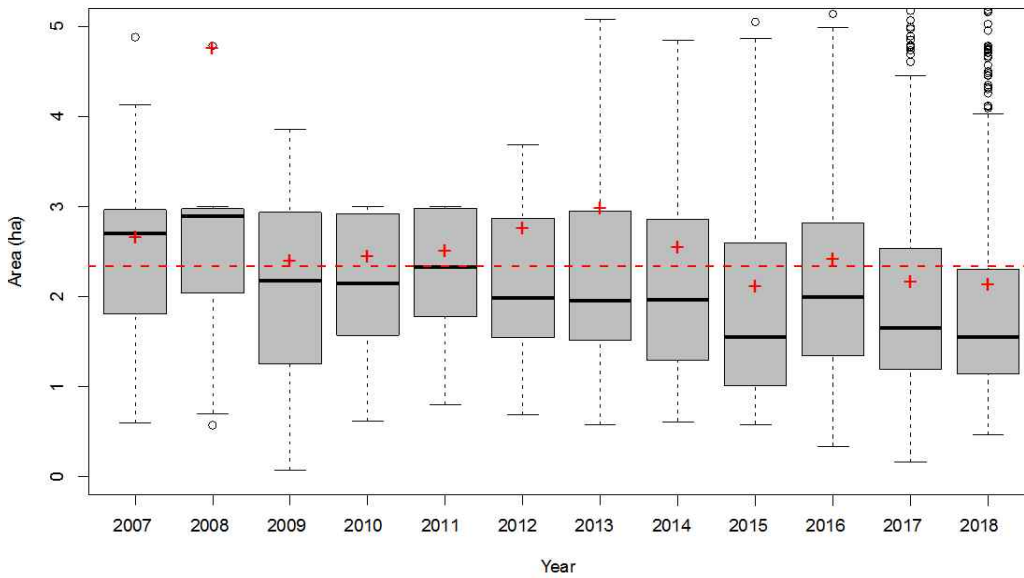
< 3-4) 연도별 육상태양광발전사업의 환경평가 협의면적 현황(2004.1~2018.8)

환경평가를 통해 추진된 육상태양광발전사업의 평균 개발면적은 2.3ha/건이며, 최대 규모는 2017년 협의를 완료한 충남 서산지역의 99.3ha이다. 전체 사업의 76%에 해당하는 3,390건의 사업이 1~3ha의 개발면적으로 환경평가 협의를 받은 것으로 파악되었다(그림 3-5 참조). 1ha 미만의 소규모 사업은 703건으로 15.8%의 비중을 차지하며, 개발규모가 3ha 이상인 사업은 총 351건으로 전체의 7.9%에 불과했다.



자료: 총 4,444건의 환경평가 협의면적 정보를 바탕으로 저자 작성.

<그림 3-5> 개발 규모별 사업 분포



: 붉은색 점은 해당 지역의 평균값이며, 가로 점선은 전체 평균값 2.3ha를 가리킴. 2006년도 사업 10건은 제외함.
 자료: 총 4,444건의 환경평가 협의면적 정보를 바탕으로 저자 작성.

〈 3-6〉 연도별 육상태양광발전사업의 평균 개발면적 비교(2007.1~2018.8)

연도별 평균 개발면적을 분석한 결과, 2008년 4.7ha/건에서 점차 감소하여 2018년 현재 2.1ha/건으로 평균 개발 규모가 점차 감소하는 추세를 나타냈다(그림 3-6 참조). 사업 건수가 증가하는 반면 개발 규모는 작아지는 추세이다.

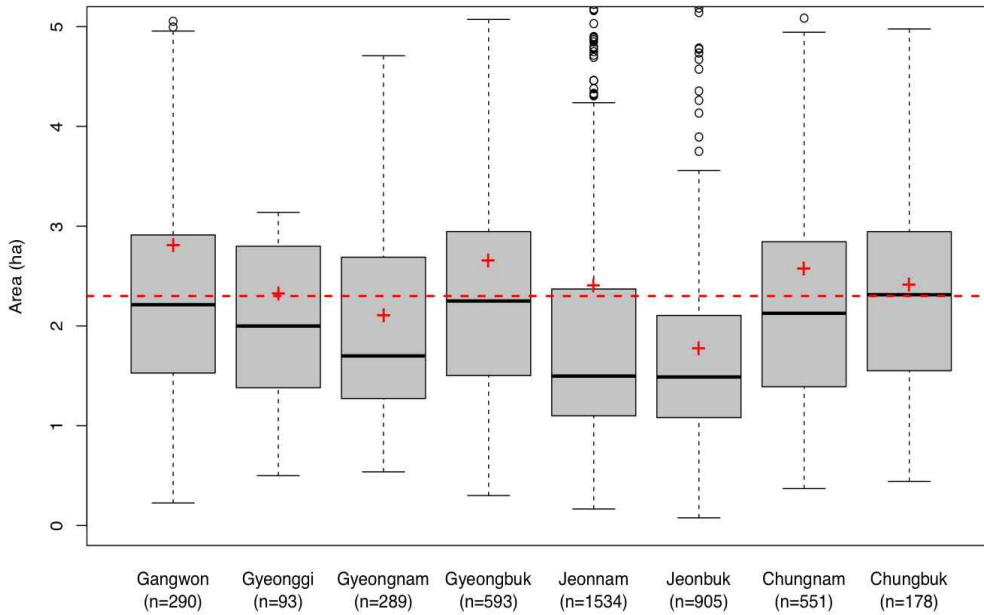
지역별 개발면적 분포를 보면(표 3-2 참조), 전체 사업의 55%가 집중된 전남과 전북지역의 총 개발면적이 전체의 51.1%(53km²)를 차지한다. 경북과 충남의 개발면적은 각각 15.8km², 14.2km²로 전체 개발면적의 28.9%를 차지한다. 이들 4개 지역에 전체 개발면적의 80%가 집중된 것으로 나타났다.

〈 3-2〉 지역별 육상태양광발전사업 협의실적 및 개발면적

지역 구분	협의실적 (사업 건수)	개발면적 (ha)	평균 개발면적 (ha/건)
강 원	290 (6.5%)	815 (7.8%)	2.8
경 기	93 (2.1%)	217 (2.1%)	2.3
경 남	289 (6.5%)	611 (5.9%)	2.1
경 북	593 (13.3%)	1,577 (15.2%)	2.6
전 남	1,534 (34.5%)	3,701 (35.6%)	2.4
전 북	905 (20.4%)	1,608 (15.5%)	1.8
충 남	551 (12.4%)	1,421 (13.7%)	2.6
충 북	178 (4.0%)	430 (4.1%)	2.4
제주도	1 (0.0%)	3 (0.0%)	2.8
광역·특별시	10 (0.2%)	19 (0.2%)	1.9
합 계	4,444 (100.0%)	10,403 (100.0%)	2.3

주: 개발면적 정보가 누락된 2004년도 사업 1건이 제외된 수치임.

지역별 평균 개발면적을 계산한 결과, 전체 평균 2.3ha/건과 비교하여 강원, 경북, 충남 지역의 평균 개발면적이 상대적으로 높게 나타났다. 특히 강원과 경북 지역은 내륙에 산지의 비중이 높은 지역적 특성이 있는데, 이는 지형상 농경지와 같은 평지 또는 완경사 지역에 비해 동일 대지면적에서의 토지 이용효율이 떨어진다고 할 수 있다. 이러한 지역의 지형학적 특성에 기인하여 강원지역의 평균 개발면적은 2.8ha/건으로 가장 높게 나타났으며, 충남, 경북, 전남, 경기 순의 분포를 나타내고 있다(그림 3-7 참조). 반면, 전북지역은 해안과 내륙 평야부에 위치한 농경지 등에 다수의 사업이 분포하면서 평균 개발면적이 1.8ha/건으로 상대적으로 낮음을 알 수 있다.



: 붉은색 점은 해당 지역의 평균값이며, 가로 점선은 전체 평균값 2.3ha를 가리킴.
 자료: 총 4,444건의 환경평가 협의면적 정보를 바탕으로 저자 작성.

〈 3-7〉 지역별 육상태양광발전사업의 평균 개발면적 비교

수상태양광 발전사업의 환경평가 협의실적 및 개발규모

2017년 9월 기준 환경영향평가정보지원시스템(EIASS)에 등록된 농업용 저수지를 활용한 수상태양광 발전사업은 총 22건이며, 이 중 소규모환경영향평가 협의가 완료된 사업은 17건이다. 협의가 진행 중인 5건은 사업면적과 시설용량에 조정이 있을 수 있으므로 금회 분석에서 제외하였다.

연도별 사업 추진 현황을 살펴보면, 2014년 2MW급의 '추풍령저수지 수상태양광발전시설 조성사업'을 시작으로 2015년 2건과 2016년 5건, 2017년 9건(2017년 9월 기준)을 포함하여 현재까지 총 17건의 사업이 소규모환경영향평가 협의를 완료하였다. 협의 완료 후 발전시설 설치가 완료되어 현재 운영 중인 사업은 7건이다.

이들 개별 사업의 지역별 분포 현황은 <그림 3-8>과 같으며, 전체 절반에 해당하는 8건의 사업이 영남지방에서 추진되고 있다. 16건의 사업 중 14건의 사업은 한국농어촌공사가 민간 태양광 발전 업체와 수면임대 계약을 체결하여 진행하는 방식을 취하고 있다. 이때 해당 저수지 만수면적의 10%이내를 임대하는 조건으로, 수면 임대사업자가 임대면적과 설치할 수상태양광발전시설 용량을 계획하여 사업을 추진하고 있다.

협의 완료 사업 17건 중 평가서 정보조회가 가능한 16건의 사업에 대해 사업면적 및 설비용량, 저수지 규모 등의 정보를 추출하였다(표 3-8 참조). 규모면에서 16개 사업 전체의 설비용량은 33.3MW이며, 15개 저수지¹⁸⁾ 38.5ha의 수면적을 이용하여 추진되고 있다. 이들 사업 지구 15개소는 주수원공¹⁹⁾으로서 농업용수 공급에 그 일차적인 목적이 있으며, 유효저수

18) 동일 사업지구(대동저수지)에서 2건(2015년, 2016년)의 개발사업이 각각 진행되었음.

19) 지표수를 1차적으로 농업용수로 전환케 하는 수원공의 주가 되는 시설이며, 보조수원공은 주수원공의 용수량이 부족할 때 그 부족량을 보충하기 위해 설치한 보조시설임.

량 기준 최소 100만m³에서 최대 1,000만m³급의 대규모 저수지에서 추진되고 있다.

< 3-8> 농업용 저수지 대상 수상태양광발전사업 추진 현황(2015.01~2017.09)

	위 치	사업면적* (m ²)	설비용량 (kW)	유효저수량 (천m ³)	만수면적 (m ²)	사업 시행자
	전남 진도	14,000	993.2	1,088	165,000	민간
오창	충북 청주	29,020	2,501.7	6,385	1,000,000	민간
청천	충남 보령	24,890	2,007.4	20,753	2,650,000	공사
조성	경북 의성	28,300	2,700.2	3,296	567,000	민간
개천	경북 의성	26,500	2,009.7	1,259	530,000	민간
하빈	경북 칠곡	21,409	2,002.0	1,512	420,000	민간
용연	경북 포항	43,378	4,003.9	6,961	869,000	민간
백학	경기 연천	20,092	2,016.0	1,746	442,000	민간
하이	경남 고성	24,501	2,518.6	2,594	242,000	민간
대동**	전남 함평	37,220	1,998.0	7,523	1,210,000	민간
금전	전남 화순	21,777	1,986.5	4,823	643,000	민간
봉산	경남 창녕	7,955	499.3	2,280	782,000	공사
오태	경북 상주	30,947	3,000.0	8,291	1,390,000	민간
지평	경북 상주	31,278	3,000.0	3,718	610,000	민간
추풍령	충북 영동	23,744	2,016.0	2,205	458,000	민간

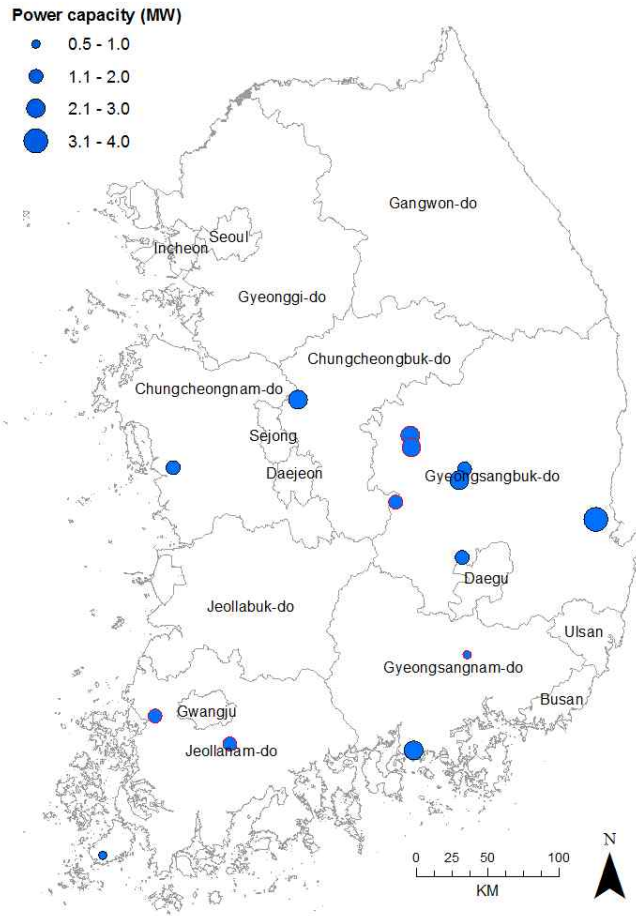
: 1)*사업면적은 변전실 부지면적을 포함하고 있으나 보통 300~400m² 정도로 규모가 작음.

2)**사업면적과 설비용량은 1호기(12,280m²)와 2호기(24,940m²) 각 개별 사업의 정보를 합산한 수치임.

자료: EIASS 자료를 바탕으로 재구성.

사업 대상 저수지들은 최소 3m에서 최대 18m까지 분포하면서 평균 11m의 최대수심을 갖는 것으로 분석되었다. 이를 요약하면 평균 50만m³의 유효저수량 및 80ha의 만수면적, 최대수심 11m의 크기를 갖는 저수지에 수상태양광사업이 입지하고 있음을 알 수 있다.

사업면적이 저수지 수면적에서 차지하는 비율을 보면 만수면적을 기준으로 1.0~10.1%의 분포를 보이고 있으며 평균 4.5%의 수면적이 사용되고 있는 것으로 분석되었다. 사업면적은 시설 규격과 배치 형태에 따라 동일 면적이라 할지라도 시설용량에 차이가 있다. <그림 3-9>은 사업면적 규모에 따른 시설용량을 보여주고 있는데, 1MW에 1.0~1.9ha의 분포를 보이며 평균적으로 1.2ha/MW의 수면적이 소요된 것으로 분석되었다.



: 빨간색 테두리선의 점은 2017.09 기준 운영중인 시설을 가리킴.
 자료: EIASS 자료를 바탕으로 재구성.

< 3-8> 농업용 저수지 대상 수상태양광발전사업 분포도(2015.01~2019.07)

