

수상회전식 태양광 발전시설의 설치로 발생한 차광에 따른 농업용 저수지의 수질 변화

Evaluation of the water quality changes in agricultural reservoir covered with floating photovoltaic solar-tracking systems

이인주*, 주진철**†, 이대홍***, 김종규****, 우도영*****

In Ju Lee, Jin Chul Joo, Dae Hong Lee, Jong Kyu Kim, Do Yeong Woo

요 지

수상 태양광 발전시설은 댐이나 호소, 저수지의 잉여공간인 수면역에 설치하여 수위 변동에 대응하고 육상 대비 발전효율이 높은 발전시스템이지만 수상 태양광 발전시설의 설치로 인하여 수질오염 및 수생태계 교란을 야기할 수 있다는 우려가 지속적으로 대두 되고 있다. 본 연구는 안성시에 위치한 금광저수지 내 수상회전식 태양광 발전시설의 모니터링을 통해 발전시설의 설치가 수질에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 본 연구에서는 수상회전식 태양광 발전시설로 인하여 차광이 되는 차광구역 6지점과 그 외 비차광구역 4지점을 선정하여 차광으로 인한 수질의 변화를 알아보려고 하였다. 연구 결과 수상회전식 태양광 발전시설의 설치로 인하여 수체의 차광 및 광에너지 저하로 인한 수질 및 조류 농도의 변화는 통계학적으로 유의할 정도($p < 0.05$)의 수준은 아닌 것으로 판명되었다.

핵심용어 : 수상 태양광 발전시설, 농업용저수지, 차광, 조류농도, 수심

1. 서 론

인구증가와 더불어 무분별한 자원의 사용과 그에 따른 환경문제가 날로 증가하면서 화석연료의 사용대신 지속가능한 신재생에너지의 사용을 권장하고 있다. 신재생 에너지 중에서도 태양광에너지의 시장이 신재생에너지 사업의 가장 큰 비중을 차지하고 있으나(2014년 신재생에너지 산업통계, 한국에너지공단, 2015), 건물 및 농지, 임야에 태양광발전시설을 설치 할 경우 국토 잠식 및 산림파괴, 구조안정성, 장기임대, 음영의 간섭 등의 문제점이 존재하여(수상태양광 발전기술 개요 및 현황, 주인호, 2014) 신재생에너지의 특성이 환경친화적임에도 불구하고 환경파괴를 초래한다. 이러한 문제점을 보완하고자 호소나 저수지 등의 수면 위에 부력재를 이용하여 태양광 패널을 설치하는 수상 태양광 발전시설의 설치가 최근 활발히 진행되고 있다. 수상 태양광 발전시설은 육상 태양광 발전시설 대비 약 10% 이상 효율이 좋으며, 수면에 설치된 발전시설이 빛을 차단하여 그늘을 조성하고 이로 인하여 어류서식에 유리한 환경을 제공할뿐더러 녹조 발생 및 확산을 감소시킬 수 있다는 가능성이 보고되고 있다(수상태양광 발전사업 환경모니터링 및 환경적 안전성 검증 요약보고서, 노태호 등, 2014). 그러나 수상 태양광 발전시설이 수면에

* 학생회원 · 한밭대학교 건설환경조형대학 환경공학과 석사과정 · E-mail : lee_inju@naver.com

** 정회원 · 한밭대학교 건설환경조형대학 건설환경공학과 조교수 · E-mail : jincjoo@hanbat.ac.kr

*** 비회원 · 한밭대학교 건설환경조형대학 환경공학과 학사과정 · E-mail : acft003@gamil.com

**** 정회원 · 경남대학교 공과대학 토목공학과 조교수 · E-mail : jongkim@kyungnam.ac.kr

***** 비회원 · (주) 솔키스 대표이사 · E-mail : solkiss@leadersclub.co.kr

설치됨으로 인하여 수질 및 수생태계에 악영향을 미칠 수 있다는 우려가 제기되고 있어 본 연구를 통해 수상 태양광 발전시설의 설치가 수질에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상지는 경기도 안성시 금광면 오흥리에 위치한 금광저수지 내 수상 회전식 태양광 발전시설로 저수지 바닥 암반까지 굴착해 중심축을 설치하고 중심축을 지지수단으로 각각의 부상체를 연결한 후 발전시설을 설치하는 방법으로, 지상고정식 대비 22%, 수상고정식 대비 12% 정도 발전 효율이 높은 것으로 보고된다(㈜솔키스 내부 자료). 금광저수지는 농업용 저수지로 1961년에 준공되었으며 저수지 주변에 위치한 숙박업소와 식당, 하천변에 위치한 소규모 마을에서 발생하는 생활하수와 축산폐수, 상류부의 토지유출이 주 오염원으로 작용하고 있으나(한국농어촌공사 내부자료), 도시인근과 도심에 위치한 다른 농업용 저수지 대비 조류농도가 낮으며 수질이 양호한 저수지인 것으로 조사되었다(농촌용수종합정보시스템).

2.2 차광에 의한 수질변화 측정 및 분석 방법

수상 회전식 태양광 발전시설의 차광으로 인한 수질변화를 알아보기 위하여 월 1~2회, 총 16회의 수질측정 및 분석을 실시하였다. 휴대용 수질측정기를 이용하여 현장에서 5가지 항목(수온, pH, DO, Chl-*a*, BGA)의 측정을 진행하였으며, 실험실 내 정밀 분석을 위하여 시료는 멸균채수병을 이용하여 채수하였으며 농도변화가 비교적 뚜렷한 표층수의 시료만을 채수하여 4가지 항목(SS, COD, TN, TP)의 분석을 수질오염 공정시험기준을 토대로 진행하였다. 수질측정 및 분석은 수상 회전식 태양광 발전시설의 중심으로 반경 300m 내외에서 발전시설로 인하여 빛이 차광되는 6지점(site1~site6)을 차광구역(A)으로, 그 외 발전시설의 영향을 받지 않는 4지점(site7~site10)을 비차광구역(B)으로 지정하여 0.3 m(표층), 1 m, 3 m의 수심별로 진행하였다. 조류농도를 나타내는 Chl-*a*와 BGA의 농도는 수심 5 m를 추가적으로 측정하여 수심에 따른 조류의 변화정도를 알아보 고자하였다.

표 1. 항목 별 측정 수심 및 방법

항목	샘플링/측정 수심				측정 방법
	0.3 m (표층)	1 m	3 m	5 m	
수온	○	○	○		현장 측정
pH	○	○	○		
DO	○	○	○		
Chl- <i>a</i>	○	○	○	○	
BGA	○	○	○	○	
SS	○				실험실 분석
COD	○				
TN	○				
TP	○				

3. 차광에 의한 수질변화

수상 회전식 태양광 발전시설의 설치로 인한 수질변화 측정결과, 수온의 경우 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 온도변화는 큰 차이가 발생하지 않았으며, pH와 DO의 경우에도 통계학적으로 유의할 만한 차이점이 나타나지 않았다. Chl-*a*와 BGA의 경우, 비차광구역(B)에 비하여 차광구역(A)에서의 표층 농도가 더 높은 것으로 나타났다. 이는 수상 회전식 태양광 발전시설의 부유체와 패널이 저수지의 표층 흐름을 일부 저해시켜 정체수역을 형성함으로 인해 발생하는 것으로 사료되나, 그 차이점이 통계학적으로 유의할 만한 차이점은 없는 것으로 나타났다. SS, COD, TN, TP의 농도 차이 또한 계절에 따른 변화는 확인되었으나 차광구역(A)과 비차광구역(B)에서 차이는 발견되지 않았다(그림 1.~ 그림 5. 참조). 이러한 결과는 금광저수지에 설치되어 있는 수상회전식 태양광 발전시설의 차광면적이 저수지 수면적 대비 0.5% 미만이며, 취송류로 인한 수체의 흐름과 혼합이 발생하는 농업용 저수지의 특성으로 인해 수위변화가 자주 발생하므로 전체적인 수질변화가 미미했던 것으로 판단된다.

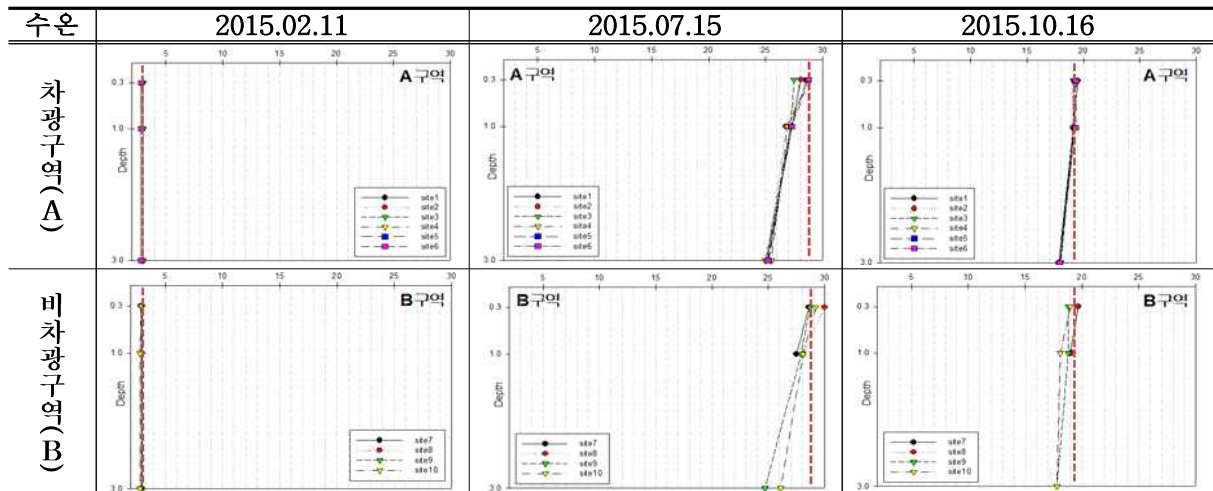


그림 1. 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 수온 측정결과

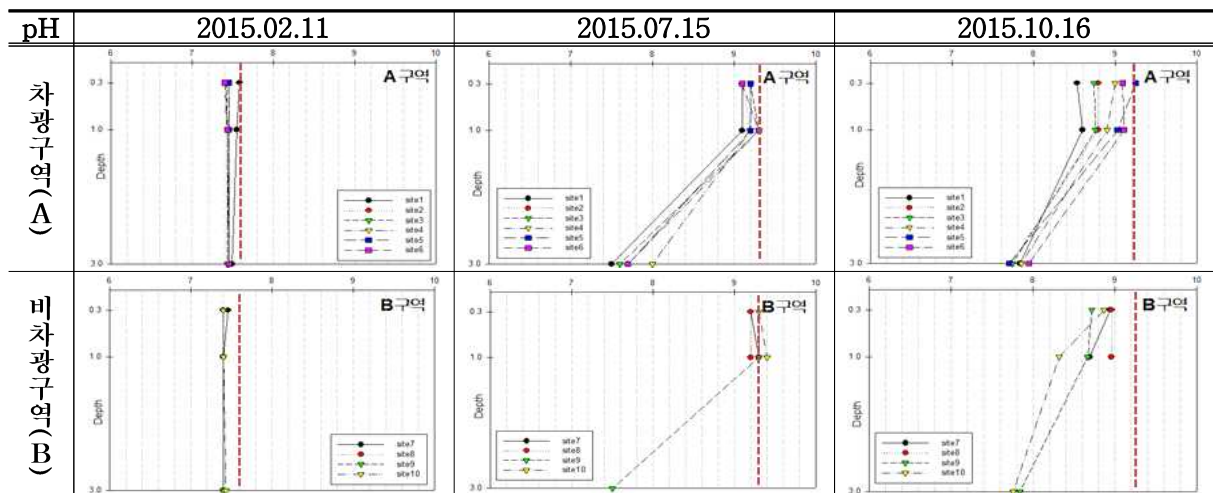


그림 2. 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 pH 측정결과

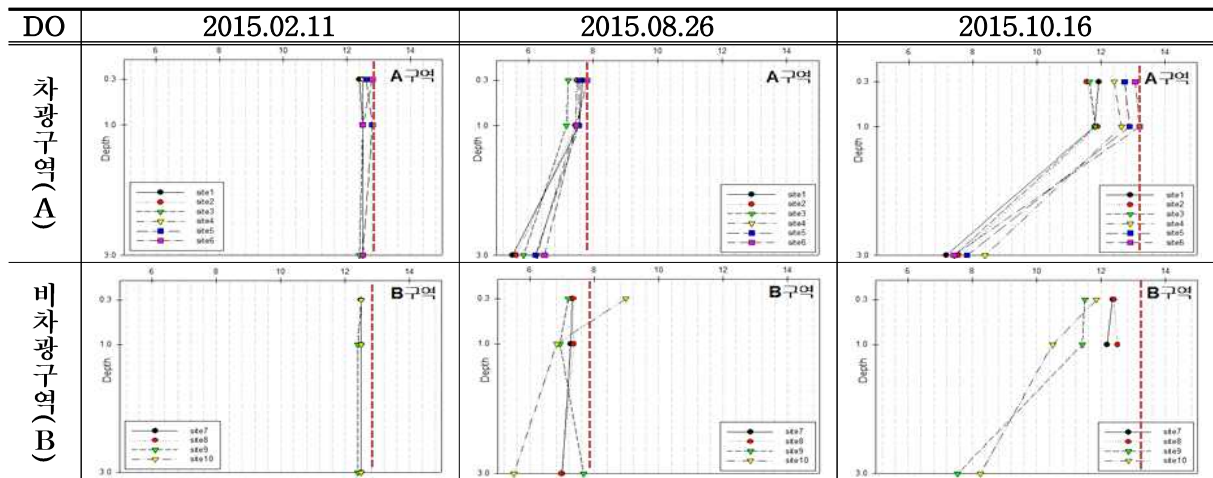


그림 3. 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 DO 측정결과

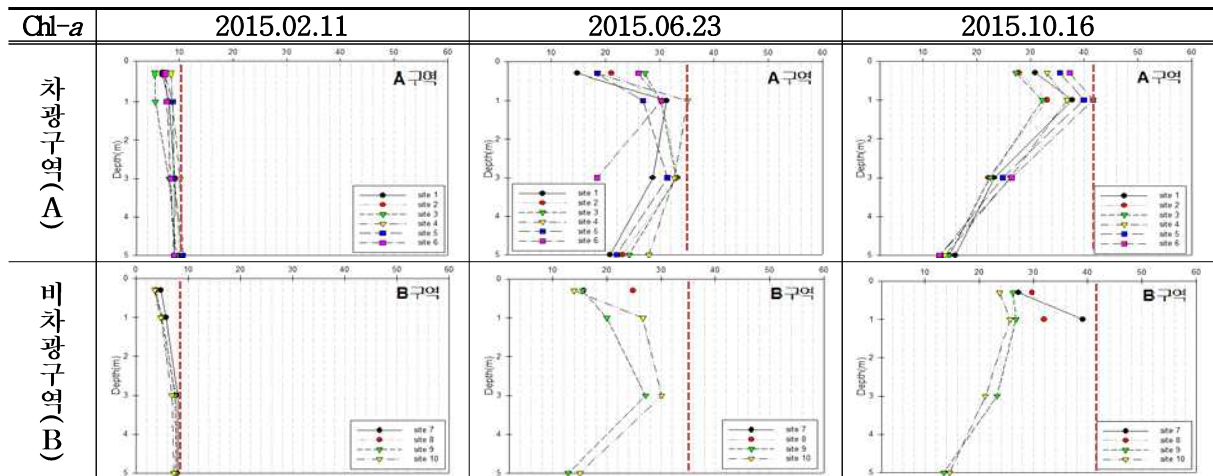


그림 4. 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 Chl-a 측정결과

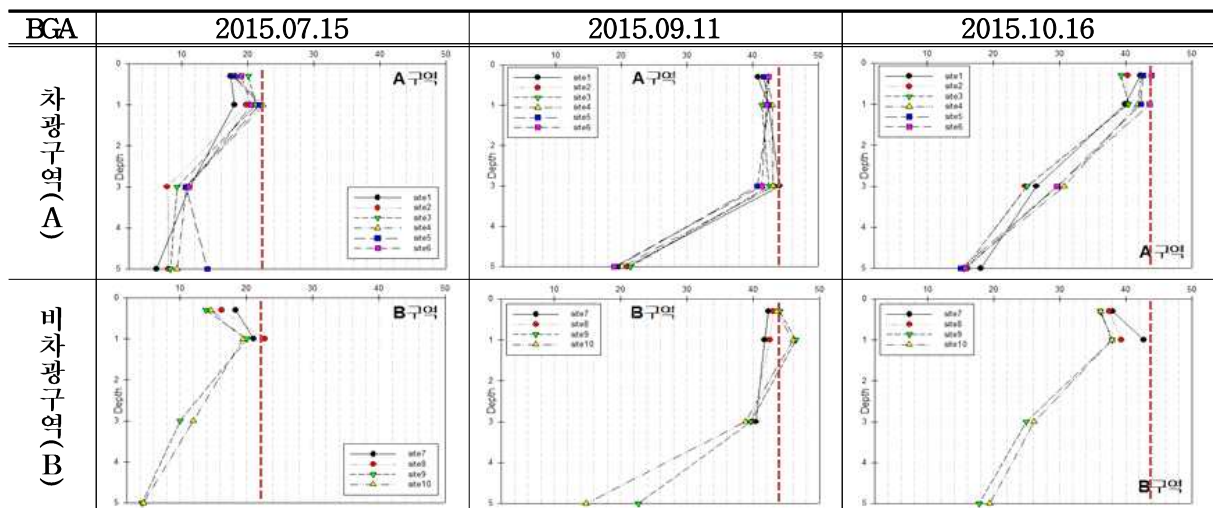


그림 5. 차광구역(A)과 비차광구역(B)의 BGA 측정결과

4. 결과

연구결과, 금광저수지 내 수상 회전식 태양광 발전시설의 설치로 인한 차광 및 광에너지 저하에 따른 수체의 수온, pH, DO, Chl-*a*, BGA의 농도 변화는 통계학적으로 유의할 정도($p < 0.05$)가 아닌 것으로 조사되었다. 이는 금광저수지에 설치되어 있는 수상회전식 태양광 발전시설의 차광면적이 저수지 수면적의 0.5% 미만이므로 발전시설의 패널이 수면을 차광하는 정도가 극미한 부분 차광이기 때문에 그 영향이 미비했던 것으로 판단된다. 또한 금광저수지의 수질 오염정도가 타 농업저수지의 수질 대비 양호한 상태로 수상 회전식 태양광 발전시설의 차광으로 인한 명확한 수질변화를 알아보기에는 다소 어려움이 있었다. 수상 태양광 발전시설의 설치로 인한 수질변화를 보다 면밀히 연구하기 위해서는 보다 넓은 면적의 태양광 발전시설의 설치로 인한 차광과 함께 장기적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 수상회전식 태양광 발전시설 설치에 따른 정체수역 수질 및 수생태계 개선에 관한 연구를 통하여 지원된 (주)솔키스에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 한국에너지공단(2015), 2014년 신재생에너지 산업통계, 신·재생 에너지센터.
2. 주인호(2014), 수상태양광 발전기술 개요 및 현황, 전기저널, 2014.10, 37-41.
3. 노태호, 강광규, 전동준, 신경희, 유미나(2014), 수상태양광 발전사업 환경모니터링 및 환경적 안전성 검증 요약보고서, 한국수자원공사.