발제1. 영농형 태양광의 과학적 원리

2021. 3. 18.

영남대학교 화학공학부 정재학 교수

이 연구결과는 한국동서발전㈜의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

발표 내용 및 순서

1. 연구 배경
2. 국내외 사례
3. 연구수행 방법
4. 연구 결과
5. 향후 계획

1. 연구배경

한국판 뉴딜 정책

1. 연구배경

❖국내 재생에너지 보급 확대 정책

• 재생에너지 3020 이행계획 (2017.12) :
- 2030년 재생에너지 발전 비중 목표

	현황 (2016년)	2029년 (2015년 제7차 전력수급기본계획 기준)
비중(발전량)	4.8%(2만5952GWh)	11.7%(8만3090GWh)
발전설비 (비중)	9.2GW (최대전력 기여도 기준 2.5%)	32.8GW (최대전력 기여도 기준 4.6%)

목표 이행방안
- 국민 참여확대
- 계획입지제도 도입
- 대규모프로젝트 추진
- 지역별 보급계획 수립

2030년 (2017년 신재생 3020 이행계획)
20%(14만5천GWh 예상)
68GW

- 참여 주체 중 농촌 태양광 : 2030년까지 10GW 보급
  염해 간척지 (농업진흥구역內 1.5만ha)
  농지 (농업진흥지역外 86만ha)
  농업용 저수지 (188ha) 등

- 참여 주체 중 농촌 태양광 : 2030년까지 10GW 보급
  염해 간척지 (농업진흥구역內 1.5만ha)
  농지 (농업진흥지역外 86만ha)
  농업용 저수지 (188ha) 등

• 제3차 에너지기본계획 (안, 2019.04) :
- 2040년 재생에너지 발전 비중 목표

워킹그룹	전문가TF	목표설정
25~40%	30%이상 설정 필요 35% 최대 한계치	30~35%
☑ 40%⬇ - `40년 전세계 재생에너지발전비중 40%	☑ 35%⬇ - 계통 대응 부담	기술발전 수준, 주민수용성 등 미래 환경변화 가능성
☑ 25%⬆ - 계통 수용을 위한 별도 조치 필요(IEA)	☑ 30%⬆ - `40년 OECD 평균 재생에너지 발전비중 (수력제외시) 28.6%	특정 목표치가 아닌 목표 범위(Range) 제시

- 에너지 믹스 관련 구체적 감축 목표 및 수단은 제9차 전력수급계획에서 제시

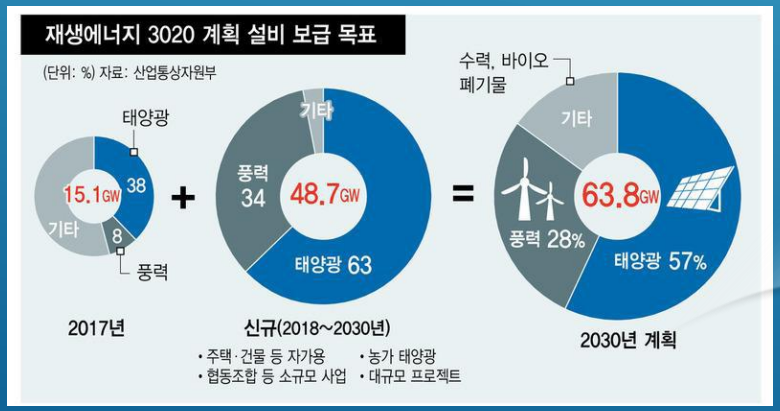
1. 연구배경

• 농촌 고령화와 공동화 가속

- 농촌인구 중 70대 이상 비율 30%초과, 부가가치 낮은 농가소득 → 농촌 공동체 붕괴 직전

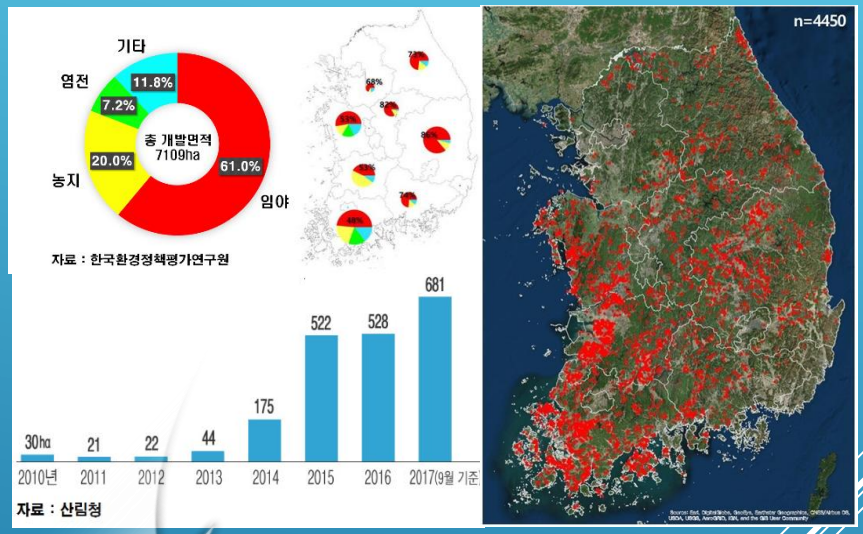
• 한정된 토지자원 이용 경쟁심화

- 재생에너지 3020계획 태양광 설비보급 목표 달성 위해서는 여의도면적 3000배 이상 면적 (875,188ha 이상) 토지 공급 필요



• 산림훼손

- 싼 토지 가격과 넓은 면적 활용 가능한 임야에 설치 집중
→ 경관파괴, 산지훼손, 산사태, 토사유출 등의 문제점 발생
→산지 태양광시설 입지규제 및 제한 시행



농가소득 향상 및 농업생산성 유지 · 향상

영농형태양광시스템 개발로

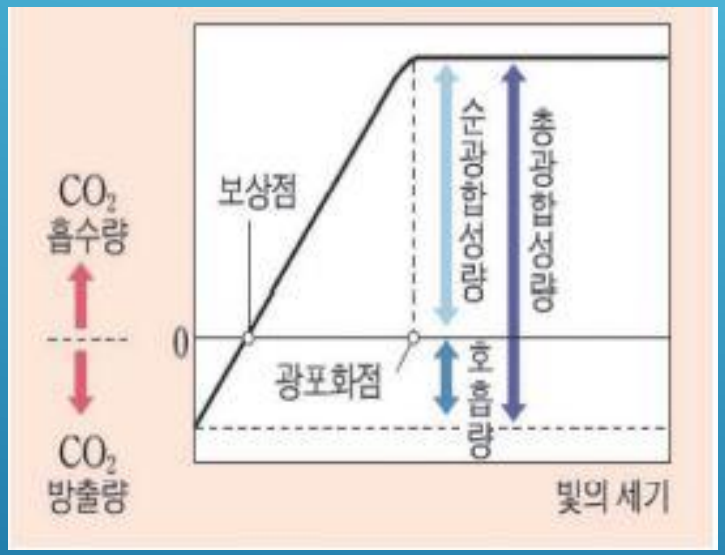
농촌 활성화와 세계적 기술 선점 필요

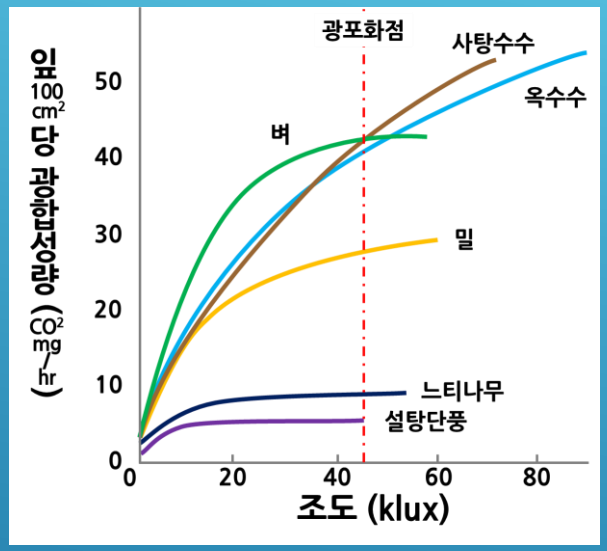
1. 연구배경

❖ 영농형 태양광발전

식물의 광포화점 특성 이용 농작물 재배와 태양광 병행

농작물 경작 + 태양광 발전 = 영농형 태양광





광 포 화 점

- 식물의 광합성 작용 중 광합성이 최고조에 이르러 더 이상 늘지 않을 때의 빛의 세기
- 광합성 속도 중요 요소는 온도, 이산화탄소의 양, 빛의 세기(광합성 속도와 빛의 세기는 비례)
- 광포화점 상태에서는 빛의 세기가 강해져도 광합성 속도는 더 이상 증가하지 않고 일정함을 유지

1. 연구배경

엽록체의 광정위 운동

엽록체 광정위운동(葉綠体 光定位運動)

녹색식물 잎의 엽육세포 중에 엽록체는 광합성을 효율적으로 수행하기 위해 식물을 둘러싼 빛 환경에 따라 세포 내에서 그 위치를 바꾸는 것이 알려지고 있다. 강한 빛 아래에서의 손상을 피하기 위해 엽록체는 세포의 측벽에 이동(도피운동)하고 빛이 약하면 세포의 표면위로 이동하여 활발하게 광합성을 한다.

2. 국내외 사례

일본의 Solar Sharing 사례 (2003~)

2010~2013년 노지, 솔라셰어링 작황비교(무농약 유기재배)

품종	기간	결과	비고
땅콩	2010~2013	차광율 관계없이 결실, 오히려 남쪽 끝단(강한 직사광선)생육 불량	모종 생육 상태가 결질 좌우
양파	2010~2013	차광율 관계없이 결실	모종 생육 상태가 결질 좌우
소송채,순무, 무,당근	2012-2013	솔라셰어링 아래 튼튼하게 자람	
메밀	2012-2013	차광율 관계없이 생육 고름, 남쪽 끝단(강한 직사광선)생육 불량	씨 뿌리는 품종
토란감자	2012-2013	솔라셰어링 중 석양이 닿지 않는 쪽 양호	
보리	2012-2013	생육 차이가 없이 고루 자람	씨 뿌리는 품종
파	2012-2013	잎 가운데가 비어 있는 작물로 햇빛이 강해도 잘 생육	

일본 시즈오카현 벼농사

일본 치바현 농업공존형 태양광

2. 국내외 사례

유럽의 Agra-PV 사례

프랑스 레위니옹 온실

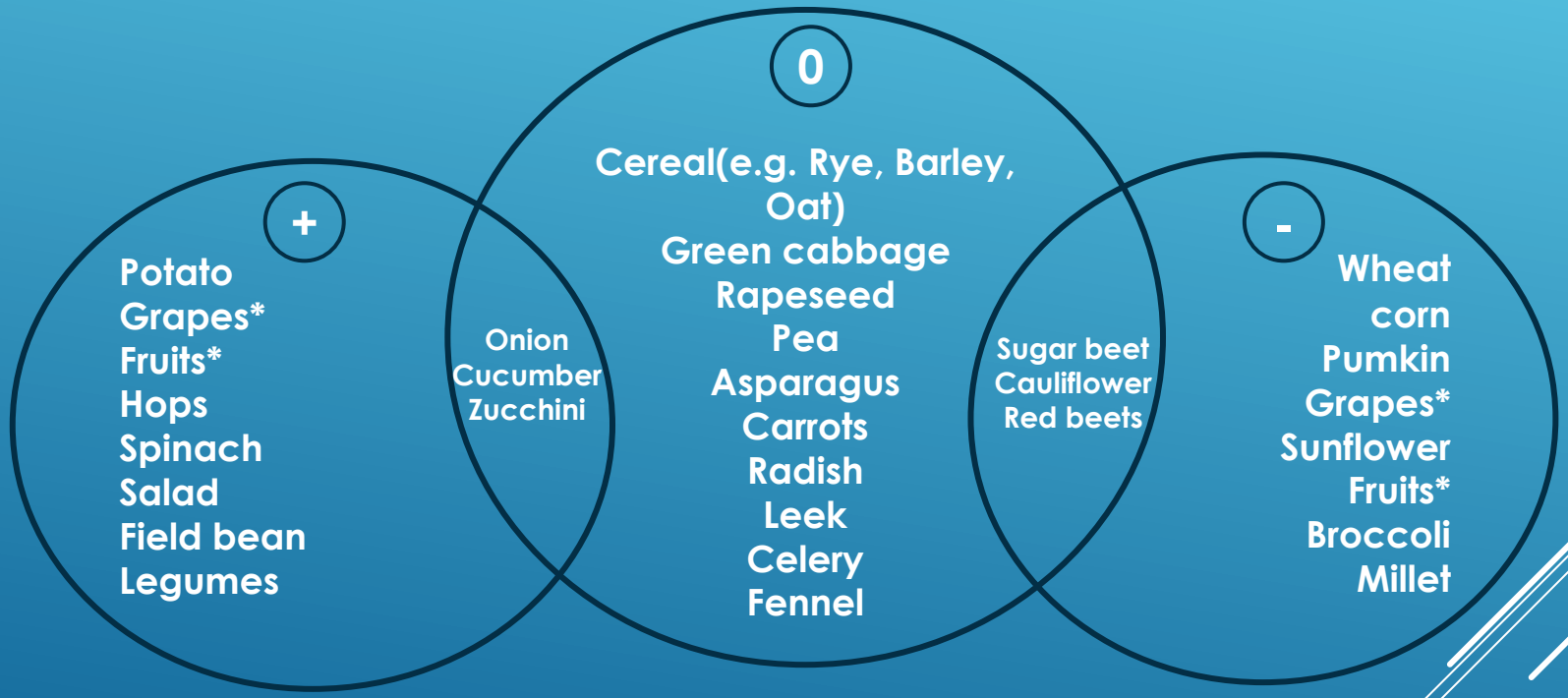
독일 프라운호퍼 밀농사

- **유럽, 일본, 미국, 국내** 초기 실증연구 및 시범사업을 진행 중,
- 유럽에서는 **독일 Fraunhofer ISH**가 2015년에 "APV-Resola"프로젝트 일환으로 시설규모 194kW, 1/3ha 규모로 밀, 감자, 셀러리 등 4가지 작물에 대해 시범사업 진행 중, **프랑스 Ginseng, Akuo Energy사**에서 다양한 식물의 생육 특성에 맞게 태양광발전 시스템 구조를 변화 적용

2. 국내외 사례

Suitable Crops: Case Study in Germany

Classification of Germany's most relevant economic (food/feed) plants in agriculture with respect to shade-tolerance/light saturation point:



* Depending on the type

Source: Fraunhofer ISE

2. 국내외 사례

영농형 태양광발전의 사례(국내)

▲ 오창 농업공존형 태양광. ⓒ한국남동발전

▲ 가평 농업공존형 태양광. ⓒ 한수원

▲ 고성 농업공존형 태양광. ⓒ한국남동발전

▲ 보성 옥암들녘 농업공존형 태양광. ⓒ솔라팜

▲ 해남군 간척지 농업공존형 태양광. ⓒ 파루

▲ 거창 농업공존형 태양광. ⓒ 한국남동발전

2. 국내외 사례

국내 영농형 태양광 실증사업 추진현황

'16년 최초 실증단지 설치 운영된 이후 규모가 큰 단지는 주로 **대형 발전사업자**에 의해 진행이 되고 소규모의 기술 개발을 위한 단지는 **솔라팜, 녹색에너지연구원**등에서 진행하고 있음.

구분	설치지역	규모(kW)	설치시기	작물	비고
한수원	경기 가평	79	17.04	벼	
HS솔라	충북 청주	97	18.06	벼	충북 TP
솔라팜	충북 오창	25	16.03	벼, 인삼	자체연구
		30	16.09	감자, 배추	농식품부
		100	18.09	감자, 배추, 무	산업부(에기평)
	경북 군위	50	18.05	벼	
	경기 성남	70	18.10	마늘, 양파	
	전남 보성	100	19.04	벼	
남동발전	경남 고성	100	17.03	벼	
	인천 영흥	100	18.09	포도	
	경남 고성	76.8	19.02	벼	시범사업
	경남 함양	100	19.04	벼	시범사업
	경남 하동	100	19.04	벼	시범사업
	경남 함안	100	19.05	벼	시범사업
	경남 거창	100	19.06	벼	시범사업
	경남 남해	100	19.06	벼	시범사업
전남농업기술원	전남 나주	100	18.08	마늘, 양파, 배추	
	전남 보성	15	18.08	녹차	
	전남 강진	15	18.08	수수, 옥수수	
녹색에너지 연구원	전남 나주	10	17.05	마늘, 들깨	농식품부
		10	18.09	배	
		10	18.06		산업부(에기평)
동서발전	경기 파주	100	19.11	콩	시범사업
영남대	경북 경산	50	19.10	보리, 파, 밀	

2. 국내외 사례

농작물 수확량의 감소(농림축산식품부의 식량안보의 우려)

Solar Sharing System	Crop	Harvest Year	Harvest rate	Comment
Japan Fukushima Construction	쌀	2016	83/97 %	
Japan Ito Electric	쌀	2016	77%	Problem in Panel control
솔라팜	쌀	2016	85%	
한국남동발전	쌀	2017	82%	
한수원	쌀	2017	86%	

2. 국내외 사례

- 2013년 일본에서 제안된 비계파이프 방식의 보급형 구조물
- 36cell의 협소형 모듈을 적용한 기본 형태가 주류
- 농지형태에 자유로운 독립지주방식이 새롭게 제안되고 있으나 높은 비용이 걸림돌

기본형
비계파이프 연결
모듈 각도 수동 조정
협소형 36cell 모듈적용
일본형

트러스 지지형 기본형 동일 모듈 수동가변형
트러스 지지물 연결
협소형 36cell 모듈적용
S사 제안 1.88억/100kW

독립지주형 1지주 4모듈 고정형
강건한 시멘트 기초 적용
상용72cell 모듈적용
한수원 -

독립지주형 1지주 32모듈 추적형
6m 깊이의 강건기초 적용
상용72cell 모듈적용
P사 -

3. 연구수행 방법

일본의 표준, 한국의 타사와의 구조물 설치비용 비교

영농형 태양광 부품/인건비 최소화로 설치비 30% 절감

S사 트러스

설치방식 : 고소작업 포함
설치기간 : 23일(191MD) 이상
기둥수량 : 208개
조립공수 : 총15,833
설치모듈 : 36 cell 모듈,625개
차광율 : 28% ~ 32%
특징 : 부품표준화/중국

N사 독립지주

설치방식 : 지상작업+Lifting
설치기간 : 15일(127MD)
기둥수량 : 76개
조립공수 : 총 8,512
설치모듈 : 32 cell 모듈,608개
차광율 : 30% ~ 32%
특징 : 크레인 Lifting

영남대/MDS SSP

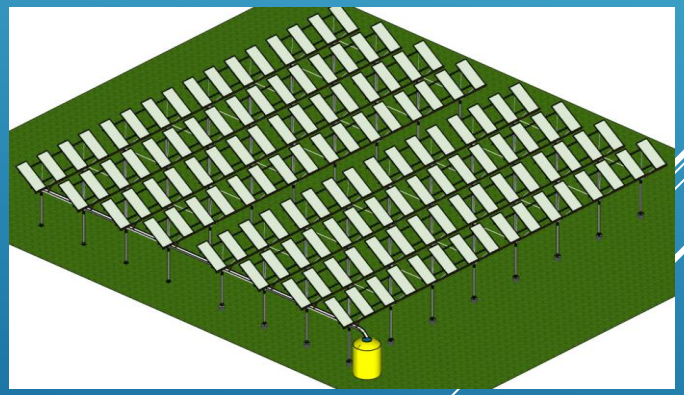
설치방식 : 지상조립+회전직립
설치기간 : 7일(61MD)
기둥수량 : 128개
조립공수 : 총 1,920
설치모듈 : 상용 72 Cell.256개
차광율 : 33% (조정가능)
특징 : 소형 포크레인 회전직립

3. 연구수행 방법

스마트 솔라 파이프(SSP) 기술

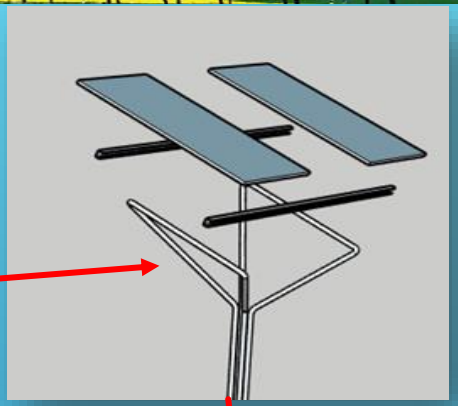
영남대는 영농형 태양전지 발전시설에 적용된 스마트솔라 파이프 기술을 공유하여 경북지역의 농민에게 보급 표준형을 만들고 실증연구를 추진하고 있음.

- 영농병행 농업생산성 향상 **5%** 이상 집수시스템 / **LED** 보광방안 / 보리,양파 작목 기준
- 구조물 부품수 저감 **50%** 이상 일체형 밴딩 구조 방식의 독립지주형
- 구조물 시공비용 저감 **50%** 이상 지상조립 **90%** 이상,
- 음영 지속 영역 **Zero**화 **100%**상용모듈+간격배치 방식 적용



3. 연구수행 방법

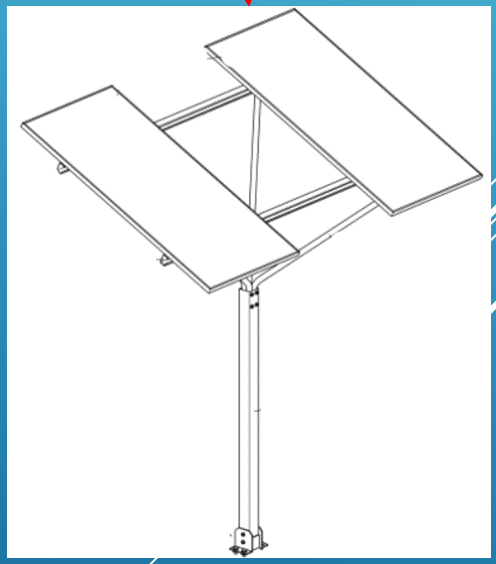
스마트솔라 파이프 시스템



多 부품 구성의
기둥 및 지지대를
일체형 밴딩으로 구성하여

부품수 저감
시공수 저감

으로 비용을 절감

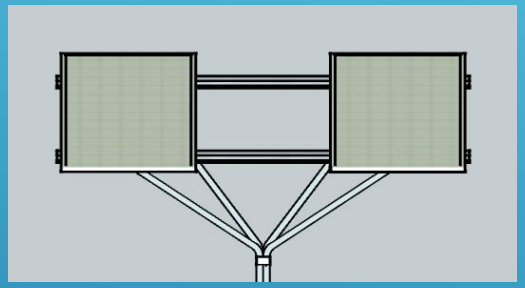


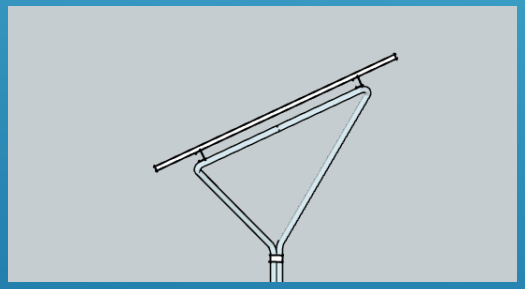
** SSP (Smart Solar Pipe)는
MDS(모든솔라) 와 영남대학교가
공동으로 개발하여
영농형 태양광 발전 실증단지에 적용하는 구조 기술임.

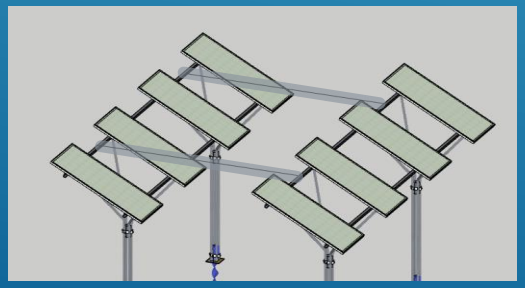
모든솔라

3. 연구수행 방법

스마트 솔라 파이프 구조물은 부품을 최소화, 구조 안정성을 확보할 수 있는 **Unit** 구조로 농지형태 대응이 유연하고 비용을 최소화하는 특장점을 가진다.



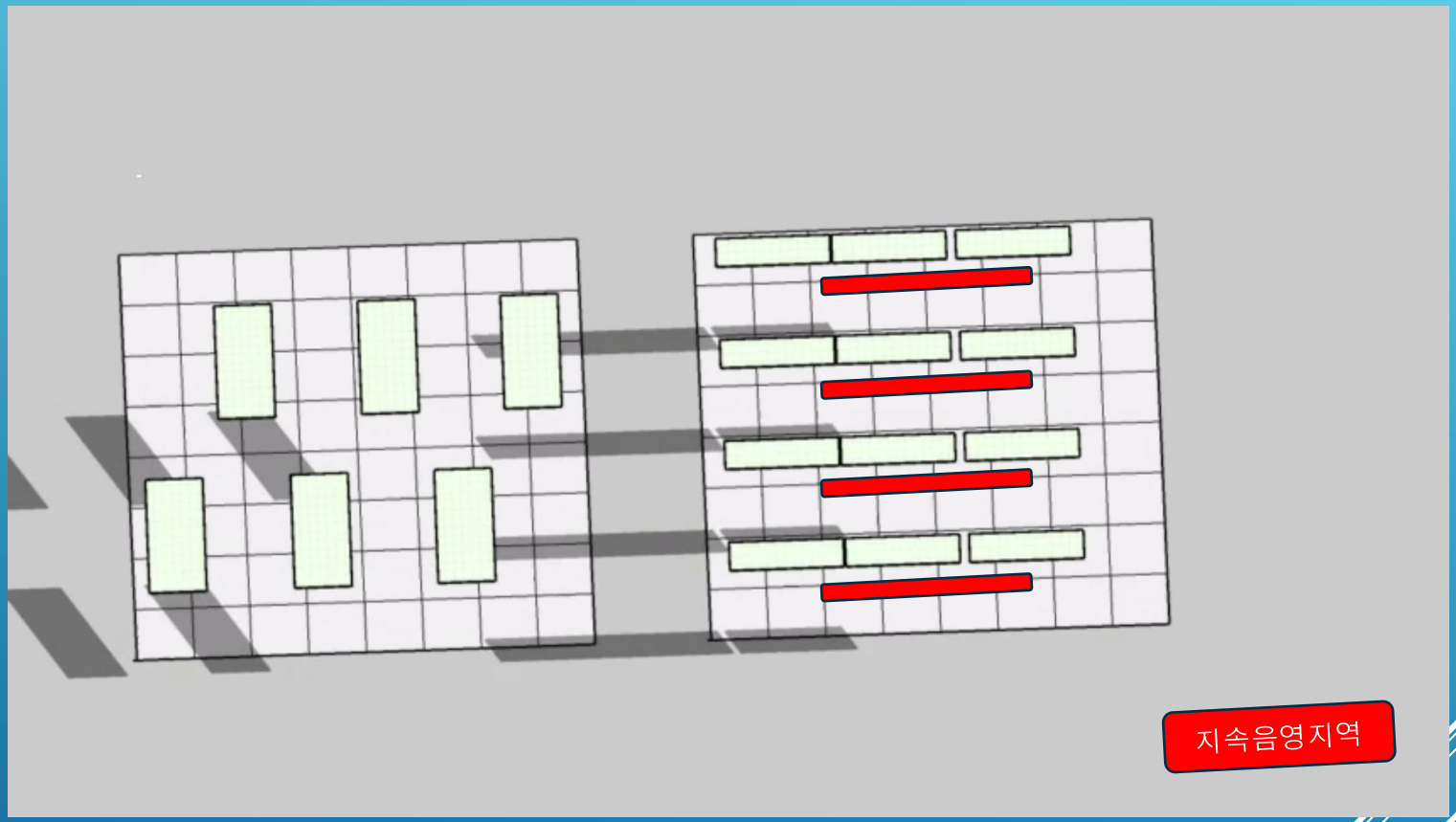




- **모든 형태의 농지에 설치 가능**
  - ❖ 영농형 태양광 발전시스템 표준화 추진
  - ❖ 무타설 스파이럴 기초 적용가능
- **우수한 가격 경쟁력**
  - ❖ 밴딩 부품 구성으로 최소 부품 구성가능
  - ❖ 스파이럴 기초 및 일체형 지지구조물로 시스템 조립 시공 비용저감
  - ❖ Unit 단위 구조강도 검토로 검토 비용 저감
- **최상의 영농병행 태양광 발전 시스템**
  - Unit 단위 구성으로 충분한 내풍압 특성 확보
  - 지속 음영지역 Zero, 농업생산성 최대화
- **스마트 솔라파이프 특허 출원 중**

3. 연구수행 방법

하절기 태양광 음영발생 비교



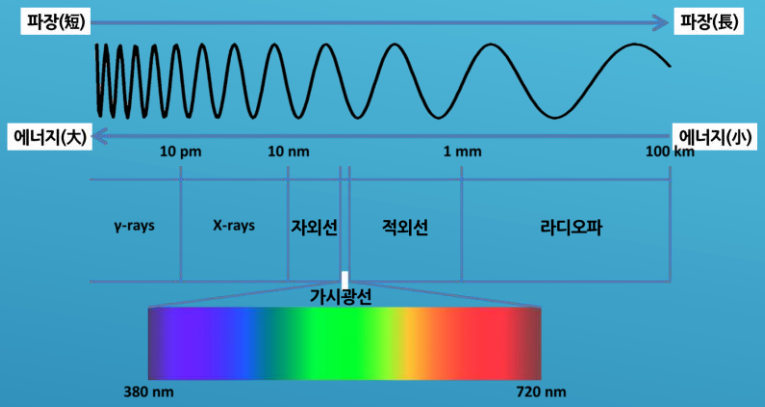
3. 연구수행 방법

SSP 시스템 설치 동영상

3. 연구수행 방법

❖ 농작물 LED 보광기술

• 빛의 파장



인간의 감지 파장
(380nm~780nm 파장영역으로 명암과 색채 구분)

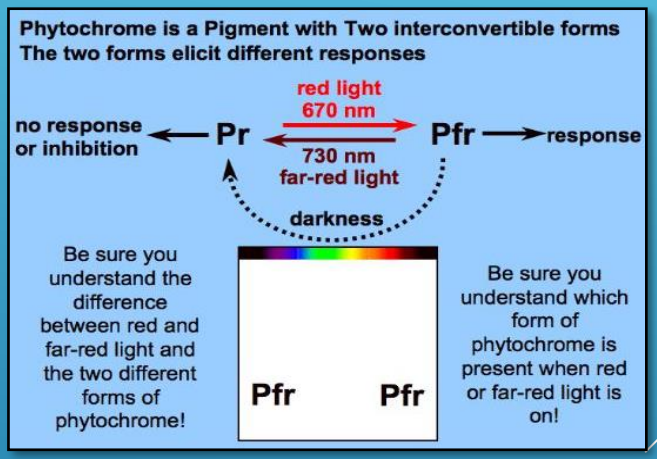
• 빛의 파장에 따른 식물의 생리 반응

파 장 (nm)			작용효과
적외선	IR-A	1400 ~ 1000	식물에 대해 특별한 작용은 없음. 열의 영향을 미침.
		780	식물에 특별한 신장 효과를 촉진 시키는 파장.
가시광선	적색	700	발아저지(730), 광합성 작용의 최대(670)
		660	엽록소 작용 최대(655), 발아작용과 잎 배포 화아형성(660)
	적황색	610	광합성에 유익하지 않음. 해충방제(580~650)
	녹황색	510	노란 색소에 의한 일부 흡수, 어류 집어(485)
	청색	430 ~440	광합성작용의 최대(430), 엽록소 작용의 최대(440), 해충유인
자외선	UV-A	400 ~315	일반적으로 식물의 잎을 두껍게 하는 작용. 색소의 발색 촉진 작용. 해충 유인
	UV-B	280	많은 합성 과정에 중요한 작용(면역체 형성). 강하면 해가 됨.
	UV-C	100	식물을 급속하게 시들리게 하는 작용.

• Phytochrome Pigment (Pfr)

- 적색광은 Pfr을 생성해서 광합성에 의해 만들어진 포도당을 잎에서 열매나 뿌리로 이동시키는 작용을 함으로 백색광보다 **25~50배 적은 광량으로 15~20% 증산**함

(홍성창 et al, 한국환경농학회지, v.33, 2014년 , pp.358-363)



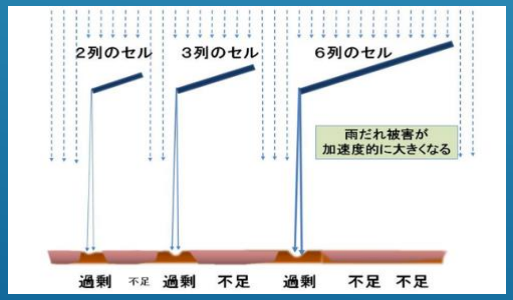
- 같은 에너지량 기준으로는 청색보다 적색의 광자 수가 더 많아 효율적임
- 파장별 식물의 반응 특성 차이
  - 640~690nm(적색) : 광합성을 촉진,이동시키는 파장
  - 420~470nm(청색) : 잎의 형태 형성을 촉진시키는 파장

3. 연구수행 방법

– 태양광발전 병행 표준 재배 기술 개발

- 구조물 음영(차광률)에 따른 구역별 농작물 영향조사
- 방위각에 따른 성장 상태 조사
- 일사량 및 일조량에 따른 성장 상태 조사
- 경사각에 따른 성장 상태 조사

[음영 분포]



[강우 유출수]

- 수확량 평가 통계학적 검증
  - 실증작물에 대해 처리구별(미설치, 보광미처리, 보광처리) 3개체 반복으로 총 9 개체 생육조사
  - 각처리구별 3개체 반복 완전임의배치법으로 실시
  - 보광에 따른 수확량(Fresh weight) 효과 SAS분석

※ 통계분석은 "농업과학기술 연구조사분석기준 (농촌진흥청, 2012)" 준용

경작 환경 변화
- 일조량
- 토양의 수분 및 온도
- 풍량
- 태양광 패널 강우유출수
- 농기계 운용 등

영향 분석

품질 수확 영향
- 감수율 또는 증산
- 도복
- 웃자람
- 병충해
- 조수 피해

재현성 검증

표준 재배 기술
- 변화된 환경에 맞는 재배 기술 개발
- 지역 기후에 맞는 적합 작물 및 품종
- 재배 및 수확 시기
- 퇴비, 비료의 종류, 수량, 시기
- 소독, 방제 종류, 횟수, 시기
- 기타 농법 변화

3. 연구수행 방법

농가소득 향상 및 농업생산성 유지 · 향상 영농형태양광시스템 개발
농촌 활성화와 세계적 농업-에너지 융합 기술 선점

차광률 33%, 농작물 수확 감수율 10%이하
영농형 태양광 기술 구현

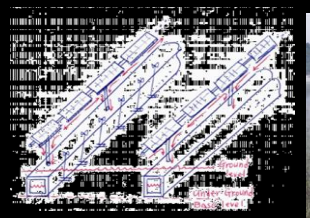
LED 보광 기술 활용 농업생산성 유지 · 향상 영농형태양광시스템 개발

LED 보광 영농형 태양광 실증 시설 구축
- 영농형 태양광시스템 신뢰성 평가 기반 구축
- 수요자 평가 및 벤치마킹 모델 구축
- 영농형 태양광 농업생산성 유지 향상 고도화
- 구조물 안전성 평가 기술 개발

개발대상

빗물 순환 이용 기술 및 농업생산기반 향상 기술

- 민간 중심의 농업생산기반 고도화 기술 개발
- 생태친화적 빗물 순환 이용 기술 개발
- 경제성 및 시스템 적정성 평가 기술개발
- 농산물 안전성 평가 및 관리 방안 마련
- 경작 확인 및 농업유지 점검 관리 방안 개발



3. 연구수행 방법

구 분		사 양
사업부지	면적	1,400㎡ 실험군 A1 466㎡ 태양광+LED보광 실험군 A2 466㎡ 태양광 실험군 B 466㎡ 부지내 음영발생 완충지대/대조군(감수율확인용)
	차광율	33%
발전설비	모듈	단결정 72cell / 385W 128매
	인버터	String Inverter (34kW 2ea, 무변압기 방식, MPPT 제어)
	시설규모	49.28 kW
구조물	지표이격	지표와의 이격 3m, 차폐율 33%
	재질	지표 1m 이상 Mg합금도금강 / 용융아연도금강
	구조물 종류	1) Smart Solar Pipe System (MDS Patented) 30도 경사 고정형 2) 우수 집수/스프링 쿨러 살수 장치 3) LED 보광장치 (650nm 파장) 4) 타임랩스 카메라

3. 연구수행 방법

시설 설치 및 운영(1) : 영농형 태양광 발전 시설 설치(2019. 11. 05)

1) 영농형 태양광 구조물 SSP(smart solar pipe)공법 설치

2) 빗물 순환 시스템의 집수 탱크 설치

3. 연구수행 방법

시설 설치 및 운영(2) : 살수(스프링쿨러) 설치 (2020. 03. 25) 및 집수/살수

Panel line 집수 Gutter

Total 집수 Gutter

집수 Tank 5 ton

스프링클러 작동 1- 0325

스프링클러 작동 2--0325

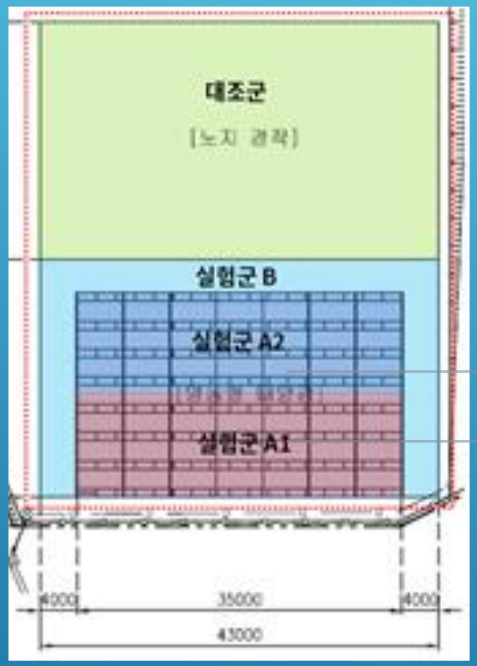
스프링클러 작동 3--0325

3. 연구수행 방법

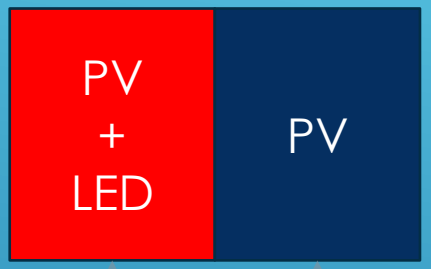
시설 설치 및 운영(3) : LED 보광시스템 설치 (2020. 03. 30)

– LED 보광시스템 설치 계획 및 변경 설치

(구조물 및 LED 보광시스템 설치 계획)



(구조물 및 LED 설치 현황)



원래 계획대로 남북으로 나누어 실험군 A1에 PV+LED를 설치하고 실험군 A2에 PV 만을 설치할 경우에 실험군 A1에는 실험군 A2 보다 전면에 일사량이 많아서 공정한 비교를 할 수 없기 때문에 햇빛 일사에 동일한 조건이 되게 동서로 나누어 LED를 설치함.

3. 연구수행 방법

- LED 보광 시스템을 설치하고 Dimmer를 20%로 하여 모든 부분의 조도가 5룩스 이상 조정.
- 보광 시간은 저녁 6시부터 12시까지 중 1~6시간 보광 함.
- 매일 Timer가 off 되었다가 on 될 때 Dimmer가 100%로 reset 되는 에러 수정 (4월 21일) (일일 전력 사용량이 17.3 KWh가 사용되어서 계획된 3.7 KWh를 초과되는 것을 일일 전력 사용량이 2.9 KWh 으로 교정).

3. 연구수행 방법

경상북도 영농형 태양광발전 첫 수확 – 늘보리 재배 현황

‘20.02.14

‘20.03.03

‘20.03.15

‘20.04.20

‘20.04.28

‘20.05.21

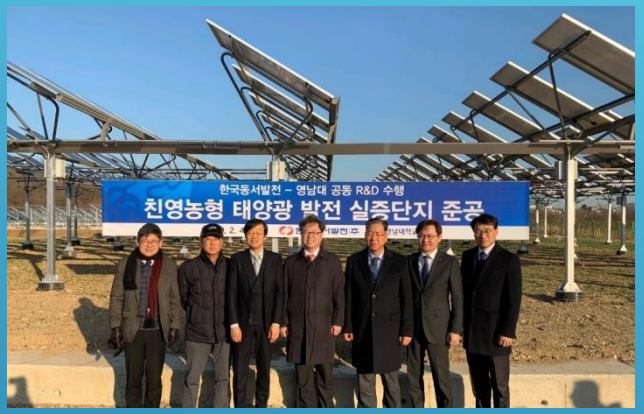
3. 연구수행 방법

수확을 앞둔 영농형 태양광 보리밭

3. 연구수행 방법

3. 연구수행 방법

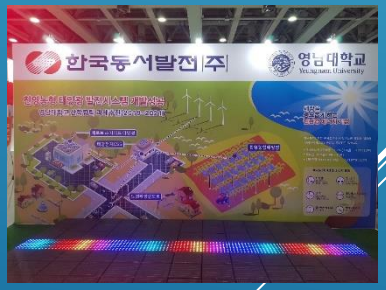
친영농형 태양광발전 개소식



대구경북 영농형 태양광 첫 수확

언론 보도 – 매일 경제 등

2020 국제그린에너지엑스포 출품



3. 연구수행 방법

동서발전 울산지역 영세요식업 불우이웃돕기

봉화군 스터디 그룹 영농형태양광 현장 방문

영농형태양광 산업협회 현장 방문

상주시청 영농형태양광 현장 방문

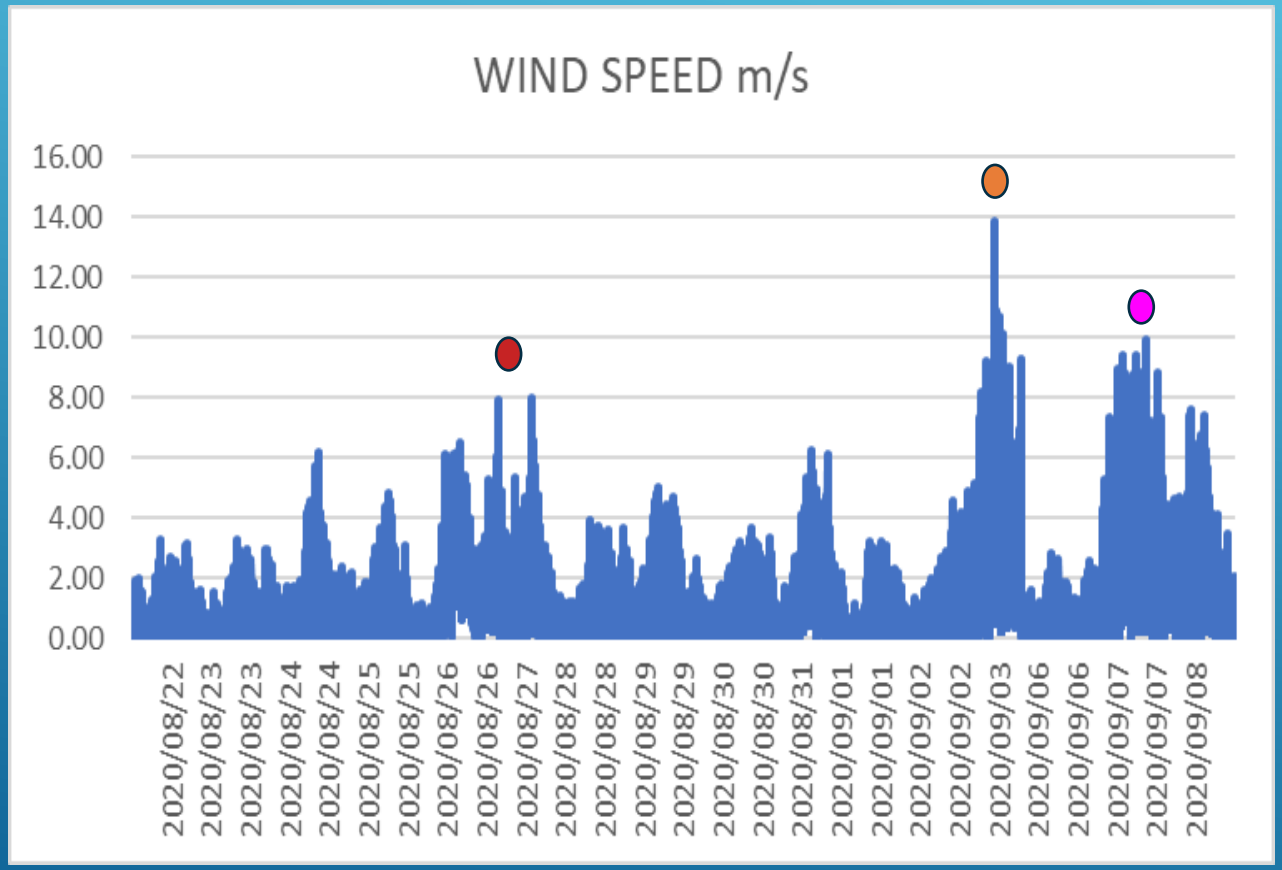
4. 연구 결과

실시간 기후 정보 모니터링 （ Weather Station ）

Weather Station (2020. 06. 03. PM 12:39)

4. 연구 결과

실시간 기후 정보 모니터링 （ Weather Station ） – wind speed 분당데이터

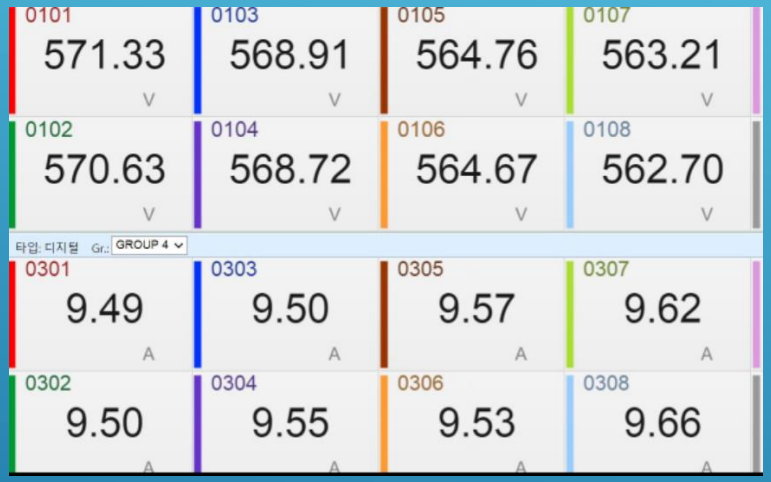


- 8월 26일~27일 : 태풍8호 바비
- 9월 2일~3일 : 태풍9호 마이삭
- 9월 7일~8일 : 태풍10호 하이선

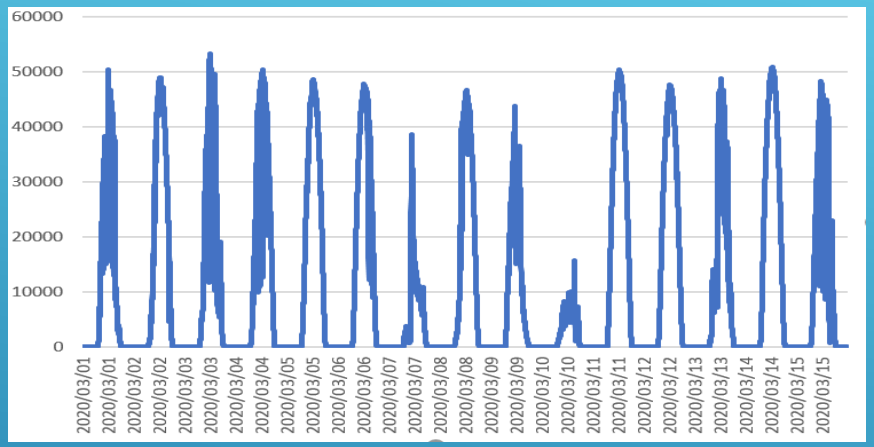
4. 연구 결과

실시간 발전량 모니터링 (Power)

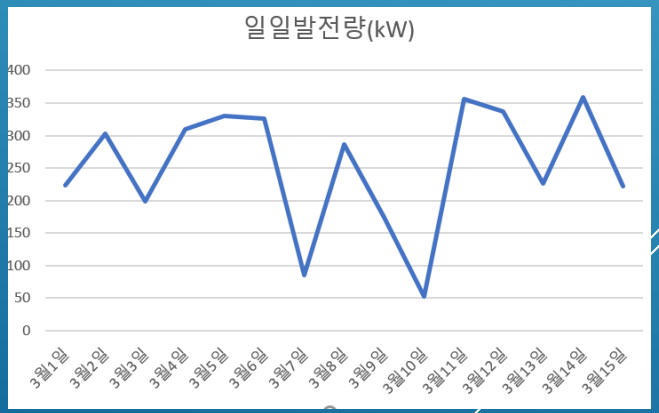
Power (2020. 06. 03. PM 12:39)



실시간 모니터링 (2020. 03. 01 ~ 2020. 03. 15)

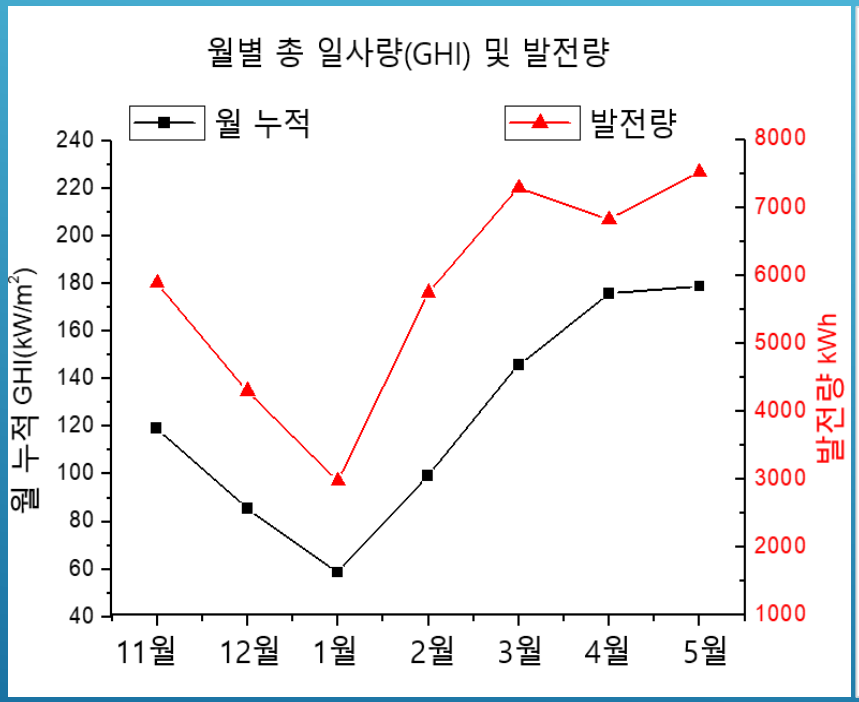


일일 발전량(3월 1일 ~ 15일)

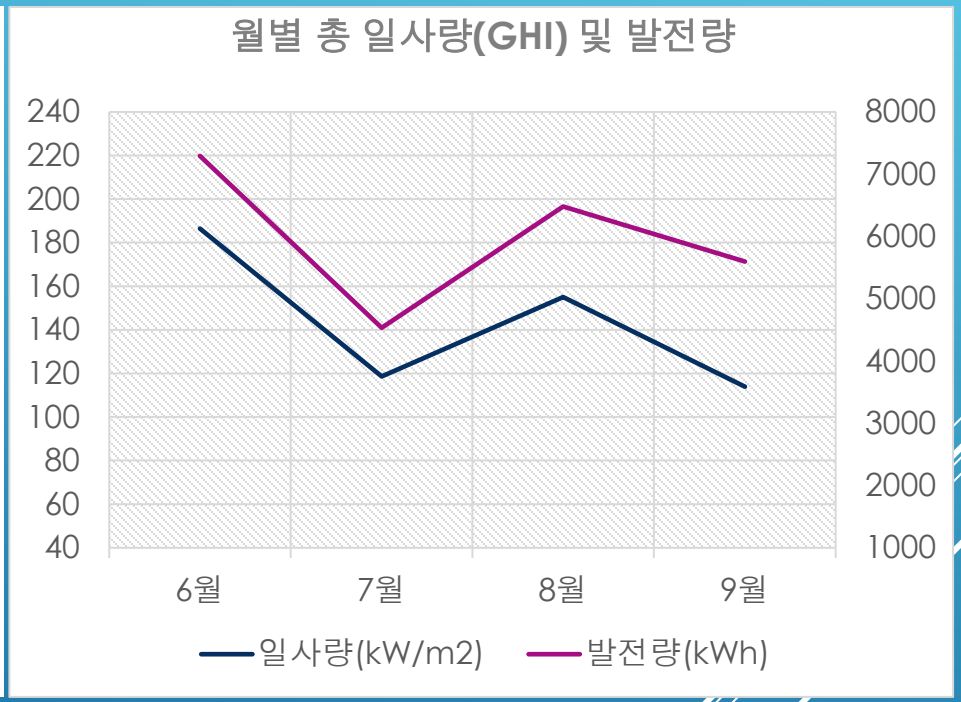


4. 연구 결과

월별 총 일사량(GHI) 및 발전량의 추이



보리경작기의 일사량 및 총발전량



파경작기의 일사량 및 총발전량

4. 연구 결과

총발전량 및 LED 사용량

	제1차 보리 경작기(11월~5월)	제2차 파 경작기(6월~10월)	1년간 총량
발 전 량 (kWh)	40556.2	27574.9	68131.1
LED사용량 (kWh)	394.6	178.5	573.1
LED사용분율 (%)	0.973	0.647	0.841

10월 30일까지의 LED 사용 전력 누적량 (573.1kW)

4. 연구 결과

경작 소출 연구 결과 1

보리 경작 수확량 및 낱알 견실도 비교

	$1m^2$ mean total weight(g)	
노지경작	533.40 ± 4.69 a	100%
태양전지	576.65 ± 17.78 ab	108.1%
태양전지+LED	626.47 ± 37.27 b	117.5%

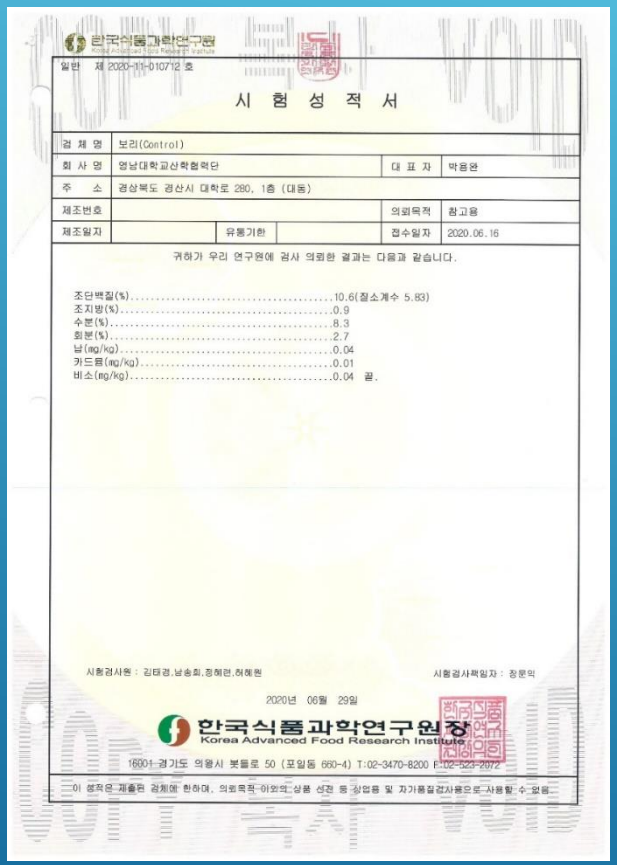
	weight of 1000 seeds(g)	
노지경작	37.8 ± 1.21 a	100%
태양전지	38.15 ± 0.75 a	100.9%
태양전지+LED	37.98 ± 0.52 a	100.5%

	Avg. weight of head(g)	Number of grains
노지경작	1.84 ± 0.07 a	50.30 ± 1.37 a
태양전지	2.14 ± 0.06 b	54.22 ± 0.93 b
태양전지+LED	1.91 ± 0.05 ab	50.87 ± 0.84 a

Mean seperation within each columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

4. 연구 결과

한국식품과학연구원의뢰 작물 영양 분석



한국식품과학연구원

일반 제 2020-11-010712 호

시 험 성 적 서

검 체 명	보리(Control)		
회 사 명	영남대학교산학협력단	대 표 자	박용완
주 소	경상북도 경산시 대학로 280, 1층 (대동)		
제조번호		의뢰목적	참고용
제조일자	유통기한	접수일자	2020.06.16

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

조단백질(%)	10.6(질소계수 5.83)
조지방(%)	0.9
수분(%)	8.3
회분(%)	2.7
납(mg/kg)	0.04
카드뮴(mg/kg)	0.01
비소(mg/kg)	0.04 끝.

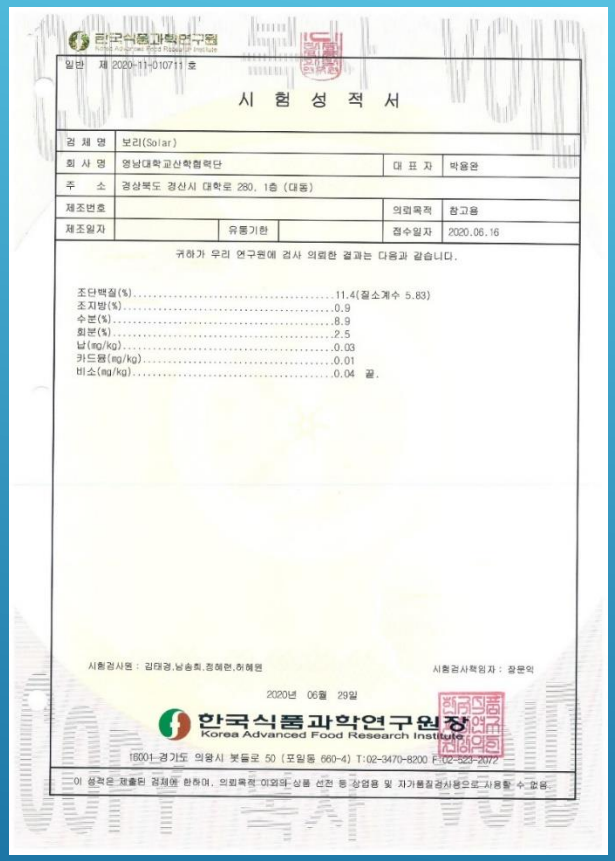
시험검사원 : 김태경,남송희,정혜련,허혜원 시험검사책임자 : 장문익

2020년 06월 29일

한국식품과학연구원장 Korea Advanced Food Research Institute

16001 경기도 의왕시 봇들로 50 (포일동 660-4) T:02-3470-8200 F:02-523-2072

이 성적은 제출된 검체에 한하며, 의뢰목적 이외의 상품 선전 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용할 수 없음.



한국식품과학연구원

일반 제 2020-11-010711 호

시 험 성 적 서

검 체 명	보리(Solar)		
회 사 명	영남대학교산학협력단	대 표 자	박용완
주 소	경상북도 경산시 대학로 280, 1층 (대동)		
제조번호		의뢰목적	참고용
제조일자	유통기한	접수일자	2020.06.16

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

조단백질(%)	11.4(질소계수 5.83)
조지방(%)	0.9
수분(%)	8.9
회분(%)	2.5
납(mg/kg)	0.03
카드뮴(mg/kg)	0.01
비소(mg/kg)	0.04 끝.

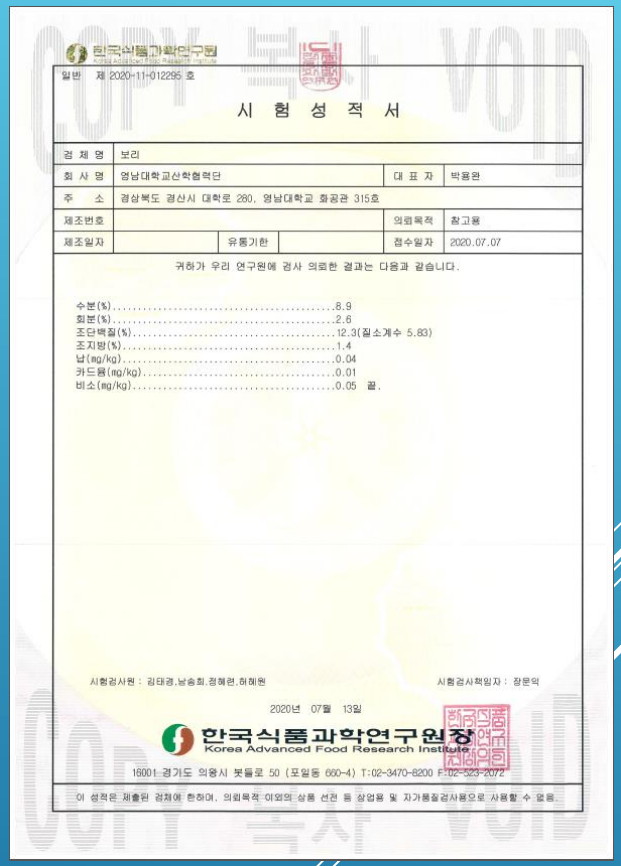
시험검사원 : 김태경,남송희,정혜련,허혜원 시험검사책임자 : 장문익

2020년 06월 29일

한국식품과학연구원장 Korea Advanced Food Research Institute

16001 경기도 의왕시 봇들로 50 (포일동 660-4) T:02-3470-8200 F:02-523-2072

이 성적은 제출된 검체에 한하며, 의뢰목적 이외의 상품 선전 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용할 수 없음.



한국식품과학연구원

일반 제 2020-11-012295 호

시 험 성 적 서

검 체 명	보리		
회 사 명	영남대학교산학협력단	대 표 자	박용완
주 소	경상북도 경산시 대학로 280, 영남대학교 화공관 315호		
제조번호		의뢰목적	참고용
제조일자	유통기한	접수일자	2020.07.07

귀하가 우리 연구원에 검사 의뢰한 결과는 다음과 같습니다.

수분(%)	8.9
회분(%)	2.6
조단백질(%)	12.3(질소계수 5.83)
조지방(%)	1.4
납(mg/kg)	0.04
카드뮴(mg/kg)	0.01
비소(mg/kg)	0.05 끝.

시험검사원 : 김태경,남송희,정혜련,허혜원 시험검사책임자 : 장문익

2020년 07월 13일

한국식품과학연구원장 Korea Advanced Food Research Institute

16001 경기도 의왕시 봇들로 50 (포일동 660-4) T:02-3470-8200 F:02-523-2072

이 성적은 제출된 검체에 한하며, 의뢰목적 이외의 상품 선전 등 상업용 및 자가품질검사용으로 사용할 수 없음.

시험성적서

4. 연구 결과

노지 및 태양광시설물 아래의 보리 영양 분석

	조단백 (%)	조지방 (%)	수분 (%)	회분 (%)	납 (mg/kg)	카드뮴 (mg/kg)	비소 (mg/kg)
노지경작	10.6	0.9	8.3	2.7	0.04	0.01	0.04
태양광발전 아래 경작	11.4	0.9	8.9	2.5	0.03	0.01	0.04
태양광발전+LED 아래 경작	12.3	1.4	8.9	2.6	0.04	0.01	0.05
곡류 허용 기준치	질소계수 5.83	-	-	-	0.2이하	0.1이하	0.2이하

한국식품과학연구원 (2020. 06. 16)

4. 연구 결과

경작 소출 연구 결과 2

파 경작 수확량 및 견실도 비교

27개체 (9개체 3반복) 작황

	length	total weight(g)		leave numbers
노지경작	67.59 ±1.31a	83.08 ±4.07a	100%	6.67 ±0.22a
태양전지	72.93 ±1.04b	75.03 ±4.36a	90.3%	6.59 ±0.14a
태양전지+LED(3시간)	78.48 ±1.15c	115.20 ±5.60b	138.7%	7.44 ±0.16b
태양전지+LED(6시간)	80.26 ±1.42c	105.19 ±5.43b	126.6%	6.67 ±0.18a

18개체 (6개체 3반복) 엽록소 a, b 량

	Chla	Chl b	total
노지경작	0.240 ±0.02a	0.070 ±0.013a	0.310 ±0.022a
태양전지	0.256 ±0.009ab	0.086 ±0.005ab	0.343 ±0.013ab
태양전지+LED(3시간)	0.248 ±0.015ab	0.092 ±0.006ab	0.340 ±0.020ab
태양전지+LED(6시간)	0.294 ±0.017b	0.099 ±0.006b	0.393 ±0.022b

Mean seperation within each columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

5. 연구성과 활용 및 향후 계획

가. 고효율 LED 보광처리 기술 최적화 및 다변화

- 보광처리 LED 광원 균일도 특성 분석 · 평가한 결과 1m 높이에서 30cm 그림자 짐.
- LED 보광처리 Agrivoltaics 표준재배기술 개발
- 다양한 LED파장의 식물 생장 주기별 최적화

나. 에너지 밸런스 분석 및 경제성 평가 시스템 개발

다. 작물 생육상태 데이터 베이스 구축 및 영농 이행 분석 기술 개발

- 주기적으로 노지/PV/PV-LED 엽록소 측정
- 타임랩스 촬영으로 성장 과정 기록 및 속도 측정
- 2차 경작물 : 대파 파종- 추수 완료
- 3차 경작물 : 앉은뱅이 밀

라. 노지 스마트팜 구현을 위한 영농 자동화 공정의 개발

5. 연구성과 활용 및 향후 계획

지속 발전가능한 농촌경제를 활성화 하기 위해 영농형 태양광 발전사업을 활용하기 위해서는 관련 농지법 개정과 영농표준화 방안의 개발 및 투자 비용절감을 위한 기술개발, 농민 수용성 증대 방안이 필요함.

	법률 및 환경	기술
이슈	1. 절대농지 전용 법안 계류 중 (“농업인 태양광 발전사업 지원에 관한 법률안”-21대국회 제 1호 상정 법안, 박정의원 대표발의) 2. 농로 이격 거리 제한 지방 조례 3. 태양광 시설 안전성관련 주민인식 및 주민 갈등 4. 농장지주, 소작농 간의 태양광 소득 갈등 구조	1. 시설용지 기준 소요면적 1.75배 높이 1.5배 구조물 적용 필요 2. 재배작물 선정 및 재배결과 관리 방안 표준화 미비 3. 자연재해 대응을 위한 협소형 모듈 적용 4. 모듈의 일렬 배치로 인한 음영 지속 영역 발생
문제점	1. 절대농지 보유 농민들의 직접 투자가 불가능 2. 농로 이격 거리 조례에 의한 농지내 태양광 시설 설치 불가 3. 주민동의 필수 (행정절차로 요구 중)	1. 영농형 태양광 구조물 부품비용 高 / 대량 부품 조립 및 고소 작업 구조물 시공비용 高 2. 영농병행 태양광 시설 재배 및 관리 표준화 미흡 3. 협소형 모듈 적용에 의한 비용 증가(~ 20% UP) 4. 음영 지속 영역의 발생에 의한 농업 생산성 저하

감사합니다.