

## 05

## 에너지자원! 채굴에서 경작의 시대로



김 가 희  
국립한경대학교 화학공학과  
/ 박사과정  
ghkim12@hknu.ac.kr



엄 병 환  
국립한경대학교 화학공학과  
/ 교수  
bhum11@hknu.ac.kr

## 1. 머리말

“국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵”에 따르면 ‘20년 국가 온실가스 배출 전망 결과는 776.1백만 톤이며, 여기서 비에너지 부문은 149.2백만 톤 CO<sub>2</sub>e이고, 에너지 부문은 626.9백만 톤 CO<sub>2</sub>e로써 총 배출전망치의 약 80.8 %를 차지한다(표 1). 따라서, 국가는 기후변화 대응 에너지 부문의 온실가스 감소가 시급한 실정이다.

구분	'05년(실적)	'20년(전망)	'20년 배출비중
에너지(연료연소)	467,832	626,869	80.8%
비에너지	100,920	149,206	19.2 %
산업공정	64,537	116,571	15.0 %
농축산	20,896	18,801	2.4 %
폐기물	15,487	13,835	1.8 %
합계	568,751	776,075	100.0 %

표 1. 2020년 국가 온실가스 배출 전망, 단위 : 천 ton CO<sub>2</sub>e

국내 온실가스 및 미세먼지 감축을 위한 방안으로 2017년 새 정부 출범 이후 우선적으로 석탄 화력발전소에 대한 일시적인 중지 및 감소를 지시했으며, 30년 이상 노후발전소 10기 조기 폐쇄를 유도 하고 있다. 또한 신규 건설의 경우는 공정률 10% 미만은 국민 공론화 및 친환경적 발전시설로 재검토를 고려중이다. 공정률 90%이상의 11기는 저감장치 의무화 및 배출 허용 기준을 강화 시켰다. 또한 재생에너지 관련 제도 개선과 목표치 상향을 통해 장기적인 재생에너지 기반을 확대하고, 제 8차 전력수급계획(2017-2031년) 및 제3차 에너지기본계획(2019-2040년)을 연말 발표 예정이다.

단기적으로는 신재생에너지 발전량의 목표를 상향 조정하여 2030년까지 전체 전력 생산 중 신재생에너지 비율을 20% 목표로 하고 있다.

현재 발전 연료로서 우드펠릿의 전소 및 혼소는 저장 설비와 이송 장치만 설치하면 공급인증서를 발급 받을 수 있으나 전량을 해외에서 수입하고 있는 실정이고, 이는 에너지의 안정적인 공급과 신재생에너지 기술개발 산업 활성화와 미세먼지 및 온실가스 배출 감소, 에너지 구조의 환경 친화적 전환에 대해 부정적으로 평가되고 있다. 특히 전량 수입에 의존하고 있는 우드펠릿은 석탄보다 2.59배 비싸 사용량이 늘어날수록 가격 상승과 지속적인 국부유출의 문제점을 전문가들은 예상하고 있다.

석탄을 제외한 발전용 연료는 수입에 의존하는 우드펠릿 뿐만 아니라 국내산 폐목재 우드칩과 하수슬러지를 일부 활용하고 있다. 따라서, 바이오에너지에 대한 가중치(REC, Renewable Energy

Certificate)를 적용할 때에는 국내·외산 여부 및 온실가스 감축 영향성 등을 고려하여 혼소 및 전소에 대한 가중치 적용을 구분하여 부과할 필요가 있어 보인다.

또한, RPS의 주요 수단으로 부각되는 국내산 바이오매스의 시대적 환경변화에 대응하여 지속적인 연료공급이 가능한 한국형 에너지작물인 초본계 바이오매스 경작이 필요한 시점이다(그림 1).

## 2. 국내 바이오매스 전소 및 활용 현황

### 2.1. 바이오매스 발전의 RPS 체계

바이오매스 발전과 관련된 RPS법체계는 크게 (1) RPS의 기본 내용을 규정하고 있는 신재생에너지법과, (2) 연료와 관련된 내용을 규정하고 있는 목재의 지속가능한 이용에 관한 법률/자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 등으로 구성되어 있다.



그림 1. RPS (Renewable Energy Portfolio Standard, 이하 RPS)의 주요 수단으로써 초본계 바이오매스의 중요성

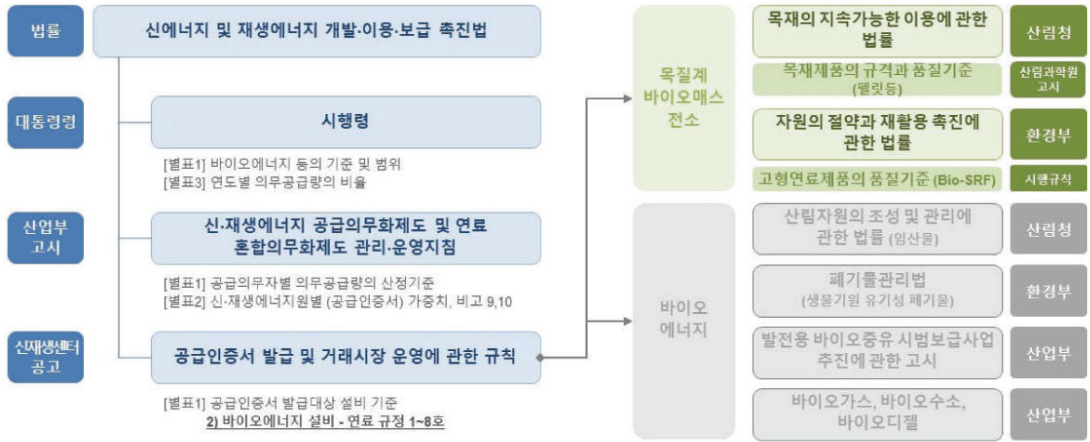


그림 2. 바이오매스 발전과 관련된 RPS 법규체계

신재생에너지법 및 하위 법규로 바이오에너지 등의 기준 및 범위, 원별 가중치, 공급인증서 발급 대산 설비 기준, 바이오에너지 설비의 연료 종류 및 연료의 종류별로 세부적인 기준은 각 연료의 소관 부처별로 원료 기준, 품질 규격 등 보다 상세한 내용을 규정하고 있다. 바이오매스 발전 연료의 소관 부처는 산림청과 환경부로 각 부처별로 시장 상황 및 폐기물 규제 등 시장 및 정책 상황을 반영하여 변동되고 있는 상황이다(그림 2).

## 2.2 바이오매스 발전량, 소비량, 발전용량, 건설 계획

'16년 바이오에너지 발전량은 6.2 TWh로 '12년 대비 6배가량 증가했다(표 2). '12년 이후 바이오에너지 발전량 중 기체바이오 비중은 감소하고 있고, 액체바이오 발전량비중은 점차증가하고 있으며 고체바이오는 '13년 이후 계속 증가하여 '15년부터는 꾸준히 70%대를 유지하고 있다. 특히 고체바이오 중 목재펠릿이 '13년 이후 급격한 성장세를 유지하고 있다. 바이오매스 소비량은 국내 목재 펠릿의 경우 '14년 급격한 증가 이후 '17년에는 약250만톤의

소비를 유지하고 있고(그림 3), 국내 생산량과 수입량 비중을 살펴보면 '14년 이후 수입량이 95%이상을 유지하고 있는 반면 국내생산량은 5% 이내로 축소되고 있다.

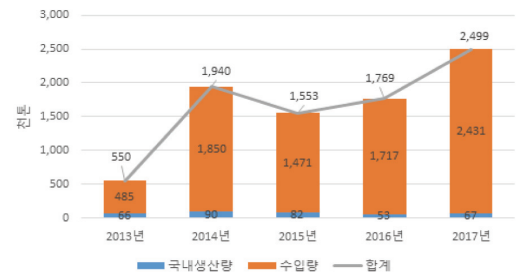


그림 3. 목재펠릿 국내생산량 및 수입량

바이오매스 발전 용량은 '16년에 1.9GW로 '12년 대비 4.6배가량 증가한 추세이고, 바이오에너지 발전용량 중 고체바이오는 '14년 이후 줄곧 70%이상의 용량을 차지하고 있으며, 기체바이오에너지 용량 비중은 줄어들고, 액체 바이오매스 용량은 소폭 늘어나고 있는 추세이다. 고체바이오 용량 중 목재 펠릿이 줄곧 60%~ 70% 범위 내 용량을 차지하고 있다.

구분		'12	'13	'14	'15	'16
바이오		1,027.3	1,839.6	4,656.2	5,546.6	6,237.6
기체	바이오가스	39.0	99.8	94.9	121.1	138.6
	매립지가스	419.4	293.3	253.0	252.3	238.6
	소계	458.4	393.1	348.0	373.5	377.2
고체	우드칩	88.1	119.7	106.2	132.2	54.5
	목재펠릿	83.0	696.5	2,764.1	2,512.5	2,679.3
	폐목재	40.5	178.2	90.5	96.3	-
	흑액	275.9	273.9	274.2	263.4	259.2
	하수슬러지 고품연료	81.3	178.1	195.3	282.5	285.0
	Bio-SRF	-	-	341.3	653.0	1,127.4
소계		568.9	1,446.5	3,771.5	3,939.9	4,405.4
액체	바이오중유	-	-	536.8	1,233.2	1,455.0
	소계	-	-	536.8	1,233.2	1,455.0

표 2. '12년~'16년의 바이오에너지 연료별 발전량  
 [자료 : 신재생에너지센터, 신재생에너지보급통계 2016, 2017, 저자가 재구성  
 주 : '14년부터 우드칩, 목재펠릿 중 일부는 Bio-SRF로 대체 분류(단위 : GWh)]

구분		'12	'13	'14	'15	'16
바이오		411.3	937.7	1,514.0	1,603.9	1,905.9
기체	바이오가스	15.7	21.9	35.1	37.8	49.0
	매립지가스	59.5	63.7	66.5	66.5	70.1
	소계	75.1	85.6	101.6	104.3	119.2
고체	우드칩	11.1	11.1	26.1	27.5	30.4
	목재펠릿	20.6	201.9	616.6	770.1	770.7
	폐목재	3.0	3.0	17.9	17.9	17.9
	흑액	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4
	하수슬러지 고품연료	-	81.4	120.3	120.3	120.3
	Bio-SRF	2.5	2.5	34.9	83.9	163.3
소계		336.2	852.1	1,056.1	1,139.0	1,427.4
액체	바이오중유	-	-	356.2	360.6	359.4
	소계	-	-	356.2	360.6	359.4

표 3. '12년~'16년의 바이오에너지 연료별 발전용량  
 [자료 : 신재생에너지센터, 신재생에너지보급통계 2016, 2017, 저자가 재구성(단위 : MW)]

2030년까지 바이오매스 이용 발전소 건설 계획으로 8차 전력수급계획에 나타난 2017~2031년까지의 바이오에너지 발전용량전망은 '17년 725MW에서 '30년에는 1.7GW로 13년간 1GW증가 할 전망이다(표 4).

앞으로 2~3년 내 건설 예정인 바이오매스 발전소는 전북 군산과 충남 아산에서 총305MW급 증설 계획에 있다(표 5).

연도	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31
용량(MW)	725	825	925	1,025	1,105	1,185	1,265	1,335	1,405	1,475	1,535	1,595	1,655	1,705	1,705

표 4. 연도별 바이오에너지 발전용량 전망(2017~2031) (자료 : 산업통상자원부, 8차전력수급계획, 2017)

구분	사업명 및 사업자	위치	설비용량 및 내역	준공시기
바이오매스(목재펠릿)	군산바이오발전	전라북도 군산시 비응도동	200MW	'21.07
	군산바이오에너지(주)		100MW×2 (CFBC)	
목질계 바이오매스 (목재펠릿, 우드칩)	GS 당진바이오매스 2호기 건설사업	아산국가 산업단지(부곡지구)	105MW	'20.04
	GS EPS		S/T 105MW×1기	
합계			305MW	

표 5. 건설예정 바이오매스 발전소(자료 : 전력거래소, 발전소 건설사업 추진현황, 17년도 4분기)

### 3. 국내 초본계 바이오매스 “케나프”

케나프는 전라북도농업기술원에서 발전용 연료 전환을 위한 바이오매스로 도입한 국내 생산 가능한 작물이다(그림 4). 케나프는 기후나 토양 적응력이 강해서 벼 대체 작물로 재배할 수 있다. 이산화탄소흡수량은 ha당 건물 수량이 평균 32톤 정도로 벼짚보다 5배 이상 많으며, 1년생으로 산림의 파괴 없이 지속 생산이 가능하다. 에너지 열량은 kg당 4,300kcal로 수입 우드펠릿이나 무연탄 6등급 수준이어서 석탄 대체연료로서도 가치가 있다. 반면, 미세먼지의 주요인인 회분함량이 석탄의 4분의 1수준으로 매우 낮아 온실가스 및 미세먼지 발생을 줄일 수 있어 환경보호에도 큰 장점이 있다. 전북 농업기술원의 연구에 따르면, 케나프는 중간 이상의 내염성(소금 농도에 견디는 성질)을 가져 간척지에서도 생산성이 있고, 기계화 및 수송 인프라가 완비된 논, 밭 등에서도 생산할 수 있어 산림 자원 활용보다 가격 경쟁력 면에서 유리하고 짧은 기간에 에너지 문제와 국토의 효율적 활용을 동시에 추구할 수 있는 좋은 대안으로 삼을 만하다.



그림 4. 에너지 작물 초본계 바이오매스(케나프) 재배 및 수확



#### 4. 케나프 생산 후보지 및 생산 가능량 예측

바이오 작물 재배를 위한 요건으로 재배, 수확, 저장, 에너지화, 에너지 수요처의 통합적 시스템 구축이 가능한 지역, 대체 바이오매스 활용이 가능한 지역, 수확물 이송 등을 위해 접근성이 양호한 지역을 기본적으로 선정해야 한다.

국내에서 바이오 작물인 케나프를 대량 재배가 가능한 적지로는 국내 준공 또는 완료된 새만금 간척지이다. 새만금 간척지 노출지는 542ha로 신재생 에너지 단지는 100ha이며, 신재생에너지 단지에서 연농도를 반영하여 예측한 케나프 생산량은 201.6톤이고 이에 따른 에너지량은 866.9백만kcal이다. 또한, 전국의 작물 생산이 가능한 전국 유효밭 면적은 964,000ha 정도이고, 밭 면적이 넓은 시도는 전라남도, 제주특별자치도, 강원도 순이다.

#### 5. 생산 후보지 추진 계획

새만금 사업은 착수 후 30여년이 지났으나 매립이 완료된 부지는 계획 대비 약 12%로 부지 개발

지연으로 인해 지역 경제 위기에 있었다. 그러나 최근 새만금 특별법 개정안(18.02.28)이 국회 법사위를 통과함에 따라 새만금 사업 컨트롤타워인 새만금사업추진단 설치와 투자 유치를 위한 규제완화는 물론, 내부 개발이 본격화되고 가속화될 전망이다. 새만금개발공사 설립 법적근거를 마련하여 30여년간 지지부진 했던 새만금 사업에 모멘텀을 확보하였고, 후속 매립 추진과 함께 정부 재생에너지 3020 정책에 따른 새만금 신재생 에너지클러스터가 본격적으로 조성될 예정이다. 또한 제 20차 새만금 위원회(18.05.02)는 새만금 활성화를 위한 주요 추진 사업으로 재생에너지 사업을 구체화 하였다. 새만금 개발청은 공공주도 선도 개발, 산업단지 개발 활성화, 재생에너지사업 등을 통해 새만금 개발을 촉진해 나가겠다고 밝혔고, 22년까지 2.2GW 규모의 재생에너지 발전시설을 단계적으로 설치하고 수익금은 새만금 내부 개발 지역발전 재원으로 활용하며, 신재생 관련 기술 제조·연구기관 동반유치를 통해 4차 산업혁명 활성화 기반을 마련할 계획이다.

새만금의 재생에너지 발전 사업을 위해, 재생에너지 및 농업의 융복합 추진 전략이 필요하다(그림 5).

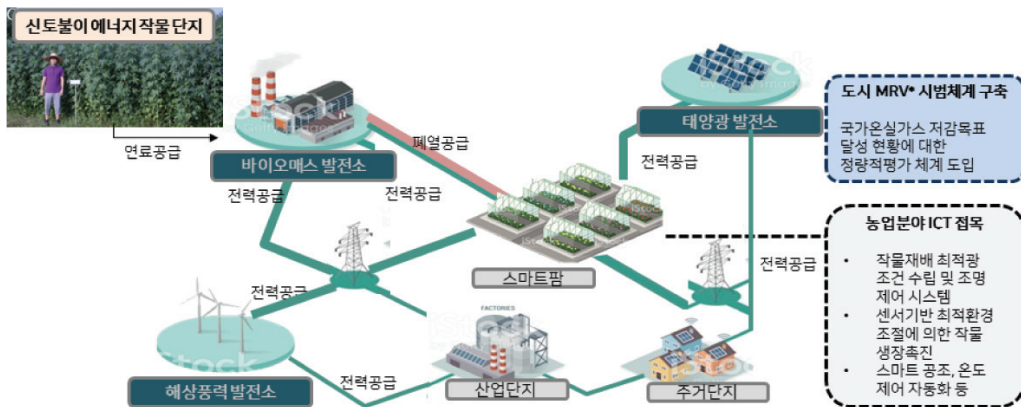


그림 5. 참여형 새만금 에너지 융복합 클러스터 구조도

새만금 융복합 사업은 태양광, 풍력, 바이오매스 복합 포트폴리오 구성을 통해 에너지 자립화 달성 및 4차 산업혁명 활성화를 위한 농업 분야 ICT가 접목된 스마트팜 구축을 통해 고부가가치 작물을 재배할 수 있다. 새만금 간척지 활용을 통해 재배된 지속가능 에너지 전환 작물인 케나프를 활용한 바이오매스 발전소를 운영하고 농업 활성화를 추진하여 농가 소득 확대 및 새로운 비즈니스 모델을 창출할 수 있을 것이다.

### 6. 결론 및 기대 효과

국내 석탄 화력발전소에서 RPS 이행의 목적으로 활용되는 우드펠릿은 연간 170만 톤에 달하며, 대부분 동남아지역에서 수입에 의존하고 있는 현실이다. 이러한 우드펠릿은 의무이행 쏠림 현상과 수입에 따른 국부유출을 문제로 전반적으로 가중치를 하향시키는 정책을 추진하였다. 반면, 임업부분 경제적 활성화 방안책과 국내산 바이오매스 활용 촉진을 위해 REC 가중치 대상에 '국내 미이용 바이오'를 2018년 6월 신규로 추가하였으며, 혼소 발전의 경우는 1.5, 전소 발전은 2.0의 가중치를 즉시 적용 받을 수 있도록 규정을 개선하였다. 따라서, 수입 우드펠릿 대체 및 품질 관리가 가능한 안정적 국산 바이오매스 자원 확보가 필요한 시점이다. 에너지 거버넌스 차원에서 정부 역할은 에너지원으로써 가능성이 있는 모든 자원들을 시스템화 하여 제공하는 것이며, 부처간 융·복합을 통하여 그 시스템을 확립하고, 부처별 현안인 식량, 에너지 및 환경문제를 극복하는 것이다(그림 6).

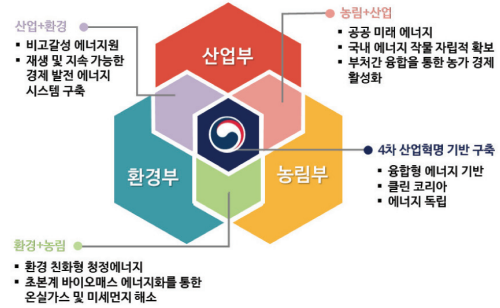


그림 6. 융·복합형 부처별 협업 이슈

본 글에서 제시하고 있는 에너지 작물인 초본계 바이오매스 케나프의 경우 새만금 간척지, 유휴지 및 기존 농경지 이용을 고도화하여 산업 및 발전 업계에서 필요한 바이오에너지용 연료의 일정 부분을 지속적으로 공급할 수 있을 것으로 판단되어지며, 이를 위해서는 우선 농림축산식품부와 산업통상자원부의 규제 및 규정개선이 선행되어야 할 것이다. 그리고, 농업과 산업적 측면에서의 작물 재배 및 발전소 건설·운영을 통한 농촌지역 일자리를 창출 및 완성 모델을 타 지역 또는 글로벌 확산하여 정책과 국내 기술 수출화를 도모할 수 있고, 특히 에너지작물 순환림 유지에 따른 높은 온실가스 저감 효과를 기대할 수 있다.

### 참고 문헌

1. 라승용, 새만금에서 에너지 얻고 미세먼지 줄인다면, 한국일보, 2017. 07
2. 제 20차 새만금 위원회, 새만금 현장 방문 및 사업 활성화 방안 논의 보도자료, 2018. 05. 01.
3. 전력거래소, 발전소 건설사업 추진현황, 17년도 4분기
4. 산업통상자원부, 8차 전력 수급 계획, 2017
5. 신재생에너지센터, 신재생 에너지 보급 통계, 2016, 2017