

연구보고서

적정기술 활성화 및
지역사회 적용방안 연구모임



충청남도의회
CHUNGCHEONGNAM-DO COUNCIL

〈 연구결과 요약 〉

연구모임명	적정기술 활성화 및 지역사회 적용방안 연구모임		
대표	방한일 의원	간사	안 병 일
연구기간	2020년 5월 ~ 2020년 12월		
연구결과 요약			
□ 연구취지 및 배경 ◦ 사라진 전통기술을 복원하고, 농촌 및 도시공동체의 실생활에 적용할 수 있는 국내외의 다양한 적정기술 사례를 체험·학습하고 논의하는 장을 마련 ◦ 적정기술 인력과 단체가 가장 활발한 충남지역의 여건을 최대한 활용하여 지역사회 확산방안을 마련할 필요 ◦ 이를 위해 관련 전문가, 현장활동가, 의회의원 등과 함께 활발하게 논의하여 지역사회 발전에 기여할 수 있는 적정기술 확산계획 및 정책대안을 도출			
□ 연구목적 ◦ 충남지역의 적정기술 기반을 최대한 활용하여 착한기술 및 나눔기술로 널리 알려진 적정기술을 통해 지역사회 확산방안 및 정책방안을 모색 ◦ 적정기술의 높은 친환경성 및 주민수용성을 적극 활용하여 아동 및 청소년의 교육 활용방안, 에너지자립마을 및 도시재생사업 적용방안 등을 연구			
□ 주요활동 (1) 발족식 및 1차 회의(2020. 5. 19) ◦ 적정기술 현황 검토 ◦ 연구모임 세부 운영방안 마련 (2) 제2차 연구모임(2020. 8. 3) ◦ 적정기술 우수사례 현장견학(전북 완주군 산림바이오매스 타운) (3) 제3차 연구모임(2020. 10. 5) ◦ 그린뉴딜 관련 사회적경제 및 적정기술 융합방안 모색 (4) 제4차 연구모임(2020. 10. 28) ◦ 태안군 산림자원을 활용한 일자리 및 에너지자립 모색			

□ 연구의 주요결과

○ 발족식 및 제1차 연구모임

- 일시 : 2020. 5. 19.(화) 9:40 ~ 11:40
- 장소 : 충청도의회 운영위원회 회의실(3층)
- 연구내용
 - 연구모임 설립 경과보고 및 운영방안 마련
 - 충청남도 적정기술 종합계획의 주요내용과 현실화 방안 발제 및 토론
 - 기후변화와 귀농.귀촌인구 증가로 충남지역에도 적정기술 개발과 보급 필요성 공유

○ 제2차 연구모임 (선진지 견학)

- 일시 : 2020. 8. 3.(월) 10:00 ~ 17:30
- 장소 : 전북 완주군(전환기술사회적협동조합, 산림바이오매스타운)
- 연구내용
 - 산림바이오매스 실증현장 및 적정기술 현장견학 통해 충남지역 적용가능성 타진
 - 그린뉴딜과 연계해 충남에서도 우수한 산림자원을 활용할 필요성 및 방안 공유
 - 충남의 임업은 가장 소극적인 지역이므로 산림바이오매스 도입 공감대 형성

○ 제3차 연구모임 (토론회)

- 일시 : 2020. 10. 5.(월) 14:00 ~ 16:00
- 장소 : 충청남도 적정기술공유센터
- 연구내용
 - 유럽 바이오 에너지마을 소개 및 국내 산림바이오 에너지사업 실증모델을 제시
 - ‘제로 웨이스트(Zero-Waste) 충남’을 주제로 순환경제의 중요성 강조
 - 산림바이오매스 사업의 성공적 추진을 위한 제도적 뒷받침 및 사회적경제 일자리 연계할 수 있는 플랫폼 구축방안 제시

○ 제4차 연구모임

- 일시 : 2020. 10. 28.(수) 15:00 ~ 17:00
- 장소 : 충남도 산림자원연구소 태안사무소
- 연구내용
 - 태안군 산림현황 및 휴양림 운영현황 분석을 통한 에너지자립화 방안 도출
 - 산림바이오매스를 활용한 지역에너지 공급모델 적용방안 도출
 - 산림바이오매스 목재칩을 주 연료로 사용하는 열공급사업의 친환경성, 에너지효율성, 온실가스 감축 기여도 등의 사업편익 구체화

□ 기대효과

- 충남지역에 적용가능한 농촌형 적정기술의 개발현황 비교분석을 통해 현실적 보급 방안 및 정책대안 구체화 계기
- 산림바이오매스 실증현장 및 적정기술 현장견학 통해 충남지역 적용가능성을 타진 하였고, 이를 통해 국정과제인 그린뉴딜 연계한 산림자원을 활용방안 도출
- 산림바이오매스 목재칩을 주 연료로 사용하는 열공급사업의 적용가능지역 및 사업 편의 구체화 마련

□ 연구활동 사진



목 차

I. 연구개요

1. 연구배경	5
2. 연구목적	6
3. 연구계획	6
4. 연구모임 구성원	8

II. 연구결과

1. 1차 연구모임 결과	9
2. 2차 연구모임 결과	11
3. 3차 연구모임 결과	26
4. 4차 연구모임 결과	35

IV. 참고자료

1. (참고 1) 종합토론 내용	40
2. (참고 2) 산림에너지자립마을 발표자료	42

I. 연구개요

1. 연구배경

- 적정기술은 1970년대 이후 에너지, 물, 농업, 건강 등의 분야에서 주로 저개발국의 사회 문제를 해결하는 방안으로 인식되고 확산되었으며, 농생태학(유기농업, 자연농업) 분야를 중심으로 지속적으로 유지되어 왔음
- 2000년대 이후 재생에너지, 생태건축, 농기구 제작, 자연재배농법 등 풀뿌리 주도의 적정기술운동이 곳곳에서 시작되었으며, 충남지역에서는 2010년 광덕산환경교육센터에서 적정기술 워크숍이 처음으로 개최되었음
- 한국에서는 3년 전부터 시민과학(citizen science), 리빙랩(living lab) 등 시민들이 직접 참여하여 사회문제를 해결하는 과학기술 운동이나, 해커스 스페이스(Hackers space), 팹랩(Fab lab), 메이커 스페이스(Maker space) 등 적정기술, 시민과학, 리빙랩, 자가제작자 운동에 대한 관심이 꾸준히 늘어날 것으로 예상됨
- 충남지역은 적정기술 분야의 사업기반 및 인적기반이 전국에서 가장 우수한 지역으로 발전가능성이 높아 지역의 물적·인적 자원을 효과적으로 활용하기 위한 다양한 방법을 도출하여 지역사회 발전에 적용할 필요가 있음
- 특히 2019년 전국에서 두 번째로 적정기술 지원조례가 제정되었고, 2020년에는 전국 최초로 적정기술 종합기본계획이 수립되는 등 충청남도가 적정기술 활성화에 앞장서기 위한 기반이 확충되어 이를 지역사회에 적용하기 위한 구체적인 방안을 연구하는 자리가 요청되었음

2. 연구목적

- 충남지역의 적정기술 기반을 최대한 활용하여 착한기술 및 나눔기술로 널리 알려진 적정기술을 통해 지역사회 확산방안 및 정책방안을 모색
- 적정기술의 높은 친환경성 및 주민수용성을 적극 활용하여 아동 및 청소년의 교육활용방안, 에너지자립마을 및 도시재생사업 적용방안 등을 연구

3. 연구계획

□ 사업개요

- 사업대상 : 적정기술 확산계획 및 정책대안 관련
- 사업기간 : 2020년 2월 ~ 12월(11개월)
- 사업내용
 - － 적정기술 정책대안 도출을 위한 세미나, 현장방문 및 워크숍, 토론회 등
 - － 연구보고서 발간 및 배포

□ 세부 사업계획

[1] 연구·조사활동 지원

- 사업개요
 - － 도시와 농촌, 학교교육에 적용 가능한 적정기술에 대한 학습 및 사례조사 등을 위한 연구활동
- 사업내용
 - － 연구모임 구성 및 운영
 - － 연구·조사 비용 지원 등

[2] 세미나 및 토론회 개최

- 사업개요
 - － 캄보디아 MG적정기술센터 등 국내외 전문가를 초청하여 풍부한 현장사례를 청취하고 충남지역에 적용 가능한 실질적 방안 및 융합사업모델을 도출

- 사업내용
 - 적정기술 분야의 국내외 전문가, 관련기관 의견수렴 등
 - 전문가 간담회 및 세미나, 워크샵 등 3회 개최

[3] 현장방문 및 워크샵 개최

- 사업개요
 - 충남적정기술 플랫폼 구축을 위한 워크샵 개최
 - 적정기술 활성화에 참고할 만한 국내 주요현장 방문
- 사업내용
 - 전문가 초빙 기술워크샵
 - 적정기술 적용 사례지 탐방

[4] 보고서 발간

- 사업개요 : 정책제언집 발간 및 배포
- 사업내용 : 연구성과 및 연구과제 종합보고서 발간

□ 사업 추진일정

- ‘적정기술 활성화 및 지역사회 적용방안’도출을 위한 연구모임 1차 정기모임
(2020년 3월중)
 - 연구모임 활동방향 및 세부계획, 역할분담 논의
- ‘적정기술 활성화 및 지역사회 적용방안’도출을 위한 연구모임 2차 정기모임
(2020년 5월중)
 - 적정기술의 역사와 관점, 국내외 적정기술 사례에 대한 세미나
- 적정기술 활성화 및 지역사회 적용방안’도출을 위한 연구모임 3차 정기모임
(2020년 7월중)
 - 충남적정기술 플랫폼 구축을 위한 토론회
- 적정기술 활성화 및 지역사회 적용방안’도출을 위한 연구모임 4차 정기모임
(2020년 9월중)
 - 적정기술 전문가를 초청하여 실생활에 적용가능한 적정기술 체험워크샵

- 도시 및 농촌지역에 구현된 적정기술 사례지 탐방(2020년 10월중)
 - － 충남지역, 서울지역, 전북지역 등
- 조사·연구 실시(2020년 10월중)
 - － 영역별 조사연구(적정기술 도입 로드맵 및 정책에 관한 제언 등)
- 보고서 발간, 배포(2020년 12월중)
 - － 연구모임 활동결과, 정책발굴 및 제언 등

4. 연구모임 구성원

구 분	성 명	소속(직위)	비 고
대 표	방한일	충청남도의회 농업경제환경위원회 위원	
간 사	안병일	충남적정기술협동조합연합회 이사	
회 원	김복만	충청남도의회 농업경제환경위원회 위원	
"	조승만	충청남도의회 안전건설해양소방위원회 위원	
"	정광섭	충청남도의회 안전건설해양소방위원회 위원	
"	이승석	충남적정기술협동조합연합회장	
"	정남수	국립 공주대학교 교수	
"	강신호	(주)대안에너지기술연구소 대표	
"	김관석	따뜻한공방적정기술협동조합 대표	
"	박용석	충남적정기술협동조합연합회 사무처장	
"	강동완	세상놀이연구소 대표	
"	장은희	(주)웨어앤웨어 COO	
"	이승재	(주)나무와에너지 대표	
"	이원필	산림청 산림일자리발전소 그루매니저	
"	유효석	크리에이티브 톤 대표	

II. 연구결과

1. 1차 연구모임 결과

- 일시 : 2020. 5. 19.(화) 9:40 ~ 11:40
- 장소 : 충청도의회 운영위원회 회의실(3층)
- 연구내용
 - 연구모임 설립 경과보고 및 운영방안 마련
 - 충청남도 적정기술 종합계획의 주요내용과 현실화 방안 발제 및 토론
 - 기후변화와 귀농.귀촌인구 증가로 충남지역에도 적정기술 개발과 보급 필요성 공유

[충청남도 적정기술지원 종합계획의 주요내용과 현실화 방안]

(1) 충청남도 적정기술지원 종합계획의 개요

충청남도 적정기술 지원 종합계획 수립의 배경은 다음과 같다.

첫째, 기후변화에 따른 친환경 대체에너지 및 적정기술 활용에 대한 사회적 관심 및 인식이 증가되었다는 점이다.

둘째, 충청남도내 적정기술 활동 역량이 타 지역에 비해 상대적으로 축적되어 있다는 점이다. 실제로 충남지역은 적정기술을 전문적으로 다루는 협동조합이 8개로 전국에서 가장 많은 상태이다. 또한 전국 최초로 지난 2015년 2월 광역단위 적정기술 분야의 법정 연합회가 조직되었으며, 2017년에는 전국 최초로 적정기술이라는 타이틀을 가진 전용공간을 건립하여 운영되고 있다. 이러한 물적기반을 배경으로 마침내 2019년에는 전국에서 두 번째로 「충청남도 적정기술 개발 및 활성화에 관한 조례」가 제정으로 제도적 기반이 마련되기도 하였다.

충청남도 적정기술 지원 종합계획 수립의 추진 근거는 다음과 같다.

충청남도 적정기술 개발 및 활성화에 관한 조례 제4조는 ‘도지사는 충남형 적정기술 관련 연구개발 및 교육훈련, 지역경제 활성화 지원 등을 위한 종합계획을 5년마다 수립하여야 한다’라고 명시하고 있으며, 이에 근거해 주무부서인 충청남도 기후환경정책과에서 기본계획을 수립을 추진하였다.

조례에 따르면 종합기본계획의 성격은 ‘조례에 의거한 도단위 적정기술 최상위 법정 계획’이며, 역할은 1)지역주민에게 적정기술의 미래상 제시, 2)도정 및 시군 적정기술의 부문별 정책방향 제시, 3)중앙정부 사업추진 및 지원요청 근거 제시 등 3가지로 구분하였다. 기본계획의 범위는 2020년~2024년(5년간)이며, 공간적으로는 충청남도 15개 시군을 대상으로 하고 있다.

(2) 종합계획의 주요 목표와 전략

종합계획의 기본비전은 「함께하는 지역공동체, 지속가능한 충남, 도민의 행복한 삶의 공간 조성」으로 명명하였으며, 정책목표는 1)적정기술 개발 및 인프라 구축, 2)가치와 편익의 나눔을 통한 도민 삶의 질 향상으로 정하였다.

전략 및 5가지의 세부과제는 1)적정기술의 보급, 2)교육훈련 및 활동인력 양성, 3)학술연구 및 정책개발, 4)주민참여형 실용적 적정기술 개발 및 보급, 5)적정기술 중간지원기관의 운영 등이다.

3. 종합계획의 전략별 세부계획

5개 전략과제 실현을 위한 세부계획은 다음과 같이 수립하였다.

적정기술 보급전략 실현을 위해서는 1)충청남도 적정기술 박람회 개최, 2)적정기술 체험 프로그램 안내 및 정보제공 웹사이트 구축, 3)적정기술 홍보책자(카타로그 및 브로셔) 발간, 4)교육기부 진로체험기관 인증 등으로 제시되었다.

교육훈련 및 활동인력 양성전략 실현을 위해서는 1)교원직무연수를 통한 교사 양성 교육, 2)도내 주민대상 일반인 교육, 3)적정기술 전문가과정 개설 4)선진지 견학, 5)적정기술 프로그램 매뉴얼 제작 등이 제시되었다.

적정기술 학술연구 및 정책개발 전략을 실현하기 위해 1)충남지역 적정기술 특화분야 발굴 및 육성사업 추진, 2)적정기술 경진대회 연 1회 이상 개최, 3)충남 적정기술

맞춤형 육성사업 실시, 4)충남지역 적정기술 R&D 인프라 구축(충남지역 적정기술 R&D 시범사업 실시, 적정기술 산학연 협력사업 추진, 충남 적정기술 R&D 센터 설립) 등의 세부계획을 제시하였다.

주민참여형 실용적 적정기술 개발 및 보급전략을 위해서는 1)적정기술분야 사회적경제기업 발굴 및 선정(인증), 2)적정기술 기반 사회적경제기업 대상 맞춤형 역량강화 프로그램 운영을 제시하였다.

마지막으로 적정기술 중간지원기관 운영전략 실현을 위해서 종합계획 3년차인 2022년에 관설민영 방식으로 약 4~5인 규모의 중간지원기관화를 추진을 제시하였다.

한편, 충청남도가 제시한 종합계획이 구체적으로 실현하기 위한 현실적 로드맵이 부족하다는 점이 제기되었다. 실제로 2020년도 충남도 적정기술 교육예산 총 3천만원에 불과하여 기대한 효과를 거두기가 불가능하다는 점이 지적되었다. 따라서 충청남도 및 중앙정부에서 연계할 수 있는 사업예산 확보가 관건이며, 무엇보다 담당부서의 적극적 의지가 요청된다.

2. 2차 연구모임 결과

- 일시 : 2020. 8. 3.(월) 10:00 ~ 17:30
- 장소 : 전북 완주군(전환기술사회적협동조합, 산림바이오매스타운)
- 연구내용
 - 산림바이오매스 실증현장 및 적정기술 현장견학 통해 충남지역 적용가능성 타진
 - 그린뉴딜과 연계해 충남에서도 우수한 산림자원을 활용할 필요성 및 방안 공유
 - 충남의 임업은 가장 소극적인 지역이므로 산림바이오매스 도입 공감대 형성

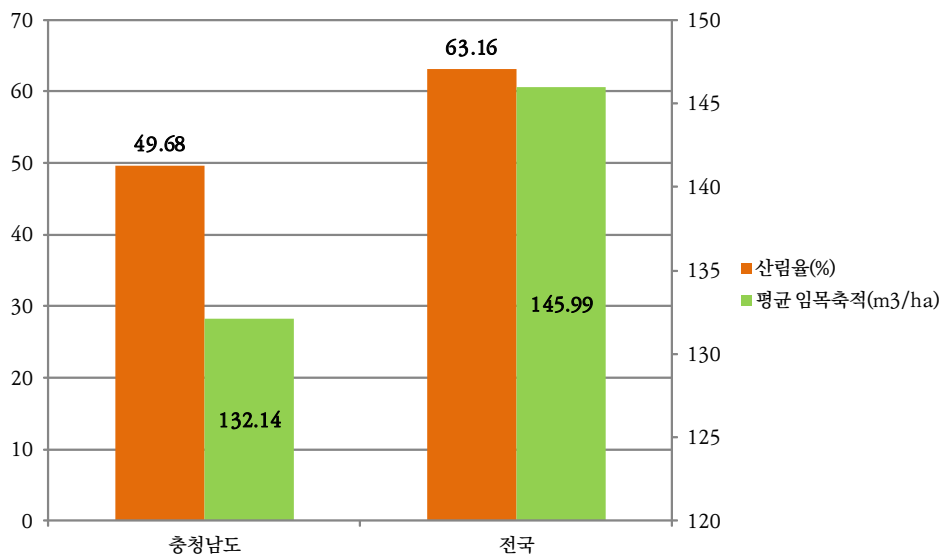
1. 충청남도 기초산림통계

우리나라의 산림면적은 6,334,615ha 에 이른다. 전체 국토면적의 63.16%에 달하는 산림면적을 보유하고 있다. 특히 임목축적량은 2015년에 146m³/ha으로 성장하여

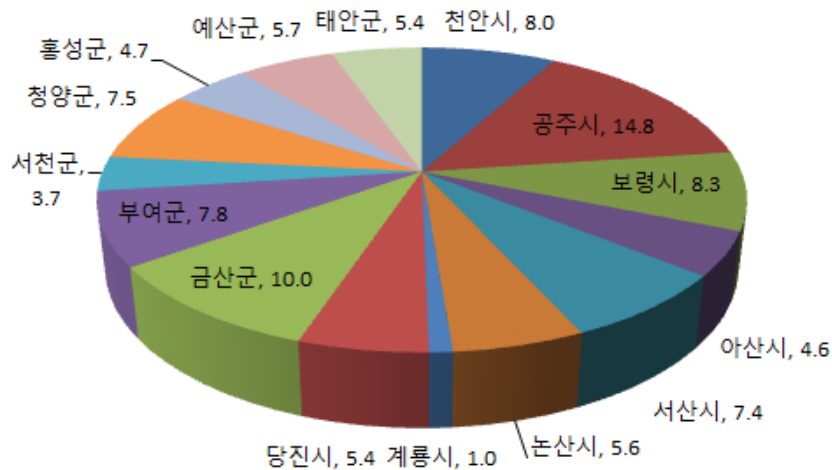
2010년 125.62m³/ha 대비 20m³가 증가했으며, 이와 같은 수치는 해방 직후에 비해 10배가량 성장한 것이다.

충청남도의 산림면적은 408,040ha으로 충남 전체면적인 821,399ha의 약 50%를 차지하고 있으며 임목축적은 53,918,343m³로써 평균적으로 산림면적 1ha당 약 132m³의 임목축적량을 보이고 있어 전국평균 145.99m³ 대비 90% 수준을 보여 약간 낮은 수준이다.

<충청남도 산림율(%) 및 평균 임목축적(m³/ha) 비교>

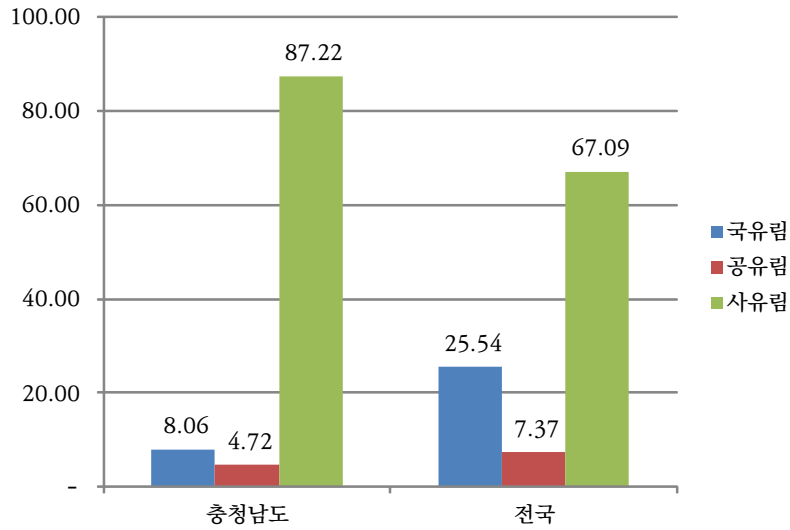


<충청남도 시군별 산림면적 비율>



충청남도는 총 408,040ha의 산림면적 중 국유림이 8.06%, 공유림이 4.72%, 사유림이 87.22%를 차지하고 있어 전국 평균과 비교하여 매우 높은 사유림 비율을 보이고 있다.

<충청남도 소유별 산림면적 비율(%) 비교>



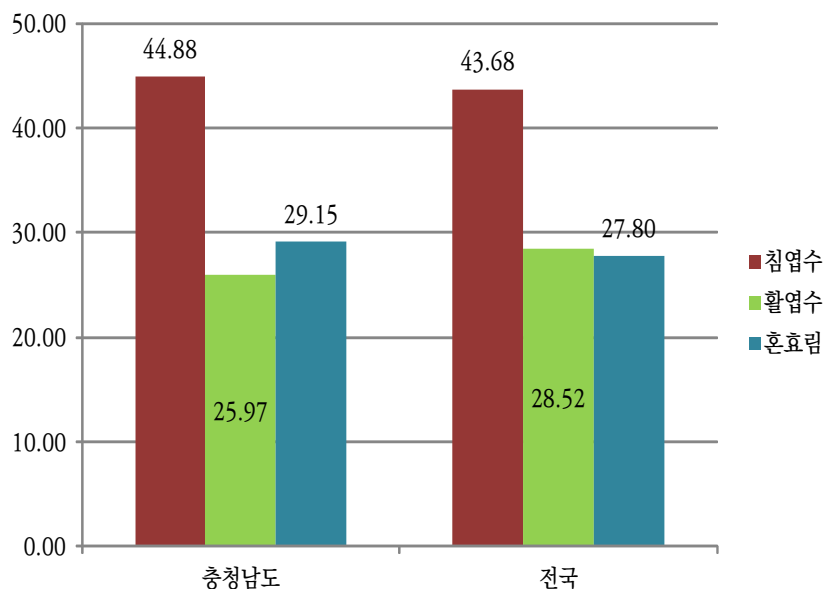
한편 충청남도의 수종별 산림면적은 침엽수림이 2,339,022ha를 차지하고 있어 약 37%에 해당하며 활엽수림이 32%인 2,028,855ha, 그리고 혼효림이 26.9%인 1,705,876ha를 차지한다.

<충청남도 행정구역별 임상별 산림면적>

행정구역	산 림 면 적(ha)					
	계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림	무림목지
전국	6,334,615	2,339,022	2,028,855	1,705,876	22,067	238,795
대전광역시	29,928	10,002	9,272	10,251	9	394
세종특별자치시	25,288	6,494	10,769	7,701	16	308
충청남도	408,040	151,301	122,885	108,329	1,647	23,878
천안시	32,630	6,991	14,063	9,534	3	2,039
공주시	60,530	14,536	24,814	17,632	64	3,484
보령시	33,969	15,847	7,329	8,304	197	2,292
아산시	18,887	5,392	7,489	5,563	19	424
서산시	30,142	16,598	4,850	7,072	146	1,476
논산시	22,676	7,063	7,525	7,064	158	866
계룡시	4,003	1,184	1,236	1,399	12	172
당진시	22,230	9,950	4,435	5,666	133	2,046
금산군	40,698	12,102	13,944	12,828	19	1,805
부여군	31,964	9,063	12,352	9,085	186	1,278
서천군	15,018	7,314	2,752	3,001	262	1,689
청양군	30,710	10,832	10,008	7,241	61	2,568
홍성군	19,174	10,486	3,973	4,051	199	465
예산군	23,462	9,068	6,990	6,694	52	658
태안군	21,947	14,875	1,125	3,195	136	2,616

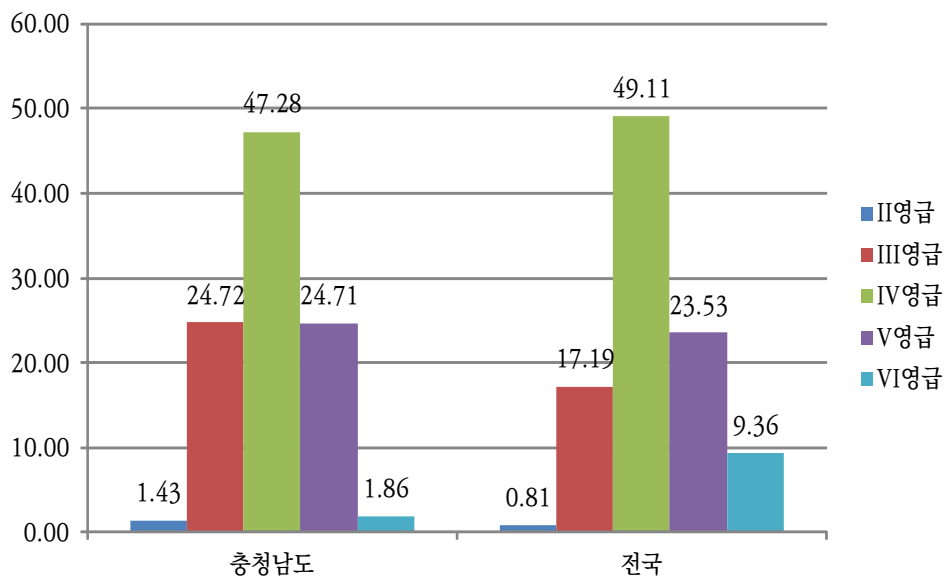
충청남도는 임목축적 기준 임상비율에서 침엽수 44.88%, 활엽수 25.97%, 혼효림 29.15%로 전국 평균과 유사한 임상별 분포를 보여주고 있다.

<충청남도 임목축적 기준 임상비율(%) 비교>



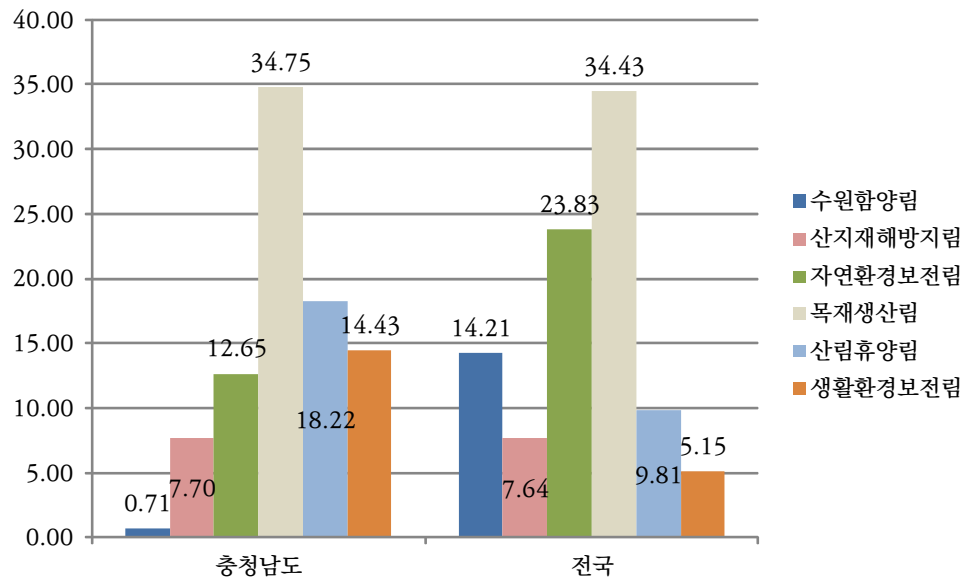
충청남도는 임목축적 기준 영급분포에서 주요 III영급 24.72%, IV영급 47.28%, V영급 24.71%를 차지하고 있어 전국 평균과 비교하여 상대적으로 30년생 III영급의 비중이 높고, 60년생 IV영급의 비중이 낮은 편이다.

<충청남도 임목축적 기준 영급분포(%) 비교>



충청남도는 임목축적 기준 산림용도분포에서 수원함양림 0.71%, 산지재해방지림 7.70%, 자연환경보전림 12.65%, 목재생산림 34.75%, 산림휴양림 18.22%, 생활환경보전림 14.43% 등을 보여 전국 평균과 비교하여 산림휴양림 및 생활환경보전림의 비율이 매우 높으며 자연환경보전림의 비율이 상대적으로 낮다.

<충청남도 임목축적 기준 산림용도분포(%) 비교>



2. 충청남도 산림바이오매스 자원량 계산

산림바이오매스 자원량이라 함은 임목축적량에서 바이오매스 전환계수를 통한 계산을 통해 얻어지는 이론적 잠재량, 그리고 이론적 잠재량에서 실제로 숲가꾸기, 벌채 등 사업이 이루어지는 면적에서의 생산 가능량을 구하는 지리적 잠재량을 말한다. 마지막으로 지리적 잠재량으로부터 계산하는 뿌리, 잎 등을 제외하고 실제로 이용 가능한 기술적 잠재량으로 나누어 볼 수 있다.

충청남도의 산림바이오매스 이론적 잠재량을 계산하기 위해서는 기본적으로 국립산림과학원이 2014년에 발행한 연구보고 <한국의 산림 바이오매스 자원량 및 지도 (Map)>에서 적용한 산림바이오매스 자원량 계산 방식을 참고하는 동시에, 2015년 산림청에서 발행한 산림기본통계의 보다 최신의 통계자료를 적용하여야 보다 정확한 현재 자원량을 계산할 수 있다.

<연간 임목축적 성장률>

구 분	성장률(%)
전 국	4.0
경 기 도	3.9
강 원 도	3.7
충청북도	4.0
충청남도	4.2
전라북도	3.7
전라남도	4.4
경상북도	4.1
경상남도	4.2
제주도	4.6

자료: 한국의 산림 바이오매스 자원량 및 지도, 2014, 국립산림과학원

상기 연간 임목축적 성장률을 2015년도에 측정된 충청남도 임목축적량에 적용하여 보다 정확한 산림축적량을 계산 후에 산림바이오매스 자원량을 계산해야 한다. 다만 상기 연간 임목축적 성장률은 제5차 국가산림조사(2006-2010)에 따른 것이어서 보다 최근의 성장률을 반영하고 있지 못해 어느 정도의 오차를 감안해야 한다.

<충청남도 임목축적 예상치>

임목축적(m ³)	2015	2016(예상)	2017(예상)	2018(예상)
침엽수	24,196,281	25,212,525	26,271,451	27,374,852
활엽수	14,003,193	14,591,327	15,204,163	15,842,738
혼효림	15,718,869	16,379,061	17,066,982	17,783,795
총 계	53,918,343	56,182,913	58,542,596	61,001,385

2015년 국가산림조사를 통한 충청남도의 임목축적량에 연간 4.2% 임목축적 성장률을 곱했을 때, 2018년 이론적인 예상치는 침엽수 27,374,852m³, 활엽수 15,842,738m³, 혼효림 17,783,795m³로 충청남도는 2018년 총 61,001,385m³의 임목축적량을 보유하게 될 것으로 예상된다.

1) 충청남도 산림바이오매스 자원 이론적 잠재량

<임상별 바이오매스 전환계수>

임상 전환계수	침엽수	활엽수	혼효림
목재기본밀도	0.458	0.685	0.572
바이오매스 확장계수	1.346	1.427	1.387
뿌리함량비	1.278	1.338	1.308

자료 : 한국의 산림 바이오매스 자원량 및 지도, 2014, 국립산림과학원

상기의 표는 국립산림과학원에서 연구한 임상별 임목축적량(부피, m³)를 바이오매스의 단위인 무게(t)로 전환시켜주는 전환계수이다. 목재기본밀도는 목재의 전건비중에 대한 전환계수이며, 바이오매스 확장계수는 임목의 지상부 바이오매스, 뿌리함량비는 임목의 지하부 바이오매스에 대한 전환계수를 말한다. 이러한 전환계수를 통하여 산림바이오매스 자원 이론적 잠재량은 다음 표와 같이 구할 수 있다.

$$F_{th} = W_a \times W_d \times W_f \times W_r$$

F_{th} : 산림바이오매스 이론적 잠재량(톤)

W_a : 임목축적량(m³)

W_d : 목재기본밀도(톤/m³)

W_f : 바이오매스 확장계수

W_r : 뿌리함량비

<충청남도 산림바이오매스 자원 이론적 잠재량(톤)>

잠재량(톤)	2015	2016(예상)	2017(예상)	2018(예상)
침엽수	19,062,946	19,863,589	20,697,860	21,567,170
활엽수	18,314,612	19,083,826	19,885,347	20,720,531
혼효림	16,311,786	16,996,882	17,710,751	18,454,602
총계	53,689,344	55,944,297	58,293,958	60,742,303

목질계 바이오매스를 에너지로 환산하기 위해서는 발열량보다는 석유환산톤(ton oil equivalent, TOE)로 바꾸어 제시하는 것이 일반적이다. TOE는 해당 물질의 열량을 석유(톤)으로 환산하여 비교하는 수치이며, 1TOE는 10,000,000kcal에 해당한다. 목질계 바이오매스의 경우 통상적으로 0.45TOE/t 환산계수로 전환하고 있다.

<충청남도 산림바이오매스 에너지 이론적 잠재량(TOE)>

에너지(TOE)	2015	2016(예상)	2017(예상)	2018(예상)
침엽수	8,578,326	8,938,615	9,314,037	9,705,227
활엽수	8,241,576	8,587,722	8,948,406	9,324,239
혼효림	7,340,304	7,648,597	7,969,838	8,304,571
총계	24,160,206	25,174,934	26,232,281	27,334,037

산림바이오매스 자원의 이론적 잠재량은 임목의 줄기, 잎, 뿌리 등 일반적으로 자원으로 가치가 떨어지는 모든 부분들을 포함하고 있으므로, 이 이론적 잠재 자원량을 모두 이용한다는 것을 불가능하다는 것을 염두에 두어야 한다.

2) 충청남도 산림바이오매스 자원 지리적 잠재량

이론적 산림바이오매스 자원 잠재량에서 실질적으로 이용가능한 자원량을 산출하기 위해서는 실제적으로 산림사업(숲가꾸기 및 벌채)이 이루어지는 지역의 자원량을 산출하는 것이 중요하다. 지리적 잠재량은 기존 산림에서 연간 성장하는 자원량에 관한 것임으로 **연간 지리적으로 접근하여 생산 가능한 잠재량**이라 할 수 있다. 따라서 산림바이오매스 자원의 지리적 잠재량을 산출하기 위해서는 충청남도의 연간 숲가꾸기 및 벌채 면적 자료가 필요하다.

<2017년 충청남도 임목벌채 허가면적 및 재적>

산림사업 종류	2017년 통계			
	허가면적(ha)		허가재적(m ³)	
	벌채면적	수집면적	벌채량	수집량
모두베기(개벌)	4,117	4,073	482,756	459,523
숙아베기(간벌)	3,383	1,172	182,120	64,789
골라베기(택벌)	4	4	88	82
기타	61	61	5,538	5,538
총계	7,565	5,310	670,502	529,932

자료 : 충남도청 산림녹지과

<2017년 충청남도 국유림 산림사업 면적 및 재적>

년 도	숲가꾸기(간벌)		벌채	
	면적(ha)	재적(m ³)	면적(ha)	재적(m ³)
2017	267	약 9,010	72.4	8,248

자료 : 부여국유림관리소

위의 표에서 확인할 수 있듯이 충청남도의 2017년 임목벌채 허가 통계는 벌채량(면적)과 실제적인 수집량(면적)으로 나뉘어 있는데, 수집하지 않아 산림에 남겨지게 되는 미이용 산림바이오매스를 현재 지리적 잠재량에 포함시킬 수 없기에 수집량(면적) 자료를 활용하였다. 그렇게 되면 2017년 충청남도 사유림 산림사업 면적은 5,310ha이다.

그 아래표는 충청남도의 국유림을 관리하고 있는 부여국유림관리소의 2017년도 충청남도 국유림 산림사업 면적 및 재적 자료이다. 충청남도의 국유림 비율이 약 8%에 불과하기 때문에 많은 산림사업이 이루어지고 있지 않은 상황이다. 자료에 따르면 2017년 충청남도 국유림 산림사업 면적은 339.4ha이며 사유림과 합쳐 총 5,649.4ha에 달한다.

충청남도의 2017년 기준 연간 산림바이오매스 자원 지리적 잠재량은 다음과 같이 구할 수 있다.

* 연간 지리적 잠재량 계산 공식

$$F_{ge} = L_a \times W_{aa} \times W_d \times W_f \times W_r$$

F_{ge} : 산림바이오매스 연간 지리적 잠재량(톤/년)

L_a : 사업지면적(ha) W_{aa} : 평균 임목축적량(m³/ha) W_d : 목재기본밀도(톤/m³)

W_f : 바이오매스 확장계수 W_r : 뿌리함량비

—충청남도 산림바이오매스 2017년 지리적 잠재량>

	사업면적(ha)	지리적 잠재량(톤/년)	에너지 지리적 잠재량(TOE)
2017년 충청남도	5,649.4	774,670	348,602

3) 산림바이오매스 자원 기술적 잠재량

산림바이오매스 자원의 기술적 잠재량은 실질적으로 획득 가능한 지리적 잠재량에서 뿌리가 차지하는 비율을 제외하여 산정하고 있다. 그 이유는 뿌리의 경우 채집이 어려울 뿐만 아니라 분류상 폐기물로 분류되고 있기 때문이다. 이러한 산림바이오매스 자원의 기술적 잠재량은 다음과 같은 공식으로 산출할 수 있다.

※ 연간 기술적 잠재량 계산 공식

$$F_{te} = L_a \times W_a \times W_d$$

F_{te} : 산림바이오매스 연간 기술적 잠재량(톤/년)

L_a : 시업지면적(ha)

W_{aa} : 평균 임목축적량(m^3/ha)

W_d : 목재기본밀도(톤/ m^3)

<충청남도 산림바이오매스 2017년 기술적 잠재량 및 실제 수집량>

	시업면적(ha)	지리적 잠재량(톤/년)	기술적 잠재량(톤/년)	실제 수집량(m^3)
2017년 충청남도	5,649.4	774,670	592,256	547,190

위와 같은 공식으로 2017년도 충남지역의 산림바이오매스 자원 기술적 잠재량을 592.256톤/년으로 구할 수 있었는데, 이를 실제 2017년 충남지역에서 사유림과 국유림에서 수확한 수집량 547,190 m^3 와 목재의 무게와 부피 전환계수를 통해 비교해보면 잠재량보다 실제 수집량이 적다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이는 위의 공식에서 잔가지와 잎에 대한 계수가 포함되어 있고 또한 실제 산림시업에서 벌채는 행해지지만 가치가 떨어져 임지에 그대로 남기고 오는 미이용 산림바이오매스가 포함되어 있기 때문이라고 추측할 수 있다.

위와 같은 계산을 통해서 구해본 산림바이오매스 자원의 이론적, 지리적, 기술적 잠재량은 기본적으로 이론적인 수치이며, 산림바이오매스 에너지 공급사업을 구상하는데 있어서, 필수적인 연료공급 가능량을 어느 정도 가늠해 볼 수 있는 기초적인 자료로 활용할 수 있다.

3. 충남도 산림바이오매스 연료 생산 및 판매 현황

1) 목재펠릿(Wood Pellets)

목재펠릿은 유해물질에 의해 오염되지 않은 목재를 압축 성형하여 생산하는 작은 원통 모양의 표준화된 목질계 고체바이오연료를 말한다. 화목이나 우드칩보다 운송과 보관이 용이하다. 2008년 이후 정부가 지원사업을 통해 펠릿공장이 세워졌으며 펠릿보일러를 사용할 경우 정부의 지원금을 받을 수 있다. 국립산림과학원 고시에 따른 품질규격이 마련되어 있다.

<목재펠릿의 규격 품질기준, [개정] 2013. 06. 28. 국립산림과학원 고시 제2013-5호>

특성	단위	1급펠릿	2급펠릿	3급펠릿	4급펠릿
크기(지름)	mm	6-8	6-8	6-8	6-25
크기(길이)	mm	≤32	≤32	≤32	≤32
겉보기밀도	kg/m ³	≥640	≥600	≥550	≥500
함수율	%	≤10	≤10	≤15	≤15
회분	%	≤0.7	≤1.5	≤3.0	≤6.0
미세분	%	<1.0	<1.0	<2.0	<2.0
내구성	%	≥97.5	≥97.5	≥95	≥95
발열량	kcal/kg (MJ/kg)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,040 (≥16.9)	≥4,040 (≥16.9)
황	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
염소	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
질소	%	<0.3	<0.5	<0.7	<1.0
비소	mg/kg	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
카드뮴	mg/kg	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
크롬	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
구리	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
납	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10

수은	mg/kg	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05
니켈	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
아연	mg/kg	≤100	≤100	≤100	≤100
회분용융 거동온도	℃	권장 표시항목			
기타첨가물	%	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0

충남권역 목재펠릿 제조업체로는 세종시 산림조합과 대한제재소 등 2곳이 있다. 2011년 설립된 세종시 산림조합 펠릿공장은 연간 11,700톤의 생산능력을 갖추고 있으나 현재 원재료 부족과 수요처 부족으로 실제 가동률은 10-30%에 그치고 있다. 세종시 산림조합에서 생산하는 목재펠릿은 국립산림과학원 고시 제 2016-8호에 의한 1등급 펠릿이다. 대한제재소 역시 연간 7,000톤 생산능력을 갖추고 있으나 판매량은 저조한 것으로 알려졌다.

<충남권 목재펠릿 생산업체 현황>

업체명	주소	제품명	연간생산량
세종시 산림조합	세종특별자치시 연서면 부국길 107-2	1등급 목재펠릿	11,700 톤
대한제재소	충남 청양군 목면 오살미길 110-12		7,000 톤

충남권의 목재펠릿 생산업체가 2곳에 그친 반면 목재펠릿을 유통하는 곳은 총 17곳으로 전국 자치단체 중 가장 많은 유통망을 보유하고 있다.

<충남권 목재펠릿 유통업체 현황>

업체명	주소	제품명	비고
산림조합중앙회	대전광역시 대덕구 동서대로 1800(2층)	목재펠릿	
대체에너지	대전광역시 중구 보문로 147	목재펠릿	
뉴한국에너지	충남 서산시 공립 3길 51	목재펠릿	
천안산림조합	충남 천안시 동남구 태조산길 27	목재펠릿	
공주산림조합	충남 공주시 차령로 2792-2	목재펠릿	
서산산림조합	충남 서산시 중앙로 114	목재펠릿	
당진산림조합	충남 당진시 서해로 6105	목재펠릿	
금산산림조합	충남 금산군 금산읍 오리정 3길 10-8	목재펠릿	
부여산림조합	충남 부여군 구룡면 성충로 1407	목재펠릿	

홍성산림조합	충남 홍성군 홍성읍 문화로 94-1	목재펠릿	
예산산림조합	충남 예산군 오가면 국사봉로 423	목재펠릿	
푸르미에너지	충남 논산시 부석면 남마구평길 21	목재펠릿	
진천펠릿전문점	충남 천안시 서북구 성거읍 수청 1길 10	목재펠릿	
규원테크(금산)	충남 금산군 금산읍 방아동 3길 15	목재펠릿	
(주)풍림 대전공장	대전광역시 대덕구 대화로 52 번안길 160	목재펠릿	
세종산림조합	세종시 조치원읍 세종로 2355	목재펠릿	
대한제재소	충남 청양군 목면 오살뚝길 110-12	목재펠릿	

2) 목재칩(Woodchip)

목재칩은 연료로 사용되는 나무 칩을 가르키는 말로 목재를 작은 크기의 조각으로 분쇄함으로써 제조된 생산물을 말한다. 형상에 따라 목재연료칩과 호그칩으로 구분하는데, 이는 파쇄에 사용하는 장비에 따라 형상이 달라지기 때문이다. 펠릿보다 늦게 2016년 국립산림과학원 고시 제2013-8호가 제정되었으며 펠릿과는 달리 등급으로 규격화 되어 있지 않다.

충남지역의 우드칩 생산업체는 총 7개로, 대부분이 폐기물로 분류되는 Bio-SRF와 재생칩을 취급하고 있지만, 1개 업체가 순수 목질계 바이오매스를 사용하여 펄프용 목재칩을 생산하고 있었으며, 연간 약 60,000톤을 생산하고 있다.

<충남지역 목재칩 생산업체 현황>

업체명	주소	생산제품	연간 생산량
지씨테크(주)공주공장	충남 공주시 이인면 주봉리 511-9	Bio SRF	약 30,000
(주)우림	충남 금산군 금성면 두곡리 69-1	Bio SRF	약 5000
계룡우드(주)	충남 논산시 연산면 사포리 471-1	Bio SRF / 재생칩	약 30,000
유림이엔지	충남 아산시 둔포면 송용리 48-1	재생칩	약 20,000
협성임업사	충남 예산군 고덕면 오추리 602-9	재생칩	약 10,000
(주)보민환경	충남 청양군 비봉면 강정리 112-9	임목폐기물	
풍림	대전광역시 대덕구 대화로 52번 안길 160	펄프용 우드칩	약 60,000

현재 충남권의 연료용 순수 목재칩 생산업체는 없는 것으로 파악되었다. 이것은 연료용 우드칩을 사용하는 수요처가 없기 때문으로 조사에서 파악된 업체들의 경우 연료용 우드칩을 생산할 수 있는 설비를 갖추고 있으나 현재는 Bio SRF를 취급하거나 파티클 보드등을 합판류를 생산하는데에 사용되는 재생칩 생산업체들이다. 단 대전에 소재한 주식회사 풍림의 경우 펄프용 우드칩을 생산하고 있었으며 연료 생산으로 전환이 용이할 것으로 보인다. Bio SRF를 포함하여 재생칩과 펄프용 목재칩 등 충남권에서 목재칩 생산가능량은 현재 시점에서 약 15만 5천 톤에 이를 것으로 조사되었다.

<충청남도 목재칩 호그칩 Bio SRF 생산업체 현황>

업체명	주소	생산 제품명	연간 생산량(톤)
지씨테크(주)	충남 공주시 이인면 주봉리 511-9	Bio SRF	약 30,000
(주)우림	충남 금산군 금성면 두곡리 69-1	Bio SRF	약 5,000
계룡우드(주)	충남 논산시 연산면 사포리 471-1	Bio SRF/재생칩	약 30,000
유림이엔지	충남 아산시 둔포면 송용리 48-1	재생칩	약 20,000
협성임업사	충남 예산군 고덕면 오추리 602-9	재생칩	약 10,000
풍림	대전시 대덕구 대화로 52 번 안길 160	펄프용 우드칩	약 60,000

3) 장작

충남지역의 장작 생산업체로 확인되는 업체는 7곳이며 모두 화목용 장작을 생산하고 있다. 장작의 특성상 정확한 생산량을 파악하기 어렵고, 인터뷰를 통한 확인도 불가능했다.

<충남지역 장작 생산업체 현황>

업체명	주소	제품명	연간생산량
대전장작	충남 금산군 복수면 용진리 299-2	화목용 장작	불명
가야유통	충남 논산시 관측동 342-5		
평화장작	충남 논산시 벌곡면 양산리 산 15		
참드래곤투재	충남 부여군 규암면 수북로 71-6		
천안송원장작	충남 천안시 동남구 광덕면 보산원리 681-4		
천안장작	충남 천안시 동남구 용곡동 108-2		
논산장작			

4. 결론

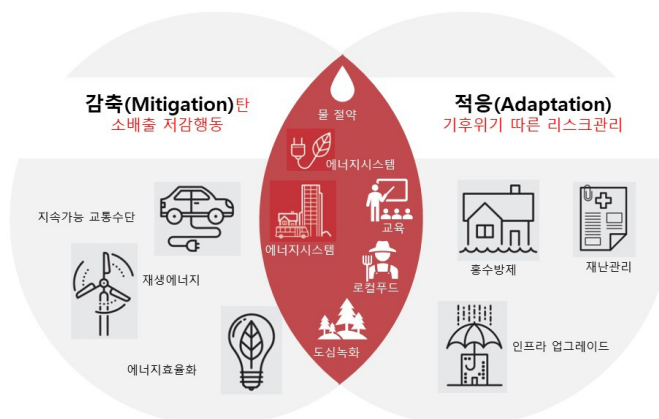
충청남도의 산림면적은 총 408,040ha이며 헥타아르당 임목축적은 132m^3 에 이르고 있다. 이는 전국 시도 산림면적 중 8번째로 많은 것이나 단위당 임목축적량은 전국 평균에 미치지 못하고 있다. 이를 시군으로 확대해 보면 충남의 단위 당 임목축적량 132m^3 보다 높은 단위당 임목축적량을 보이고 있는 시군은 공주시 132.22m^3 , 아산시 137.53m^3 , 서산시 136.07m^3 , 논산시 134.74m^3 , 계룡시 134.10m^3 , 금산군 134.45m^3 , 부여군 134.48m^3 등 7개 시군이다.

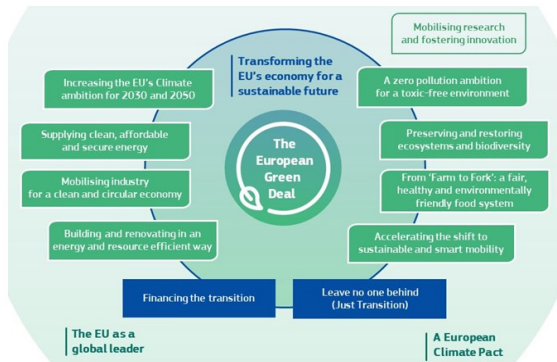
한편 이와 같은 충청남도의 바이오매스 잠재량을 실제 사업지 면적을 감안하여 지리적 잠재량과 기술적 잠재량을 구해 보면 지리적 잠재량은 연간 774,670톤이며 기술적 잠재량은 592,256톤에 이른다. 실제 수집량을 계산해 본 결과도 이와 비슷한 추이를 보였다. 이러한 바이오매스 잠재량은 지역단위 산림바이오매스 에너지공급사업의 기초자료로 활용될 수 있어 사업의 계획단계에서 활용도가 높을 것으로 보인다. 충청남도는 전국화력발전 설비의 50%가 몰려있는 석탄화력 발전지대로 기후변화시대에 탈핵 탈석탄 정책방향과 맞물려 지역차원에서 재생에너지 발전에 투자하고 정책적 지원을 해야 하는 상황이다. 여기에 산림바이오매스 에너지공급사업은 매우 열과 전기를 모두 얻어낼 수 있는 대안으로 본고에서 다룬 충청남도 산림바이오매스 연료 생산 능력과 실제 사업체들의 현황을 파악하여 활용하면 산림바이오매스 에너지공급사업의 현실성을 높여 줄 것으로 기대된다.

3. 3차 연구모임 결과

- 일시 : 2020. 10. 5.(월) 14:00 ~ 16:00
- 장소 : 충청남도적정기술공유센터
- 연구내용
 - 유럽 바이오 에너지마을 소개 및 국내 산림바이오 에너지사업 실증모델을 제시
 - ‘제로 웨이스트(Zero-Waste) 충남’ 을 주제로 순환경제의 중요성 강조
 - 산림바이오매스 사업의 성공적 추진을 위한 제도적 뒷받침 및 사회적경제 일자리를 연계할 수 있는 플랫폼이 구축방안 제시

1. 유럽 바이오 에너지마을 소개 및 국내 산림바이오 에너지사업 실증모델



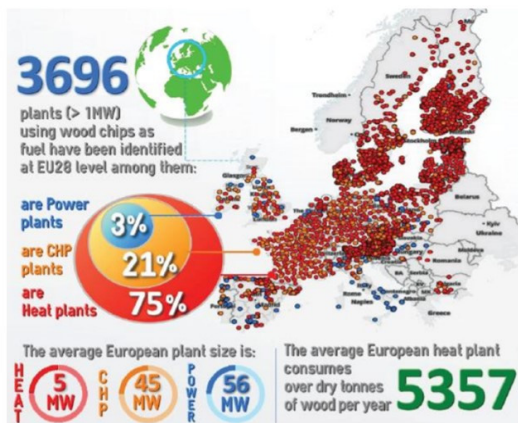


- EU, 「유럽 그린딜」 발표 (19.12.11)
 - 2050년까지 탄소중립(순배출제로), 기후변화 억제 · 탄소중립경쟁의 선도자 역할 수행 목표 · 유럽 그린딜 투자계획 10년간 1조 유로(20.1월발표)
 - 농업분야 : 목표(지속가능 식품시스템구축), 전략('농장에서 식탁까지')

	독일	한국
바이오가스 개수	9,500	~100
지원책	- 독일 EEG2017 - 바이오가스 플랜트 발전 용량: 75KW 이하 - Feedstock의 가축분뇨 함량은 최소 80%이상 - 전기 구매: 23.14 Euro cent/KWh(318원 /KWh) - 바이오가스를 위한 에너지 작물 생산 면적: 1.2 mil.ha (주로 사료용 옥수수)	- SMP+1REC (90원 + 40원=130원 /KWh) - 주 수입원: 분뇨 처리비용
파이낸싱	은행대출, 프로젝트 파이낸싱	국가 지원사업
산업	수출 산업, 일자리 창출	국내 실증 단계, 해외 기술 의존
지속가능 비즈니스	YES	No!
방향	바이오 가스는 변동성 발전원 역할, Power to Gas와 연계한 다양한 기술적 가능성 모색	농업 폐기물 및 오염물질 처리

출처 : 최형식/녹색기술센터 선임연구원

EU 1MW 이상 목재칩 설비 현황
- 총 3696 개(75/% 열공급사업용)



우리나라 산림바이오에너지 사업

2010년 봉화군 산림탄소 순환마을

- 국비 28억, 지방비 25억 투자
- 목재펠릿보일러 1,100kW 열배관 10km
- 2012년 완공했으나 잦은 설비고장으로 가동중단

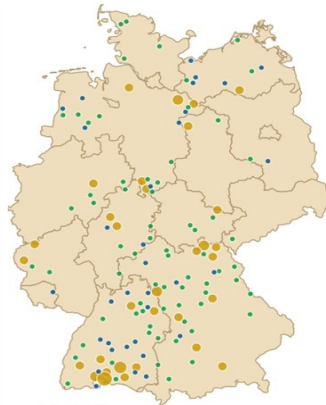
2011년 화천군 산림탄소 순환마을

- 국비 28억, 지방비 25억 투자
- 목재펠릿보일러 1,600kW 열배관 약 4km
- 현재 운영 중이나 이탈가구 늘어 경제성 부족, 적자

2012년 RPS 제도 시행 후- 목재펠릿 혼소발전

- 2018년 목재펠릿 수입량 3백만톤





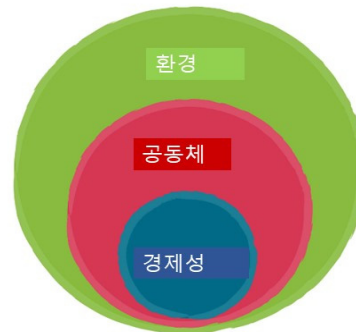
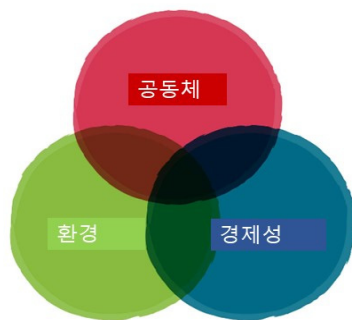
독일 2019년 현재

바이오에너지마을 인증 : 163개 마을(45개 진행중)



오스트리아 2019년 현재

펠릿생산 : 1,345,000톤
바이오매스열공급 지역 : 2,377곳
바이오매스열병합발전소 : 141곳(302MW)

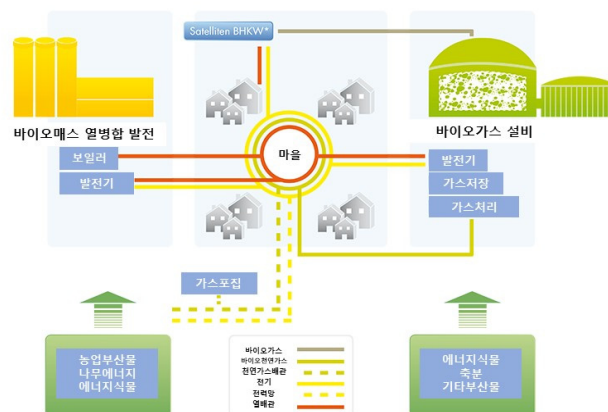
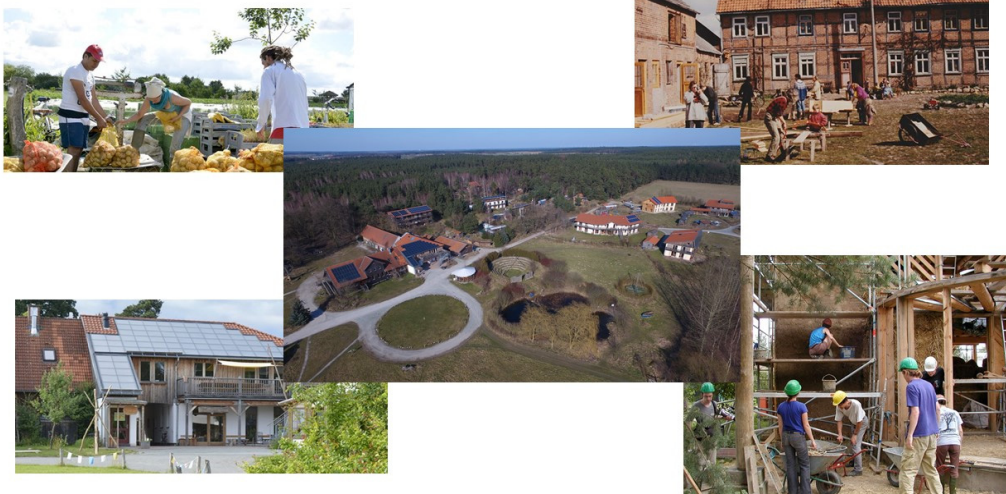


Tempelhof 생태마을

2010년 공동체 생활의 비전 가진 20명이 생태마을에 공감
 2010년 12월 독일 남부 Tempelhof마을 매입(200-300명 생활 규모)
 4 ha 건축용 토지 + 26 ha 농지로 프로젝트 시작
 여러 개 건물을 공동주택, 작업장, 상업지역, 다목적 홀, 주거건물로 활용
 유기농경작, 공동체 자금 자족 기반
 자연 순환의 복원과 유지에 기여하는 공동체를 목표로 출범

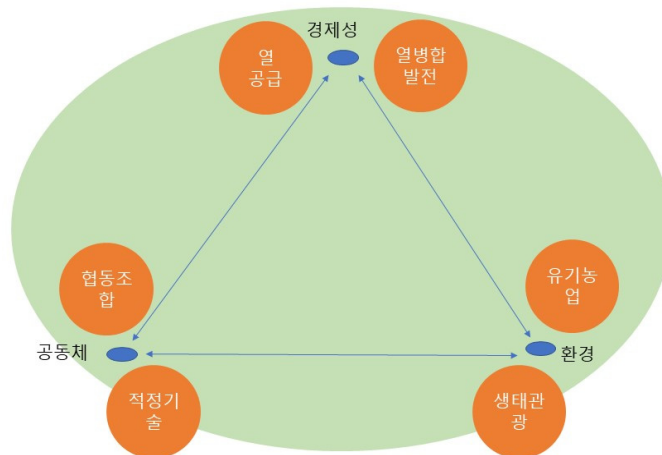
2016년 120 명 (성인 90 명, 어린이 30 명)의 커뮤니티로 확장

토지
 사적 소유권이 없으며 비영리 Schloss Tempelhof 재단이 부동산을 인수하여 99 년의 장기 임대
 계약으로 Schloss Tempelhof 협동조합에 제공





1. 성공적인 바이오에너지 실증사업단지 조성
 - 열과 전기를 복합생산(높은 효율)
 - 에너지협동조합 구성(주민참여)
 - 난방 70%, 전기 100% 자립
2. 경제성, 일자리 확보하는 지역사업 실증
 - 발전, 열공급, 연료조달 등 사업다양화
 - 경축순환 에너지사업
 - 목탄, 장작, 액비 등 다양한 부산물 사업화
3. 지속가능한 생태마을 조성 실증
 - 친환경 재활용 건축
 - 유기농업

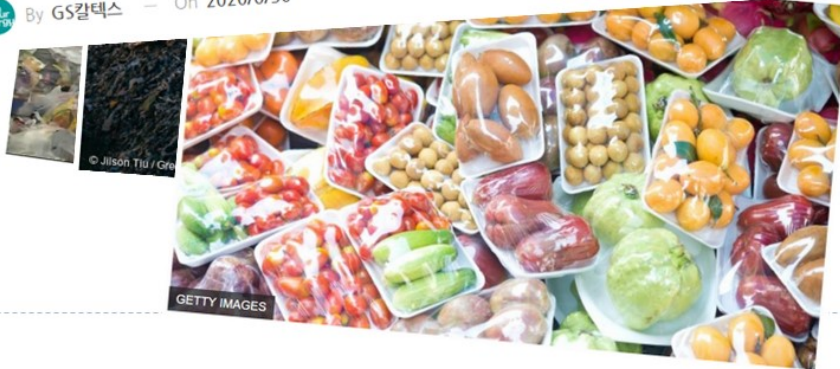


2. 제로 웨이스트(Zero-Waste) 충남 실현방안

대안에너지기술연구소
Alternative Energy Laboratory Inc.

경북 의성 10m 높이 거대 '쓰레기 산' 방치
경찰 본격 수사
[밀착카메라] 플라스틱 폐기물: 2040년까지
한국산 스 13억톤의 플라스틱 쓰레기
...
단 14%만 재활용되는 폐플라스틱, 분리수거만이 답이 아
니라면?

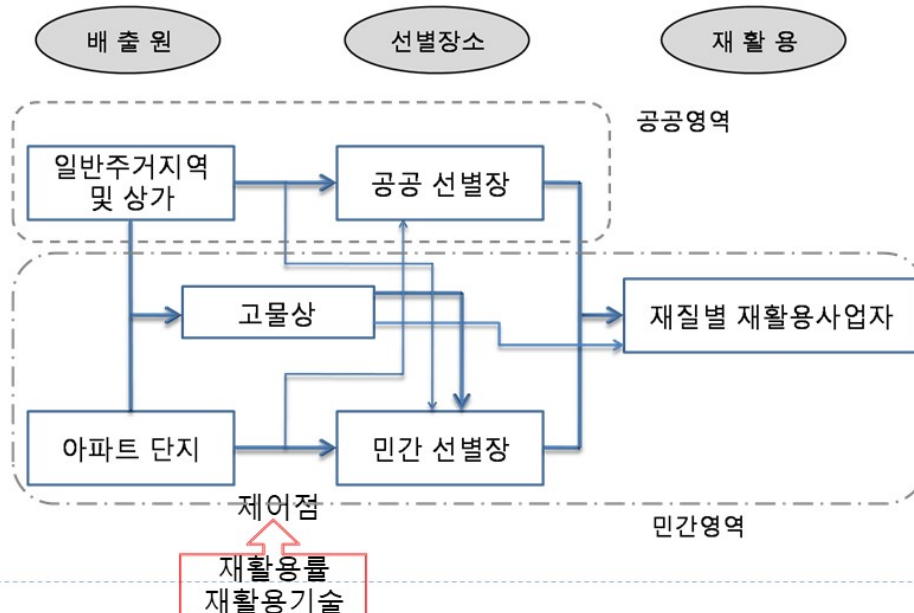
By GS칼텍스 — On 2020/6/30



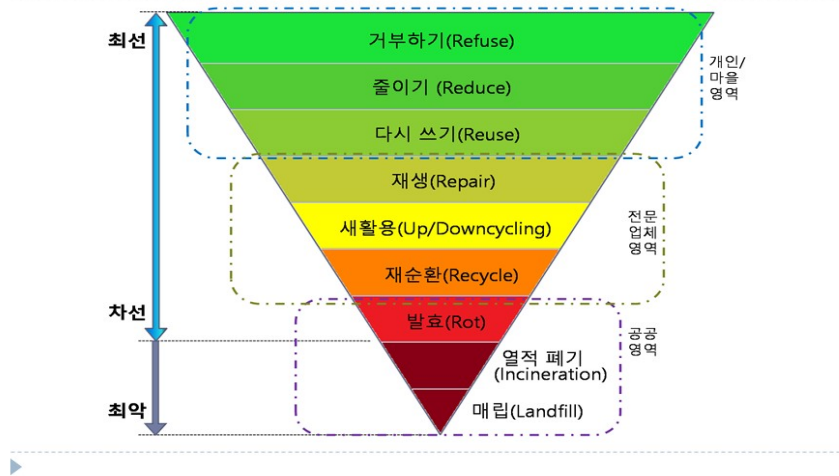
대안에너지기술연구소
Alternative Energy Laboratory Inc.

가정배출 재활용품 경로

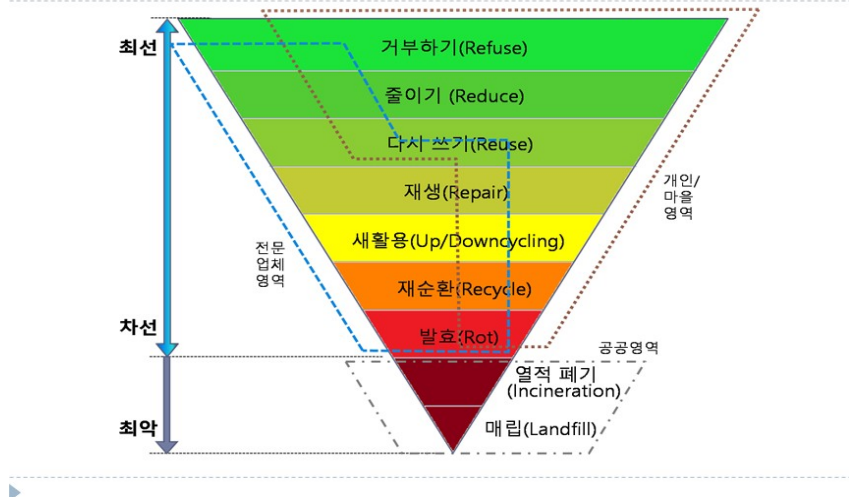
▶ 배출자 - 선별자 - 재활용업체가 제각각



재활용 피라미드 -현행

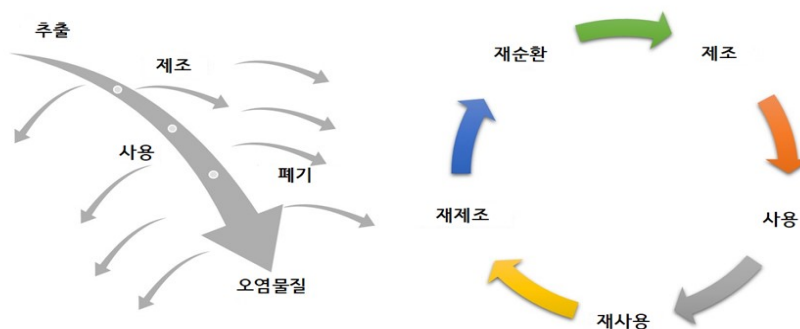


재활용 피라미드 -적극적 재활용



순환경제

▶ 선형경제에서 순환경제로의 이행



CC 3.0 Catherine Weetman 2016

순환경제의 목표



▶ 핵심

- ▶ 수거된 재활용품의 성상과 청결도, 균질도
- ▶ 재활용 기술
- ▶ 재활용 위한 사회시스템

적극적 재활용 기본원칙

▶ 레벨 1

- ▶ 플라스틱이 내 생활 속에 들어오는 것 자체를 막는다.

▶ 레벨 2 -그래도 써야 한다면

- ▶ 여러 번 쓴다.
- ▶ 이왕이면 수명이 긴 것으로 골라 쓴다.
- ▶ 자주 사용해야 하는 것들은 아예 가지고 다닌다.

▶ 레벨 3 - 배출할 때가 되면

- ▶ 철저히 분리한다.
- ▶ 깨끗한 상태를 유지한다.
- ▶ 같은 종류들끼리 가급적 큰 부피로 모은다 → PET병, 삼푸병, 양념통, 투명용기 등
- ▶ 비닐은 깨끗하게 씻어 말린 뒤 → PE류(투명/유색), PP류, 기타(겉과 속이 다른 것)로 구분해서 모은다.

적극적 재활용 기본원칙

▶ 레벨 4

- ▶ 파쇄해서 모은다.
 - ▶ 정체가 분명하고 단일재질이며 깨끗하게 말린 것
- ▶ 녹여서 모은다.
 - ▶ 스티로폼



▶ 레벨 5

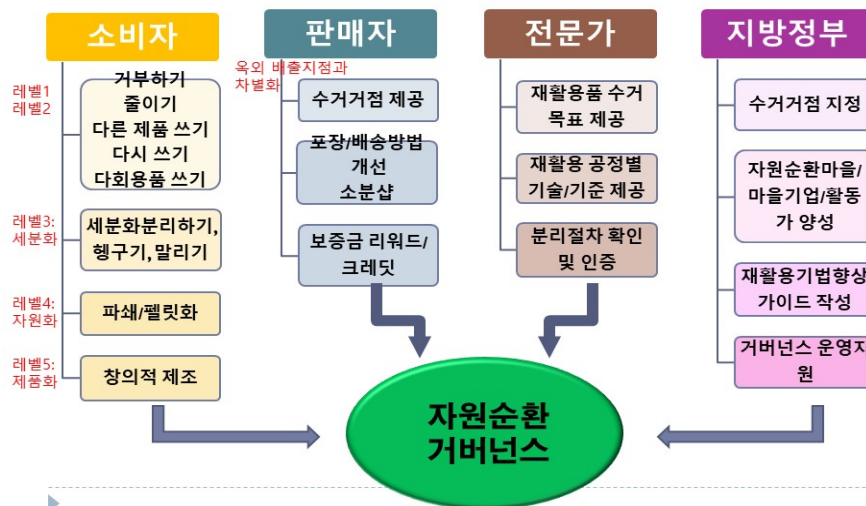
- ▶ 파쇄해서 더 쓸 수 있는 제품으로 만들어본다.
- ▶ 참고 사이트 : precious plastics



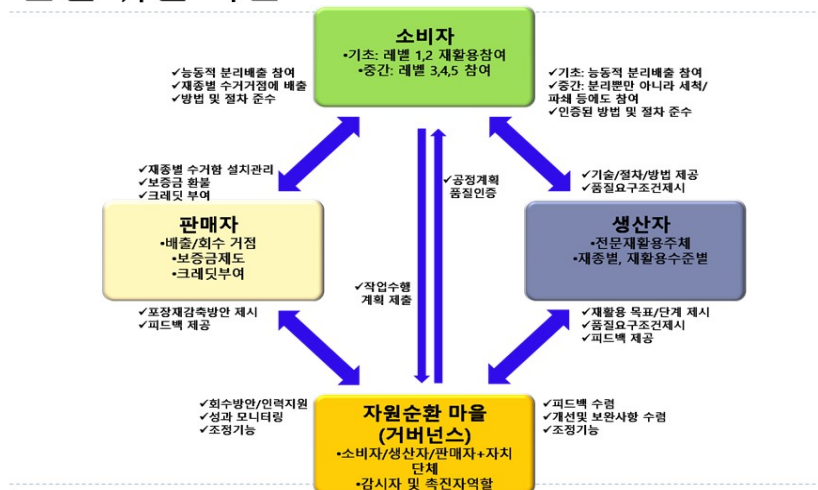
자원순환 마을

- ▶ 소비자
 - ▶ 기초 재활용 주체 : 적극적으로 분리배출(열린고리형/닫힌고리형), 수거공정수행
 - ▶ 중간 재활용 주체 : 분류-세척-파쇄-양도
- ▶ 생산자-전문가
 - ▶ 전문 재활용 주체 : 재활용 역량보유
 - ▶ 재활용사업자, 교육 및 인증, 재활용 제품 및 기술개발
- ▶ 판매자
 - ▶ 배출/회수 거점 운영
 - ▶ 소비자 보증금 제도 집행, 크레딧 부여 등
 - ▶ 판매과정에서의 플라스틱 줄이기 및 재활용 참여방안 강구
- ▶ 자치단체(장)
 - ▶ 재활용 주체별 자원 순환 및 유통망 구축- 소비자/판매자 재활용 주체가 생산한 재활용 자원을 생산자 재활용주체가 구매하도록 연결 및 유통
 - ▶ 재활용추진 거버넌스(협의체)

자원순환마을 체계



순환 위한 마을



4. 4차 연구모임 결과

- 일시 : 2020. 10. 28.(수) 15:00 ~ 17:00
- 장소 : 충남도 산림자원연구소 태안사무소
- 연구내용
 - 태안군 산림현황 및 휴양림 운영현황 분석을 통한 에너지자립화 방안 도출
 - 산림바이오매스를 활용한 지역에너지 공급모델 적용방안 도출
 - 산림바이오매스 목재칩을 주 연료로 사용하는 열공급사업의 친환경성, 에너지효율성, 온실가스 감축 기여도 등의 사업편익 구체화

□ 이승재(나무와에너지 대표)

- ‘충남 백년숲 프로젝트 제안’

○ 지역과 산림의 문제

- 산촌 및 지역사회의 문제 : 공동체와 소득원의 부재, 고령화에 따른 청년들의 부재로 사람들이 살기 어렵고 즐길거리가 부족함, 은퇴자와 청년일자리가 부족
- 산림부가가치 창출의 어려움 : 국산목재 활용의 어려움, 국산 바이오매스의 낮은 활용도, 일차원적 관광
- 산림경영의 문제 : 사유림 경영기반 부족, 경영주체 부재
- 충남백년숲 프로젝트 : 지속가능한 산림경영, 부가가치 창출, 공동체 활성화를 위한 해법

○ 충남백년숲 프로젝트 제안

- 1974년부터 조성된 공주,부여 등 충남의 숲을 지속가능한 숲으로 경영
- 에너지자립마을, 바이오매스센터, 산림형 혁신파크를 통해 부가가치를 창출
- 은퇴자와 청년들에게 새로운 일터, 쉼터, 삶터, 배움터를 제공
- 숲을 돌보며 숲에 의지하고 숲을 즐기며 살아가는 사람들의 경제, 사회, 문화적 터전을 조성

○ 지속가능한 산림경영 세부 전략

- 계획 수립 : 충남 산림에 대한 국·공·사유림 통합 산림기본계획 아래 경영기반, 순환경제 등 핵심전략과 고용·재정계획을 수립

- 계획 실행 : 주체로 산주, 지역주민, 시민사회, 전문가, 행정의 함께 참여하는 충남백년숲 산림경영위원회와 민관파트너십을 위한 중간지원조직인 충남산림경영센터 설립을 제안
- 세부 사업 : 산림경영, 산림재해 방지, 교육, 생태관광 등에 필수인 임도 개발과 시군별 산악여건 맞춤형 임업기계화, 경영단지별 사업주체의 선진 임업기계 공유가능 시스템 개발, ICT 기술과 드론을 통한 산림모니터링 시스템 구축, 산림경영 실행주체를 양성할 산촌기술학교 등 산림경영 기반 조성 전략 제시

○ 부가가치 창출 세부 전략

- 산림에너지자립마을 유치(산림청 공모) : 굴뚝 없는 청정 에너지자립마을을 조성, 지역 산림바이오매스를 활용해 일자리와 소득을 창출
- 산림바이오매스센터 설립 및 열병합발전소 운영 : 지역 바이오매스 활용·유통·저장의 중심센터 조성을 통한 바이오매스 활용 체계 마련
- 태안 산림혁신파크 조성 : 숲 관련 혁신, 체험, 놀이, 교육을 집대성하고 산림관광 브랜드를 선점, 무엇이든 꿈꾸는 것을 만들어낼 수 있는, 아마추어 목공인을 위한 집약적 플랫폼인 우드테크숍, 숲에서 자라는 산채, 약용식품, 버섯을 한 곳에서 재배하고 교육하는 산림형 스마트팜과 산림텃밭교실, 버섯교실, 가든디자인교실, 플리마켓 등 맛있는 숲, 숲놀이터 등을 제안

○ 공동체 활성화 전략

- 산촌라이프 : 산촌유학 3.0, 청년 산촌살이 프로젝트, 1마을 1그루경영체, 산촌기술학교 추진
- 산림1번지 태안 : 숲이 주는 경이로움과 감동을 느낄 수 있는 공간으로 지혜의 숲 타워, 지혜의 숲 도서관, 포레스트 갤러리, 산림교육센터 등 랜드마크를 조성하여 산림관광 활성화와 브랜드 선점 효과 모색
- 산림생태도시 태안 제안

□ 안병일(단국대학교 산림에너지연구소 상임연구위원)

- ‘충남백년숲을 위한 재원 확보와 민간 참여 전략’

○ 산림분야 사회적금융 필요성

- 우리나라는 2/3가 산이지만 산의 경제적 가치는 별로 없고, 일자리도 적은 데다 목재의 80퍼센트 이상을 수입하는 것은 뭔가 잘못됐다는 생각이 듭니다
- 농협과 수협은 있으나 임업은행은 없음
- 사회적금융 : 돈 버는 게 목적이 아니라 우리 사회의 문제를 해결하기 위해 돈을 조달하는, 돈이 선순환되면서 사회문제를 풀어가는 프로젝트에 재원을 공급하는 것이 사회적 금융이고 임팩트 금융임

○ IFK임팩트금융 소개

- 사회연대은행 : 10년 동안 1000억 원의 편당을 유치, 2000여 건의 자영업 창업 지원, 3800여 명의 대학생 학자금을 저리로 전환대출함
- 한국사회투자재단 : 사회적경제기업에 대한 투·융자 사업
- IFK임팩트금융 : 2017년 설립되었으며, 국민은행, 신한은행, 우리은행, BNK 부산은행 등이 투자자로 참여하고 있음. 산하에 (주)임팩트브릿지라는 자산운용사가 펀드를 만들어 프로젝트에 재원을 조달하고 관리함

○ 충남백년숲 프로젝트를 위한 재원 확보와 민간 참여 전략

- 충남백년숲 프로젝트의 목적 : 백년숲 경영을 통해 지속가능한 한국 숲 표준을 수립하고 건강한 산촌공동체 활성화에 기여하는 것임
- 전략 : 숲경영을 통한 부가가치를 창출하고 숲을 지속가능한 공간으로 만들어가는 장단기 활동을 동시에 이룰 수 있는 적합한 재원을 계획해 투입해야 할 필요가 있으며, 한다면 민간사업, 민관협력사업, 지자체사업, 정부지원사업 등으로 재원을 구분하고 재원별 장단기 조달 계획을 제시함
- 전략적 다층구조 편당 : 대출, 투자, 보증금, 전략적 기부, 보조금 등 소셜 프로젝트를 위한 편당을 설계할 계획이며, 현대중공업, 현대자동차, 성장기업 등 가치투자 희망기업을 발굴하고 새로운 투자처를 확보할 예정임
- 비오는 날 우산을 뺏는 금융이 아니라 우산을 빌려주고 함께 쓰고 가는 금융으로서의 역할을 할 것임

□ 이승석(충남적정기술협동조합연합회장)

－ 충남산림바이오매스센터 설립 제안

○ 산림바이오매스 산업 활성화 필요성

- － 40~50년 된 숲을 백년숲으로 성장시키려면 속아베기(간벌)로 나무가 더 자랄 수 있게 공간을 넓혀주고, 베어낸 자리에 미래목을 심어 나무의 연령대가 골고루 분포하게 해야 하며, 이 일을 하는 향후 50년 동안 간벌재를 이용한 산림바이오매스산업을 일으켜 백년숲으로 가는 징검다리로 삼아야 함
- － 간벌목과 미이용잔재를 끌어와 잘게 부쇄 목재칩(우드칩)을 만들고, 산림바이오매스센터에서 목재칩을 건조(함수율 20퍼센트 이하)시킨 다음 이 목재칩을 연료로 바이오매스 가스화 열병합발전을 하면 일자리가 만들어지고, 전기(SMP)와 REC(신재생에너지 공급인증서, 미이용 바이오매스 가중치 2.0) 판매로 소득이 생기며, 전기 생산·판매 외에 열공급으로 수익을 낼 수 있음

○ 산림바이오매스 에너지 장점

- － 환경문제 해결 : 우리나라는 매년 숲이 3.1퍼센트씩 증가하는 산림강국이나 벌채 후 사용되지 않은 목재는 숲에 그대로 방치돼 경제적, 환경적으로 부담이 되고, 재해의 원인을 제공하므로 이를 활용하는 것이 필요함
- － 친환경적이고 경제적인 에너지 : 나무가 방치되어 자연 부패할 때 발생하는 이산화탄소의 양과 바이오매스로 활용할 때 발생하는 이산화탄소의 양이 같아 재생에너지 중 탄소배출 저감 기여도가 가장 높은 것이 목재임
- － 활용 자원 : 숲 가꾸기 및 벌채 후 방치된 미이용 산림바이오매스, 제재소의 톱밥과 폐잔재, 공원 및 가로수 가지와 잎, 기타 화학처리를 거치지 않은 폐 건축자재 및 폐가구 모두 재활용 가능함

○ 산림바이오매스 센터 설립

- － 충남산림바이오매스 센터 : 반경 50킬로미터 이내 바이오매스를 수집해 집하고 전처리, 판매할 수 있는 산림바이오매스센터를 설립 제안
- － 원료 수급 : 충남도 서부권 및 중부권의 선도산림경영단지 공동영림단 작업 분과 주민영림단 활동으로 수거된 미이용재, 도시 가로수 정비분에서 조달,

국유림 매각분으로 전체 물량의 30퍼센트 이상을 확보, 지역 제재소들을 네트워크화해 목재로 쓸 수 있는 간벌목을 갖다 주는 대신 톱밥과 부산물을 바이오매스로 공급받는 방식으로 수급

- 수익 창출 : 바이오매스센터에서 생산된 우드칩은 건조시켜 등급별로 판매하고, 400킬로와트(kW) 자체 보일러 연료로 공급해 여기서 나오는 열을 우드칩 건조열원과 반경 2킬로미터 안 공장, 병원, 스마트팜 시설 등에 공급하는 방안

○ 열병합발전소 제안(민간투자사업)

- 열병합 발전소 : 충남소재 산단 부지에 0.98메가와트(MW) 가스피케이션 열병합발전소를 여러개 설립해 여기서 나오는 전기와 열을 판매하면 지역별 마을공동체의 수익을 창출하고 일자리를 만들 수 있음
- 원료 및 재원 조달 방안 : 목재칩은 충남산림바이오매스센터와 장기 수급계약으로 조달하고 시민(주민)주주와 임팩트펀드 투자로 재원을 마련할 계획을 제안함

참고 1

종합토론 내용

구분	내 용	비 고
강신호 대표	○ 선진 사례 - 일본 홋카이도 시모카와정 : 모든 나무를 남김없이 사용하는 복합숲경영으로 인구감소가 멈추고 지역사회가 점차 젊어진 사례로, 이는 주민주도 산림 클러스터 연구회 운영을 통해 주민 스스로 산림경영 기획과 버섯재배·생태관광 결합을 추진했기 때문에 가능한 것 ○ 충남백년숲 제안 - 주민이 주체가 된 지역기반 산림경영의 성공을 위해 기존 사례 답습을 피하고 주민들이 충남백년숲의 실질적 주인이 되어야 함	
이원필 그루메니저	○ 복합경영의 필요성 - 단순히 목재 생산만 하는 산림경영으로 수익을 창출하기란 어려우므로 산나물이나 버섯재배 같은 시장재 생산을 위한 복합경영이 필요함 - 숲은 관리하지 않아도 스스로 자라나는 공공재로만 인식되고 있어 산림자원을 활용해 지역주민과 함께하는 우리 지역만의 체험, 쉼, 휴양을 도입하기 위해 고민해야 함 ○ 지역산림 거버넌스 필요성 - 지역과 산주가 상생할 방법을 찾을 수 있을 것이라 기대하며 행정적인 지원도 아끼지 않을 것임	
방한일 의원	○ 지속가능한 민관협력체계 절실 - 백년숲 프로젝트라는 종합 청사진이 실행되기 위해서는 정치적으로 휘둘리지 않도록 지속가능한 민관협력체계가 만들어져야 함 ○ 충남백년숲 지원 조례 제정 필요 - 단체장과 의원이 바뀌더라도 일관된 백년숲프로젝트 추진이 가능하도록 충남도의회의원들이 중심이 돼서 가칭 충남백년숲 지원조례를 제정해야 함	

구분	내 용	비 고
이승석 회장	○ 영급구조 개선 필요 - 숲가꾸기를 통해 미이용바이오매스를 확보하는 것 뿐 아니라 5영급에 치우쳐있는 충남지역 산림의 영급구조 개선이 필요하며, 이를 위해 노령화 숲 개선과 수확벌채도 필요함 ○ 미래 산림경영 방향 - 지난 반세기 동안은 황폐한 산을 숲으로 가꾸어 산림경영을 할 수 있는 산림자원화의 토대가 됨 - 앞으로 반세기는 실천적 산림경영을 통해 산촌의 지역공동체가 더불어 살아가기 위한 충남 백년숲의 큰 그림을 그리고 이를 실행하기 위한 구체적인 정책과 실천방안이 나와야 함 - 산주와 지역산림공동체가 참여하여 지역기반 산림경영을 위한 중장기 산림경영계획을 수립해야 함 - 정책적 지원 역할을 할 지방자치단체, 그리고 충남도민이 참여하는 지역산림 거버넌스 형태의 협력체제를 구축하는 것이 필요함	
유효석 대표	○ 고무적인 새로운 시도 - 민간조직이 프로젝트를 제안하는 것은 유래가 없는 새로운 시도임 - 과거 산림정책이 국가 주도 정책이 대부분이었다면 이제 지역과 민간 차원에서 산림 활용을 고민하고 있다는 것은 고무적임 - 산림청이 직접 정책을 시행하는 것보다 지역에서 자발적으로 사업을 제안하고 이를 산림청에서 지원하는 것이 필요함 - 산림청의 지역 지원 방안에 대해 고민할 것임	
안병일 위원	○ 산림혁신파크의 역할 제안 - 산골마을 곳곳에 관심과 지원이 미치게 하려면, 산림혁신파크에서는 중앙집중방식이 아니라 산골 목재 체험 등 산촌의 프로그램으로 확산되게 하는 방안이 필요함	

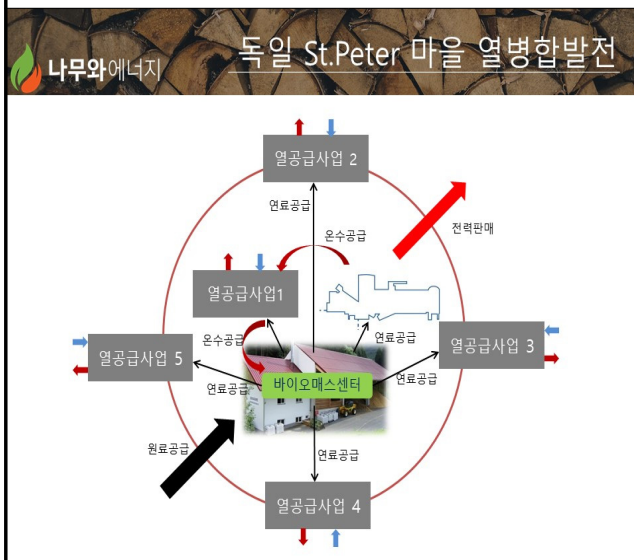
참고 2

산림에너지자립마을 발표자료



나무와에너지 산림에너지자립마을 비교

독일 St.Peter 마을	완주군 휴양림	산림에너지자립마을
연료공급 - 원료(나무)조달방안 - 전처리 방안 (파쇄, 건조, 저장, 운송)	연료공급 - 지역 원목생산자 산림조합 군유림 - 휴양림에서 직접 연료화	연료공급 - 국유림 임차참여 지역 원목생산자 산림조합 - 연료공급센터 조성 사회적협동조합 운영
열병합발전 - 운영방안 - 유지보수 대책	열병합발전 - 휴양림 관리사무소 열공급관리 직원 3인 - 유지보수 - 외부업체 계약	열병합발전 - 마을 에너지협동조합이 운영 - 유지보수 - 외부업체 계약
열공급사업 - 24시간 중앙난방 대책 - 징수관리시스템	열공급사업 - 휴양림 관리사무소 열공급관리 직원 3인 - 징수관리시스템 없음	열공급사업 - 마을 에너지협동조합 설립, 운영 - 비상용 우드칩 보일러 - 모니터링, 징수시스템



다양한 목질계 연료 생산



장작



목탄



루프 브리켓



브리켓



목재친



목재펠릿



한글



나무와에너지

주요구성 설비



나무와에너지

위험요소 1.

1. REC 가격 변동폭



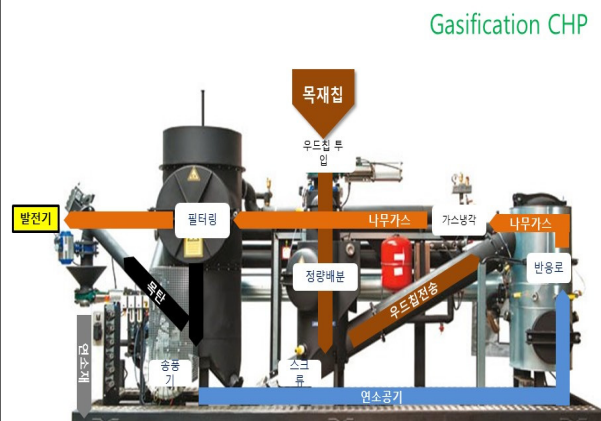
REC 평균가격
2015년부터 3년 : 110,000원/MWh
2019년 11월 : 47,888원/MWh

고정가격 장기 판매계약

REC가중치 매 2~3년 마다 변경
독일, 일본 등 FIT 제도 시행국가에서
소형발전예 대한 REC가중치 차등화

나무와에너지

가스피케이션 열병합발전

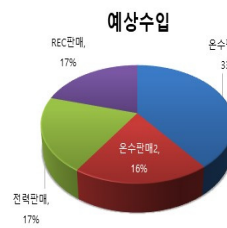


나무와에너지

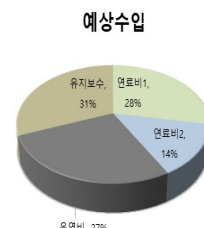
나무와 에너지

경제성

45kW 전기발전 + 90kW 폐열 + 400kW 우드칩보일러 설치
 연간 7,000시간 가동 연간 생산량 630MWh 연간 1500시간 가동
 발전(103원/kWh) + REC2.0(102원/kWh)



19,121만원



12,215만원

6,906만원 수익



나무와에너지



나무와 에너지

위험요소 2.



가스피케이션용 우드칩 요구사항
 함수율 : 15% 이하
 소나무 : 30% 이하
 미세분 : 10% 이하
 과규격 : 제외

미이용재 안정적 확보 여부

피해목, 간벌목, 가로수 등 확보

건조설비, 선별기 등 설비적 보완 필요

지역에서 연료품질 담보

나무와에너지 위험요소 3.

3. 안정적인 열수요

열추증방식으로 설비 설계
 목욕탕, 병원, 양로원, 군부대, 수영장 등
 일정한 열수요처 확보해야
 연료조건 및 다양한 연료생산에 사용
 5년 이상 장기계약 체결

열병합발전 열사용 조건
 연간 일정한 온수발생 85도 - 60도

나무와에너지 경제성높이기- 연료생산

나무와에너지 경제성 높이기-마을공용온수시설

마을 목욕탕
 - 운영비용중 상당부분이 온수생산비용

죽육시설
 - 재생에너지 투자와 함께 특화

마을 호텔
 - 식당, 카페와 함께 운영
 - 마을전체 열배관으로 설치장소 자유로움

농산물 건조시설
 - 열수요가 줄어드는 하절기, 온수사용처
 - 에너지협동조합의 부가수입화

나무와에너지 경제성 높이기- 활성탄

가스피케이션 생성물
 - 목탄가루는 기존 탄소성분을 가진다.

조개탄
 연료산업에서 발생하는 돌멩이와 함께 제작

바이오차
 고부가가치 토양개선헌제

나무와에너지 전력판매와 REC

■ 신재생에너지 공급의무화 제도란? (Renewable Portfolio Standard)란?

신재생에너지의 이용, 보급을 촉진하기 위해 특정 대상을 '공급의무자'로 정하여 발전량 중 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급하게 하는 제도

■ 공급인증서란? (Renewable Energy Certificate)란?

신재생에너지 설비에서 생산된 전력을 증명하는 공급인증서로 의무이행 수단으로서의 역할을 하며, 신·재생에너지 전력에 대한 교환, 저장, 가치 척도의 수단으로 사용 가능

전원	대상에너지 및 기준		REC가중치	비고	
	구분	세부기준			
바이오에너지	목재칩 목재펠릿	석탄혼소	1.5	즉시적용	
		천소 전환설비			즉시적용
		천소			
	미이용 산림바이오매스	석탄혼소	2.0	즉시적용	
천소 전환설비	2.0				
		천소	2.0		

나무와에너지 성공적인 프로젝트를 위한 제언 1

설비의 효율과 완성도에 투자할 것

나무와에너지 성공적인 프로젝트를 위한 제언 2

주민참여만이 해결방법-에너지협동조합

원료 수급

원목생산업체
사회적기업

마을에너지협동조합

수익 창출

전력거래소 (전력판매)
한국전력 (REC판매)

마을에너지협동조합

설비업체 (설비 설치·유지보수)
 시공업체 (토목 및 건축)

감사합니다

나무와에너지
 대한민국 바이오에너지마을 기술파트너

충남 예산군 추사고덕로 39
 Tel. +82(0) 70 7509 3787, 90
 Fax. +82(0) 41- 331 2040
 Voip 010 7506 0331
 namuenergy@gmail.com
 www.wood-energy.co.kr