

# 목질연료 활용에 의한 그린비즈니스 실천방안



2009. 11

농림수산식품자료실



0018547

농어업·농어촌 특별대책위원회

목질연료 활용에 의한  
그린비즈니스 실천방안

2009. 11

농어업·농어촌 특별대책위원회



# 제 출 문

농어업·농어촌 특별대책위원회 위원장 귀하

본 보고서를 "목질연료 활용에 의한 그린비즈니스 실천방안" 용역사업의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 11월 30일

강원대학교 산학협력단



본 "목질연료 활용에 의한 그린비즈니스 실천방안" 용역사업은 다음과 같은 연구진에 의해 수행되었습니다.

---

## 연구진

### ❖ 용역기관 : 강원대학교 산학협력단

#### □ 연구책임자

김 준 순 (강원대학교 산림환경과학대학 산림경영학과 교수)

#### □ 선임연구원

김 재 현 (건국대학교 생명환경과학대학 환경과학과 교수)

#### □ 연구보조원

김 남 흥 (건국대학교 생명환경과학대학 환경과학과)

장 주 연 (건국대학교 생명환경과학대학 환경과학과)

최 영 섭 (강원대학교 산림환경과학대학 산림경영학과)

김 은 지 (강원대학교 산림환경과학대학 산림경영학과)

민 서 정 (강원대학교 산림환경과학대학 산림경영학과)





# - 목 차 -

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구 배경 및 필요성 .....	3
2. 연구 목적 .....	4
3. 연구 방법 .....	5
4. 주요 연구 내용 .....	6
가. 목질연료의 전과정 현황 .....	6
나. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안 .....	7
<b>II. 목질연료의 전과정 현황</b> .....	<b>9</b>
1. 목질연료의 지속 가능한 생산 가능성 판단 .....	11
가. 공급 가능한 임지잔재량 산출 .....	11
2. 전과정에 따른 생산, 수집, 운송체계 .....	15
가. 생산, 수집, 운송체계 .....	15
3. 전과정에 따른 경제·환경성 분석 .....	16
가. 경제성 분석 .....	16
나. 환경성 분석 .....	19
4. 원료 활용에 따른 관련 임산업과의 관계 분석 .....	21
가. 폐목재의 분류체계 .....	21
나. 폐목재 발생 및 재활용 현황 .....	24
다. 임지잔재와 폐목재의 분류별 활용체계 .....	28
라. 관련 임산업에서의 활용 가능성과 파급효과 .....	34
마. 목질연료로 활용 가능한 목제품과 적정연료 선정 .....	36
5. 목질연료 생산을 위한 지역 선정 및 생산규모 결정 .....	37
가. 우드펠릿 생산 및 소비를 위한 지역 선정 .....	37
나. 펠릿공장의 최소 생산량 및 유통바운더리 결정 .....	46
<b>III. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안</b> .....	<b>51</b>





1. 목질연료의 공정 단계별 사회적기업 비즈니스 모델 개발 .....	53
가. 우드펠릿의 비즈니스 모델 .....	53
2. 비즈니스 모델의 활용을 위한 인큐베이팅 프로세스 .....	71
가. 단계별 추진 프로세스 .....	71
나. 프로세스 추진 시 고려사항 .....	76
<b>IV. 결론 .....</b>	<b>79</b>
1. 연구 결과 요약 .....	81
가. 목질연료의 전과정 현황 .....	81
나. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안 .....	83
2. 발전 방향 .....	85
3. 연구 결과 활용 .....	88
<b>V. 참고문헌 .....</b>	<b>89</b>

# - 표 목차 -

## Ⅱ. 목질연료의 전과정 현황

표 1. 공급 가능한 임지잔재량 산출 과정	11
표 2. 시도별 공급 가능한 임지잔재량 산출 결과	12
표 3. 우드펠릿의 생산 가능량 산출	14
표 4. 우드칩과 우드펠릿의 생산, 수집, 운송체계	15
표 5. 생산, 수집, 운송체계의 세부과정별 생산비용	17
표 6. 우드칩과 우드펠릿의 이윤	18
표 7. 우드칩과 우드펠릿 가격 대비 발열량	18
표 8. 난방시 CO <sub>2</sub> 의 배출특성	19
표 9. 배기가스 종류별 사회적 비용	20
표 10. 난방시 기타 배기가스의 배출특성	20
표 11. 난방시 우드칩과 우드펠릿의 배기가스 배출특성 비교	20
표 12. 폐목재의 등급 분류 기준	23
표 13. 폐목재의 등급별 재활용 기준	23
표 14. 국내 목재 수급량 및 폐목재의 활용 비율	24
표 15. 시·도별 폐목재 발생 현황	25
표 16. 폐목재의 종류별 재활용 현황	26
표 17. 폐목재의 종류별 재활용 비율	27
표 18. 4개 시군, 강원도, 전국의 소유별 산림면적	39
표 19. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 산림축적	40
표 20. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 ha당 임목축적	41
표 21. "신재생에너지 사회적기업 설립지원" 사업의 연차별 계획	42
표 22. "신재생에너지 사회적기업 설립지원" 사업의 전문기업화 계획	43
표 23. 4개 시군의 공급 가능한 임지잔재량 산출 결과	45
표 24. 4개 시군의 우드펠릿의 생산 가능량 산출	45
표 25. 우드펠릿의 생산비용(보조율 0%)	47
표 26. 우드펠릿의 생산비용(보조율 70%)	48
표 27. 우드펠릿공장의 손익분기점	48
표 28. 운반거리에 따른 운반비용(4.5ton 차량 이용시)	49
표 29. 우드펠릿공장의 유통바운더리 결정	49

## Ⅲ. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안

표 30. 산림분야 사회서비스 일자리사업	53
표 31. 산림청 우드펠릿제조시설 조성사업의 세부내용	58
표 32. 목질연료 생산기업의 운영방식 및 특징	62



# - 그림 목차 -

## I. 서론

그림 1. 연구의 목적 ..... 4

## II. 목질연료의 전과정 현황

그림 2. 우드칩과 우드펠릿의 생산, 수집, 운송체계 ..... 15

그림 3. 폐기물 분류체계 ..... 22

그림 4. 임지잔재의 활용 체계 ..... 28

그림 5. 생활폐목재의 활용 체계 ..... 29

그림 6. 산업가공폐목재의 활용 체계 ..... 30

그림 7. 물류유통폐목재의 활용 체계(파렛트 사용) ..... 31

그림 8. 물류유통폐목재의 활용 체계(원자재 포장박스 사용) ..... 31

그림 9. 물류유통폐목재의 활용 체계(전선목드럼 사용) ..... 32

그림 10. 건설폐목재의 활용 체계 ..... 33

그림 11. 폐목재의 활용체계 ..... 34

그림 12. 4개 시군, 강원도, 전국의 소유별 산림면적 비율 ..... 39

그림 13. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 산림면적 비율 ..... 40

그림 14. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 ha당 임목축적 ..... 41

그림 15. 손익분기점 공식 ..... 46

그림 16. 우드펠릿공장의 유통 바운더리(100km) ..... 50

## III. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안

그림 17. 산림청 녹색일자리 추진성과보고 ..... 54

그림 18. 민간위탁경영 비즈니스 모델 ..... 55

그림 19. 정부 위탁경영의 수익구조 ..... 56

그림 20. 국내 우드펠릿생산공장 현황(2009년 기준) ..... 59

그림 21. 우드펠릿의 생산 및 사업화 단계 ..... 59

그림 22. 기후현 우드펠릿 주식회사의 운영사례 ..... 61

그림 23. 훗카이도 그린펀드 ..... 61

그림 24. 목질연료 생산공장의 설립단계 ..... 62

그림 25. 지역 목질연료 유통망 구축 ..... 65

그림 26. 국내 우드펠릿의 사용실태 ..... 66

그림 27. 우드펠릿보일러 보급 사업 ..... 67

그림 28. 목질연소기기 유지보수 비즈니스 모델 ..... 69

그림 29. 인큐베이팅 프로세스의 단계별 내용 ..... 71

그림 30. 우드펠릿 비즈니스 추진위원회의 구성 ..... 72

그림 31. 강원폐광지역의 신재생에너지사업단 ..... 74

그림 32. 지역에너지비전 설립을 통한 추진체계 ..... 76

# I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성
2. 연구 목적
3. 연구 방법
4. 주요 연구 내용



# 1. 연구 배경 및 필요성

- 국제 유가의 상승 가능성에 따른 대체에너지 개발 시급
  - 2009년에 들어서 급감했던 국제 유가가 증가세로 돌아서면서 우리나라와 같이 석유를 전량 수입하는 국가에서는 대체에너지의 개발이 더욱 시급해짐. 특히 석유를 주로 소비하는 업종에서 대체자원을 활용할 수 있도록 관련 연구가 진행되어야 함.
  
- 국제 사회에서의 탄소배출량 저감 압력
  - 지구온난화에 따른 기후변화로 인하여 전 세계 각국들은 관련 협약을 체결하여 온난화 방지에 기여하고자 함. 이러한 추세와 맞물려 이산화탄소 배출량 세계 9위이자 OECD국가 중에서 이산화탄소 배출 증가율 1위인 우리나라도 배출량 저감 압력을 받고 있음. 많은 언론 매체에 의하여 밝혀진 바와 같이 2013년부터 온실가스 감축의무국에 포함될 가능성이 높기 때문에 사전에 감축 기반을 마련하여야 함.
  
- 목질바이오매스를 활용하는 대규모 기업체 수의 부족
  - 지구온난화와 기후변화 등에 대한 국제적인 관심이 커지면서 국내에서도 이에 대한 대응책으로서 녹색성장 정책을 내놓음. 그러나 녹색성장 매개체의 한 종류라고 할 수 있는 산림을 이용한 산업 기반이 부족함. 이와 같은 산업 기반의 부족은 산림에서 생산 가능한 목질바이오매스를 활용하여 온실가스 감축의무를 이행하고자 하는 대규모 기업체의 수가 절대적으로 부족함을 의미함. 온실가스 감축의무를 이행할 수 있는 기업체는 일반 가정에 비해 온실가스를 다량으로 감축할 수 있기 때문에 국가적으로 관련 산업과 기업 활성화에 노력할 필요가 있음.
  
- 목질바이오매스 활용이 관련 산업에 미치는 과급효과 부족
  - 목질바이오매스 산업 기반이 제대로 갖추어지지 못했기 때문에 이러한 기업체들이 관련 타 산업에 미치는 과급효과도 부족할 수 밖에 없음. 만약 관련된 여러 산업들이 연계된다면 온실가스 감축의무 이행과 산업 활성화라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있음.

## 2. 연구 목적

- 저탄소 녹색성장을 대표할 수 있는 산림과 산림 내의 목질바이오매스를 활용함으로써 탄소순환정책에 기여
  - 저탄소 녹색성장이라는 국가적 정책 기조와 전 세계적으로 관심이 확대되고 있는 온실가스 감축의무 이행에 반드시 필요한 매개체가 바로 산림임.
  - 체계적인 관리만 이루어지면 영속적으로 이용이 가능한 산림에서의 산물(목질바이오매스)을 활용하면 부지불식 간에 온실가스 감축의무에 기여할 수 있음.
  - 하지만 목질바이오매스를 활용함으로써 얻을 수 있는 경제·환경적인 효과는 또 다른 연구를 통하여 금전적으로 환산할 수 있어야 함.
  
- 산림을 통해 얻을 수 있는 목질바이오매스를 활용하여 그린비즈니스화할 수 있는 아이템 구상과 방안 수립
  - 특정한 비즈니스를 구상하여 실천하기 위한 선 과제는 관련 정황의 정확한 파악임. 우드칩, 우드펠릿과 같은 산림에서 얻을 수 있는 목질바이오매스의 특징을 파악하여 그린비즈니스화를 위한 아이템을 구상함.
  - 산림을 통한 그린비즈니스를 위하여 사회적 기업을 도입하는 등의 구체적인 방안을 수립함으로써 연구 결과의 실현 가능성을 높이고자 함.

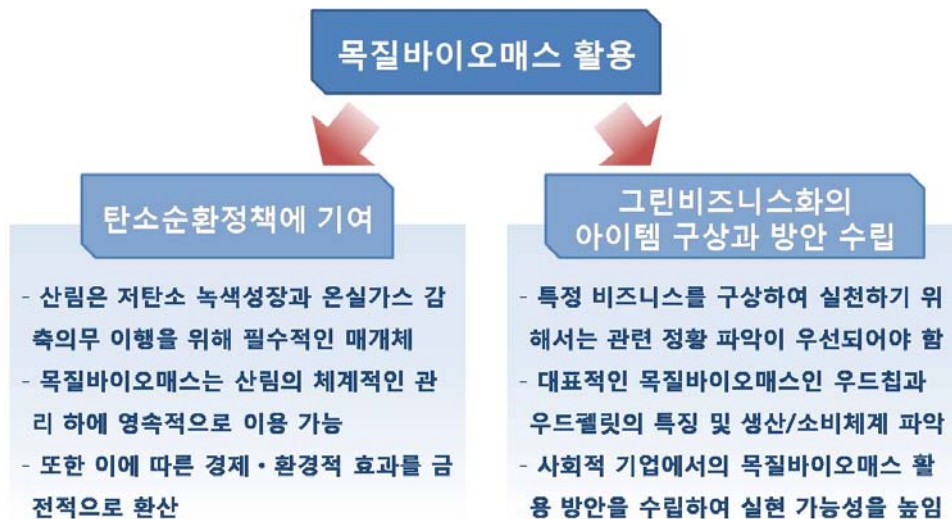


그림 1. 연구의 목적

### 3. 연구 방법

- 목질연료의 원료는 임지잔재와 폐목재 등을 활용
  - 본 연구에서는 임지잔재 및 각종 폐목재로 목질연료를 생산하는 것을 전제로 하였기 때문에 이에 초점을 맞추어 분석이 이루어짐.
  
- 관련 문헌을 조사 및 분석하여 연구 자료 수집
  - 목질연료의 생산, 수집, 운송체계의 전과정을 파악하기 위하여 관련 문헌을 조사 및 분석함.
  - 전과정에 따른 목질연료의 경제성과 환경성을 분석하는 데에는 국내 뿐만 아니라 해외 문헌 자료도 필요함. 따라서 국내외 자료를 취합하여 명시적인 경제성 분석과 함께 CO<sub>2</sub>와 기타 배기가스 배출에 따른 환경성 분석을 진행함.
  
- 현지 전문가의 자문과 기존 자료를 활용하여 관련 임산업과의 관계 분석
  - 현지 전문가의 자문과 기존 자료를 활용하여 관련 임산업과의 관계를 분석함. 또한 폐목재의 활용 실태 등은 통계자료를 분석하여 특징적인 측면을 위주로 보여줌.
  
- 지역 선정과 생산규모 결정은 목질바이오매스 활용 자료와 통계자료를 이용
  - 지역 선정 시에는 목질바이오매스의 활용 자료를 기초로 객관적인 근거를 제시하여야 함. 따라서 지역의 일반적인 산림현황 자료와 목질바이오매스가 얼마만큼 활용되고 있는지 등의 정보를 취합하여 결정함.
  - 생산규모를 결정하는 데에는 산림기본통계자료를 활용하고, 목질연료의 생산공장에 대한 정보는 현재 운영 중인 공장의 내부자료를 바탕으로 함.
  
- 그린비즈니스 방안은 기존 사회적 기업의 운영 실태 등의 정보를 취합하여 모색
  - 2009년 초부터 이루어진 강원도 폐광지역 내의 신재생에너지 관련 사업 자료를 바탕으로 그린비즈니스 방안을 모색함.



## 4. 주요 연구 내용

### 가. 목질연료(칩과 펠릿)의 전과정 현황

- 국가의 정책 목표와 현실 시장을 감안하여 수집 가능량을 산출
- 전과정에 따른 생산, 수집, 운송 체계 파악
  - 목질연료의 원료 공급부터 수요에 이르는 전과정을 고려하여 Flow Chart 구성 및 생산 가능 시나리오를 작성함.
- 전과정에 따른 경제·환경성 분석
  - 국내외 자료를 취합하여 생산 가능 시나리오별 비용과 산물량 흐름을 결정함.
  - 시나리오별로 명시적인 경제성분석과 함께 유해가스 배출에 따른 잠재적인 환경성을 금전적인 가치로 환산함.
- 원료 활용에 따른 관련 임산업과의 관계 분석
  - 산림에서 수집한 원료를 활용함에 따라 제재목 시장, 펄프칩 생산시장 등의 기존 임산업과의 상호 관계를 분석하고, 향후에 발생 가능한 긍정적·부정적인 파급 효과에 대하여 언급함.
- 목질연료(펠릿) 생산을 위한 지역 선정 및 적정 규모 결정
  - 원료 공급, 펠릿 공장의 투자 비용, 이윤을 종합적으로 검토함으로써 생산 공장의 적정 생산량 규모를 산정함.

## 나. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안

- 목질연료의 공정 단계별 사회적 기업 비즈니스 모델 개발
  - 취약계층의 실업과 빈곤의 문제를 해결하기 위한 목적의 사회적 기업 설립을 통해 지역주민의 삶의 질 향상을 도모함.
  - 우드칩과 우드펠릿은 지역 내 자원의 순환적 활용과 지역 에너지 자립 및 지역고용을 통한 복지 실현 등 사회적 기업의 근본적 목적에 부합하며, 저탄소 녹색성장의 지역 실천과제로 활용이 가능함.
  - 이에 목질연료의 생산 및 판매의 전과정 파악을 통해 비즈니스화 할 수 있는 아이템을 개발함.
    - ① 우드칩 : 산물수집 및 판매, 유통 시스템 구축
    - ② 우드펠릿 : 산물수집 및 판매 비즈니스 모델 구축, 펠릿의 생산 및 판매 유통 비즈니스 모델 구축, 우드펠릿 보일러 설치 및 유지관리 비즈니스 모델 구축
  
- 비즈니스 모델의 활용을 위한 인큐베이팅 프로세스 개발
  - 지역의 자원 순환형 대안 에너지 기업 설립을 통해 지역고용을 이끌어 내기 위한 단계별 프로세스를 구축함.
    - ① 지역 내 취약계층, 실업자 등 사업 참여 대상자 모집
    - ② 사업 참여 대상자 전문교육 실시
    - ③ 각 분야별(원료수집, 생산판매, 유지보수)경영 및 컨설팅 지원
    - ④ 그린비즈니스 사회적 기업 지원을 위한 중간 지원 조직 육성 방안



## Ⅱ. 목질연료의 전과정 현황

1. 목질연료의 지속 가능한 생산 가능성 판단
2. 전과정에 따른 생산, 수집, 운송체계
3. 전과정에 따른 경제·환경성 분석
4. 원료 활용에 따른 관련 임산업과의 관계 분석
5. 목질연료 생산을 위한 지역선정 및 적정규모 결정





# 1. 목질연료의 지속 가능한 생산 가능성 판단

## 가. 공급 가능한 임지잔재량 산출

### (1) 산출 방법

- 공급 가능한 임지잔재는 임도변과 II·III·IV영급 산림에서 작업하는 것으로 한정하였고, 제재목 등으로 활용되지 않는 말구와 가지 부분만을 사용하는 것으로 가정
- 공급 가능한 임지잔재량을 산출하기 위하여 임도1)의 양측별 30m 이내에서 작업하는 것을 가정하였음. 그리고 제재목 등으로 사용되는 산물은 이용하지 않는 것으로 하여 적용 영급을 II·III·IV로 한정하였음. 또한 윤벌기를 10년으로 하여 매년 숲가꾸기 등의 작업 후에 일정량 조립하는 이른바 “지속 가능한 산림경영”이 가능하도록 함.

표 1. 공급 가능한 임지잔재량 산출 과정

구 분	단 위	산출식	
① 임도 길이*	m	-	
② 양측 거리	m	30m** × 2	
③ 산물수집이 가능한 산림 면적	ha	( ① × ② ) / 10000	
④ 전체 산림면적 대비 II·III·IV영급 산림면적비율	-	-	
⑤ II·III·IV영급 산림의 ha당 임목축적*	m <sup>3</sup> /ha	-	
⑥ 최대 이용 가능량	m <sup>3</sup>	③ × ④ × ⑤	
⑦ 윤벌기	yr	-	
⑧ 연간 최대 이용 가능량	m <sup>3</sup> /yr	⑥ / ⑦	
⑨ 실제 이용 가능량	말구 부분	m <sup>3</sup> /yr	⑧ × 0.16***
	가지 부분	m <sup>3</sup> /yr	⑧ × 0.255****
⑩ 합계	m <sup>3</sup> /yr	⑨ + ⑩	

\* 산림청(2009), 임업통계연보

\*\* 국립산림과학원(2009), 산불피해지 생산성 증대를 위한 참나무 맹아림 관리기술 개발

\*\*\* 산림바이오에너지(2009), 말구부분은 재적 기준으로 전체의 약 16%를 차지함.

\*\*\*\* 손영모(2007) 침엽수와 활엽수의 확대계수의 평균값 1.255에서 1을 제한 값으로 적용함. 즉 가지 부분의 재적만 산출하였음.

1) 공급 가능한 임지잔재량을 산출하는데에 국유임도는 제외하였음.



## (2) 산출 결과

- 임도길이와 ha당 임목축적에 큰 영향을 받음.
  - 국내 시도별로 공급 가능한 임지잔재량은 약 26만m<sup>3</sup>임.
  - 실제 작업은 임도변에서 하는 것이 수월하므로 이에 따른 수집 가능량을 산출하면 임도의 길이에 따라 수치가 크게 차이가 남. 이러한 점에 의하여 임도가 많이 시설된 경상남도, 경상북도, 전라남도 등의 임지잔재량이 가장 많은 것을 알 수 있음.
  - 또한 임도 시설은 경남, 경북, 전남, 전북 지역 등에 비해 미비하지만 ha당 임목축적이 높은 강원도 지역에서도 2만m<sup>3</sup> 이상의 수집 가능량이 산출됨.<sup>2)</sup>

표 2. 시도별 공급 가능한 임지잔재량 산출 결과

구분	임도길이 (m)	양측거리 (m)	산물수집 가능면적 (ha)	Ⅱ·Ⅲ·Ⅳ영급 산림면적비율	Ⅱ·Ⅲ·Ⅳ영급 산림의 ha당 임목축적(m <sup>3</sup> /ha)
부산	58,000	60	348	0.92	118.7
대구	42,000	60	252	0.92	102.7
인천	29,000	60	174	0.91	76.1
광주	15,000	60	90	0.91	144.5
대전	90,000	60	540	0.95	95.8
울산	48,000	60	288	0.92	94.7
경기	738,000	60	4,428	0.84	89.1
강원	991,000	60	5,946	0.68	123.1
충북	891,000	60	5,346	0.80	88.2
충남	1,193,000	60	7,158	0.82	102.9
전북	1,341,000	60	8,046	0.81	117.6
전남	2,236,000	60	13,416	0.79	107.4
경북	2,191,000	60	13,146	0.87	102.8
경남	2,434,000	60	14,604	0.88	93.4
제주	89,000	60	534	0.39	95.0
전국	12,386,000	-	74,316	0.80	104.4

2) 본 산출 결과에는 국유임도를 제외하였기 때문에 이를 포함하면 수집 가능량은 약 32만m<sup>3</sup>으로 증가함.

구분	최대 이용 가능량 (m <sup>3</sup> )	윤별기 (yr)	연간 최대 이용 가능량 (m <sup>3</sup> /yr)	실제 이용 가능량(m <sup>3</sup> /yr)		공급 가능한 임지잔재량 (m <sup>3</sup> /yr)
				말구부분	가지부분	
부산	37,981	10	3,798	608	969	1,576
대구	23,871	10	2,387	382	609	991
인천	12,023	10	1,202	192	307	499
광주	11,863	10	1,186	190	303	492
대전	49,251	10	4,925	788	1,256	2,044
울산	24,983	10	2,498	400	637	1,037
경기	332,738	10	33,274	5,324	8,485	13,809
강원	497,350	10	49,735	7,958	12,682	20,640
충북	378,869	10	37,887	6,062	9,661	15,723
충남	604,819	10	60,482	9,677	15,423	25,100
전북	766,200	10	76,620	12,259	19,538	31,797
전남	1,145,301	10	114,530	18,325	29,205	47,530
경북	1,171,190	10	117,119	18,739	29,865	48,604
경남	1,194,492	10	119,449	19,112	30,460	49,571
제주	19,715	10	1,972	315	503	818
전국	6,216,306	-	621,631	99,461	158,516	257,977

\* 서울시는 임도길이가 0m이기 때문에 항목에서 제외하였음.

\*\* 임도길이는 국유임도와 민유임도로 나뉘어져 있는데 국유임도는 포함시키지 않음.

o 연간 11,500여 가구에 우드펠릿 연료로 공급 가능

- 앞서 계산한 임지잔재량을 바탕으로 톱밥과 우드펠릿의 생산 가능량을 산출함. 그 결과 전국의 민유임도변에 존재하는 II·III·IV영급 산림에서 말구와 가지 부분 등의 폐목재만으로 생산 가능한 우드펠릿의 양은 약 79천ton 정도였음. 이는 연간 11,500여 가구에 우드펠릿을 연료로서 공급할 수 있는 양임.<sup>3)</sup>
- 여기에서 간과할 수 없는 사실은 본 산출에서는 국유임도가 제외되었다는 점임. 만약 국유임도까지 포함시키면 연간 15,000여 가구에 우드펠릿을 연료로 공급할 수 있음. 또한 임지잔재 이외의 생활폐목재, 건설폐목재를 가지고 우드펠릿을 생산한다면 17천대의 우드펠릿보일러 보급<sup>4)</sup>시에도 모든 가정에서 활용할 수 있는 연료를 생산할 수 있음.
- 하지만 이와 같이 우드펠릿 연료의 생산이 원활하게 지속되기 위해서

3) 1가구당 연간 우드펠릿 소비량은 6.9ton임(자체 분석 결과).

4) 산림청은 '09년에 3천대, '10년 4천대, '11년에 10천대의 우드펠릿보일러를 보급할 계획임(산림청, 2009).



는 숲가꾸기 이후 일정한 면적에 조림이 실시되어야 함.

표 3. 우드펠릿의 생산 가능량 산출

구분	공급 가능한 임지잔재량(m <sup>2</sup> )	톱밥 생산 가능량(ton)*	우드펠릿 생산 가능량(ton)**
부산	1,576	848	485
대구	991	533	305
인천	499	268	153
광주	492	265	151
대전	2,044	1,100	628
울산	1,037	558	319
경기	13,809	7,429	4,245
강원	20,640	11,104	6,345
충북	15,723	8,459	4,834
충남	25,100	13,504	7,716
전북	31,797	17,107	9,775
전남	47,530	25,571	14,612
경북	48,604	26,149	14,942
경남	49,571	26,669	15,240
제주	818	440	252
전국	257,977	138,791	79,309

\* 단위 환산을 위하여 임지잔재 1m<sup>2</sup> = 0.538ton의 자료를 이용함(충북 진천군, 2008).

\*\* 톱밥 7m<sup>3</sup>(1.75ton)으로 우드펠릿 1ton을 생산 가능함. 이 정보를 이용하여 펠릿 생산량 산출함(청림목재, 2009).

## 2. 전과정에 따른 생산, 수집, 운송체계

### 가. 생산, 수집, 운송체계

- 우드칩은 2개, 우드펠릿은 3개의 과정으로 분류
  - 우드칩과 우드펠릿의 원료는 무육 간벌에 의해 얻어진 산물 중에서 임지잔재에 가까운 질이 낮은 임목으로 한정함. 또한 생산비용은 벌채목 중 이용 가능한 임목을 상차하기 좋은 지역으로 옮긴 이후부터 고려함.
  - 우드칩 생산과정은 현장에서 이동식 파쇄기를 이용하여 칩을 생산하고 소비처로 운반하는 과정(A과정)과 산물을 대형 칩공장으로 운반한 후 생산된 칩을 소비처로 공급하는 과정(B과정)이 있음. 우드펠릿은 현장에서 파쇄한 톱밥을 펠릿공장까지 운반하여 펠릿타이징하는 과정(C과정), 산물을 펠릿공장으로 운반하여 파쇄한 후 펠릿을 만드는 과정(D과정), 벌채지가 아닌 제재소 등의 목재가공 공장에서 발생한 2차 산물인 톱밥을 펠릿을 만드는 과정(E과정)으로 구분함.

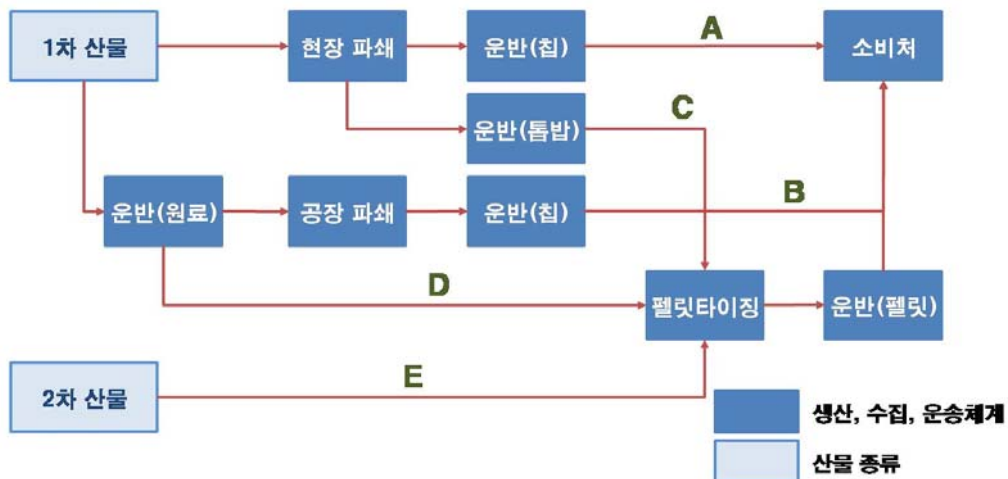


그림 2. 우드칩과 우드펠릿의 생산, 수집, 운송체계

표 4. 우드칩과 우드펠릿의 생산, 수집, 운송체계

구분	최종 산물	생산, 수집, 운송체계
A	우드칩	현장 파쇄 → 소비처
B		칩공장 운반 → 칩핑 → 소비처
C	우드펠릿	현장 파쇄(톱밥) → 펠릿공장 운반 → 펠릿타이징 → 소비처
D		펠릿공장 운반 → 펠릿타이징 → 소비처
E		부산물(톱밥) → 펠릿타이징 → 소비처

### 3. 전과정에 따른 경제·환경성 분석

#### 가. 경제성 분석

##### (1) 우드칩과 우드펠릿의 생산비용

###### (가) 원료 비용

- 피죽과 톱밥의 시세를 적용
  - 숲가꾸기 작업 및 산물수집에 의한 1차 산물의 질은 펄프용칩의 원료로 사용하는 원목보다 저렴하다고 가정하여 제재소에서 판매하는 피죽의 시세인 33천원/ton을 적용함. 반면 제재소에서 생산된 톱밥은 100천원/ton에 거래되는데 이를 E과정의 원료가격으로 적용함.
  - 다만 우드칩과 우드펠릿 1ton을 생산하기 위해서는 더 많은 양의 원료가 필요하기 때문에 함수율의 감소에 따른 최종산물의 무게 감소<sup>5)</sup>를 고려하였음.

###### (나) 운반(칩공장, 펠릿공장, 소비처 운반)

- 벌크밀도에 따라 최대 적재량을 구하여 운반비용 산출
  - 적재차량은 15ton급으로 하였음. 운반시 최대 적재무게(15ton)와 부피(40m<sup>3</sup>) 중에서 어느 한쪽이라도 최대값에 도달하면 이를 최대 적재량으로 간주함. 그 결과 1차 산물, 톱밥, 우드칩, 우드펠릿의 운반비용은 각각 28천원, 34천원, 28천원, 17천원으로 나타남. 이 때 적용한 운반거리는 100km임.

###### (다) 현장 및 공장파쇄

- 기존의 산출 자료를 적용
  - 현장파쇄과정에서는 이동식파쇄기의 기계 가동비용을 적용함. 김준순

5) 우드칩 1ton을 생산하기 위해서는 1차 산물 1.43ton이 필요하고, 우드펠릿 1ton을 생산하기 위해서는 톱밥 1.36ton이 필요함. 이에 1차 산물을 이용할 때에는 원료가격 33천원의 1.43배, 톱밥을 이용할 때에는 원료가격 100천원의 1.36배를 함.

등(2009)에 의하면 하루 8시간 작업하는 이동식파쇄기의 경우 13천 원/ton의 비용이 발생함. 또한 국립산림과학원(2009)에 의하면 우드칩의 공장파쇄비용은 ton당 43천원임.

**(라) 펠릿타이징**

- 현재 운영 중인 우드펠릿공장에 문의한 결과를 바탕으로 비용을 적용
  - 국내 우드펠릿과정의 생산비용은 일반화되어 있지 않음. 이에 현재 가동중인 국내 우드펠릿공장에 문의한 결과 ton당 150천원 정도가 소요된다고 함. 그리고 피죽 등으로 우드펠릿을 생산할 경우에는 15% 정도의 추가비용이 발생함. 따라서 원료가 피죽인 과정에는 173천원/ton, 톱밥인 과정에는 150천원/ton을 적용함.

**(마) 과정별 생산비용 종합**

- 생산비용은 원료가격과 운반비용에 큰 영향을 받음.
  - 우드칩은 현장에서 파쇄하는 과정(A)이 공장에서 파쇄하여 소비처로 판매하는 과정보다 적은 비용이 듦. 반면 우드펠릿은 현장에서 수집한 1차 산물을 그대로 펠릿타이징하는 과정(D)이 가장 저렴함. 제재소의 톱밥을 활용하여 펠릿타이징하는 과정(E)은 원료가격이 비싼 이유로 생산비용이 가장 높게 나타남.
  - 요컨대 최종산물의 생산비용에 큰 영향을 미치는 인자들은 원료가격과 운반비용인 것으로 나타남.

표 5. 생산, 수집, 운송체계의 세부과정별 생산비용(단위 : 천원/ton)

구분	최종 산물	원료 가격	현장 파쇄	칩공장 운반	칩공장 파쇄	펠릿공장 운반	펠릿 타이징	소비처 운반	합계
A	우드칩	47	13					34	94
B		47		40	43			34	164
C	우드펠릿	47	13			33	173	17	283
D		47				40	173	17	277
E		136				38	150	17	341

## (2) 우드칩과 우드펠릿의 효율성 비교

- 판매수입에서 생산비용은 뺀 이윤은 우드칩이 우드펠릿보다 높음.
  - 우드칩과 우드펠릿의 시장가격 200천원/ton, 350천원/ton에서 각 생산과정의 생산비용을 뺀 이윤을 산출한 결과 우드펠릿보다는 우드칩이 높게 나타남.

표 6. 우드칩과 우드펠릿의 이윤

구분 (천원/ton)	우드칩			우드펠릿			
	A과정	B과정	평균	C과정	D과정	E과정	평균
생산비용(운반거리 100km)	94	164	129	283	277	341	300
판매수입	200	200	200	350	350	350	350
이윤(판매수입-생산비용)	106	36	71	67	73	9	50

- 가격 대비 발열량은 우드칩이 우드펠릿보다 높음.
  - 우드칩과 우드펠릿의 가격 대비 발열량 또한 우드칩이 우드펠릿보다 높음. 결과적으로 생산비용과 시장가격, 그리고 발열량만을 고려하면 우드칩이 우드펠릿보다 높은 효율을 지님.

표 7. 우드칩과 우드펠릿 가격 대비 발열량

구분	단위	우드칩	우드펠릿
시장가격	원/kg	200	350
발열량	kcal/kg	3,400	4,300
가격 대비 발열량	kcal/원	17.0	12.3

- 이용 편의성은 우드펠릿이 우드칩보다 높음.
  - 우드칩은 벌크밀도가 크기 때문에 우드펠릿보다 연료의 저장시설이 커야 하고, 연료의 잦은 보충에 따른 추가적인 노동이 발생할 수 있음. 또한 재발생율도 우드칩(3% 이하)이 우드펠릿(1.5% 이하)보다 높고, 자체 습기로 인한 부패와 동결기의 결빙 가능성이 있음.



## 나. 환경성 분석

### (1) 난방시 CO<sub>2</sub>의 배출특성

- 우드칩과 우드펠릿의 CO<sub>2</sub> 저감효과는 비슷한 수준
  - 우드칩과 우드펠릿의 CO<sub>2</sub> 배출량을 등유와 비교하여 1가구당 연간 CO<sub>2</sub> 저감효과를 산출함. 그 결과 CO<sub>2</sub> 배출의 저감효과는 등유 대비 우드칩과 우드펠릿이 각각 3.44ton, 3.32ton으로 나타남. 그리고 이를 금전적 가치로 환산한 결과 우드칩은 연간 105천원, 우드펠릿은 연간 101천원이 산출됨. 그러나 우드칩과 우드펠릿의 단위당 CO<sub>2</sub> 배출량 수준이 비슷하기 때문에 두 연료 사이의 큰 차이는 없었음.

표 8. 난방시 CO<sub>2</sub>의 배출특성

구분	단위	우드칩	우드펠릿	등유	
가구당 연간 에너지 소비량*	MWh		12.09		
단위당 CO <sub>2</sub> 배출량**	kg · CO <sub>2</sub> /MWh	30	40	315	
1가구당 연간 CO <sub>2</sub> 배출량	kg · CO <sub>2</sub>	363	483	3,807	
1가구당 연간 CO <sub>2</sub> 저감효과	ton · CO <sub>2</sub>	3.44	3.32	-	
저감효과의 금전적 가치	ton · CO <sub>2</sub> 당 17€	€ 원***	59	57	-
		105,000	101,000	-	

\* 우드펠릿 1ton=1.75MWh이고, 1가구당 우드펠릿 소비량은 6.907이므로 이를 MWh단위로 환산함.

\*\* Holzpellets(2008) 등 관련 문헌자료를 평균함.

\*\*\* 2009년 10월 환율 1,721.6원을 적용함.

### (2) 난방시 기타 배기가스의 배출특성

- 기타 배기가스에 따른 사회적 비용은 우드칩이 가장 높음.
  - 우드칩과 우드펠릿이 CO<sub>2</sub> 저감효과가 비슷한 수준이므로 두 목질연료의 환경성 비교가 힘들다고 판단하였기에 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10의 배출 특성을 추가적으로 알아봄. NO<sub>x</sub>의 배출량은 등유가 가장 높고, 우드칩, 우드펠릿의 순이었음. SO<sub>x</sub> 배출량은 등유가 가장 높고, 우드칩과 우드펠릿은 비슷한 수준이었음. 반면 PM10 배출량은 우드칩이 우드펠릿보다 2배 이상, 등유보다 10배 이상 높게 나타남.
  - 이와 같은 배기가스 배출량 정보를 1가구당 연간 사회적 비용으로 환산한 결과 우드칩은 774천원, 우드펠릿은 442천원, 등유는 355천원

가량의 사회적 비용이 소요되는 것으로 나타남.

- 요컨대 CO<sub>2</sub> 배출에서는 우드칩의 효율이 가장 높고, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10 배출에서는 등유의 효율이 가장 높은 것으로 나타남.

표 9. 배기가스 종류별 사회적 비용

구분	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	분진(PM10)
사회적 비용(원/ton)	12,931,400	17,031,600	47,783,100

\* 1€=1,721.6원(2009년 10월 환율)

자료 : AEA Technology Environment(2005)

표 10. 난방시 기타 배기가스의 배출특성

구분		NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM10	합계
연료 1ton 사용시 배기가스 배출량 (mg/ton)*	우드칩	556	909	572	-
	우드펠릿	464	1,183	207	-
	등유	759	2,751	41	-
1가구당 연간 배기가스 배출량 (ton/가구)**	우드칩	4,837	7,908	4,976	-
	우드펠릿	3,202	8,163	1,428	-
	등유	2,581	9,353	139	-
1가구당 연간 사회적 비용 (원/ton)***	우드칩	111,280	239,615	423,025	773,919
	우드펠릿	73,653	247,323	121,414	442,390
	등유	59,367	283,401	11,850	354,617

\* bioenergie-kleinanlagen(2007)의 자료(g/kwh)를 mg/ton 단위로 환산함.

\*\* 우드칩, 우드펠릿, 등유의 연간 사용량은 각각 8.7ton, 6.9ton, 3.4ton이고, ton당 배기가스 배출량에 연료 사용량을 곱하여 계산함.

\*\*\* AEA Technology Environment(2005)에서 발췌하여 1€=1,721.6원을 적용함.

### (3) 난방시 우드칩과 우드펠릿의 배기가스 배출특성 비교

- 우드칩은 우드펠릿보다 CO<sub>2</sub> 저감효과(등유 대비)와 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10의 사회적 비용 모두 높게 나타남. 이 두 변수를 같이 고려하면 두 목질연료의 환경성은 우드펠릿이 우드칩보다 높음.

표 11. 난방시 우드칩과 우드펠릿의 배기가스 배출특성 비교

구분	CO <sub>2</sub> 저감효과(A)	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , PM10 사회적 비용(B)	A - B
우드칩	105,000	773,919	-668,919
우드펠릿	101,000	442,390	-341,390

\* 1€=1,721.6원(2009년 10월 환율)

자료 : AEA Technology Environment(2005)



## 4. 원료 활용에 따른 관련 임산업과의 관계 분석

본 장에서는 임지잔재와 폐목재로 활용 가능한 산물을 소재로 하여 관련 임산업과의 관계를 분석하였음.

### 가. 폐목재의 분류체계

#### (1) 폐목재의 분류 및 재활용 기준

- 환경부는 ‘폐기물관리법 시행규칙’ 제14조 별표5 및 동법 제66조 제3항 별표16 제12호에 따라 폐목재의 분류 및 재활용기준을 고시함.

#### (가) 폐목재 분류체계

- 폐목재는 크게 생활폐목재, 사업장배출시설계폐목재, 건설폐목재의 세 가지로 분류(폐기물의 분류와 동일)
  - 생활폐목재란 일반 가정에서 배출되는 가정생활폐목재와 사업장생활폐목재를 합한 양임. 폐가구류나 농업폐목재 등이 이에 해당됨.
  - 사업장배출시설계폐목재란 사업장에서 물건을 생산하고 남은 잔재목을 의미하며 제재부산물이나 목재가공공장부산물 등이 이에 해당됨(산업가공폐목재와 물류유통폐목재 등을 포함).
  - 건설폐목재란 건설현장에서 발생하는 폐목재로 목조주택 및 건물외장재 등이 건설폐목재에 해당됨.



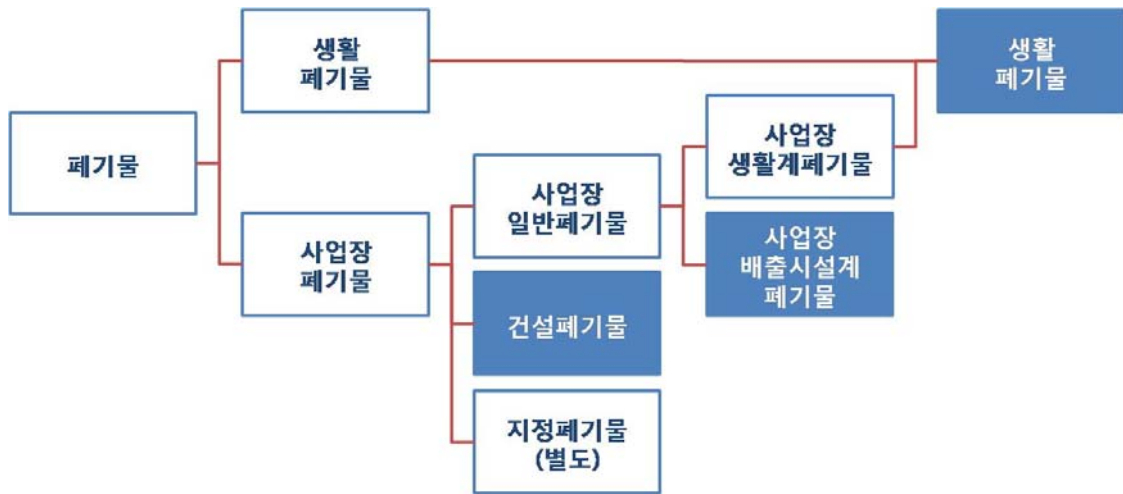


그림 3. 폐기물 분류체계

자료 : 폐기물 관리법 제2조

### (나) 폐목재의 재활용 기준

- 발생하는 폐목재를 오염 수위의 기준으로 세 등급으로 분류
  - 1등급은 원목상태 그대로이거나 거의 가공처리 되지 않아 오염되지 않은 상태의 폐목재를 말하며, 방부 처리되지 않은 임목폐기물이나 순수목재, 원목가공과정에서 발생하는 대부분의 제재부산물 등이 이에 해당함.
  - 2등급은 할로겐 유기화합물이나 방부제를 제외한 물질로 가공·처리 과정을 거친 폐목재를 말하며, 파티클보드·합판, 도색되지 않은 섬유판(MDF), 방부 처리되지 않은 건물내장재 등이 이에 해당함.
  - 3등급은 할로겐족유기화합물이나 방부제로 오염된 페인트 도색된 섬유판이나 목조주택 및 건물외장재, 방부 처리된 농업 폐목재 등을 포함함.

표 12. 폐목재의 등급 분류 기준

구분	분류기준
1등급	- 원목상태 그대로이거나 원목을 기계적으로 가공처리한 상태의 것으로서 가공 처리과정에서 페인트, 기름, 방부제 등으로 오염되지 않은 폐목재
2등급	- 가공·처리·사용과정에서 접착제, 페인트, 기름, 콘크리트 등의 물질이 사용되었거나 이에 오염된 폐목재(할로젠족유기화합물이나 방부제로 오염된 폐목재는 제외)
3등급	- 가공·처리·사용과정에서 할로젠족유기화합물이나 방부제가 사용되었거나 이에 오염된 폐목재와 ‘자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률’ 시행규칙 제 20조의 제2항의 고형연료제품의 품질등급기준에 적합하지 않은 폐목재 및 위의 1~2등급에 해당하지 않는 기타 폐목재

자료 : 폐기물관리법 시행규칙 제14조 별표5 및 동법 제66조 제3항 별표16 제12호

- 폐목재의 등급에 따라 재활용의 용도·방법을 분류. 등급이 낮아질수록 재활용할 수 있는 범위와 방법이 감소
  - 1등급은 거의 모든 용도로 재활용할 수 있는 반면 3등급으로 내려갈수록 열분해·가스화 연료로 이용하거나 에너지 회수용도 이외의 용도로는 거의 사용할 수 없음.

표 13. 폐목재의 등급별 재활용 기준

구분	재활용 용도·방법
1등급	- 나무판 등 목재성형제품·톱밥·성형탄·산업용 활성탄·고형연료제품(WCF) 바이오에탄올(목질계 에탄올연료) 제조, 축사제초퇴비용 원료로 사용, 열분해·가스화 원료로 이용, ‘폐기물관리법 시행규칙’ 제3조에 따른 에너지회수기준에 적합하게 에너지 회수용도 사용
2등급	- 1등급 폐목재의 재활용용도방법 중 톱밥·성형탄 제조용도 및 축사·제조·퇴비용 원료로의 사용을 제외한 용도로 사용
3등급	- 열분해·가스화 원료로 이용하거나 ‘폐기물관리법 시행규칙’ 제3조에 따른 에너지회수기준에 적합하게 에너지를 회수하는 용도로만 사용

자료 : 법제처(2008), 환경부고시



## 나. 폐목재 발생 및 재활용 현황

### (1) 폐목재의 재활용 비율

- 우리나라의 목재자급률은 10.1%(2008년 기준)에 달함.
  - 목재자급률은 현재에도 꾸준한 증가추세에 있지만 목재자급률이 낮은 우리나라의 경우에는 국내에서 목재, 또는 목제품의 형태로 폐기되고 있는 폐목재를 재활용하는 것이 자급률을 높이는 데 있어 무엇보다 중요함.
- 총 목재수급에서 폐목재가 차지하는 비율 증가
  - 연간 국내 총 목재수급량은 약 30백만m<sup>3</sup> 내외이지만 폐목재 활용량은 해마다 꾸준히 증가하고 있음.

표 14. 국내 목재 수급량 및 폐목재의 활용 비율

구분	목재 수급(천m <sup>3</sup> )	폐목재 활용(천m <sup>3</sup> )	폐목재 활용비율(%)
2004년	29,431	2,220	7.48
2005년	28,977	2,258	7.61
2006년	28,970	2,347	7.91
2007년	30,046	2,699	9.10
2008년	29,452	2,700	9.17

\* 원 자료는 폐목재가 포함되지 않았으나 본 보고서에는 폐목재의 양도 포함하였음.

자료 : 간추린 임업통계(산림청, 2009)

### (2) 폐목재 발생 및 처리 현황

- 폐목재 발생량은 대체적으로 인구와 비례
  - 생활폐목재는 18.3%로 경기도에서, 사업장배출시설계폐목재는 18.7%로 경상남도에서 가장 높은 발생량을 보이고 있고, 건설폐목재는 27.2%로 경기도에서 압도적으로 높은 발생량을 나타냄.
  - 전체적으로 보면 폐목재 발생량은 인구가 많은 지역에서 높게 나타나고 있음.

표 15. 시·도별 폐목재 발생 현황

구분	생활폐목재		사업장배출시설계폐목재		건설폐목재	
	발생량 (ton/일)	해당시도발 생량/전국발 생량(%)	발생량 (ton/일)	해당시도발 생량/전국발 생량(%)	발생량 (ton/일)	해당시도발 생량/전국발 생량(%)
서울	389.7	16.1	1.4	0.1	80.2	11.0
부산	54.4	2.2	17.4	1.0	16.6	2.3
대구	194.1	8.0	9.0	0.5	37.7	5.2
인천	94.8	3.9	267.5	16.1	35.0	4.8
광주	117.8	4.9	9.0	0.5	13.6	1.9
대전	15.4	0.6	3.2	0.2	40.8	5.6
울산	32.3	1.3	116.0	7.0	43.6	6.0
경기	442.9	18.3	243.9	14.6	198.0	27.2
강원	212.0	8.7	7.8	0.5	35.8	4.9
충북	125.1	5.2	121.8	7.3	16.2	2.2
충남	123.3	5.1	117.6	7.1	52.7	7.2
전북	69.7	2.9	286.0	17.2	25.8	3.5
전남	161.5	6.7	46.2	2.8	36.0	5.0
경북	171.3	7.1	75.3	4.5	55.5	7.6
경남	201.2	8.3	311.2	18.7	21.6	3.0
제주	19.9	0.8	32.5	2.0	18.1	2.5
합계	2,425.3	100	1,665.7	100	727.2	100

자료 : 국립환경과학원 등(2008), 2007 폐기물 발생 및 처리 현황

### (3) 폐목재의 종류별 재활용 현황

- 폐목재의 종류로는 나무조각, 톱밥, 기타 폐목재로 나뉘며, 재활용되는 폐목재의 양은 꾸준한 증가 추세
  - 2005년을 기점으로 나무 조각의 재활용량은 급감하고 있는 반면, 톱밥의 재활용량은 급증하고 있음. 톱밥은 축산폐수 정화용이나 유기질 비료 제조용 등 친환경용으로 공급됨. 최근 숲 가꾸기 사업에서 나오는 산물을 이용한 톱밥 생산 및 가공·공급이 활발히 이루어지고 있음.



표 16. 폐목재의 종류별 재활용 현황(단위 : 천ton/yr)

종류	연도							
	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	
합계	365	420	553	736	938	1,138	1,156	
나무조각	66	179	295	632	843	701	537	
톱밥	188	102	104	11	11	277	510	
기타폐목재	111	138	154	93	85	159	110	

자료 : 한국환경자원공사(<http://info.envico.or.kr>), 산림청([www.forest.go.kr](http://www.forest.go.kr))

#### (4) 폐목재의 재활용 비율

- 건설폐목재의 재활용 비율이 가장 높고, 생활폐목재가 가장 낮음.
  - 생활폐목재와 건설폐목재가 재활용되는 양은 비슷하나 생활폐목재의 재활용률은 24.0%로 가장 낮게 나타났고, 건설폐목재는 처리량이 81.0%로 재활용률이 가장 높게 나타남.
- 건설폐목재의 재활용 비율은 대부분의 지역이 70~90%
  - 목질바이오매스로의 수거·활용에 건설폐목재의 재활용이 큰 기여를 할 것으로 보임.

표 17. 폐목재의 종류별 재활용 비율

구분	생활폐목재		사업장배출시설계폐목재		건설폐목재	
	재활용량 (ton/일)	재활용량 /발생량(%)	재활용량 (ton/일)	재활용량 /발생량(%)	재활용량 (ton/일)	재활용량 /발생량(%)
서울	0.0	0.0	1.3	92.9	71.4	89.0
부산	0.0	0.0	12.4	71.3	15.2	91.6
대구	0.0	0.0	5.6	62.2	32.7	86.7
인천	50.2	53.0	197.7	73.9	31.3	89.4
광주	59.9	50.8	7.4	82.2	9.1	66.9
대전	0.0	0.0	1.7	53.1	11.6	28.4
울산	0.0	0.0	103.9	89.6	42.9	98.4
경기	43.0	9.7	178	73.0	154.7	78.1
강원	101.5	47.9	7.3	93.6	31.2	87.2
충북	2.3	1.8	89.5	73.5	6.8	42.0
충남	64.5	52.3	86.8	73.8	39.2	74.4
전북	13.8	19.8	65.1	22.8	24.2	93.8
전남	123.1	76.2	44.6	96.5	34.2	95.0
경북	73.0	42.6	69.8	92.7	47.8	86.1
경남	51.0	25.3	148.4	47.7	18.8	87.0
제주	0.0	0.0	31.4	96.6	17.9	98.9
합계	582.3	24.0	1,050.9	63.1	589.0	81.0

자료 : 국립환경과학원 등 (2008), 2007 폐기물 발생 및 처리 현황, 한국환경자원공사,  
<http://info.envico.or.kr/>(환경신문, 2007, 재인용)

## 다. 임지잔재와 폐목재의 분류별 활용체계

### (1) 임지잔재

o 임지잔재의 60%를 재활용

- 임지잔재는 크게 임지 폐잔재와 폐골목으로 나뉨. 그 중 90%는 임지 폐잔재인데 주로 지주목(26%)이나 톱밥(16%)으로 활용됨. 이 외에 연료용 화목이 8% 정도 발생함.
- 자체 혹은 중간수집상에 의해 수집한 임지잔재의 60%는 이미 다양한 용도로 재활용되고 있음. 따라서 재활용하지 않고 자연 폐기되는 임지 폐잔재를 따로 수거하여 목질연료를 생산하는 방안에 초점을 맞춤.

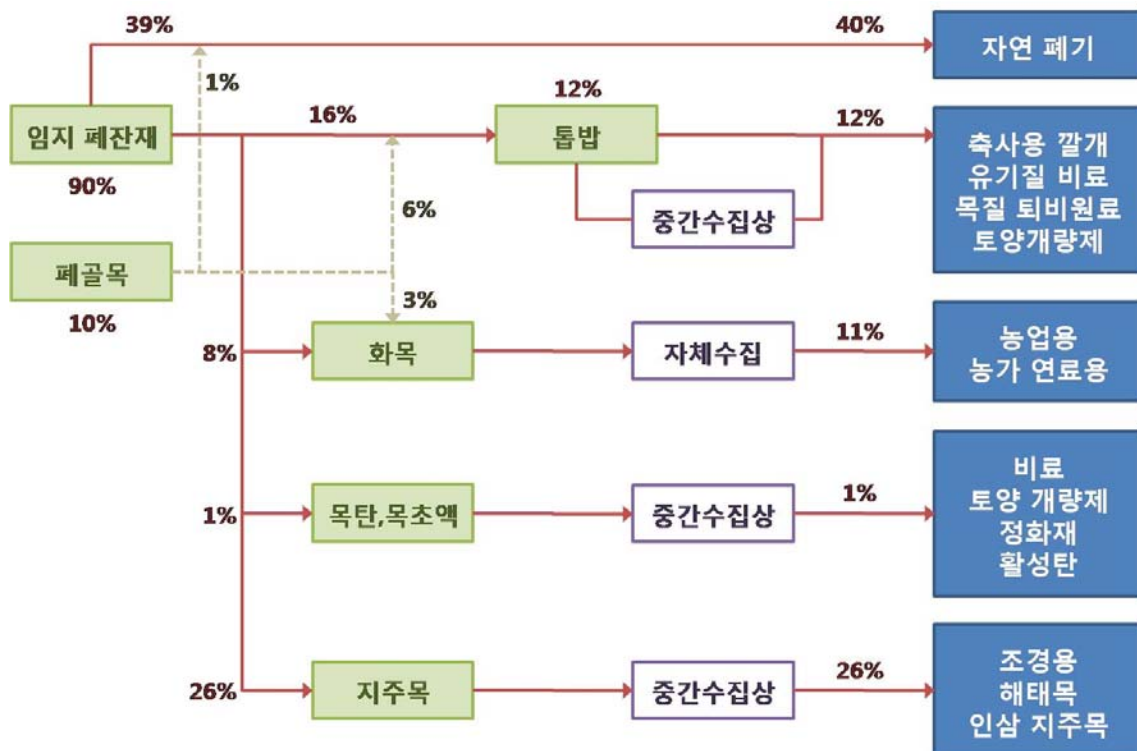


그림 4. 임지잔재의 활용 체계

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

## (2) 생활폐목재

- 생활폐목재는 주로 재생보드로 사용
  - 생활폐목재는 폐목재의 종류 중에서 활용 비율이 가장 낮음(87%). 재활용하는 생활폐목재는 주로 PB나 MDF 등의 재생보드로 사용됨.

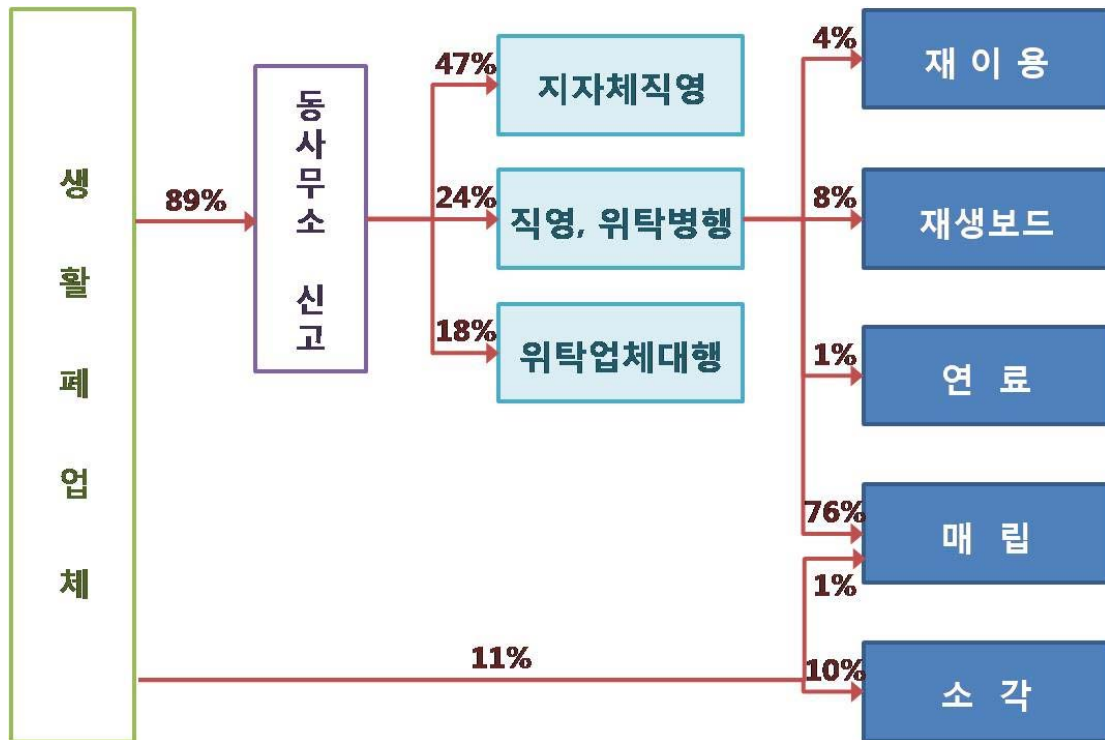


그림 5. 생활폐목재의 활용 체계

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안



### (3) 사업장배출시설계폐목재

#### (가) 산업가공폐목재

- 생활폐목재에 비해 활용 비율이 높은 산업가공폐목재
  - 1차 가공 폐목재는 제재, 합판, 칩, 보드류, 펄프 등을 생산하고 발생한 폐목재를 말하고, 2차 가공 폐목재는 가구, 악기, 건구재<sup>6)</sup> 등의 생산과정 이후에 발생한 것을 말함.
  - 발생한 산업가공폐목재 중 46%를 자체연료용으로 활용하지만 생활폐목재의 활용 비율에 비하면 산업가공폐목재의 그것은 매우 높은 수준임.
  - 산업가공폐목재는 위탁 혹은 자체적으로 처리하여 톱밥은 축사용깔개로 활용하고, 36%를 보드제조용으로 활용하고 있음.



그림 6. 산업가공폐목재의 활용 체계

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

6) 건축물에 쓰이는 문짝 따위의 물건을 만드는 목재(자료 : <http://krdic.naver.com>)

(나) 물류유통폐목재

o 주로 우드칩 생산, 연료용으로 활용

- 제품의 적재나 운송에 사용된 후 폐기되는 1회용 파렛트는 크기와 중량이 크기 때문에 우드칩이나 연료로 많이 활용하고 있음. 그러나 물류유통업체에서 자체적으로 처리하는 경우에는 폐목재의 질이 낮기 때문에 소각하는 경우도 많은 것으로 나타남.

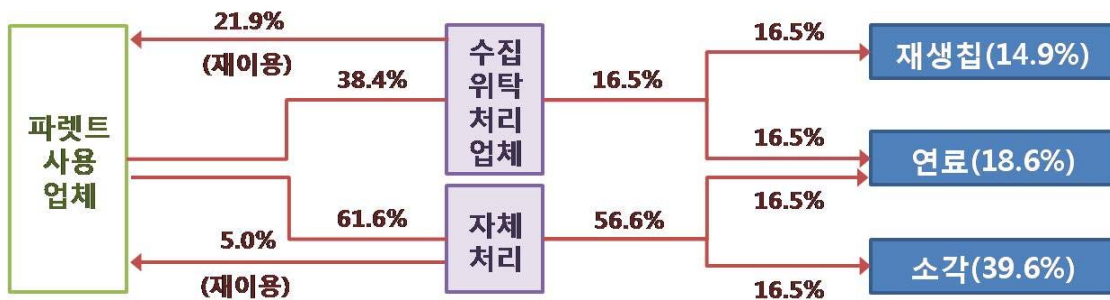


그림 7. 물류유통폐목재의 활용 체계(파렛트 사용)

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

o 위탁업체를 이용하여 우드칩 생산용으로 활용하는 경우가 과반수 이상

- 원자재를 운반하기 위해서는 나무로 된 포장박스를 이용하는데 이렇게 활용하고 남은 폐목재 역시 활용 가능성이 높음. 50% 이상이 우드칩 생산에 이용하고, 위탁처리업체에 판매하여 톱밥으로 재생산하는 경우도 있음.

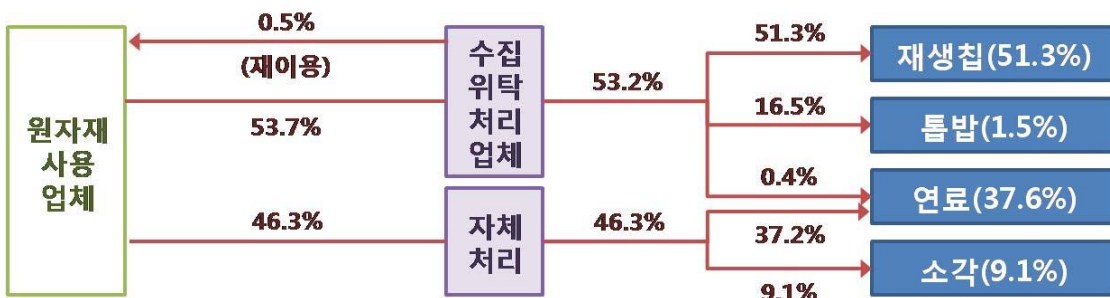


그림 8. 물류유통폐목재의 활용 체계(원자재 포장박스 사용)

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

- 강도가 높은 목재를 활용하기 때문에 우드칩 생산용에 적당
  - 전선생산업체, 한국전력, 한국통신 등의 회사에서는 전선목드럼에 전선을 감아 대량으로 이용함. 전선을 모두 이용하고 남은 전선목드럼은 크기와 중량이 크고 강도가 높은 목재를 이용하기 때문에 재활용 가능성이 매우 높음. 전선목드럼은 대부분 재활용업체 등을 거쳐 우드칩 생산용으로 활용하고 있고, 자체적으로 연료를 소비하거나 소각시킴.

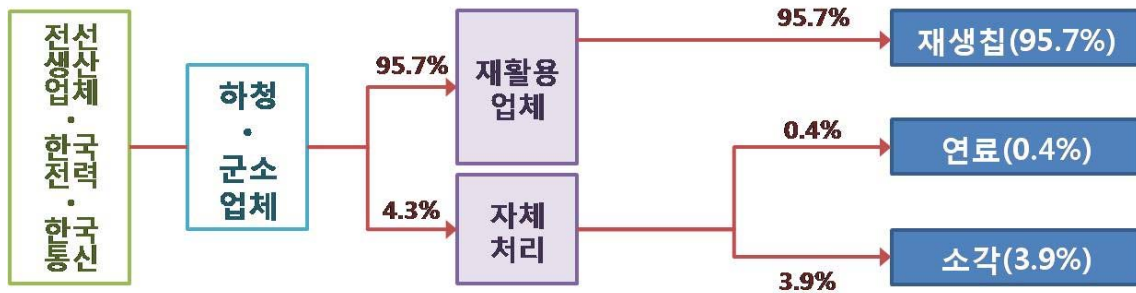


그림 9. 물류유통폐목재의 활용 체계(전선목드럼 사용)

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

#### (4) 건설폐목재

- o 자체연료로 활용하는 경우가 전체의 60%
- 건설폐목재는 주로 건설현장에서의 연료로 활용하고, 위탁처리업체를 거쳐 보드용이나 축사용갈개용 톱밥으로 재활용함.

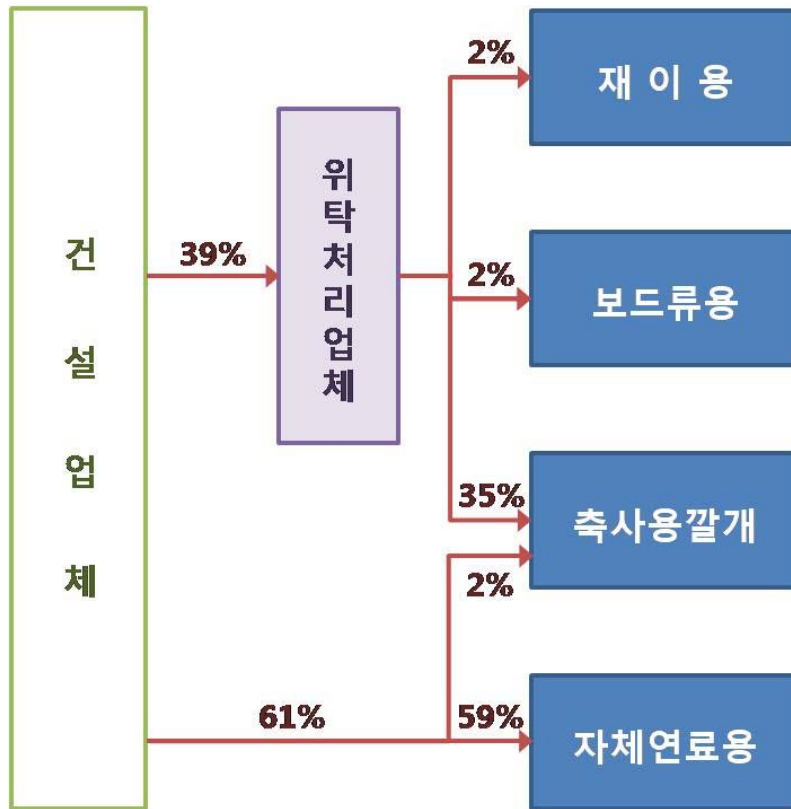


그림 10. 건설폐목재의 활용 체계

자료 : 임업연구원(2000), 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안

## 라. 관련 임산업에서의 활용 가능성과 파급효과

### (1) 재활용한 목제품의 활용 가능성

- 폐목재의 활용 경로는 크게 1차 가공, 2차 가공, 무가공으로 분류
  - 폐목재를 활용하는 경로는 1차 가공, 2차 가공, 그리고 무가공으로 나눌 수 있음. 1차 가공은 수집한 폐목재를 우드칩이나 톱밥 등으로 재생산하여 활용하는 경우를 말하고, 2차 가공은 가공한 위탁처리업체 등에 의해 가공된 우드칩, 톱밥 등을 한번 더 가공하여 우드펠릿, PB 등의 목제품으로 만드는 것임. 하지만 폐목재를 가공하지 않고 지주목이나 연료용 화목으로 활용하는 경우도 있음.
- 우드칩과 톱밥(파티클)은 직접 활용과 타 목제품 생산원료로 활용 가능
  - 수집한 폐목재는 최종적으로 목탄·목초액, MDF, PB, 우드펠릿, 지주목, 화목, 합판, 우드칩, 톱밥 등으로 활용함. 특히 우드칩과 톱밥은 추가적인 가공 공정을 거쳐 타 목제품의 생산이 가능함.

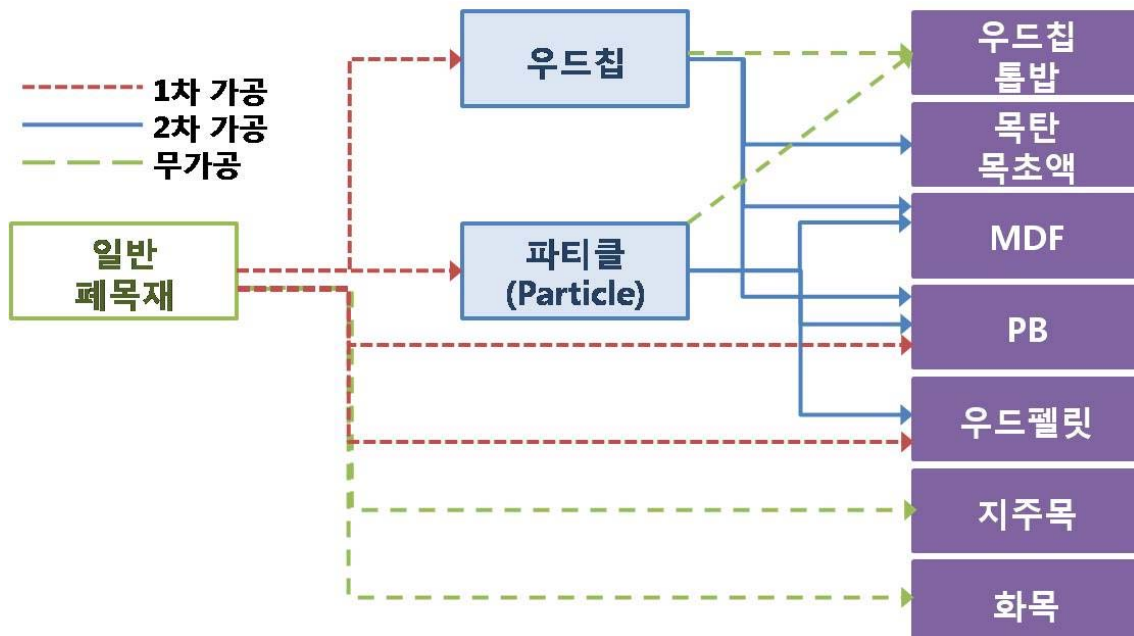


그림 11. 폐목재의 활용체계



## (2) 발생 가능한 파급효과

### (가) 관련 임산업에의 파급효과

- 폐목재로 특정한 목제품을 생산하기 위해서는 가공이 필요한 경우도 있고, 그렇지 않은 경우도 있음. 하지만 어떠한 경우에서나 활용하는 용도에 따라 수요처에 파급효과를 미칠 수 있음.
  
- o 위탁처리업체의 원료 공급과 다양한 원료를 활용할 수 있는 PB산업을 활성화시키는 것이 중요
  - 위탁처리업체에서는 폐목재를 수거하여 우드칩이나 톱밥 등을 생산하고, 이를 원료로 목제품을 생산하는 업체에 재판매함. 만약 수집하는 폐기물의 양이 증가하면 위탁처리업체의 활성화를 꾀할 수 있음. 그러나 다양한 원인으로 위탁처리업체의 수가 감소하면 우드칩이나 톱밥 등으로 목제품을 생산하는 업체 또한 원료 공급에 차질을 빚게 됨. 따라서 위탁처리업체는 목제품 산업에 있어 필수적인 존재임.
  - 현재 국내에는 톱밥의 공급량이 부족하여 수입하고 있는데 이는 축사 배지와 2차 가공을 위한 원료 등으로 많이 활용하고 있기 때문임. 하지만 폐목재의 수집 비율을 높임으로써 제재소에서 충당하기 힘든 톱밥 공급을 위탁처리업체에 이양하는 방법도 생각할 수 있음.
  - PB는 합판이나 집성재와는 달리 폐목재도 활용 가능하고, 제조공정이 단순하기 때문에 폐목재를 활용하기 위한 좋은 대안이 됨. 또한 일반적인 폐목재나 우드칩, 톱밥 등을 모두 이용 가능하므로 폐목재 활용성 정도에 따라 PB산업의 성패가 달라질 수 있음.

## 마. 목질연료로 활용 가능한 목제품과 적정연료 선정

- 다양한 목제품이 존재하지만 그 중에서 목질연료로 활용할 수 목제품은 우드칩과 우드펠릿, 그리고 화목이 있음. 이 중에서 가정용으로 사용하기에는 이용 편의성이 낮고, 화재 위험성이 높은 화목은 제외하고 우드칩과 우드펠릿을 비교하고자 함.
  
- 우드칩은 주로 2차 가공을 위한 목제품, 우드펠릿은 연료용 목제품
  - 우드칩은 목질연료로 활용이 가능하지만 재가공하여 MDF, PB, 목탄·목초액, 펄프 등을 생산하는데 사용하는 경우가 더 많음. 요컨대 우드칩은 그 자체를 연료로 활용하기 보다는 2차가공을 위한 목제품으로 많이 활용하는 측면이 강함. 하지만 우드펠릿은 연료로 활용하기 위하여 개발된 목제품임.
  
- 연료 구입비는 우드칩이 저렴하지만 이용 편의성은 우드펠릿이 높음.
  - 우드칩은 생산단가가 우드펠릿에 비해 생산단가가 낮기 때문에 소비자들이 값싸게 활용할 수 있는 이점이 있음. 그러나 이용 편의성 측면에서 뚜렷한 단점을 지님. 우드칩은 화목에 비해 여건이 좋은 편이지만 겨울철 보관시에 발생할 수 있는 동결, 습기로 인한 부패, 많은 면적을 차지하는 연료 저장 시설 등의 문제가 존재함.
  - 반면 우드펠릿보일러는 가정에서 주로 사용하는 등유보일러와 마찬가지로 편리한 온도조절, 연료 저장 시설의 협소함, 연료 공급이 용이성 등을 갖추고 있기 때문에 소비자들이 편리하게 이용할 수 있음.



## 5. 목질연료 생산을 위한 지역 선정 및 생산규모 결정

### 가. 우드펠릿 생산 및 소비를 위한 지역 선정

우드펠릿의 지속적인 생산 및 소비가 가능한 지역은 강원도 폐광지역인 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시로 선정함.

#### (1) 지역 선정의 배경<sup>7)</sup>

##### ○ 탄광지역의 쇠퇴

- 탄광지역은 1960년대부터 우리나라의 유일한 에너지원인 석탄을 생산하여 공급해온 지역임. 그러나 1980년대 중반 이후 국제적으로 저유가가 형성되고 석유의 수급이 안정되면서 국제적 흐름 및 국내의 에너지 정책 방향이 석유를 중심으로 재편되었고 탄광지역들은 긴 기간 쇠퇴기를 맞이함. 또한 1989년부터 시행된 석탄산업합리화<sup>8)</sup> 정책으로 인해 강원도에만 32개 군소 탄광들이 잇따라 폐광 또는 감산하였으며, 그 결과 해당 지역의 경제 상황도 피폐해짐.

##### ○ 지역 간의 균형 발전을 위하여 폐특법 제정

- 오랜 기간 동안 급격하게 쇠락해온 폐광지역의 경제 상황은 지역주민들의 삶의 질을 쇠퇴시켰을 뿐 아니라 균형적인 국가 발전을 해치는 결과를 가져옴으로써 반드시 해결해야 하는 중요한 정책문제로 대두됨. 이를 해결하기 위해 정부는 낙후된 폐광지역의 경제를 발전시키고 지역 간의 균형적 발전을 도모하며 주민들의 생활 수준을 향상시킨다는 목적 하에 1995년 ‘폐광지역개발지원에 관한 특별법(이하 폐특법)’을 제정함.

7) 이승구·최규성(2006), 강원도 폐광지역 관광개발에 대한 주민태도, 정성호(2004), 강원남부 탄광지역의 쇠퇴와 인구사회학적 변화, 최선미(2008), 폐광지역의 공공재정지출과 지역경제 성장에 관한 연구, 최성락(2004), 폐광지역 활성화 정책.

8) 석유가격이 하락하기 시작한 1980년대부터 석탄의 가격경쟁력이 약화되고, 국민소득의 향상으로 가스, 석유, 전기 등 고급에너지에 대한 선호추세가 가속화됨. 이에 정부는 석탄을 서민용 연료의 지위와 국가에너지 자원의 안보 측면을 고려하여 적절한 생산기반을 유지하는 수준에서 합리화를 진행함.



- 1996년에 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시가 폐광지역진흥지구로 선정
  - 폐특법에 의거하여 전국의 폐광지역 중에 폐광지역진흥지구를 지정하고 지역경제를 활성화시키기 위한 다양한 노력에 법과 제도적 지원 및 재정적 지원 등을 제공함. 1996년도에는 강원도의 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시 및 경상북도의 문경시가 폐광지역진흥지구로 지정되었고, 2000년도에는 충청남도 보령시, 2001년도에는 전라남도 화순군이 추가로 지정됨.
  
- 지역발전을 위하여 신재생에너지를 도입
  - 강원도의 폐광지역이 폐광지역진흥지구로 선정된 이후 1998년 (주)강원랜드가 출범하면서 지역 발전의 토대를 마련하기 시작함. 강원랜드의 카지노 사업이 성공을 거두면서 여타 기업들이 폐광지역에 신재생에너지를 도입함. 이는 카지노 사업이 폐광지역의 경제적인 쇠퇴를 멈추게는 하였으나 경제적 발전과 지역 주민의 경제적 성장을 증대시키는 효과는 크지 않기 때문이었음.<sup>9)</sup>

9) 최성락(2004), 폐광지역 활성화 정책

## (2) 지역 선정의 근거

### (가) 산림여건

- 국유림 비율이 60% 이상
  - 4개 시군의 산림은 60% 이상이 국유림으로서 전국 평균인 24%를 훨씬 상회하고 있음. 국유림의 비율이 높은 점은 공식적으로 산림작업을 수행하기 수월함을 의미함.

표 18. 4개 시군, 강원도, 전국의 소유별 산림면적

구분	삼척시	영월군	정선군	태백시	합계	강원도	전국
국유림	면적(ha)	61,637	55,102	61,822	18,201	196,762	1,518,035
	비율(%)	60.2	61.0	61.8	67.9	61.6	23.8
공유림	면적(ha)	2,164	5,093	7,601	2,223	17,081	488,388
	비율(%)	2.1	5.6	7.6	8.3	5.3	7.7
사유림	면적(ha)	38,641	30,170	30,597	6,396	105,804	4,368,452
	비율(%)	37.7	33.4	30.6	23.8	33.1	68.5
합계	면적(ha)	102,442	90,365	100,020	26,820	319,647	6,374,875
	비율(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : 산림청(2009), 임업통계연보

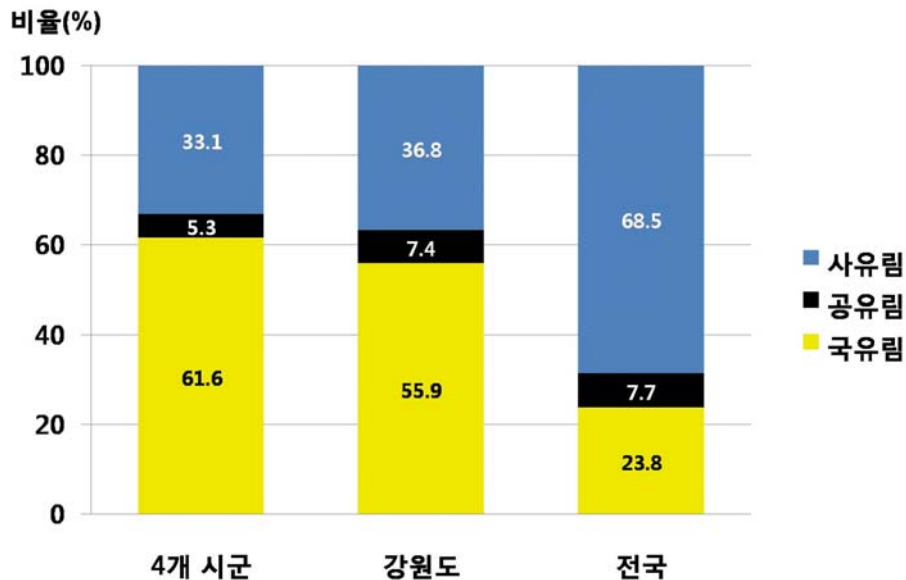


그림 12. 4개 시군, 강원도, 전국의 소유별 산림면적 비율

- 임목축적이 높으므로 Ⅱ~Ⅳ영급에서 많은 수집량 확보가 가능
  - 영급별 산림축적구조 또한 전국 평균에 비해 좋음. 특히 V영급 이상 산림의 축적비율이 높으므로 간벌 등의 숲가꾸기 작업시 우수한 질의 목재 및 폐목재를 수집할 수 있음.
  - 또한 폐목재 수집을 위한 Ⅱ~Ⅳ영급 산림의 임목축적이 높으므로 타 지역에 비해 많은 수집량을 확보할 수 있음.

표 19. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 산림축적

구분	삼척시	영월군	정선군	태백시	합계	강원도	전국	
Ⅱ	축적(m³)	893,931	1,384,043	980,636	468,578	3,727,188	19,633,106	62,249,337
영급	비율(%)	6.2	12.5	6.6	14.6	8.6	11.2	9.4
Ⅲ	축적(m³)	3,093,407	3,444,207	2,947,084	1,230,715	10,715,413	40,638,770	216,309,400
영급	비율(%)	21.5	31.1	19.9	38.4	24.7	23.2	32.8
Ⅳ	축적(m³)	5,574,656	4,523,727	5,875,459	1,262,320	17,236,162	54,239,853	254,390,881
영급	비율(%)	38.7	40.9	39.7	39.4	39.7	30.9	38.6
V	축적(m³)	4,248,785	1,268,831	4,610,101	220,312	10,348,029	45,409,632	92,196,515
영급	비율(%)	29.5	11.5	31.1	6.9	23.8	25.9	14.0
Ⅵ	축적(m³)	579,273	442,793	398,146	22,252	1,442,464	15,348,255	33,974,105
영급	비율(%)	4.0	4.0	2.7	0.7	3.3	8.8	5.2
합계	축적(m³)	14,390,052	11,063,601	14,811,426	3,204,177	43,469,256	175,269,616	659,120,238
	비율(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : 산림청(2009), 임업통계연보

\* 죽림과 무림목지는 항목에서 제외하였음.

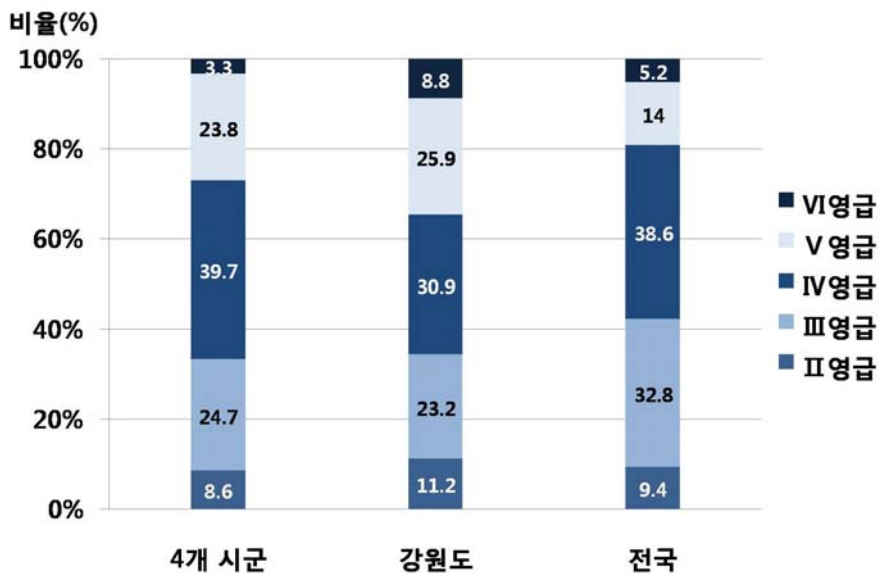


그림 13. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 산림면적 비율

표 20. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 ha당 임목축적(단위 : m<sup>3</sup>/ha)

구분	삼척시	영월군	정선군	태백시	합계	강원도	전국
Ⅱ영급	120.2	77.6	93.3	85.1	90.3	84.9	65.9
Ⅲ영급	128.9	113.9	127.1	126.8	123.0	112.3	91.0
Ⅳ영급	186.6	154.3	166.2	181.4	169.8	161.3	142.8
Ⅴ영급	254.9	205.7	212.6	196.7	226.7	210.8	183.0
Ⅵ영급	328.4	229.9	293.0	169.9	278.5	227.0	232.6
평균	144.0	123.7	149.7	125.4	138.5	130.3	106.4

자료 : 산림청(2009), 임업통계연보

\* 죽림과 무림목지는 항목에서 제외하였음.

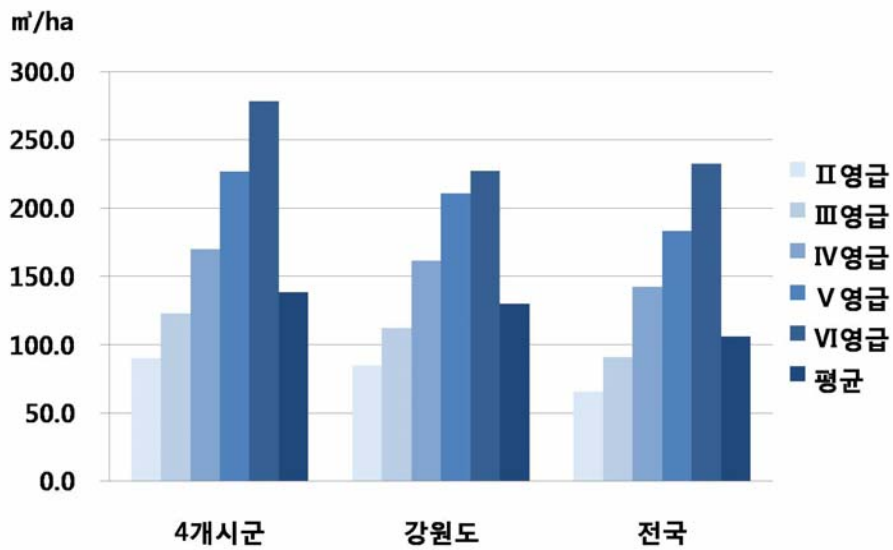


그림 14. 4개 시군, 강원도, 전국의 영급별 ha당 임목축적

**(나) 신재생에너지 사회적기업 설립지원 사업**

- 2008년 말부터 “신재생에너지 사회적기업 설립지원” 사업 추진
  - 현재 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시에는 강원랜드의 후원 하에 함께 일하는재단이 “신재생에너지 사회적기업 설립지원” 사업을 추진하고 있음.
  
- 2010년부터 시범 생산에 들어가고, 2011년부터 본격적으로 사업 실행
  - “신재생에너지 사회적기업 설립지원” 사업은 2008년 12월부터 시작하여 2010년 12월에 완료됨. 2008년에는 사업 타당성 검토 및 보일러 시공업체 설립을 위한 토대를 마련하고, 2009년에는 우드펠릿 생산공장 건립을 추진하고 보일러를 시범 보급함. 그리고 2010년에 공장 착공과 더불어 우드펠릿을 시범 생산하여 2011년부터 본격적으로 사업을 시작함.

표 21. “신재생에너지 사회적기업 설립지원” 사업의 연차별 계획

연도	내 용
2008	- 사회공공시설 및 저소득 가구에 우드펠릿보일러 시범보급 - 보일러설치 기술 및 AS기술 습득
	- 연구사업 : 지역여건을 고려한 우드펠릿생산 타당성 검토, - 사업팀 구성 : 현지 및 파견인력 등 2인 - 협력방안 구축 : 환경단체, 중앙정부/지자체
2009	- 연구사업을 기반으로 한 우드펠릿 생산공장 건립추진 : 산림청 우드펠릿 생산공장 지원사업 신청 : 지자체와의 협력을 통해 임산물수집단 추진
	- 보일러 보급 : 보일러 시공업 등록, 시범보급 + 일반보급 - 협력체계 구축 : 환경단체 및 지역단체와의 대안에너지 포럼 진행 : 우드펠릿사업에 참여 가능한 지역섭외 및 타당성 검토를 통한 지원방안 마련
2010	- 우드펠릿 생산공장 착공 및 시범 생산 : 에너지 자립 및 지속 가능한 고용을 통한 수익창출 가능 : 보일러 시공 전문기업 등록을 위한 준비 : 다양한 대안에너지 접목을 통해 사업의 다각화 모색
	- 대안에너지로서의 우드펠릿 확산(강원도 외) : 보일러 시범보급사업 진행 및 생산 공장 건립추진
2011	- 우드펠릿 본격 생산
	- 사회적기업 및 전문기업으로서의 안정적 운영 - 에너지 자립 및 복지, 지속 가능한 고용의 목적 달성

자료 : 함께일하는재단(2009), 내부자료



○ 신재생에너지 전문기업의 기틀 마련

- 함께일하는재단에서는 본 사업을 통하여 목질연료를 활용한 그린비즈니스화 계획을 추진 중에 있음. 이는 기존의 일자리창출 사업과 더불어 우드펠릿 보급사업을 통하여 신재생에너지 전문기업으로 발돋움하기 위함임.

표 22. “신재생에너지 사회적기업 설립지원” 사업의 전문기업화 계획

연차	내 용
1차년도 (2008년)	- 2009년 2월까지 자활근로를 통해 진행 - 2009년 3월 중 사회적일자리사업으로 전환 - 보일러 시공관련 교육을 통해 3/4분기 중 보일러 시공업체 등록을 위한 준비 진행
2차년도 (2009년)	- 보일러 시공업체 등록을 바탕으로 사회적기업 인증 준비 : 2009년 3/4분기 중 법인화 추진 및 인증준비 : 지역 내 다양한 인적 참여와 자원 확보를 위해 주식회사가 타당함 : 지역 내 에너지 자립 및 지역의 자생적 기업으로서의 자리를 확고히 하기 위해 참여마을별 지역펀드 조성 - 1·2차년도 지역포럼 및 워크숍 등을 통해 전문기업 등록조건 완화제안
3차년도 (2010년)	- 사회적기업 인증완료(2009년말 또는 2010년 초) - 신재생에너지 전문기업 등록 준비, 2011년 전문기업화

자료 : 함께일하는재단(2009), 내부자료

○ 목질바이오매스 관련 업체들의 진출이 용이

- 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시는 2008년부터 우드펠릿 생산 및 보급 사업이 추진되었기 때문에 목질바이오매스와 관련된 사업 활성화의 기틀은 마련되어 있음. 따라서 보일러 시공업체 등 관련 기업들의 진출이 타 지역에 비해 수월함.

### (3) 선정 지역에서 생산 가능한 연료량

- 연간 950여 가구에 공급할 수 있는 우드펠릿을 생산 가능
  - 앞서 산출했던 우드펠릿의 생산 가능량의 식에 의거하여 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시의 우드펠릿 생산 가능량을 계산함. 하지만 본 계산에 있어서는 적용한 임도길이에 국유임도까지 포함하였음.
  - 산출 결과, 4개 시군에서 임지잔재로 연간 6,500ton 가량의 우드펠릿을 생산할 수 있음. 이는 4개 시군에서 950여 가구에 연료로서 공급 가능한 수준임.
  - 현재 함께일하는재단에서 시공을 계획하고 있는 우드펠릿공장의 연간 생산량은 10,000ton 정도임. 공장을 풀가동하였을 때의 원료 부족분 (3,500ton)은 임지잔재와 폐목재를 활용하면 확보가 가능할 것으로 판단됨.<sup>10)</sup>

10) 2007년을 기준으로 전국 생활폐목재의 재활용량은 약 600ton 정도임. 그러나 생활폐목재 이외에 사업장배출시설계폐목재와 건설폐목재의 재활용량이 각각 1,000ton, 600ton 정도인 것을 감안하면 생활폐목재를 제외한 나머지 폐목재의 1/3만 활용하여도 펠릿공장에서 생산 가능한 12,000ton을 매년 생산할 수 있음.



표 23. 4개 시군의 공급 가능한 임지잔재량 산출 결과

구분	임도길이 (m)	양측거리 (m)	산물수집 가능면적 (ha)	II·III·IV영급 산림면적비율	II·III·IV영급 산림의 ha당 임목축적(m <sup>3</sup> /ha)
삼척	374,500	60	2,247	0.61	156.0
영월	127,420	60	765	0.87	120.8
정선	315,470	60	1,893	0.70	142.0
태백	35,250	60	212	0.87	133.6
합계	852,640	-	5,116	0.73	137.8

구분	최대 이용 가능량 (m <sup>3</sup> )	윤벌기 (yr)	연간 최대 이용 가능량 (m <sup>3</sup> /yr)	실제 이용 가능량(m <sup>3</sup> /yr)		공급 가능한 임지잔재량 (m <sup>3</sup> /yr)
				말구부분	가지부분	
삼척	214,946	10	21,495	3,439	5,481	8,920
영월	79,971	10	7,997	1,280	2,039	3,319
정선	187,505	10	18,750	3,000	4,781	7,781
태백	24,522	10	2,452	392	625	1,018
합계	516,341	-	51,634	8,261	13,167	21,428

\* 임도길이는 국유임도와 민유임도를 모두 포함함.

자료 : 동부지방산림청(2009), 강원도청(2009)

표 24. 4개 시군의 우드펠릿의 생산 가능량 산출

구분	공급 가능한 임지잔재량(m <sup>3</sup> )	톱밥 생산 가능량(ton)*	우드펠릿 생산 가능량(ton)**
삼척	8,920	4,799	2,742
영월	3,319	1,786	1,020
정선	7,781	4,186	2,392
태백	1,018	547	313
합계	21,428	11,528	6,588

\* 단위 환산을 위하여 임지잔재 1m<sup>3</sup> = 0.538ton의 자료를 이용함(충북 진천군, 2008).

\*\* 톱밥 7m<sup>3</sup>(1.75ton)으로 우드펠릿 1ton을 생산 가능함. 이 정보를 이용하여 펠릿 생산량 산출  
(청림목재, 2009)





## 나. 펠릿공장의 최소 생산량 및 유통바운더리 결정

### (1) 우드펠릿공장의 최소 생산량 산출

#### (가) 우드펠릿 생산과 판매의 손익분기점

- 공장의 최소 생산량을 산출하기 위하여 손익분기점을 활용
  - 우드펠릿공장의 최소 생산량을 산출하기 위하여 생산과 판매의 손익분기점을 알아봄. 손익분기점은 공장 가동시 생기는 연간 고정비용과 연간 변동비용이 연간 판매수입과 같을 때의 생산량을 의미함. 따라서 공장의 고정비용과 변동비용, 그리고 우드펠릿의 시장가격 정보를 활용하여 변수인 생산량을 계산함.
  - 고정비용에는 감가상각비, 일반관리비, 인건비가 포함되고, 변동비용에는 원료비용, 생산비용, 포장비용 등이 있음. 우드펠릿의 가격은 현재 유통되는 우드펠릿의 시장가격인 350천원/ton을 적용함.
  - 고정비용과 변동비용의 세부 항목에 따른 생산비용을 산출하여 손익분기점에 의한 최소 생산량을 산출함.

$$FC + VC = I$$

$$(I = P \times Q^*)$$

- FC** : 연간 고정비용(원/yr)
- VC** : 연간 변동비용(원/yr)
- I** : 연간 판매수입(원/yr)
- P** : 우드펠릿 가격(원/ton)
- Q\*** : 연간 우드펠릿 생산량(ton/yr)

그림 15. 손익분기점 공식

**(나) 우드펠릿공장의 최소 생산량**

- 보조율에 따라 두 개의 시나리오로 나누어 생산비용<sup>11)</sup> 산출
  - 현재 정부는 우드펠릿공장을 시설하는데 70%를 국비와 지방비로 보조해주고 있음. 이와 같은 이유로 생산비용을 보조율 0%와 보조율 70%로 나누어 산출함.
  - 그 결과 보조율 0%일 경우에는 생산비용이 19억 4천만원 정도가 나왔고, 보조율 70%가 주어질 때에는 17억 9천만원의 생산비용이 산출됨. 이 때에 적용한 생산공장의 생산량은 지역 선정 시 산출했던 6,588ton/yr임. 총 생산비용을 최대 생산량으로 나누면 ton당 원가가 산출되는데 보조율 0%, 70%일 때 각각 295천원/ton, 271천원/ton임. 이와 같이 ton당 원가가 낮게 산출된 원인은 원료를 임지잔재로 가정하여 33천원/ton의 낮은 원료비용을 적용하였기 때문임. 만약 일반적인 원목으로 원료비용(60천원/ton)을 적용하면 ton당 원가는 보조율 0%, 70%일 때 각각 318천원/ton, 342천원/ton임.
  - 한편 생산비용을 산출하는데 운반비용은 제외하였음. 운반비용은 유통바운더리 결정 부분에서 적용할 예정임.

표 25. 우드펠릿의 생산비용(보조율 0%)

구분	생산비용 (천원/yr)	비율 (%)	산출 근거	
고정 비용	감가상각비	225,000	11.6	공장과 사무실 시설비용은 25억원을 10년 기준으로 감가상각함.
	일반관리비	294,517	15.2	전남 화순군 펠릿공장의 ton당 원가를 이용함
	인건비	312,000	16.1	사무직 4명은 2,000천원/월을 적용하였고, 생산직 12명(4인 1조 3교대)은 1,500천원/월을 적용함.
	소계	831,517	42.8	
변동 비용	원료비용	380,457	19.6	원료의 ton당 비용은 피죽시세인 33천원/ton을 적용하였고, 우드펠릿 6,588ton을 생산하기 위한 임지잔재량은 11,529ton임
	생산비용*	571,015	29.4	전남 화순군 펠릿공장의 ton당 원가를 이용함
	포장비용	160,857	8.3	전남 화순군 펠릿공장의 ton당 원가를 이용함
	소계	1,112,329	57.2	
합계	1,943,845	100.0		

\* 생산비용은 건조, 분쇄, 성형, 냉각, 선별 과정을 모두 포함함.

자료 : 흥천대명제제소(2009) 내부자료, SK임업(2009) 내부자료

11) 본 연구에서는 “2절 전과정에 따른 경제성 분석”에서 생산, 수집, 운송체계에 따라 생산비용을 분석하였음. 이 경우에는 5가지의 과정별로 생산비용을 비교하기 위하여 현장 정보를 취합하여 분석한 것임. 그러나 우드펠릿공장의 최소 생산량을 위한 생산비용은 우드펠릿공장에서의 생산비용을 세분화함. 따라서 두 생산비용 분석의 결과가 차이가 있지만 분석 목적이 다르기 때문에 연구에는 그대로 활용하였음.



표 26. 우드펠릿의 생산비용(보조율 70%)

구분	생산비용 (천원/yr)	비율 (%)	산출 근거	
고정 비용	감가상각비	67,500	3.8	공장과 사무실 시설비용은 총 25억원이지만 자부담은 30%임. 따라서 7억5천만원이 소요되고 이를 10년 기준으로 감가상각함.
	일반관리비	294,517	16.5	전남 화순군 펄릿공장의 ton당 원가를 이용함
	인건비	312,000	17.5	사무직 4명은 2,000천원/월을 적용하였고, 생산직 12명(4인 1조 3교대)은 1,500천원/월을 적용함.
	소계	674,017	37.7	
변동 비용	원료비용	380,457	21.3	원료의 ton당 비용은 피죽시세인 33천원/ton을 적용하였고, 우드펠릿 6,588ton을 생산하기 위한 임지잔재량은 11,529ton임
	생산비용*	571,015	32.0	전남 화순군 펄릿공장의 ton당 원가를 이용함
	포장비용	160,857	9.0	전남 화순군 펄릿공장의 ton당 원가를 이용함
	소계	1,112,329	62.3	
합계	1,786,345	100.0		

\* 생산비용은 건조, 분쇄, 성형, 냉각, 선별 과정을 모두 포함함.

자료 : 흥천대명제재소(2009), SK입업(2009)

- o 보조율에 관계없이 우드펠릿공장의 최소 생산량은 5,000ton 이상
  - 보조율이 몇 %가 주어지느냐에 따라서 손익분기점에 의한 최소 생산량이 달라짐. 그 결과 보조율 0%일 때에는 5,100여 ton, 보조율 70%일 때에는 5,500여 ton 정도가 되어야 함. 그러나 보조율에 관계없이 우드펠릿공장에서의 최소 생산량은 적어도 5,500ton 이상은 되어야 하는 것으로 나타남. 만약 원료비용이 높아질 경우 우드펠릿공장의 최소 생산량은 6,500ton 이상이어야 함.

표 27. 우드펠릿공장의 손익분기점

구분	총 생산비용 (천원)	우드펠릿 시장가격 (천원/ton)	손익분기점에 의한 최소 생산량(ton)
보조율 0%	1,943,845	350	5,553
보조율 70%	1,786,345	350	5,103

## (2) 우드펠릿공장의 유통바운더리

- 임지잔재로 우드펠릿을 생산할 경우 약 100km까지 유통 가능
  - 임지잔재로 우드펠릿을 생산하면 원료비용이 기존의 절반으로 감소하기 때문에 그만큼 생산비용 절감효과를 누릴 수 있음. 이에 따라서 우드펠릿공장 1개소에서의 유통바운더리도 약 100km 정도임.
  - 만약 원목을 원료로 활용할 경우에는 운반비용을 추가하지 않은 생산비용이 310천원/ton정도가 되기 때문에 유통바운더리는 50km 정도에 지나지 않음.

표 28. 운반거리에 따른 운반비용(4.5ton 차량 이용시)

구분	10km	50km	100km	200km
트럭 1대당 운반비(천원)	80	150	200	400
ton당 운반비(천원)	17.8	33.3	44.4	88.9

자료 : 청림목재 방문조사 결과(2009)

표 29. 우드펠릿공장의 유통바운더리 결정

구분	0km	10km	50km	100km	200km
보조율 0%(천원)	271.2	289.0	304.5	315.6	360.1
보조율 70%(천원)	295.1	312.9	328.4	339.5	384.0

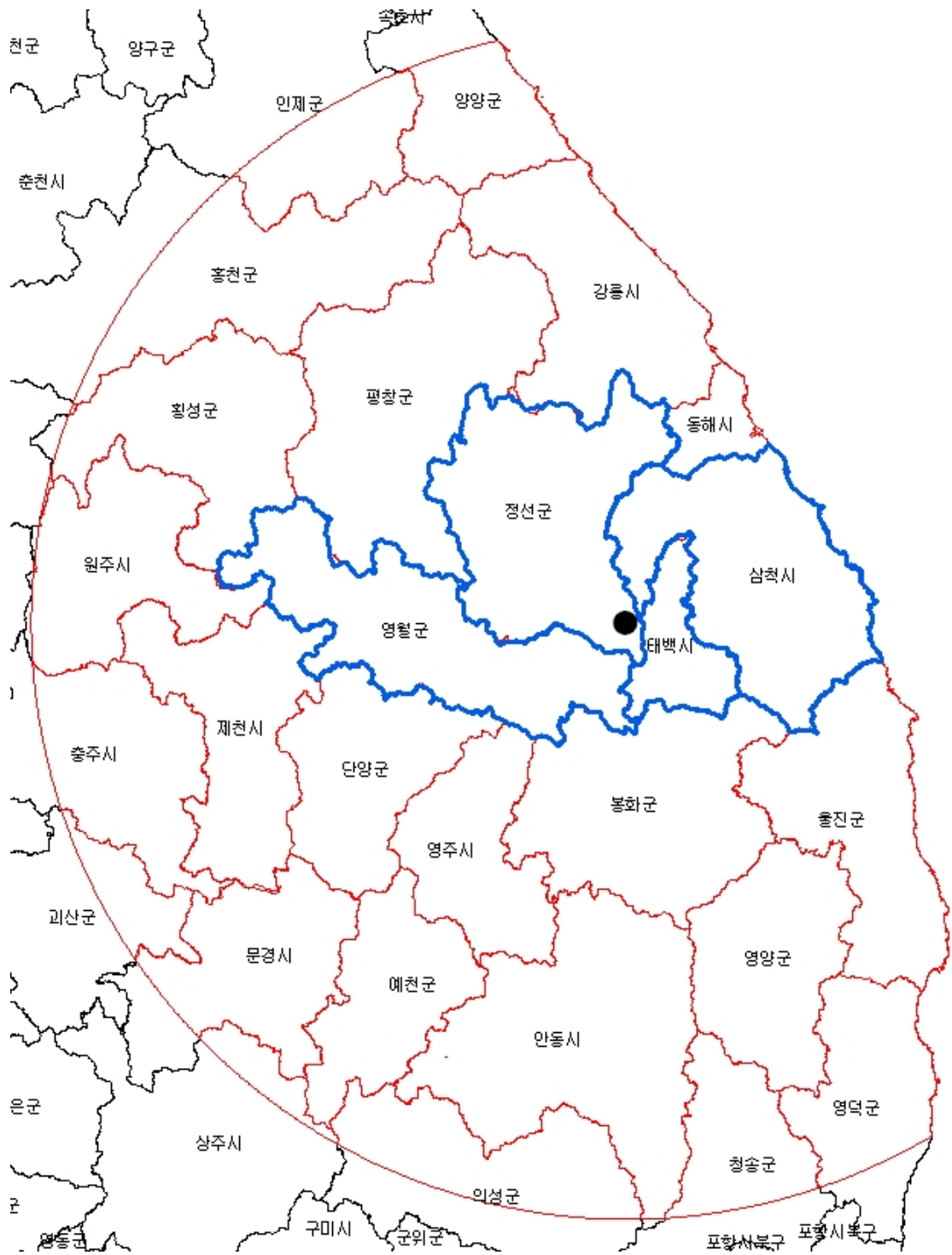


그림 16. 우드펠릿공장의 유통 바운더리(100km)  
 \* 우드펠릿공장의 위치는 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시의 중간 지점으로 가정함.

## Ⅲ. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안

---

1. 목질연료의 공정 단계별 사회적 기업  
비즈니스 모델 개발
2. 비즈니스 모델의 활용을 위한 인큐베  
이팅 프로세스





# 1. 목질연료의 공정 단계별 사회적기업 비즈니스 모델 개발

## 가. 우드펠릿의 비즈니스 모델

### (1) 모델 1. 바이오매스 산물수집의 민간 위탁경영 모델

#### (가) 사업의 추진배경

- 산림청은 실업난을 해결하고, 국민의 삶의 질을 풍요롭게 하기 위하여 산림서비스를 제공하는 형태로 2008년부터 숲가꾸기 일자리사업, 산림서비스 증진사업, 산림보호 강화사업 3개 분야의 총 11개 일자리 사업을 운영하고 있음.<sup>12)</sup>

표 30. 산림분야 사회서비스 일자리사업

영역	일자리사업	사업 내용
숲가꾸기 일자리 사업	공공산림 가꾸기	- 공공성이 강한 산림에 대한 숲가꾸기 및 사업업무 보조
	산림바이오 매스 산물수집	- 숲가꾸기 산물수집을 통해 산업원료나 바이오에너지 원료로 공급
산림 서비스 증진 사업	숲길조사 관리원	- 등산로의 정확한 정보구축 및 훼손예방을 위한 등산로 조사 관리
	도시녹지 관리원	- 도시산림공원 등 도시숲에 대한 안내·생태교육 및 가로수 실태조사 등 사후관리
	수목원 코디네이터	- 수목원에 대한 올바른 정보를 국민들에게 전달하고 식물 유전자원 보전
	숲해설가	- 자연휴양림, 수목원 등을 찾는 국민들에게 산림에 관한 지식 전달 및 숲탐방·숲체험 활동 지원
	숲생태관리인	- 국립자연휴양림 내의 숲 생태, 시설물 관리 및 이용객 안전사고 예방활동
	산지전용 모니터링	- 산지개발 수요증가에 따른 전용지와 복구지에 대한 모니터링
	휴양림 코디네이터	- 사유자연휴양림 내의 숲 생태, 시설물 관리 및 이용객 안전사고 예방활동
산촌생태마을 매니저	- 산촌마을의 소득증대 도모와 산촌체험사업의 원활한 추진	
산림보호 강화사업	산림보호 감시원	- 산불감시 및 예방활동, 자연재난 예방 및 복구, 산림병해충 예찰 및 방제 등

자료 : 산림청(2008), 2008 재정성과 모니터링

12) 산림청(2008), 2008 재정성과 모니터링





- 이 중 숲가꾸기 일자리사업 분야에 속하는 ‘바이오매스 산물수집단 사업’은 공공산림가꾸기를 통해 발생한 산물을 수집함으로써 산물의 이용을 촉진시키고, 산업원료나 바이오에너지 원료로서 화석연료에 대한 에너지 대체의 효과에 기여하는 것을 목적으로 함.

[2009년 7월, 산림청 녹색일자리 추진성과보고서]

- 바이오매스 산물수집단에 고용된 인원은 총 4,246명(2009년 7월 기준)으로 30만m<sup>3</sup>의 산물을 수집한 것으로 나타났고, 바이오매스 활용부분에 있어서도 2천 ton의 펠릿생산, 300명의 고용 성과를 달성한 것으로 나타남.

목질바이오매스 수집 확대	바이오매스 수집단	30만ton 수집	4,246명
	바이오매스 활용	펠릿 1,869ton 생산	300명

그림 17. 산림청 녹색일자리 추진성과보고

자료 : 산림청(2009)

- 현재 바이오매스 산물수집은 지자체를 중심으로 실시되고 있으며, 운영방식은 크게 지자체 직영방식과 산림조합 대행방식이 있음.
- 수집된 산물은 공개입찰 방식으로 기업이나 목재상에 매각되거나 톱밥으로 가공하여 축산 농가에 저렴한 가격에 제공, 혹은 화목보일러의 연료로서 농가에 저렴하게 제공하는 형태가 있으며 이 과정에서 판매에 따른 수익이 발생함.
- 하지만 발생한 수익이 회계 처리상 지자체의 세외수입으로 귀속되면서 발생한 수익은 산림사업이나 산림서비스 제공에 대한 재투자로 활용되지 않고 있음. 이에 바이오매스 산물의 처분에 따라 발생한 수익이 산물수집을 위한 추가 고용이나 그 밖의 사회적 효과를 발생시키는데 활용될 수 있도록 하는 방안이 필요함.

**(나) 사업화를 위한 추진체계의 구축**

- 정부주도의 공공사업으로 진행되어온 바이오매스 산물수집단 사업을 민간 위탁경영 방식으로 단계적으로 전환하여 산물수집 및 판매구조를 체계적으로 구축함.
- 일반적으로 국유림을 제외한 사유림의 경우 산주의 동의를 얻어 숲가

꾸기 사업이 이루어짐. 하지만 숲가꾸기 사업을 통해 발생하는 효과에 있어 산주들에게 기대되어지는 소득이나 성과가 적기 때문에 작업에 대한 무관심이 커지거나 사업실행에 대해 수동적인 참여가 늘면서 원활한 숲가꾸기 작업이 이루어지지 못함.

- 우드펠릿의 원료로 숲가꾸기 산물을 활용하기 위해서는 산주의 동의를 얻어 사업을 하는 기존의 방식으로는 한계가 있음. 본래 임지 내에서 발생한 산물은 원칙적으로 산주의 사적재산에 속하며, 산주의 동의를 얻더라도 공공성 이외의 목적으로 활용하는 것은 근본적으로 제한되어 있기 때문에 수익성을 전제로 하는 펠릿의 원료로 활용하는 것은 바람직하지 않음.
- 따라서 펠릿의 원료로서 숲가꾸기 산물을 적극적으로 활용하기 위해서는 산주에게 보다 직접적인 보상의 제공방안을 모색해야 함.
- 이에 임목대 분석을 통해 산물의 활용에 대한 일정 금액을 산주에게 지불함으로써 숲가꾸기 사업에 대한 산주들의 관심 증가와 바이오매스 산물의 원활한 활용이 기대됨.
- 바이오매스 산물수집의 비즈니스 모델에는 기존의 영림단이나 산림법인체가 민간사업체로 참여할 수 있으며, 이 법인체들은 향후 우드펠릿생산을 위한 원료공급 사업체로 발전이 가능함.

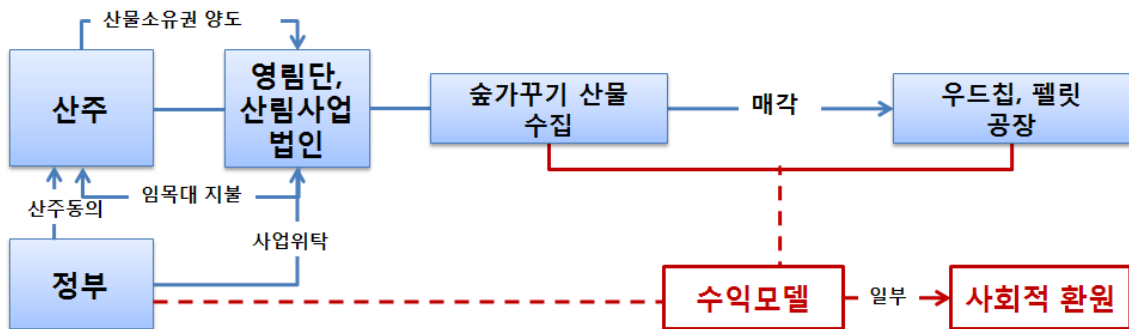


그림 18. 민간위탁경영 비즈니스 모델

### (다) 사업화를 위한 이해관계자의 관계 및 역할

#### ■ 정부

##### ○ 일반 산주의 협력과 참여를 유도

- 바이오매스 산물수집 및 이용에 있어 가장 중요한 것은 산주의 협력과 참여로 목질바이오매스 산업화의 중요성과 성과에 대해 공감대를 이끌어 내는 것이 중요함.
- 산주 및 지역 주민들을 대상으로 목질바이오매스에 대한 전략적 홍보 활동을 통해 우드펠릿에 대한 이해와 목질바이오매스에 인식을 향상 시킴.

##### ○ 위탁경영의 수익구조 확립을 위한 보조정책 시행

- 바이오매스 산물을 매각함으로써 발생하는 수익과 산주에게 지급될 임목대금 및 실제 산물수집시 지출되는 비용이 균형을 이루기 위해서는 일정부분 정부의 보조가 필요함.
- 단 위탁사업보조 시기별로 보조비율에 차이를 두어 향후 사업체가 정부의 보조 없이도 독자적인 비즈니스 모델을 구축할 수 있도록 함.



그림 19. 정부 위탁경영의 수익구조

#### ■ 바이오매스 산물수집 · 판매 사업체

##### ○ 전문 인력의 확보 및 육성

- 보다 전문적이고 안정적인 경영을 위해서는 전문경영지식을 갖춘 CEO의 활용이 요구됨.
- 또한 전문경영인 외에도 산물수집작업 등을 원활하게 수행할 수 있는 전문노동인력의 육성과 확보가 중요함.



○ 지역 내 산림이해관계자 간 네트워크 구축

- 숲가꾸기 사업을 통한 산물의 수집·이용의 원활화를 위해서는 숲가꾸기사업, 산림소유자, 펠릿생산사업체 간의 긴밀한 관계형성과 소통을 할 수 있는 네트워크 형성이 필요함.

**(라) 비즈니스 모델 활용의 기대효과**

○ 경제·사회적 효과

- 공적영역에서 주도적으로 담당해온 산림분야를 점차 민간으로 이양시켜 산림서비스 제공에 대한 수요-공급 구조를 구축함으로써 새로운 시장을 형성할 수 있음.
- 민간위탁을 통해 산물수집에 대한 독립적인 비즈니스모델을 형성할 수 있으며, 발생하는 수익을 바탕으로 지역 내 일자리를 창출시키고 지역 고용이 발생 가능함.

○ 환경적 효과

- 지역 내 임지폐잔재의 수집 및 활용률을 높임으로써 지산지소, 지폐지활의 순환형 지역사회를 형성하는데 기여함.
- 산림자원의 순환적 활용을 통해 지구온난화 방지에 기여함.

**(2) 모델 2. 우드펠릿의 생산 및 유통 비즈니스 모델**

**(가) 우드펠릿생산 비즈니스 모델**

■ 사업의 추진배경

- 우드펠릿은 목질바이오매스자원을 활용하여 만든 표준화, 규격화된 연료로서 운송 및 보관의 유용성과 연소효율이 뛰어나 이용의 편의성이 높기 때문에 타 목질연료(화목, 우드칩, 브리켓 등)에 비해 산업적으로 발전할 가능성이 높음.
- 미국, 캐나다, 유럽, 일본 등 선진국에서는 기후변화에 대한 국가적



대응과 지역자원의 순환적 활용이라는 측면에서 산림자원을 활용한 우드펠릿 생산산업에 주목하고 있음.

- 국내에서는 저탄소 녹색성장의 국가기조와 함께 고유가에 대한 대응과 온실가스의 감축의 대안으로서 신재생에너지의 보급과 확대에 주목하고 있음. 산림청에서는 특히 목질바이오매스 자원을 활용한 우드펠릿생산을 통해 대체에너지산업 개발에 대응하고 있음.
  - 2007년 1월 우드펠릿 공장설치 및 보일러 보급사업 계획 수립
  - 2007년 12월 『산림바이오에너지 수급 및 이용전략』 수립
  - 2008년 여주목재유통센터에 펠릿생산공장을 설치, 약 2천 가구에 펠릿 보일러 원료 공급을 추진
- 현재 녹색뉴딜사업으로 숲가꾸기 면적과 이에 대한 산물수집량이 확대됨에 따라 난방원료로서의 우드펠릿 활용에 대한 관심이 높아지고 있음. 이에 따라 산림청에서는 원료공급 가능량 및 경제성 등을 감안하여 시군 지자체와 산림조합, 민간업체 등을 대상으로 펠릿공장 설립에 대한 지원사업을 실시 중에 있음.<sup>13)</sup>
- 지원사업의 특성상 국비 및 지방비의 시설투자비 지원비율은 큰 비중을 차지하고 있음. 향후 지속 가능한 기업의 운영을 위해서는 지역주민과 개인출자자, 지역 내 금융기관 등의 참여에 의한 공동출자 방식을 통해 기업운영에 대한 책임과 의무를 분산시킬 필요가 있음.

표 31. 산림청 우드펠릿제조시설 조성사업의 세부내용

구분	내 용
사업배경 및 목적	- 우드펠릿 생산·공급 인프라 구축 - 원료공급과 수요처 확보에 유리한 지역을 중심으로 우드펠릿공장 설치 • 2010년 사업물량 및 예산 : 8개소, 70억원 (목표생산량 8만ton) • 2012년까지 46개소, 262천ton 펠릿생산을 목표로 함 - 이와 함께, 산림조합목재집하장 위주로 2012년까지 16개 펠릿공장 설립을 목표로 함(여주, 청원, 김해, 양평, 문경, 남원, 산청, 평창, 동해, 제천, 울진, 안동, 포항, 진안, 성주의 산림조합목재집하장 인근)
지원조건	- 시장·군수, 시·군 산림조합장, 민간업체
시설투자비지원 (매칭펀드방식)	- 지자체 지원 시: 국비 50%, 지방비 50% - 산림조합 및 민간업체 지원 시: 국비 50%, 지방비 20%, 자부담 30%
지원규모	- 기존 시간당 2ton, 1ton, 0.5ton 지역여건에 맞게 설치, 지원 (기존의 시간당 2ton으로 획일적으로 지원되던 것을 탈피하여 지역여건에 맞춰 설치할 수 있도록 개선함)
심사기준	- 지자체의 의지, 숲가꾸기 산물수집계획, 지역 내 수요처 계획 등

자료 : 산림청(2009)

13) 산림청(2009), 저탄소 녹색에너지 공급 프로젝트-목재펠릿 보급확대 대책(안)

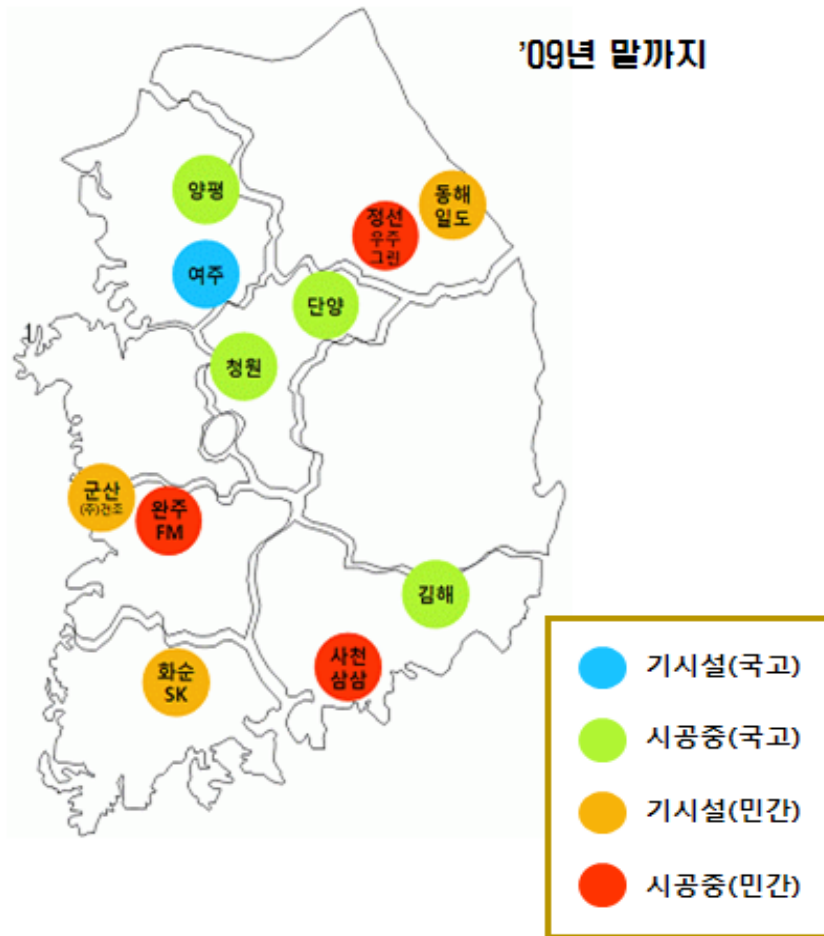


그림 20. 국내 우드펠릿생산공장 현황(2009년 기준)

■ 사업화를 위한 추진체계

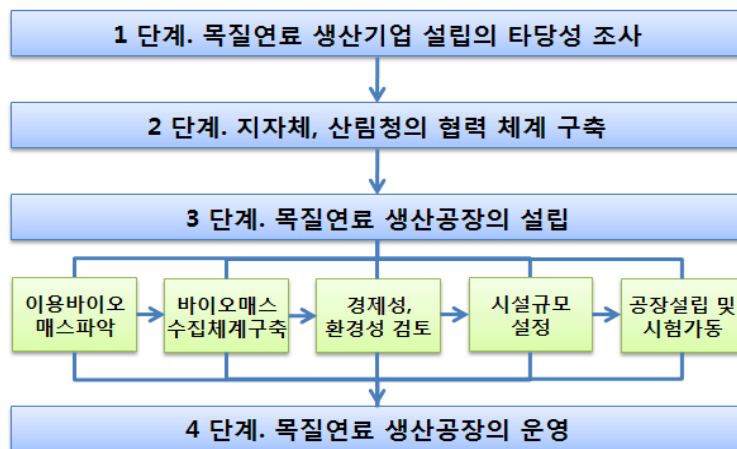


그림 21. 우드펠릿의 생산 및 사업화 단계

- 1단계 : 목질연료 생산기업 설립의 타당성 조사
  - 우드펠릿의 생산과 공급을 통한 목질바이오매스 에너지 이용 시스템의 도입에 대한 의의를 도출함.
  - 처리적 측면 : 기존의 방치되어 있던 임지폐재나 제재폐재의 재활용을 통해 자원순환형 사회 구축에 기여함.
  - 에너지·환경적 측면 : 고유가에 대한 대비, 지역에너지 비용의 저감 이산화탄소 배출의 감축 효과가 기대됨.
  - 고용적 측면 : 펠릿생산공장의 설립을 통해, 원료의 수집과 공장의 운영, 펠릿 유통 등의 다양한 분야에서 고용을 발생시킬 수 있으며, 새로운 지역산업으로 자리매김함으로써 다양한 형태로 지역의 경제적 이익을 창출할 수 있을 것으로 기대됨.
  
- 2단계 : 지자체 및 지역주민, 산림청간의 협력 체계 구축
  - 펠릿공장 설립을 위한 시설투자, 공장부지의 선정 및 원료 조달계획의 수립, 시설물 구입 등에 있어서 정부와 지자체, 지역주민, 지역 금융기관 등이 주체별 협력 체계를 구축해야 함.
  - 산림청의 ‘우드펠릿제조시설 조성사업’의 활용함 : 지자체와 지역 내 산림조합 혹은 민간업체와의 협력을 통해 시설투자비를 유치함(매칭 펀드방식).
  - 주민출자에 의한 기금조성 : 정부나 지자체의 지원 이외에 지역주민들이 출자하는 조합 방식을 통해 펠릿공장 설립과 관련된 기금을 조성함. 지역주민들이 참여함으로써, 운영과 관련된 지역 네트워킹을 구축하고 지역 내에서 보다 지속 가능한 경영모델 창출이 가능함.
  - 개인출자 및 지역금융기관과의 협력 : 정부나 지자체의 지원, 주민출자로 인한 기금 조성 이외에도 펠릿 생산 사업자가 초기 자본금을 출자하거나 지역 금융기관과의 협력을 통해 저금리의 은행 대출로 시설 투자비를 마련하는 방식이 있음. 이는 사업을 시행하고 운영하는 주체인 ‘개인이 직접 투자하는 방식’으로 기업경영에 대한 책임감의 증대와 지속 가능한 경영을 유도할 수 있음.

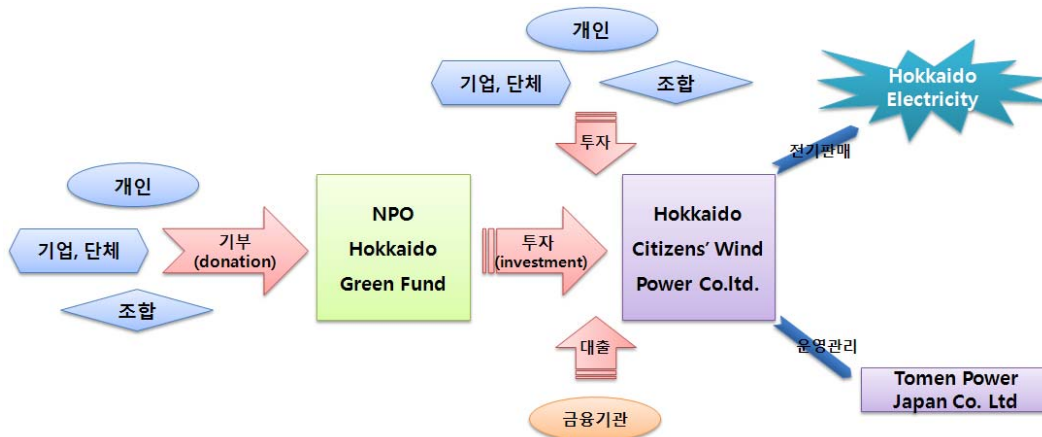
**사례 1) 기후현 우드펠릿 주식회사**

- 2008년 7월에 설립된 펠릿생산업체로 시간당 1ton 규모의 펠릿생산공장
- 공장시설투자지원: 환경성 50% ‘지구온난화 대책 모델 인큐베이터 사업’  
지역금융기관 50% 저금리 은행대출
- 이밖에도 개인 출자자 4명의 초기자본금을 마련하여 만든 기업으로 정부와 다카야마시, 지역 금융기관 등의 협력이 펠릿공장 설립에 큰 역할을 수행함

그림 22. 기후현 우드펠릿 주식회사의 운영사례

**사례 2) 홋카이도 그린펀드(Green Fund in Hokkaido, JAPAN)**

- 1997년에 세워진 NPO 조직으로 약 1,300명의 회원을 보유하고 있음.
- 시민참여에 의한 풍력 발전소 건립과 그린에너지의 이용확대 및 보급을 위한 지역 내 업무를 담당하고 있음.
- **시민출자로 설립된 풍력발전소 ‘시민에 의한, 시민을 위한 발전소’**
  - Funding: 지자체 25백만엔, 시민 140백만엔 투자
  - 200명의 개인투자자, 16개의 기업 및 단체에서 참여
  - NPO 홋카이도 그린펀드가 주축이 되어 정부, 시민, 기업 협력구조 구축
  - 시민참여 및 출자를 통한 새로운 그린 비즈니스 모델로 대표적임.



발전소 설립을 위한 투자구조

⇒ 우드펠릿의 경우에도 지역 내 펠릿보일러를 사용하고 있는 지역주민들 혹은 잠재소비자들을 대상으로 조합을 구성, 주민출자를 통해 우드펠릿생산 공장 설립이 가능함.

그림 23. 홋카이도 그린펀드



o 3단계 : 목질연료 생산공장 설립

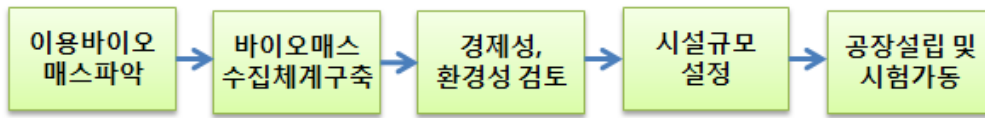


그림 24. 목질연료 생산공장의 설립단계

- 이용 가능한 바이오매스의 파악 : 목질바이오매스 자원의 유형별 이용 및 수급 가능량을 파악함.
- 바이오매스 수집의 체계구축 : 지역 내 안정적인 원료수급을 위한 조달체계를 구축함.
- 경제성·환경성 검토 : 원료수급량 파악을 통한 연료생산량 및 비용의 산출, 목질연료 사용에 따른 경제적, 환경적 효과를 검토함.
- 시설규모의 설정 : 경제성 분석을 통한 원료수급 및 연료생산량의 분석으로 공장규모를 설정함.
- 공장의 설립 및 시험 가동을 추진함.

o 4단계 : 목질연료생산 기업의 운영

- 목질연료를 생산하는 공장을 설립한 후에 기업은 다음과 같은 운영방식으로 대응할 수 있음.

표 32. 목질연료 생산기업의 운영방식 및 특징

운영방식	특징
사회적기업 운영	- 취약계층의 사회적 고용, 공익성을 강조 - 원료조달을 위한 지역협력이 중요
지자체 혹은 산림조합에 의한 직영운영방식	- 목질연료생산을 위한 원료조달이 용이
민간위탁경영방식	- 전문경영인을 통한 경영의 전문성 추구



## ■ 주체별 역할

### ○ 지자체

- 공장설립을 위한 정부의 투자유치에 협력함.
  - 산림청의 ‘우드펠릿제조시설 조성사업’의 경우 시행주체가 시장, 군수, 시군 산림조합장이기 때문에, 사업의 원활한 추진을 위해서는 지자체의 협조가 무엇보다 중요함.
  - 지자체가 협조하여 사업을 지원할 경우, 우드펠릿공장의 설립을 위한 시설투자비에 50%가 지원이 되므로 우드펠릿생산 비즈니스 모델을 구축하기 위한 초기비용부담을 낮출 수 있음.
- 우드펠릿 원료수집관련 협력
  - 우드펠릿원료 조달의 원활화를 위해 지역 내에서 발생하는 숲가꾸기 산물을 적극적으로 활용할 수 있도록 협조해야 함.
- 지역 내 유휴지 활용을 통한 공장부지 선정관련 협조
  - 지역의 유휴지, 미이용지를 활용하여 우드펠릿생산공장을 설립할 수 있도록 필요한 부지의 선정단계에서 협력할 수 있도록 함.

### ○ 지역 내 기업(일반기업, 제재소, 폐기물 관리업체, 칩 공장 등)

- 우드펠릿 원료수집관련 협력
  - 제재소나 폐기물 관리업체의 경우, 기존에 발생했던 톱밥이나 목질폐기물을 펠릿의 원료로 활용할 수 있도록 협조가 필요함.
  - 농가의 가정용 연료나 축산퇴비, 조경재료로 공급되었던 기존 소비처와의 경합관계를 최소화 하는 것이 중요함.
- 우드펠릿생산공장을 경영하는데 필요한 기업경영체계·방식에 대한 지도 및 지원

### ○ 지역주민, 지역 금융기관

- 지역 내 우드펠릿 생산 공장을 설립하는데 필요한 초기자본금 및 시설비용에 대한 출자에 참여함.
- 펠릿생산공장 운영과 관련된 저금리 대출 등의 투자지원

## ■ 기대효과

### ○ 경제·사회적 효과

- 펠릿 생산 공장의 설립은 공장의 운영과 관리에 대한 일자리를 발생시키며, 지역고용을 가능하게 함.
- 지역 고유의 에너지 산업으로서 발전 가능성이 있음.

### ○ 환경적 효과

- 바이오매스 산물 이외에도 지역 내 미활용 되고 있는 목질폐기물 (건설, 생활폐기물 등)의 활용을 도모할 수 있음.

## (나) 우드펠릿판매 및 공급 비즈니스 모델

### ■ 사업의 추진배경

- 우드펠릿의 판매·유통구조의 구축과 활용으로 인해 발생하는 이익은 목질바이오매스와 관련된 지역산업의 육성을 유도할 수 있음.
- 지역 내에서 생산되는 목질바이오매스 자원의 활용과 펠릿의 생산 및 소비를 통해 지산지소의 순환형 사회를 구축하는 것을 목적으로 함.

### ■ 사업화를 위한 추진체계의 구축

#### ○ 거점별 펠릿 유통처의 설립, 지역판매망의 구축

- 우드펠릿 수요처의 데이터베이스화를 통해 지역의 거점별 펠릿 유통처를 설립함으로써 판매를 통한 수익구조를 창출하고자 함.
- 지역 내 수요처를 지속적으로 늘려 안정적인 유통 판매망을 형성함.

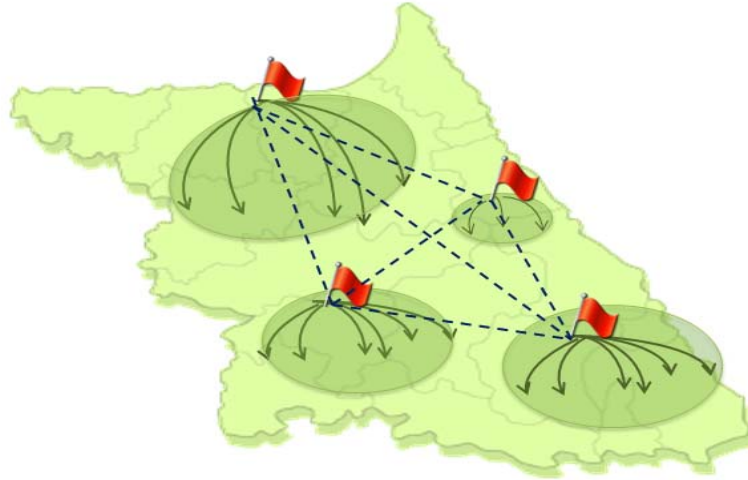


그림 25. 지역 목질연료 유통망 구축

### ■ 사업화를 위한 이해관계자의 관계 및 역할

#### ○ 정부

- 목질연료 연소기기의 보급 지원 확대
  - 영세 농가를 대상으로 한 가정용 목질연료보일러의 지원 대상을 관공서 및 복지시설, 지역의 초·중·고등학교 등으로 확대하여 지역 내 기본 수요층을 확보하는 것이 필요함.
- 목질연료 구입에 대한 보조 지원의 확대
  - 다양한 사회·환경적 영향으로 우드펠릿의 가격이 상승하거나 수요처가 줄어들어 충분한 이익을 발생시킬 수 없는 경우를 대비하여, 소비자나 생산자에게 일정부분 연료구입에 대한 시스템을 마련해야 함.
  - 사회적 변화에 따른 우드펠릿의 가격변동을 최소화시켜 소비자로 하여금 지속적인 우드펠릿의 수요를 만들어 내는 것이 중요함.

#### ○ 지역 내 NPO<sup>14)</sup>

- 우드펠릿의 홍보
  - 지역 내 NPO를 주축으로 우드펠릿활용에 대한 홍보 및 보급 활동을 전개하여 우드펠릿에 대한 지역민의 인식을 높임.

14) 비영리 민간단체(Non-Profit Organization)

- 우드펠릿활용에 대한 중간지원조직의 역할 수행
- 지역의 NPO가 우드펠릿 유통의 거점역할을 하거나, 목질펠릿을 활용한 연소기기의 홍보를 통해 구매를 위한 상담자의 역할을 함으로써 지역 내 펠릿수요증대를 위한 중간지원조직으로서 활동할 수 있도록함.

### ■ 비즈니스 모델 활용의 기대효과

#### ○ 경제·사회적 효과

- 펠릿의 경우 등유나 경유 등 화석연료에 비해 상대적으로 가격의 유동성이 작고, 비교적 저렴하여 난방 연료로 사용시 지역의 에너지 비용을 저감시킬 수 있음.

#### ○ 환경적 효과

- 펠릿의 생산과 소비활동은 이산화탄소 배출의 감축의무 수행과 관련된 기후변화 대책의 지역적 대응책으로 역할이 기대됨.

## (3) 모델 3. 펠릿보일러 설치 및 유지보수 비즈니스 모델

### (가) 사업의 추진배경

- 해외에서 수입된 8천ton의 우드펠릿을 포함하여 총 12천ton이 시설원예나 가정의 난방용으로 주로 사용되고 있음.

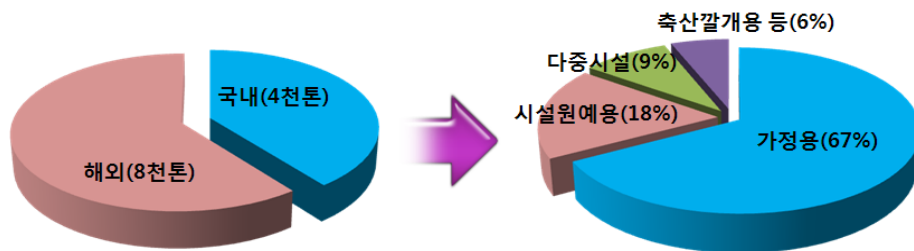


그림 26. 국내 우드펠릿의 사용실태

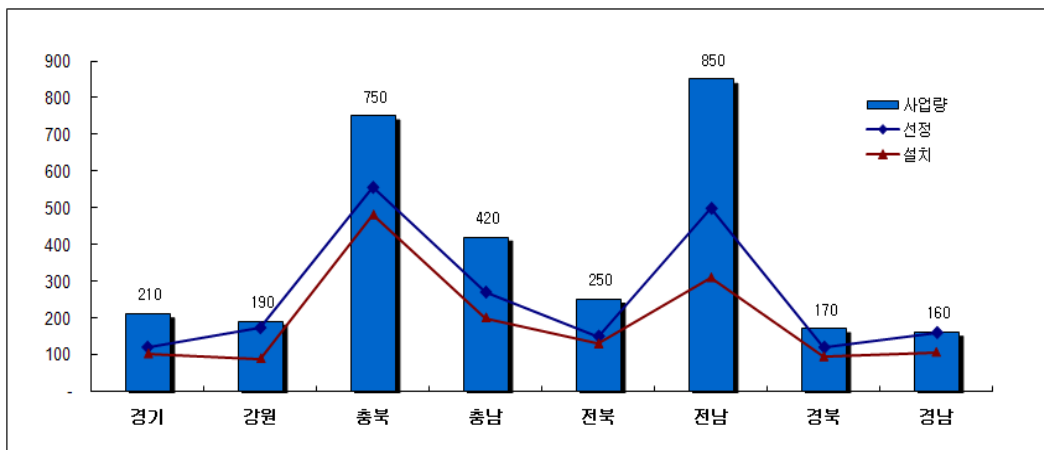
자료 : 산림청(2009)

- 이는 펠릿의 에너지 수요를 증대시키기 위한 산림청의 펠릿보일러 보급정책의 성과임. 앞으로 이 정책사업을 통해 산림청은 농산촌 가정

의 노후화된 보일러를 펠릿보일러로 교체·보급하여 2012년까지 2만7천대 보급을 목표로 하고 있음.

- ('09) 3천대, 9천ton → ('12년까지) 27천대, 162천ton 보급 계획
  - 산림청은 또한 펠릿온풍기 등 난방기의 보급 확대와 연계하여 시설원예의 난방용 우드펠릿보급을 추진하고 있으며<sup>15)</sup>, 이와 함께 신규 조성되는 산림생태마을, 산림탄소순환마을, 농어촌뉴타운 등이나 자연휴양림, 수목원 온실에도 펠릿보일러를 우선 보급하고 있음.
- ('20년 까지) 농산촌 주택 14만호 펠릿보일러로 대체
  - ('09) 3대 → ('12년까지) 39대 → ('20년까지) 143천대 보급

- 2008년 시범사업으로 24대를 보급, 2009년도 3천대 보급 중에 있음 (정부지원을 받지 않은 가정용 펠릿보일러의 경우, 2007년에 150대, 2008년에 600대 정도 보급된 것으로 추정됨)
- 2009년 상반기 1,877대가 정부지원에 선정이 되고 1,333대 설치완료
- 2010년 보급목표량 및 예산 : 4천대 (46억원)
- 지원조건: 국고 30%, 지방비 40%, 자부담 30%
  - 인증기관 인증제품 또는 안전기준 요건에 적합한 보일러 제품 공급
- 지원대상자: 농산촌 지역에 거주하는 일반주민 및 마을회관, 노인정 등 공익시설, 시설원예농가 등



2009년 펠릿보일러의 보급실태

그림 27. 우드펠릿보일러 보급 사업

15) 산림청은 2012년까지 시설원예 경유난방의 20%를 목질펠릿(50만ton)으로 대체하는 것을 목표로 하고 있음.

- 하지만 초기 중소보일러 업체의 과다 출현에 따라 부실제품이 공급되면서 연소기기의 잦은 고장이 발생하고, 이로 인한 민원이 끊이지 않고 있음.
- 이를 해결하기 위해 현재, 산림청에서는 에너지기술연구원과 연계하여 펠릿보일러 제조 핵심기술을 개발하고, 신재생에너지 전문기업으로 등록된 업체에 한해서 펠릿보일러 보급 자격을 부여할 수 있도록 에너지관리공단과 협의 중에 있음.
- 우드펠릿 및 연소기기의 규격이 표준화되어 있지 않은 가운데, 펠릿보일러를 사용하는데 있어 가장 문제시되는 것은 잦은 기기의 고장과 유지관리 문제임.
- 향후 목질연료의 지속적인 사용의 확대를 위해서는 펠릿보일러의 설치 및 유지보수의 서비스를 제공하여 사용자의 편의를 증가시켜야 함.
- 이에 펠릿보일러 설치와 유지보수 전문가로 구성된 A/S 제공업체에 대한 비즈니스 모델을 제안하고자 함.

## ■ 사업화를 위한 추진체계의 구축

### ○ 목질연소기기 유지보수사업단의 구성

- 목질연소기기를 설치하고, 수리할 수 있는 전문가들을 육성하기 위해 지역 내 NPO, 자활센터, 고용지원센터, 직업훈련기관 등이 협력하여 보일러를 설치하고 A/S 하는 기술교육을 시행함.
- 이 중 지원자들을 대상으로 지역 내 목질연소기기 유지보수사업단을 구성함.

### ○ 지자체와의 위탁협약체결을 통해 지역 내 A/S 서비스 제공

- 현재 펠릿보일러의 보급 및 설치와 관련해서 지자체가 담당하고 있으며 지자체는 보일러 업체를 선정하고 지역 내 수요자를 모집하는 일련의 업무를 실시하고 있음.
- 하지만 우드펠릿에 대한 지역주민들의 인식과 관심의 부족으로 수요자를 모집하기가 쉽지 않으며, 펠릿보일러의 설치 및 유지관리와 관련된 민원들을 지자체 공무원이 모두 해결하기에는 한계가 있음.

- 따라서 목질연소기기 유지보수사업단을 구축하여 지자체가 주도하고 있는 펠릿보일러의 보급과 관련한 일련의 과정을 사업체에 위탁하고 주민들의 잦은 민원을 해결할 수 있도록 함.
- 사업단은 펠릿보일러의 수요자 모집과 보일러의 설치 및 유지·보수 업무에 관해 지자체와 협약을 맺고, 지자체로부터 위탁 사업비를 제공받아 업무를 추진함.
- 이밖에도 목질연소기기의 제작업체와 협력을 통해서 목질연소기기 유지보수사업단은 기기 설치 및 A/S에 대한 기술을 제공 받도록 함.
- 목질연소기기 유지보수사업단은 업체 제품의 설치와 A/S를 대행하는 형식의 사업모델로도 발전이 가능함.

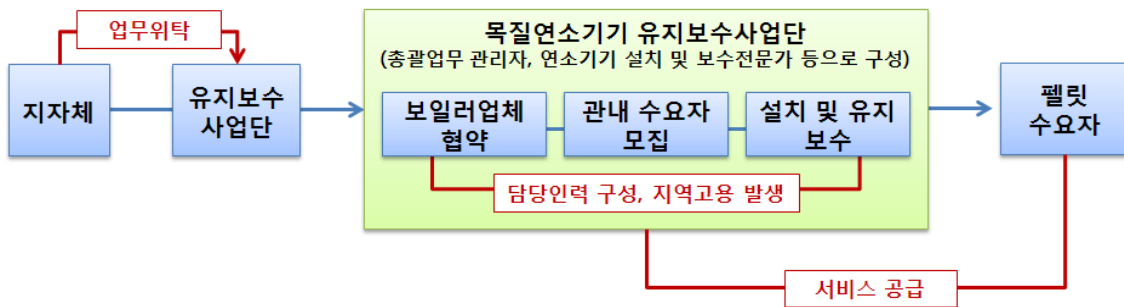


그림 28. 목질연소기기 유지보수 비즈니스 모델

### ■ 사업화를 위한 이해관계자간의 관계 및 역할

#### ○ 지자체

- 목질연소기기 유지보수 사업단이 지역 내 펠릿보일러 수요처를 확보할 수 있도록 공공기관 등 다양한 수요처 확보의 기회를 제공함.

#### ○ 목질연소기기 유지보수사업단

- 펠릿보일러 설치 및 유지보수 서비스를 받은 수요자들의 불편사항을 수시로 접수하여 서비스 개선에 활용함.



- 목질연소기기 제작업체
  - 업체에서 제작된 연소기기의 특징과 문제발생시 대응하는 방법에 대한 노하우를 전달해야 함.
- 펠릿 수요자
  - 펠릿보일러를 활용하는 수요자들간의 네트워킹을 형성하여 펠릿보일러 사용 문제에 대한 개선에 적극적으로 대응하도록 함.

## ■ 비즈니스 모델 활용의 기대효과

- 경제·사회적 효과
  - 우드펠릿 연소기기의 활용도가 향상되고, 그로 인해 펠릿수요량도 늘어날 것으로 기대됨.
  - 이는 향후 지속 가능한 우드펠릿의 생산과 활용에도 영향을 끼칠 수 있으며 ‘목질바이오매스 자원 신재생에너지 전문기업’<sup>16)</sup>으로도 발전 가능함.
  - 지역자활센터나 실업자들을 대상으로 한 연소기기 설치 및 유지 보수와 관련된 교육을 실행하여 전문인을 육성, 고용의 기회를 제공할 수 있음.
- 환경적 효과
  - 목질펠릿의 활용이 증가되면서 지역 내 탄소배출 저감효과를 가져올 수 있으며, 지역의 에너지 자립을 기대해 볼 수 있음.

16) 현재, 에너지 관리공단에서 신재생에너지 설비에 대한 설치를 전문적으로 하는 기업으로, 일정 수준 이상의 신재생에너지 전문 기업을 육성하는 사업을 수행하고 있다. 전문기업으로 등록하기 위해서는 기존 이상의 자본금과 기술인력이 필요함. 우드펠릿의 생산공장과 함께 보일러 설치와 유통 및 유지보수 업무를 함께 시행하고 이에 관련된 전문인을 고용, 육성한다면 ‘목질바이오매스 자원 신재생에너지 전문기업’으로의 성장도 가능할 것이라고 기대됨.

## 2. 비즈니스 모델의 활용을 위한 인큐베이팅 프로세스

### 가. 단계별 추진 프로세스

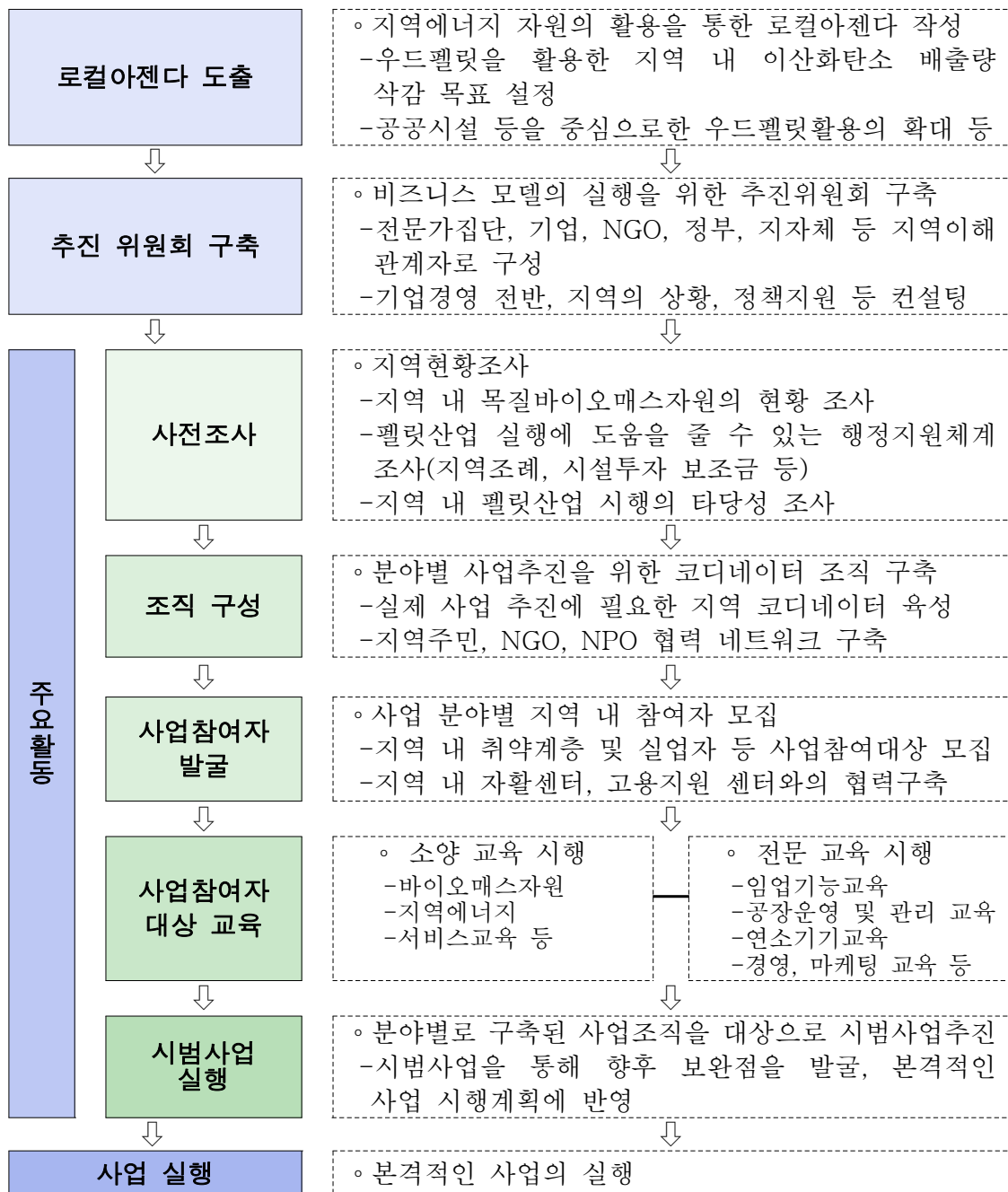


그림 29. 인큐베이팅 프로세스의 단계별 내용

## (1) 1단계 : 추진위원회 구축

- 지역 이해관계자들을 통한 추진위원회 구축
  - 목질바이오매스에너지 자원의 활용 및 기업경영, 지역 전문가, 행정, 정부, 지역 대학 등 사업 전반에 걸쳐 관련된 지역 이해관계자들로 구성함.
  - 사업 추진에 필요한 전문적인 지식 등에 대한 컨설팅, 자문의 역할을 수행함.
  
- 산업계와 일반 시민들의 참여를 이끌어 내기 위한 회의 개최
  - 강연회나 포럼과 같은 형식이 아닌 지역주민들을 비롯한 모든 지역 구성원들에게 이득이 갈 수 있도록 서로의 의견을 교환하는 정기적인 회의를 개최함.
  - 서로의 정보를 공유하고 점차 사업의 시행을 위한 공통된 과제를 합의 하는 방향으로 흘러가야 하며, 정부와 행정 등의 협력 구조를 구축하는 것이 중요함.
  
- 산학 협력구조 구축
  - 일본의 이와테 지역의 경우, 이와테 대학을 중심으로 한 INS(Iwate Network System)를 구축하여 기업과 대학 산학연계를 통한 환경벤처 비즈니스 육성에 노력을 기울이고 있음.
  - 목질바이오매스자원을 활용한 에너지 이용 등의 분야의 육성을 꾀하고 있으며, 환경 벤처 기업가를 육성하기 위한 기업가 육성 프로그램도 시행 중에 있음.



그림 30. 우드펠릿 비즈니스 추진위원회의 구성



## (2) 2단계 : 사전조사

- 목질바이오매스자원을 활용한 비즈니스 실행을 위한 지역현황 조사
  - 추진위원회의 전문가 집단을 중심으로 지역자원조사를 시행함.
  - 지역 내에 보유하고 있는 목질바이오매스자원의 현황을 파악하여 사업시행의 가능성을 진단함.
  - 이밖에 지역의 행정, 지역전문가 등을 통해 목질바이오매스사업 시행에 도움을 줄 수 있는 행정지원체계(지역조례, 시설투자 보조금 등)에 대한 조사가 필요함.
  - 지역자원조사 및 행정지원체계 등의 조사를 통해 지역 내 목질바이오매스사업 시행의 타당성을 이끌어 냄.

## (3) 3단계 : 로컬아젠다 도출

- 목질바이오매스자원의 활용에 대한 지역에너지 비전의 수립
  - 지역의 특징과 상황에 맞는 목질바이오매스에너지비전을 수립하여 구체적인 목표와 시행체계를 구축하는데 도움을 줄 수 있음.
- 목질바이오매스 자원의 활용에 대한 아젠다 작성
  - 목질바이오매스 자원의 활용을 통해 지역이 달성하고자 하는 목표를 작성함.
    - 우드펠릿활용을 통한 지역 내 이산화탄소 배출량 삭감 목표
    - 지역 내 공공시설(행정기관, 주민자치센터 등) 등을 중심으로 한 우드펠릿활용율의 증가 목표 설정 등
  - 목질바이오매스 자원의 활용을 통해 지역이 구체적으로 달성할 수 있는 성과목표를 설정하여 사업 시행에 효율성을 높임.

#### (4) 4단계 : 조직구성

##### o 분야별 사업추진을 위한 시행 조직의 구성

- 각 분야별 비즈니스 모델(바이오매스자원 수집 및 판매/ 연료생산 및 유통판매/ 연소기기 설비, 유지보수)을 실제로 시행하는데 필요한 지역 코디네이터의 육성
- 지역주민, NPO 등의 협력네트워크를 가진 조직으로 구성되어야 하며, 각 분야별 전반적인 사업을 직접 시행, 관리하는 실행조직으로서의 역할을 담당하게 됨.

##### 사례) 강원폐광지역, 신재생에너지 사업단

- ‘함께일하는재단’이 코디네이트하고 있는 조직으로, 강원폐광지역 내 신재생에너지 사회적 기업 설립을 위한 실행주체
- 강원폐광지역 내 저소득 가정 및 복지기관 등 공공시설을 중심으로 펠릿보일러 무상설치, 기본수요층 확보
- 지역 내 자활센터와 컨소시엄을 구성하여 사업 참여자들을 모집, 자활근로참여 교육 등을 통한 사업핵심동력 육성
- 취약계층 및 지역민들에게 일자리 제공, 지역주민 설명회 및 지역에너지 포럼 추진을 통해 우드펠릿의 지역 내 필요성 홍보

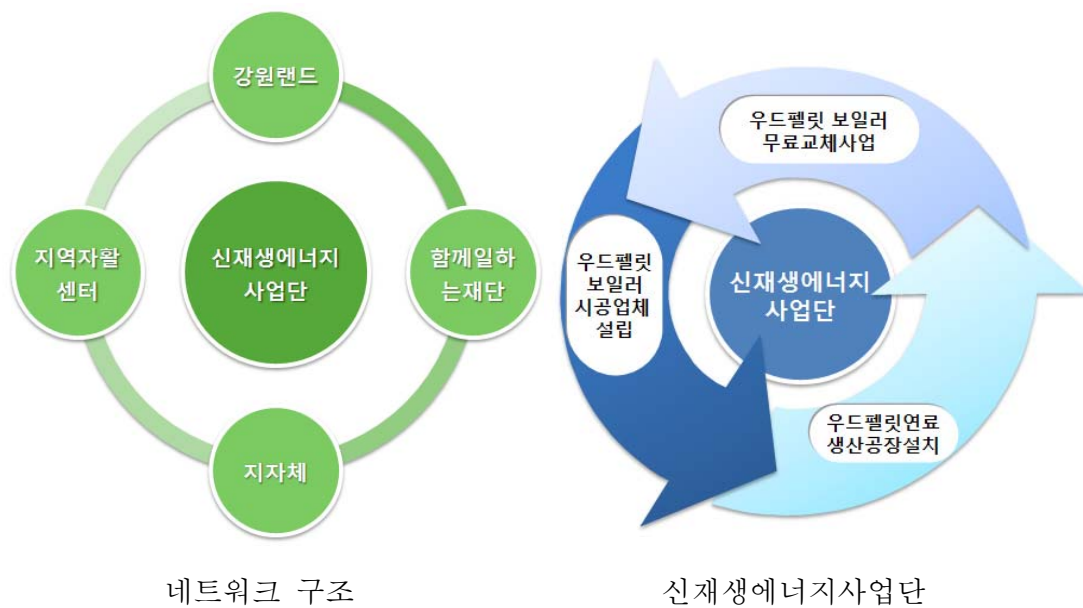


그림 31. 강원폐광지역의 신재생에너지사업단



### (5) 5단계 : 사업 참여자 발굴

- 각 분야별 사업실행조직을 주축으로 지역 참여자의 모집 및 발굴
  - 전 단계에서 구축된 사업 분야별 조직의 구성원은 지역 내 취약계층이나 실업자 등을 대상으로 사업 참여자를 모집하고 선발함.
  - 모집·선발을 위해서는 지역 내 자활센터, 고용지원센터와의 협력 구조가 필요하며, 일반 시민들의 관심을 이끌어 낼 수 있는 홍보활동이 요구됨.

### (6) 6단계 : 사업참여자 대상 교육

- 각 분야별로 선발된 사업참여자에 대한 교육 시행
  - 공통적인 기본 소양교육과 각 사업별로 필요한 전문교육을 시행함.
  - 기본 소양교육에는 바이오매스자원, 바이오매스에너지에 대한 기본 개념 및 활용의의, 지역에너지, 자원순환형사회 등 목질바이오매스자원의 활용과 관련된 전반적인 교육을 시행함.
  - 분야별 전문교육에는 원료수집 및 판매와 관련된 임업기능인 교육, 펠릿생산 및 판매와 관련된 공장운영 및 관리교육, 펠릿보일러 등 연소기기와 관련된 설치, 유지·보수교육, 기업경영 전반, 마케팅 관련 교육 등이 있음.

### (7) 7단계 : 시범사업의 실행

- 각 분야별 사업의 시범운영
  - 사업참여자의 모집과 교육 후, 기본적인 사업시행 구조를 마련하여 본격적인 사업 시행전에 시행착오를 줄이기 위한 방안으로서 시범운영을 실시함.
  - 시범운영을 통해 문제점이나 보완점을 찾아내어, 실제 사업 계획에 반영하여 계획을 수정, 보완함.
  - 이후 안정적인 시범운영의 조건을 바탕으로 실제 사업시행을 추진함.

## 나. 프로세스 추진 시 고려사항

### (1) 지자체 비전수립을 통한 명확한 전체상의 제시

- 지역단위의 목질바이오매스에너지 비전의 수립
  - 지역마다 지역의 상황은 다양하므로 지역의 특성에 맞게 에너지 비전을 세우고 그것을 바탕으로 체계적인 활동계획을 세우는 것이 중요함.
  - 이는 지역 내 목질바이오매스에너지의 활용과 보급에 있어 시행착오를 줄여주며 총체적 관점에서의 목질바이오매스에너지 도입을 가능하게 함.
  
- 목질바이오매스에너지 비전의 홍보
  - 지역주민들을 대상으로한 에너지 비전의 홍보를 통해 지역주민들의 목질바이오매스에너지에 대한 인식을 높이고 이와 함께 우드펠릿과 펠릿보일러 등의 활용을 증가시킬 수 있음.

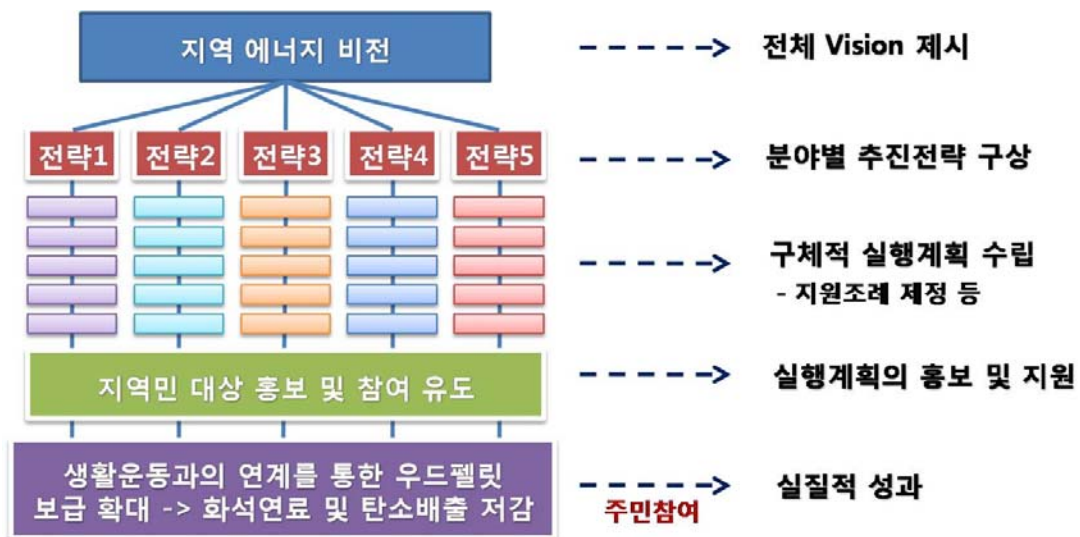


그림 32. 지역에너지비전 설립을 통한 추진체계



## (2) 지역 내 협력구조의 구축

- 우드펠릿 비즈니스 추진위원회를 중심으로 한 지역네트워킹 구축
  - 우드펠릿 비즈니스는 목질바이오매스자원의 수집에서부터 가공, 지역산업으로 육성되기 위해서는 지자체, 정부, 지역주민, 지역기업, 지역 대학 등 다양한 주체들의 참여가 필수적임.

## (3) 공공성과 수익성의 고려

- 사회적 공공성과 경제적 수익성을 고려한 비즈니스모델의 확립
  - 산림이 가지고 있는 공공재적인 특성으로 인해 산림사업 또한 수익성과 동시에 공공성을 가지고 있음.
  - 우드펠릿 비즈니스의 경우에도 숲가꾸기를 통한 목질바이오매스 자원의 활용이라는 공익적 목적과 동시에 펠릿의 생산과 판매를 통해 수익을 가져올 수 있다는 경제적 목적을 함께 가지고 있음.
  - 이에 산림산업이 가지고 있는 수익성과 공공성을 균형있게 유지하기 위한 사회적 기업방식의 비즈니스모델의 확립이 요구됨.





## IV. 결 론

1. 연구 결과 요약
2. 발전 방향
3. 연구 결과 활용



# 1. 연구 결과 요약

## 가. 목질연료의 전과정 현황

- 목질연료의 이윤과 가격 대비 발열량은 우드칩, 이용 편의성은 우드펠릿이 높음.
  - 생산, 수집, 운송체계는 우드칩이 2개, 우드펠릿은 3개의 과정으로 분류함. 우드칩 생산과정은 현장에서 이동식 파쇄기를 이용하여 칩을 생산하고 소비처로 운반하는 과정(A과정)과 산물을 대형 칩공장으로 운반한 후 생산된 칩을 소비처로 공급하는 과정(B과정)이 있음. 우드펠릿은 현장에서 파쇄한 톱밥을 펠릿공장까지 운반하여 펠릿타이징하는 과정(C과정), 산물을 펠릿공장으로 운반하여 파쇄한 후 펠릿을 만드는 과정(D과정), 벌채지가 아닌 제재소 등의 목재가공 공장에서 발생한 2차 산물인 톱밥으로 펠릿을 만드는 과정(E과정)으로 구분함.
  - 각 과정별로 생산비용을 분석한 결과, 우드칩은 A과정, 우드펠릿은 D과정의 생산비용이 가장 낮게 나타남. 산출한 생산비용에 따라 목질연료의 이윤과 가격 대비 발열량을 비교한 결과 모두 우드칩이 높게 나타남. 그러나 목질연료의 이용 편의성은 우드칩보다 우드펠릿이 높기 때문에 이를 고려하여 활용 가능성이 높은 목질연료를 생산 및 소비할 필요가 있음.
- CO<sub>2</sub> 배출에 따른 금전적 가치는 우드칩과 우드펠릿이 비슷한 수준이고, 기타 배기가스 배출에 따른 사회적 비용은 우드칩이 가장 높음.
  - 목질연료의 난방시 CO<sub>2</sub> 배출특성에 따른 금전적 가치를 등유와 비교한 결과 우드칩과 우드펠릿은 비슷한 수준이었음. 그러나 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10 등의 기타 배기가스 배출특성에 따른 사회적 비용은 우드칩이 가장 높게 나타남.
  - CO<sub>2</sub>의 저감효과와 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10의 사회적 비용을 통틀어 비교하면 우드칩의 환경성보다 우드펠릿이 더 높게 나타남.

- 폐목재는 다양한 용도로 재활용되고, 이 중에서 우드펠릿을 그린비즈니스 방안 구상의 소재로 선택
  - 폐목재는 크게 생활폐목재, 사업장배출시설계폐목재, 건설폐목재로 분류하는데 재활용 비율은 생활폐목재가 24%로 가장 낮고, 사업장배출시설계폐목재와 건설폐목재가 각각 63%, 81%로 나타남. 이렇게 재활용되는 폐목재는 주로 우드칩, 톱밥, 목탄·목초액, MDF, PB, 우드펠릿, 지주목, 화목 등으로 활용함.
  - 폐목재를 재활용하는데 있어서 가장 중요한 점은 중간에서 우드칩이나 톱밥 등을 생산하는 위탁처리업체의 원활한 원료 공급 여부임. 이의 활성화에 따라서 우드칩이나 톱밥 등으로 목탄·목초액, MDF, PB, 우드펠릿 등의 2차 가공품을 생산할 수 있기 때문임.
  - 현재 국내에서 우드칩은 펄프용 혹은 2차 가공을 위한 원료로 활용하고 있고, 우드펠릿은 주 목적이 연료용 목제품임. 현재 활용되는 주 목적과 소비자들의 이용 편의성을 고려하여 우드펠릿을 그린비즈니스 방안 구상을 위한 소재로 선택함.
  
- 강원도 폐광지역의 4개 시군을 대상 지역으로 선정
  - 우드펠릿의 지속가능한 생산 가능성을 판단하기 위하여 전국 임도길이, 산림 조건 등을 토대로 공급 가능한 임지잔재량을 산출함. 그 결과 전국 임도변에서 임지잔재를 수집할 경우 약 80천ton의 우드펠릿을 생산할 수 있음.
  - 우드펠릿 생산과 소비를 위한 지역은 지난해부터 본격적으로 신재생에너지 관련사업이 진행되었고, 산림조건이 우수한 강원도 삼척시, 영월군, 정선군, 태백시의 4개 시군을 선정함. 또한 강원도 폐광지역의 4개 시군에서 생산 가능한 우드펠릿의 양을 산출한 결과 약 6,600ton이었음.
  - 우드펠릿의 생산비용과 판매수입을 고려하여 공장의 최소 생산량을 분석한 결과, 보조율이 없을 때에는 5,100여 ton, 현행대로 보조율이 70%일 때에는 5,500여 ton이었음. 그리고 운반거리에 따른 운반비용 정보를 이용하여 공장의 유통바운더리를 결정하였는데 보조율에 상관없이 100km까지 유통 가능한 것으로 나타남.

## 나. 녹색성장을 위한 그린비즈니스 방안

- 우드펠릿의 비즈니스 모델을 3가지로 유형 분류
  - 바이오매스 산물수집의 민간 위탁경영 모델 : 정부주도의 공공사업으로 진행되어온 바이오매스 산물수집단 사업을 민간 위탁경영 방식으로 단계적으로 전환하여 산물수집 및 판매구조를 체계적으로 구축함.
  - 우드펠릿의 생산 및 유통 비즈니스 모델 : 목질연료 생산기업 설립의 타당성을 조사, 지자체 및 지역주민과 산림청간의 협력 체계 구축, 목질연료 생산공장의 설립, 목질연료 생산기업의 운영이라는 4가지의 단계별로 사업을 추진함.
  - 펠릿보일러 설치 및 유지보수 비즈니스 모델 : 펠릿보일러 보급 뿐만 아니라 보일러의 설치 및 유지보수도 중요한 사업임. 이에 목질연소기기 유지보수사업단을 구성하고, 지자체와의 위탁협약체결을 통해 지역 내 A/S 서비스를 제공함.
  
- 총 7단계로 나누어 인큐베이팅 프로세스 개발
  - 1단계 추진위원회 구축 : 추진위원회는 지역 이해관계자들을 통하여 구축하고, 산업계와 일반 시민들의 참여를 이끌어 내기 위한 회의를 개최함. 또한 산학 협력구조를 구축하여 환경벤처비즈니스 육성을 추진함.
  - 2단계 사전조사 : 목질바이오매스자원을 활용한 비즈니스의 실행을 위하여 지역 현황을 조사함.
  - 3단계 로컬아젠다 도출 : 지역에너지 비전을 수립하고, 목질계 자원의 활용에 대한 아젠다를 작성함. 아젠다에는 지역 내 이산화탄소 배출량 삭감 목표, 우드펠릿 활용율의 증가 목표, 지역에서 구체적으로 달성할 수 있는 성과목표 등이 포함됨.
  - 4단계 조직구성 : 사업 분야를 크게 바이오매스자원 수집 및 판매, 연료생산 및 유통판매, 연소기기 설비·유지·보수로 나누어 각각의 시행 조직을 구성함. 시행 조직은 지역주민, NPO 등의 협력네트워크를 가진 조직으로 구성되어야 함.
  - 5단계 사업 참여자 발굴 : 각 분야별로 사업실행조직을 주축으로 지

역 참여자를 모집함. 이 경우에는 지역 내 취약계층이나 실업자 등을 대상으로 하고, 일반 시민들의 관심을 이끌어 낼 수 있는 홍보활동이 필요함.

- 6단계 사업참여자 대상 교육 : 선발된 사업참여자에 대한 공통적인 기본 소양교육과 각 사업별로 필요한 전문교육을 시행함.
- 7단계 시범사업의 실행 : 각 분야별로 사업을 시범적으로 운영하여 문제점이나 보완점을 찾아낸 후, 실제 사업 계획에 반영함. 이후 안정적인 시범운영의 조건을 바탕으로 실제로 사업을 시행함.

o 프로세스를 추진 시에 고려할 사항을 제시

- 지자체의 특성을 살린 목질바이오매스에너지 비전을 수립하고, 이를 적극적으로 홍보함. 또한 우드펠릿 비즈니스 추진위원회를 중심으로 한 지역네트워킹을 구축함. 마지막으로 프로세스를 추진하여 얻을 수 있는 공공성과 수익성도 고려해야 함.

## 2. 발전 방향

- 지역의 여러 조건을 고려하여 대상 지역을 선정
  - 지역 내의 산림 조건과 산림관련 기반시설을 고려하여 적절한 지역을 선정할 필요가 있음. 또한 선정된 지역에서 생산 가능한 목질연료의 양을 정확하게 파악하여 초기 계획을 명확히 하는 것이 중요함.
  
- 지역 여건에 맞는 생산, 수집체계를 결정하고 가급적이면 폐목재를 활용하는 것이 비용적인 측면에서 이득
  - 목질연료의 생산, 수집체계와 지역의 산림여건에 맞는 최적의 과정을 선택함. 이는 추후 사업화에 이은 수익성과 공공성에 영향을 미치는 요소이기 때문임.
  - 비용적인 측면을 고려할 때 가급적이면 원목보다는 폐목재나 임지잔재 등을 활용하는 것이 적합하다고 판단됨. 폐목재나 임지잔재로 목질연료를 생산할 경우에는 연료의 질이 떨어질 수 있으나 질적인 감소보다 비용 감소분이 더욱 클 것으로 사료되기 때문임.
  
- 우드펠릿 공장 시설 시에 보조금 지급
  - 앞서 살펴본 바에 따르면 보조금을 70%(국비+ 시도비) 지급할 경우, 우드펠릿 생산비용을 약 24천원/ton 절감할 수 있음. 이는 공장을 시설할 경우의 초기 투자비용에 의한 것임. 따라서 정부에서 공장 시설 시에 보조금을 지급할 경우에는 자금 회수기간을 6.9년에서 4.8년으로 단축시킬 수 있음.
  - 만약 우드펠릿 생산기업체의 자금 회수기간을 단축시킨다면 그만큼 목질연료를 활용하는데에 메리트가 발생하는 것임. 따라서 관련된 사업 활성화를 꾀할 수 있음.
  
- 원료 공급과 유통비용 증가분을 고려하여 공장의 시설규모를 낮추고 개소수를 늘리는 방안이 바람직함.
  - 현재 산림청은 2012년까지 10개소의 우드펠릿공장을 시설할 계획



임.17) 국내 시설되는 우드펠릿공장은 연간 12천ton을 생산할 수 있는데 모든 공장이 풀가동할 경우 120천ton의 우드펠릿이 생산되고, 이를 위해서는 우드펠릿 생산원료만 400천m<sup>3</sup> 정도가 필요함. 현재 임지잔재와 폐목재가 우드펠릿 이외에 다른 용도로 사용되는 양을 줄이지 않는 범위에서 우드펠릿 원료 400천m<sup>3</sup>을 공급할 수 있을지는 미지수임.

- 또한 우드펠릿공장의 생산량은 높지만 개소수가 몇 안 되기 때문에 소비자까지의 유통비용도 높아질 우려가 있음. 이에 따라 앞으로 시설될 우드펠릿공장의 생산량 규모를 낮추고 개소수를 늘리는 방안이 바람직할 것으로 사료됨.

○ 임지잔재의 과다한 수집비용을 보조할 필요가 있음.

- 우리나라에서는 활용 가능한 임지잔재를 수집할 수 있는 속아베기와 천연림보육이 연간 216천ha<sup>18)</sup>의 면적에서 이루어지고 있음. 그러나 이러한 숲가꾸기 사업을 시행하고 수집할 수 있는 임지잔재를 충분히 확보하지 못하는 원인은 과다한 수집비용 때문임. 따라서 목질연료를 생산하는 목적으로 임지잔재를 수집하는 업체에 한하여 생산비용을 보조해 줄 필요가 있음.
- 만약 임지잔재의 수집비용을 보조할 경우 목질연료의 생산비용을 낮출 수 있기 때문에 현재 우드칩이나 우드펠릿 등의 생산 시스템과 생산비용을 고려할 때 생산자와 소비자 균형에 근접한 시장가격이 형성될 수 있을 것임.

○ 실제 사업화를 추진할 때에는 독자적인 프로세스 구상이 필요

- 본 연구는 대상 연료와 지역을 선정하는 것부터 비즈니스 모델 구상과 프로세스 구축에 이르기까지 하나의 대표적인 조건들을 제시함. 따라서 실제로 사업화를 추진할 경우에는 본 보고서의 자료를 활용하여 독자적인 사업화 프로세스를 구상하는 것이 옳을 것으로 판단됨.

○ 사업 실행 이후의 사후 관리가 매우 중요

17) 산림청(2007), 목질바이오매스 수급 및 이용전략

18) 산림청(2009), 임업통계연보

- 이와 같은 목질연료 비즈니스는 사업 실행 이후의 관리가 매우 중요하다. 가령 우드펠릿보일러를 사용할 경우, 보일러 시설의 체계적인 관리 및 A/S가 되지 않는다면 활용 가능성이 매우 낮게 평가될 것이기 때문이다. 따라서 사업 실행 이후에 사후 관리를 어떻게 하고, 이에 대한 어떤 대안들을 세울 것인가를 체계적으로 계획하여야 함.

### 3. 연구 결과 활용

- 목질연료의 전과정 현황은 목질연료의 활용 가능성을 홍보할 수 있는 자료 및 관련 연구자료로 활용
- 비즈니스 방안 및 프로세스는 관련 사업 추진 매뉴얼로 활용
- 차후 시행되는 목질연료 관련 사업의 정책 자료로 활용

## V. 참고문헌





## 참고 문헌

- 강원도청, 2009, 임도시설현황 내부자료.
- 국립산림과학원, 2009, 산불피해지 생산성 증대를 위한 참나무 맹아림 관리기술 개발.
- 국립환경과학원 등, 2008, 2007 폐기물 발생 및 처리 현황.
- 네이버 국어사전, 2009, <http://krdic.naver.com>.
- 동부지방산림청, 2009, 임도시설현황.
- 법제처, 2009, 폐기물관리법 시행규칙 제14조 별표5 및 동법 제66조 제3항 별표16 제12호.
- 법제처, 2009, 폐기물관리법 제2조.
- 법제처, 2008, 환경부 고시.
- 산림청, 2007, 목질바이오매스 수급 및 이용전략.
- 산림청, 2007, 폐목재 재활용 활성화 대책.
- 산림청, 2008, 2008 재정성과 모니터링.
- 산림청, 2009, 간추린 임업통계.
- 산림청, 2009, 녹색일자리사업의 `09 상반기 추진성과 및 향후계획.
- 산림청, 2009, 산림탄소순환마을 조성 방안에 관한 연구.
- 산림청, 2009, 임업통계연보.
- 산림청, 2009, 저탄소 녹색에너지 공급 프로젝트-목재펠릿 보급확대 대책(안).
- 산림청, 2009, <http://www.forest.go.kr>.
- 손영모, 2007, 산림 사업지 바이오매스를 이용한 화석연료 대체효과.
- 이승구·최규성, 2006, 강원도 폐광지역 관광개발에 대한 주민태도.
- 임업연구원, 2000, 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안.

- 정성호, 2004, 강원남부 탄광지역의 쇠퇴와 인구사회학적 변화.
- 진선필, 2009, 목재펠릿의 산업화 정책방향(제1회 대한민국 펠릿대전 자료집).
- 청림목재, 2009, 내부자료.
- 충북 진천군, 2008, 숲가꾸기 산물수집 토론회.
- 최선미, 2008, 폐광지역의 공공재정지출과 지역경제 성장에 관한 연구.
- 최성락, 2004, 폐광지역 활성화 정책.
- 한국환경자원공사, 2009, <http://info.envico.or.kr>.
- 함께일하는재단, 2009, 강원 폐광지역의 목질바이오매스에너지 관련 사회적 기업도입방안에 관한 연구.
- 함께일하는재단, 2009, 내부자료.
- 홍천대명제재소, 2009, 내부자료.
- SK임업, 2009, 내부자료.
- AEA Technology Environment, 2005.
- Holzpellets, 2008, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- Toru Suzuki, 2003, Green Power and Public Participation(Hokkaido green fund).