

목재펠릿의 이용 활성화 방안

석현덕 연구위원
신용광 부연구위원
김영단 연구위원
김현근 위촉연구위원
김성주 위촉연구위원

연구 담당

석현덕	연구위원	연구 총괄, 이용 활성화 방안
신용광	부연구위원	가격경쟁력 및 수요 분석
김영단	연구원	가격경쟁력 및 수요 분석
김현근	위촉연구원	경제적 타당성 분석
김성주	위촉연구원	자료 분석 및 수집

머 리 말

최근 화석연료의 비중을 줄이고 기후변화에 대응하기 위한 ‘저탄소 녹색 성장’의 구체적인 방안들이 모색되고 있다. 정부는 이를 위해 2030년까지 에너지 효율을 개선하고 신재생에너지 11% 보급을 골자로 하는 『국가 에너지 기본계획』을 수립하였는데, 이중 바이오에너지의 비중은 신재생에너지 전체의 30%까지 늘어날 전망이다.

산림 바이오매스는 화석연료의 대체와 온실가스 감축의 효과적 수단으로 부각되고 있으며, 특히 압축연료인 목재펠릿은 사용의 편리성, 이동의 용이함, 저렴한 가격 등 기존 목질계 연료보다 많은 장점을 지니고 있다.

이러한 목재펠릿 연료는 스웨덴, 덴마크, 미국, 오스트리아 등에서 생산·소비되고 있으나, 우리나라는 아직 초기단계로 생산과 공급에서 시행착오를 겪고 있다. 작업로, 기계화 등의 문제로 원료공급의 제약, 그리고 생산비용의 증가라는 당면 문제를 안고 있으며, 더불어 보일러의 질적인 문제, 저품질 펠릿 유통에 따른 불신감, 높은 판매가격에 대한 부담 등의 문제도 대두되고 있다.

본 과제의 목적은 사회경제적 편익이 높은 펠릿의 이용 활성화를 위해 해결해야 할 문제점을 발굴하고 이를 극복하기 위한 방안들을 모색하는 데 있다. 연구 결과로 제시된 이용 활성화 방안들은 목재펠릿 보급과 확대에 매우 유용한 자료가 될 것으로 기대한다. 연구의 원활한 수행을 위해 협조해 준 산림청, 산림조합중앙회, 국립산림과학원 산림생산기술연구소 관계자들과 관련기관 담당자들에게 깊은 감사를 드린다.

2009. 9.

한국농촌경제연구원장 오 세 익

요 약

목재펠릿의 이용은 중장기적으로 신재생에너지의 보급과 확대에 기여하므로 저탄소 녹색성장 정책을 가시화할 수 있는 효과적인 수단임. 우리나라의 목재펠릿 시장은 현재 초기단계로 시행착오를 겪고 있는데, 무엇보다 작업로, 기계화 등의 부족으로 인한 원료공급의 제약과 생산비용의 증가라는 당면과제를 안고 있음. 더불어 보일러의 질적인 문제, 저품질 펠릿 유통에 따른 불신감, 높은 판매가격에 대한 부담 등 수요측면의 문제도 대두되고 있음.

목재펠릿은 현재(2009년 5월) 가격으로는 등유 가격이 5% 상승해야 가정용으로 대체가 가능하며, 면세경유 가격이 15% 상승해야 농업용으로 대체가 가능함. 향후 석유가격이 얼마나 상승할지는 미지수이므로, 사회경제적 편익이 높은 펠릿의 이용 활성화를 위해서는 보다 적극적인 이용확대 방안이 필요함.

공급자 측면에서는 원가절감을 통하여 경쟁 에너지원과의 가격경쟁력을 확보할 필요가 있는데, 우선적으로 원료확보 부문의 개선, 펠릿 공급방식의 개선, 숙련도 및 기계가동률 향상을 통해 원가를 절감하고 이후에도 가격경쟁력이 없을 경우에는 가격보전을 검토할 필요가 있음. 수요자 측면에서는 펠릿연료에 대한 유용성을 인식시킬 필요가 있으며, 더불어 펠릿연료의 품질과 보일러의 고효율성을 보장하고 가격 변동과 공급 불안정에 대한 불안감을 해소시킬 필요가 있음.

ABSTRACT

Strategies to Activate Utilization of Wood Pallet as the Alternative Energy Source

We have focused on the wood pallet as the alternative energy source to fossil fuels which can specify the Low Carbon Green Growth Policy of Korean government in mid and long run. In Korea, the wood pallet market is still in an early stage, and has a difficulty in commercializing goods for various reasons. In the supply side, it has an urgent problem such as a rise in production costs and a limited supply of raw materials due to the shortage of production bases. In the demand side, the problems such as the not-good quality of broilers, mistrusts toward distributing a poor wood pallet, and the high sale prices are getting more serious.

It is not economical to replace kerosene from the wood pallet for house use not until kerosene price rises 5%, and also, to replace tax-free-diesel from the wood pallet not until tax-free-diesel price rises 15%. However, we need to actively come up with plans which can make the wood pallet be used a lot more because it is difficult to forecast exactly how oil price will change from now.

In the supply side, we need to ensure price competitiveness through various cost reduction activities to improve the supply system of the wood pallet more effectively, and advance a proficiency of technicians and the rate of machine operation. In the demand side, we need to assure the consumer of the usefulness of the wood pallet and the high efficiency of boilers, and to relieve the anxiety about the instable supply problem.

Researchers: Hyun Deok Seok(Ph.D), Yong Kwang Shin(Ph.D), Young Dan Kim, Hyeon Geun Kim, and Seong Ju Kim.

Research period: 2009. 5. - 2009. 7.

E-mail address: hdseok@krei.re.kr

차 례

제1장 서론

1. 연구 배경과 목적 1
2. 선행연구 검토 2

제2장 목재펠릿의 가격경쟁력 분석

1. 유형별 에너지 사용현황 4
2. 에너지원별 가격경쟁력 5
3. 공급유형별 대체가능 가격 7
4. 유가상승 시나리오별 가격경쟁력 분석 8

제3장 목재펠릿의 수요 분석

1. 함수 추정 10
2. 이용시장별 수요량 추정 12
3. 유가상승 시나리오별 수요량 추정 13
4. 유형별 이용확대 가능성 15

제4장 목재펠릿 생산의 경제적 타당성 분석

1. 분석방법 및 기본전제 17
2. 비용 및 수입 추정 18
3. 분석 결과 19

제5장 목재펠릿의 이용 활성화 방안

1. 공급 활성화 방안 24
2. 수요 확대 방안 26

- 참고 문헌 28

표 차 례

표 1. 시나리오별 목재펠릿의 가격경쟁력 분석	9
표 2. 시장별 수요량 추정	12
표 3. 시장별 수요량 추정식	13
표 4. 유가상승 시나리오별 수요전망	14
표 5. 비용 추정	18
표 6. 판매수입 추정	19
표 7. 기준 조건에서의 경제성	19
표 8. 조건별 시나리오 분석결과	22

그림 차 례

그림 1. 유형별 에너지 사용 현황	5
그림 2. 목재펠릿의 가격경쟁력	6
그림 3. 시장가격과 수요곡선	11
그림 4. 조건별 시나리오 설정	20

제 1 장

서 론

1. 연구의 배경과 목적

- 목재펠릿의 이용¹은 중장기적으로 신재생에너지의 보급과 확대에 기여함으로써 저탄소 녹색성장 정책을 가시화할 수 있는 효과적인 수단임. 그러나 최근 정책 추진 과정에서 여러 가지 문제점들이 대두되고 있어 목재 펠릿 이용 활성화를 위한 방안들이 마련될 필요가 있음.
 - 공급 측면에서의 문제점은 작업로 및 기계화 등의 미흡으로 값싼 원료공급에 제약이 따른다는 점과, 생산설비 등 생산과정에서의 저효율성 때문에 생산비용이 높다는 점임.
 - 수요 측면에서는 보일러의 질적 문제에 대한 불만, 저품질 제품 유통에 따른 불신감, 그리고 높은 판매가격에 대한 부담 등임.
- 화석연료 비중을 줄이고 기후변화에 대응하기 위해서는 신재생에너지의 이용확대²가 불가피함.

1 우리나라 목재 펠릿의 생산·공급은 현재 4개소(민간 3, 산림조합 1)에서 이루어지고 있으며, 4개소(민간 1, 산림조합 3)에서 추가적으로 이루어질 전망이다. 펠릿 보일러는 2008년에 시범사업으로 24대가 보급되었고, 2009년에는 3,000대가 보급 중에 있음.

- 정부는 2030년까지 에너지 효율을 개선하고 신재생에너지 11% 보급을 골자로 하는 「국가 에너지 기본계획」을 수립하였는데, 이중 바이오에너지의 비중은 신재생에너지 전체의 30%까지 늘어날 전망이다.
- 따라서, 본 연구에서는 최근 부각되고 있는 목재펠릿의 보급·확대 추진과정에서 발생하는 당면과제의 해결 방안, 즉 목재 펠릿의 이용 활성화 방안을 제시하고자 함.
 - 이를 위해서 에너지 사용실태, 가격경쟁력, 그리고 수요분석(소비자조사) 등 수요측면에서의 분석과 함께 경제적 타당성 분석, 비용절감 시나리오를 기초로 공급 측면에서의 분석을 통해 활성화 방안을 제시하고자 함.

2. 선행연구 검토

- 차두송 등(2004)은 대체에너지원으로서 국내 산림바이오매스 자원의 잠재력과 이용가능성을 분석하기 위해 바이오매스 에너지원의 정의와 특성을 살펴보고, 국내에서의 바이오매스 에너지원의 잠재력과 이용가능성에 대해 검토하였음.
- 손영모 등(2007a)은 지구환경문제의 대두 및 친환경 에너지원으로서 산림 바이오매스 자원에 대한 관심의 증폭에 따라 우리나라 산림바이오매스에 대해 사업지 및 경제립단지 바이오매스 추정뿐 아니라 2005년 말까지 전국 바이오매스를 추정하였으며, 우리나라 산림바이오매스 변화 추이를 통한 산림바이오매스 관리 프로그램을 제작 수행하였음.

2 정부는 2030년까지 신재생에너지 비중을 11%까지 확대하는 국가 에너지 기본계획을 수립(2008. 8.)하고 단계적으로 추진하고 있음.

- 손영모 등(2007b)은 산림 사업지 바이오매스를 이용한 화석연료 대체효과를 분석하였는데, 숲가꾸기 사업에 따라 실제 수집되는 바이오매스양과 잠재 생산가능한 바이오매스 추정량을 분석하였으며, 상업적 벌채에 따른 잔존 바이오매스양을 분석하였음.

- 산림바이오매스에 관한 연구는 산림바이오에너지의 잠재력과 이용가능성 등에 대한 내용이 대부분으로, 목재펠릿 생산·공급에 관한 실제적인 연구는 미흡한 실정임. 다만 최근 석현덕 등(2008)은 목재펠릿의 확대보급과 산업화에 관한 연구를 진행하였으며, 목재펠릿의 경제성 분석을 기반으로 원료공급, 시장 활성화, 제도적 지원 등 다양한 방안들을 도출하였음.

제 2 장

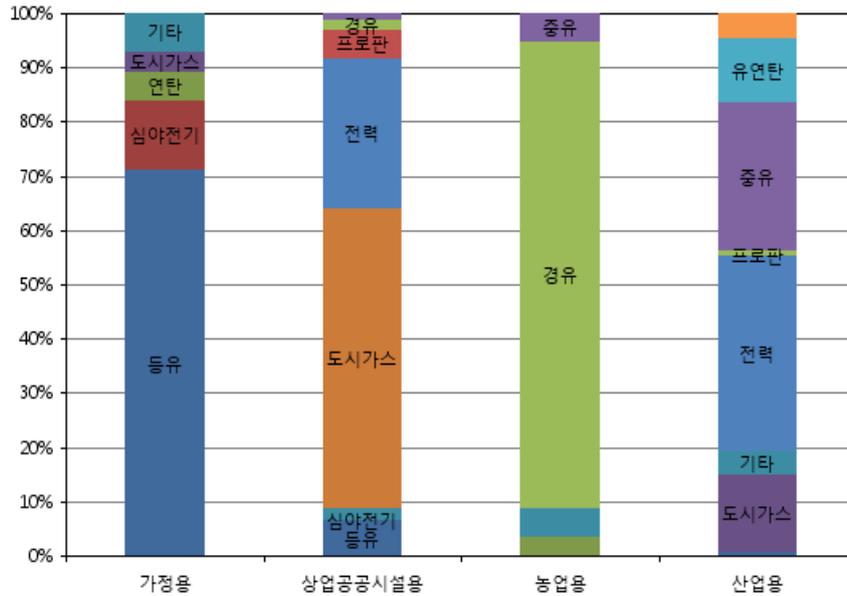
목재펠릿의 가격경쟁력 분석

1. 유형별³ 에너지 사용현황

- 가정용에서는 보일러 등유와 심야전기, 농업용에서는 면세 경유, 상업·공공 시설용에서는 전력과 도시가스, 산업용에서는 전력(산업용)과 중유가 주로 사용되고 있음.
 - 가정용: 등유(71%), 심야전기(13%), 연탄(5%), 도시가스(4%) 등
 - 상·공공시설용: 도시가스(55.2%), 전력(27.8%), 등유(6.5%) 등
 - 농업용: 유류(91.3%, 주로 면세경유), 연탄(3.5%) 등
 - 산업용: 전력(34.7%), 중유(26.4%), 유연탄(11.3%), 도시가스(13.8%) 등

³ 목재펠릿의 기존에너지 대체가능성, 펠릿의 부피, 연소방식, 공급시스템 등을 고려할 때, 목재펠릿은 대도시보다는 중소도시나 농산어촌지역에 적합하며, 공급유형별로 구분하면 가정용, 상업 및 공공시설용, 농업용, 산업용으로 나눌 수 있음. 가정용의 범위는 농산어촌 지역의 주택에 사용되는 난방연료이며, 상업·공공시설용은 사회복지시설, 휴양림, 기숙사 등 도시가스가 들어가지 않는 시설에 사용되는 난방연료(주로 전력과 등유)임. 농업용은 시설원예(화훼, 채소 등)에 사용되는 난방형태이며, 산업용은 제조업에 사용되는 열에너지 원을 의미함.

그림 1. 유형별 에너지 사용 현황



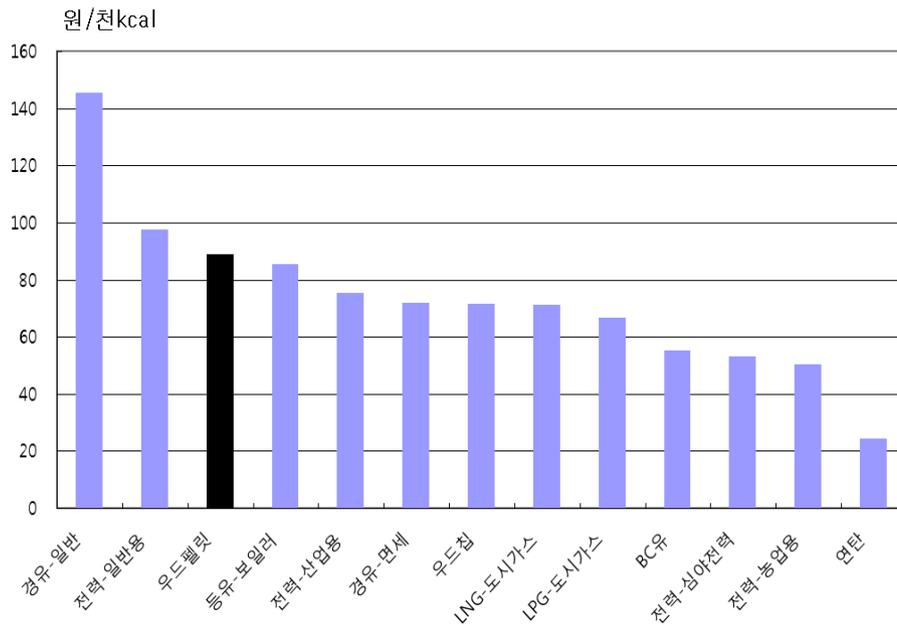
주: 상업공공시설용의 경우 전국 자료를 기초로 작성되었으며, 목재펠릿이 공급가능한 농산촌지역에서는 도시가스를 제외한 전력과 등유가 주로 사용됨.

자료: 통계청(2006), 『에너지총조사보고서(2005)』. 에너지경제연구원.

2. 에너지원별 가격경쟁력

- 현재가격(2009년 5월) 기준, 목재펠릿의 소비가격(1,000kcal당)은 89원으로 경유와 일반용 전력보다는 가격경쟁력이 높으나, 보일러 등유, 산업용전력, 도시가스 등에 비해 가격경쟁력이 낮음.

그림 2. 목재펠릿의 가격경쟁력(2009년 5월 기준)



자료: 한국석유공사, 한국전력공사, 한국가스공사의 2009년 5월 가격정보를 기준으로 재구성하였음.

- 석유가격 5% 상승 시 등유에 대한 가격경쟁력을 보유하게 되며, 24% 상승 시 면세유에 대한 가격경쟁력을 보유하게 됨.
 - World Energy Outlook(IEA, '08) 2030년까지의 유가 장기전망을 기준으로 할 때, 5%의 상승은 2016~2020년, 24%의 상승은 2026년~2030년으로 예상됨.

3. 공급유형별 대체가능 가격⁴

3.1. 가정용 보일러 등유

- 등유의 발열량을 기준으로 할 때, 등유를 대체할 수 있는 목재펠릿의 kg당 가격은 384원이나 보일러 비용 등 시장여건을 고려하면 실제 대체가능 가격은 370원으로 추산(등유가격 764원/ℓ 기준)

3.2. 농업용 면세 경유

- 면세경유의 발열량을 기준으로 할 때, 면세등유를 대체할 수 있는 목재펠릿의 kg당 가격은 339원이나 보일러비용 등 시장여건을 고려하면 실제 대체가능 가격은 331원으로 추산(면세경유가격 681원/ℓ 기준)

3.3. 상업·공공시설용 등유

- 등유의 발열량을 기준으로 할 때, 등유를 대체할 수 있는 목재펠릿의 kg당 가격은 384원이나 보일러 비용 등 시장여건을 고려하면 실제 대체가능 가격은 360원으로 추산(등유가격 764원/ℓ 기준)

⁴ 목재펠릿의 기존에너지 대체 가능성을 구체화하기 위해서는 보일러 교체비용을 고려할 필요가 있음. 가정용 보일러의 비용은 5백만 원(30,000kcal/h, 내구연한 20년, 보조율 70%)으로 계산하였으며, 농업용 난방기(보일러)의 비용은 9백만 원(100,000kcal/h, 내구연한 20년, 보조율 50%)으로 계산하였음. 상업·공공시설용 보일러의 비용은 2천만 원(100,000kcal/h, 내구연한 20년, 보조율 50%)으로 계산하였으며, 산업용 보일러의 비용은 2억 5천만 원(500,000kcal, 내구연한 20년, 보조율 50%)으로 계산하였음.

3.4. 산업용 증유

- 증유의 발열량을 기준으로 할 때, 증유를 대체할 수 있는 목재펠릿의 kg당 가격은 250원이나 보일러 비용 등 시장여건을 고려하면 실제 대체가능 가격은 226원으로 추산(증유가격 555원/ℓ 기준)

4. 유가상승 시나리오별 가격경쟁력⁵ 분석

- 석유가격이 현 수준을 유지할 때, 현재(소비자 도착가격 380원/kg 기준)의 목재펠릿은 모든 부문에서 가격경쟁력이 없음.
 - 석유가격이 5% 상승할 때는 등유(가정용, 상업공공용)에만 가격경쟁력이 있으며, 10% 상승하더라도 농업용(면세경유)에서는 가격경쟁력이 없음.
 - 15% 이상 상승하면 산업용을 제외한 전 부문에서 가격경쟁력 보유하게 됨.
 - ※ IEA(2008)의 유가 장기전망은 연평균 3.3%(명목가격 기준)
- 수요확대를 위해서는 석유가격 상승의 외생변수 이외의 펠릿생산과 공급에 있어서 원가절감 등 내생변수에 의한 판매가격 인하가 필요함.

⁵ 목재펠릿의 가격경쟁력 여부는 현재 보급·판매되는 목재펠릿 가격(소비자 도착가격 기준)인 380원/kg을 기준으로 한 것임.

표 1. 시나리오별 목재펠릿의 가격경쟁력 분석

구분 펠릿가격 (원/kg)	현재 수준 유지할 때				5% 상승할 때				10% 상승할 때			
	가정용 (등유)	농업용 (면세유)	상공용 (등유)	산업용 (중유)	가정용 (등유)	농업용 (면세유)	상공용 (등유)	산업용 (중유)	가정용 (등유)	농업용 (면세유)	상공용 (등유)	산업용 (중유)
410	-	-	-	-	-	-	-	-	▼	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	▼	-
390	-	-	-	-	▼	-	-	-	○	-	○	-
380	-	-	-	-	○	-	▼	-	○	-	○	-
370	▼	-	-	-	○	-	○	-	○	-	○	-
360	○	-	▼	-	○	△	○	-	○	△	○	-
350	○	-	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
340	○	-	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
330	○	-	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
320	○	△	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
310	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
300	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
290	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
280	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
270	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
260	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
250	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
240	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
230	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-
220	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	▼
210	○	○	○	-	○	○	○	▼	○	○	○	○
200	○	○	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○
190	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
180	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

주1: (○) 가격경쟁력 우수, (▼) 가격경쟁력 발생시점, (-) 가격경쟁력 없음.

주2: 유가 상승이 없을 때, 가정용 등유에 대한 가격경쟁력을 보유하기 위해서는 목재펠릿이 최소한 370원/kg에 공급되어야 하며, 5% 상승할 때는 최소한 389원/kg, 10% 상승할 때는 최소한 408원/kg에 공급되어야 함. (▼)은 대체 가능성이 발생하는 시점으로 가격경쟁력은 있으나 다소 약하며, 이하에서는 가격경쟁력이 우수하다고 할 수 있음.

제 3 장

목재펠릿의 수요 분석

1. 함수 추정⁶

- 난방비 절감을 전제로 한 가정용 펠릿보일러의 교체의향은 35.9%, 농업용 펠릿난방기의 교체의향은 51.9%로 가정용보다는 농업용에서의 교체의향이 높게 나타남.

- 추정된 수요함수는 다음과 같음.

① 가정용 $\ln(\text{HDP}) = -12.4446\ln(\text{HWP}) + 70.8676$

adjusted $R^2 = 0.733$, $P < 0.01$

(HDP=확률 0~1, HWP=펠릿 kg당 지불의사액)

② 농업용 $\ln(\text{ADP}) = -14.3619\ln(\text{AWP}) + 80.6826$

adjusted $R^2 = 0.732$, $P < 0.01$

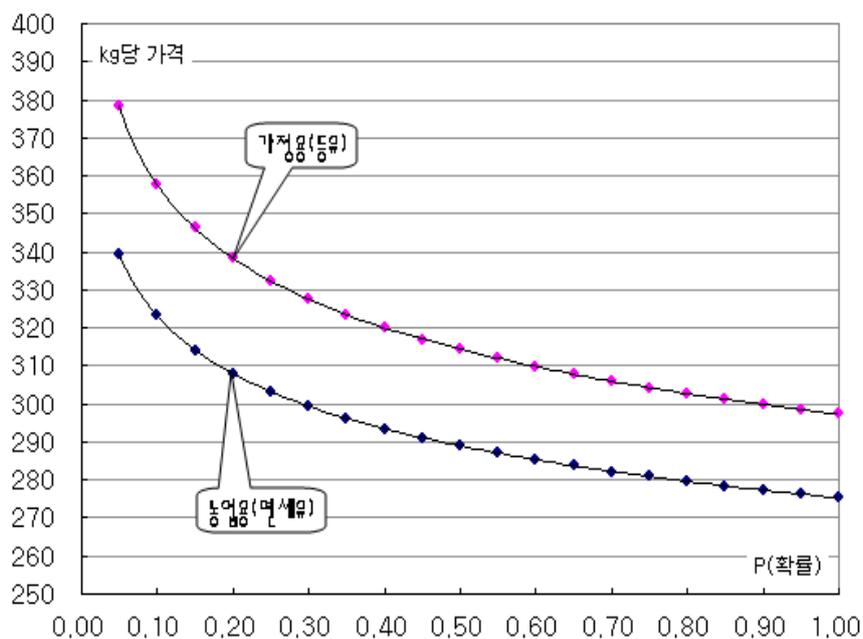
(ADP=확률 0~1, AWP=펠릿 kg당 지불의사액)

⁶ 조건부가치추정법(CVM, contingent valuation method)에 의한 소비자 조사는 2009년 5월 25일부터 29일까지(5일간) 시설원예 및 일반농가를 대상으로 실시되었음(유효 표본수 260부).

※ 평균 지불의사액(WTP, willingness-to-pay)은 가정용의 경우 kg당 315 원이며, 농업용의 경우 kg당 290원임.

- kg당 380원에 공급 시 가정용 일부에서만 수요가 발생하며, 340원에 공급 시 가정용은 5%, 농업용은 일부에서 수요가 발생함.
 - 320원에 공급 시에는 가정용은 10%, 농업용은 3% 수요가 발생함. 상업·공공시설용의 수요는 난방용으로 사용되는 가정용 등유와 유사할 것으로 예상되며, 산업용의 수요는 앞서 설명한 바와 같이 가격 면에서는 형성 불가능함.

그림 3. 시장가격과 수요곡선



2. 이용시장별 수요량 추정

- 목재펠릿 가격이 kg당 380원 수준이면 수요는 약 5만 톤 정도로 추정됨.
- 가정용 4.2만 톤, 상업공공용 0.8만 톤
- 목재펠릿 가격이 kg당 340원 수준이면 수요는 약 27만 톤 정도로 추정됨.
- 가정용 18.8만 톤, 농업용 4.6만 톤, 상업공공용 3.6만 톤
- 목재펠릿 가격이 kg당 320원 수준이면 수요는 약 59만 톤 정도로 추정됨.
- 가정용 39.2만 톤, 농업용 11.7만 톤, 상업공공용 7.8만 톤

표 2. 시장별 수요량 추정

단위: 가격, 원/kg, 수요량, 만 톤

소비자도착가격	가정용	농업용	상업공공용	합계
385	-	-	-	-
380	4.2	-	0.8	5.0
375	5.1	-	1.0	6.0
370	6.1	-	1.2	7.3
365	7.4	-	1.4	8.8
360	8.9	-	1.7	10.6
355	10.7	-	2.1	12.8
350	12.9	-	2.5	15.4
345	15.6	-	3.0	18.6
340	18.8	4.6	3.6	27.0
335	22.6	5.8	4.4	32.8
330	27.3	7.3	5.3	39.9
325	32.9	9.3	6.4	48.6
320	39.7	11.7	7.8	59.2

표 3. 시장별 수요량 추정식

<p>① 가정용(톤)=등유사용농가수×교체의향률(%)×행동차이계수×연간사용량(톤)×가격별소비확률(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농산어촌의 총가구수는 1,039,956호이며 이중 등유 사용가구(70%)는 72,7969호임. - 가정용의 교체의향률은 35.9%, 행동차이계수는 0.8을 적용함. - 가정용 보일러(25평 기준)의 평균 연간사용량은 4.4톤을 적용함.
<p>② 농업용(톤)=면세유난방기수×교체의향률(51.9%)×행동차이계수×연간사용량(톤)×가격별소비확률(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 난방기의 보급대수는 178,430대이며 이중 면세유 사용대수(90%) 136,500대임. - 농업용의 교체의향률은 51.9%, 행동차이계수는 0.8을 적용함. - 농업용(300평 기준) 보일러의 평균 연간사용량은 20톤을 적용함.
<p>③ 상업·공공용(톤)=등유사용시설수×교체의향률(50.0%)×행동차이계수×연간사용량(톤)×가격별소비확률(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사회복지시설수는 60만개소이며 이중 등유 사용시설수(6.5%)는 39,000개소임. - 상업공공용의 교체의향률은 50.0%, 행동차이계수는 0.8을 적용함. - 상업공공용(100평 기준) 보일러의 평균 연간사용량은 15톤을 적용함.

○ 산업용 중유의 경우, 지자체의 신재생에너지 전환노력 여부에 따라 수요량이 달라지므로 시장수요 기반의 수요량 추정치에서는 제외함.

3. 유가상승 시나리오별 수요량 추정⁷

3.1. 유가 5% 상승할 때(목재펠릿 19원/kg 절감효과와 동일)

○ 목재펠릿 가격이 kg당 400원이면 가정용 및 상공용에서 수요 발생, 360원이

⁷ 유가상승 시나리오별 수요량 추정은 기본적으로 이용시장별 수요량 추정식을 이용하였음. 유가 5%의 상승은 펠릿가격 19원/kg 절감 효과와 동일하고 10%의 상승은 38원/kg 절감 효과와 동일하므로 수요량 추정식에서 가격별 수요확률을 조절하여 추정함.

면 농업용에서 수요 발생

- 380원 공급 시 약 10만 톤 추정(가정용 8.6, 상공용 1.6)

3.2. 유가 10% 상승할 때(목재펠릿 38원/kg 절감효과와 동일)

○ 목재펠릿 가격이 kg당 420원이면 가정용에서 수요 발생, 380원이면 농업용에서 수요 발생

- 380원 공급 시 약 25만 톤 추정(가정용 17.4, 농업용 4.1, 상공용 3.4)

표 4. 유가상승 시나리오별 수요전망

단위: 가격, 원/kg, 수요량, 만 톤

구분	유가 5% 상승할 때				유가 10% 상승할 때			
	가정용	농업용	상공용	합계	가정용	농업용	상공용	합계
펠릿가격								
420					3.9		0.7	4.6
415					4.7		0.9	5.6
410					5.7		1.1	6.7
405					6.8		1.3	8.1
400	4.1		0.8	4.8	8.2		1.6	9.8
395	4.9		0.9	5.8	9.9		1.9	11.8
390	5.9		1.1	7.0	12.0		2.3	14.3
385	7.1		1.3	8.4	14.5		2.8	17.2
380	8.6		1.6	10.2	17.4	4.1	3.4	24.9
375	10.3		2.0	12.3	21.0	5.2	4.1	30.3
370	12.4		2.4	14.8	25.3	6.7	4.9	36.9
365	15.0		2.9	17.9	30.5	8.4	6.0	44.9
360	18.1	4.3	3.5	25.9	36.8	10.7	7.2	54.7

4. 유형별 이용확대 가능성

4.1. 가정용(등유)

- 농가주택은 규모가 크지 않고 가족이 많지 않아 난방비 부담이 높지 않음. 그러나 등유는 가격 면에서 대체 용이성이 가장 좋음. 농가주택을 중심으로 시장을 확보하면서 펜션, 전원주택 등 중소규모 주택으로 확대할 필요가 있음.

4.2. 농업용(면세유)

- 시설원예농가의 경영비 중 난방비가 차지하는 비율은 30% 수준으로 난방비 부담이 높아 최근 전기보일러 등 대체수요가 많음. 그러나 목재 펠릿은 가격 면에서 대체 용이성이 좋지 않고 관리상의 불편함이 존재하고 있어 보급 확대를 위해서는 다양한 노력이 필요함.

4.3. 상업·공공시설용(등유)

- 마을회관, 노인정 등은 사용에너지가 많지 않아 주로 전력을 사용하고 있으나, 요양원, 복지시설 등은 일정량의 난방과 온수를 필요로 하므로 등유 사용이 불가피함. 농가주택에 비해 상대적으로 사용량이 많은 시설을 중심으로 시장 확대가 필요함.

4.4. 산업용(중유)

- 산업용에서 주로 사용되는 B-C유는 비용이 저렴하므로 가격적인 측면보다

는 환경적인 측면에서 대체 필요성이 있으므로, 환경규제를 받는 지역내 중소기업체를 중심으로 확대할 필요가 있음. 증유의 사용은 대기환경보전법의 규제를 받고 있으며, 이 제한은 2009년부터 2012년까지 단계적으로 전국 주요도시로 확대예정임. 이에 따라 신재생에너지로의 교체가 불가피함.

제 4 장

목재펠릿 생산의 경제적 타당성 분석

1. 분석방법 및 기본전제

- 펠릿 산업의 활성화를 위한 국가적 차원에서의 지원방안 모색과 펠릿 제조 원가 절감 방안마련을 위해 경제성 분석을 실시함.
- 분석방법으로는 비용편익 분석(B/C Analysis)⁸을 적용하였으며, 기본전제는 다음과 같음.
 - 펠릿 생산설비의 시설기준용량: 2톤/hr
 - 기계가동률: 70%(260일 기준)
 - 펠릿 생산설비 정부 보조율: 70%
 - 내구연한: 건축물 20년, 기계설비 10년
 - 원료형태: 숲가꾸기 산물 100% 활용

⁸ 비용편익 분석(B/C Analysis) 방법에는 NPV(순현재가치), B/C Ratio(편익·비용 비율), IRR(내부투자수익률) 등이 있으나, 여기서는 평가과정과 이해가 용이한 IRR(내부투자 수익률)을 이용하도록 함.

2. 비용 및 수입 추정

○ 비용은 원료구입비, 건조비, 인건비, 기계운전비, 건축물 및 기계설비비 등 5개 항목으로 구성됨.

- 원료구입비용 단가는 70,000원/톤 적용
- 건축물 및 기계설비비는 보조율 70%를 적용

표 5. 비용 추정

구분		금액(천원)	비고
원료구입비		1,223,600	연간 펠릿 생산량(8,736톤)의 필요 산물 수집량은 17,472톤임
건조비		441,168	-
인건비		401,520	일반직 1명, 기능직 3명, 계약직 5명, 지게차 운전 1명 등 총 10명
기계 운전비	기계운영비	145,703	장·단기용 소모품 포함
	일반관리비	86,000	여비 및 안전관리비 포함
	원목파쇄 및 포장비	935,180	숲가꾸기 산물 100%, 기계 가동률 70%
	소 계	1,166,883	-
건축물 및 기계 설비비	건물시설비	180,000	국고보조 70% 적용한 실 투입비용
	기계설비비	8250,000	
	설계/인허가비	150,000	
	소 계	1,050,000	
총계		4,283,171	-

주: 산림조합중앙회의 여주목재유통센터에서 현재 운용되고 있는 목재펠릿공장의 경영 상태를 기초로 작성하였음.

○ 현재 공장도가격은 320,000원/톤(소비자 도착가 380,000원/톤)이지만 소비자 의향조사 결과, 이 가격으로는 가정용 등유에서만 5%의 시장점유가 가능함. 따라서 분석 기준가격으로 설정하기에는 문제가 있음.

- 공장도가격이 300,000원/톤(소비자 도착가 360,000원/톤)일 경우에는 가정용 등유에서 10%, 농업용 면세유에서도 일부 시장점유가 가능하므로 이 때의 가격을 경제성 분석에 적용하였음.

표 6. 판매수입 추정

기계 가동률	펠릿 생산량(톤)	금액(천원)	펠릿 가격
70%	8,736	2,620,800	300,000원/ton

3. 분석 결과

3.1. 기준 조건에서의 경제성

- 판매가격 300원/kg(소비자가격 기준 360~380원/kg)을 기준으로 할 때, 수익성은 없음.
 - 기준 생산비용: 기계가동률 70%
 - 생산설비에 대한 국비보조율: 70%
 - 숲가꾸기 산물수집단가(원료공급단가): 70,000원/톤
 - 펠릿공급: 소포장

표 7. 기준 조건에서의 경제성

기계가동률	생산설비 보조율	원료구입(원/톤)	펠릿 공급방식	IRR(%)
70%	70%	70,000	소포장	-

주: 기준 조건에서의 IRR값은 산출할 수 없을 만큼 매우 낮음.

3.2. 조건별 시나리오 설정

- 펠릿산업의 경쟁력 확보를 위한 시나리오는 펠릿 판매가격의 상승, 펠릿 생산비용 절감, 그리고 두 가지가 함께 일어나는 경우로 구분하여 설정하였음.

그림 4. 조건별 시나리오 설정



1) 펠릿 판매가격 상승

- 판매가격이 유가상승률의 50%, 100%로 상승할 경우에 대한 수익성 분석
 - 펠릿 생산비용은 기준조건을 유지
 - IEA('08)의 장기전망 유가상승률 적용

2) 펠릿 생산비용 절감

- 펠릿 제조비용 절감이 가능한 4가지 방안에 대한 수익성 분석

- 펠릿 판매가격은 현재가격을 유지

- ① 기계가동률 향상 + 기계운전 인원 감축: 70% → 80%
- ② 설비보조율 제고 : 70% → 80%
- ③ 원료확보부문 개선 : 70,000원/톤 → 56,000원/톤⁹
- ④ 펠릿공급부문 개선 : 소포장(20kg) → 벌크(또는 톤백)

3) 펠릿 판매가격 상승과 생산비용 절감

- 펠릿 판매가격이 상승하고 비용절감이 동시에 일어날 경우에 대한 수익성 분석

3.3. 조건별 시나리오 분석결과

- 판매가격의 상승과 생산비용의 절감 중 하나의 경우만으로는 경제성을 확보하기 어려움. 그러나 펠릿 판매가격 상승과 생산비용의 절감이 동시에 일어나면 수익성이 발생함.

1) 펠릿 판매가격이 유가상승률의 50% 수준일 때

- ① 기계가동률 향상, 원료공급부문 개선, 펠릿 공급방식 개선되면 4%의 수익률 발생
- ② ① + 설비보조율 제고가 이루어지면 수익률은 7%로 증가

⁹ 적용된 생산비용은 산물의 수집수준이 비교적 높은 전남 순천시 산림조합의 수집방식을 분석하여 적용되었으며, 기계화 등 시업의 효율성 제고를 통해 절감이 가능한 비용임.

2) 펠릿 판매가격이 유가상승률의 100% 수준일 때

- ① 원료공급부문과 펠릿 공급방식만 개선되어도 6%의 수익률 발생
- ② ① + 설비보조율 제고가 이루어지면 수익률은 9%로 증가
- ③ 기계가동률이 향상되고 원료공급, 펠릿공급방식 개선이 이루어지면 수익률은 11%임
- ④ 모든 경우의 비용절감 효과가 이루어지면 14%의 수익률 발생

표 8. 조건별 시나리오 분석결과

기계 가동률	설비 보조율	원료공급 (원/톤)	펠릿 공급방식	유가 상승률에 따른 펠릿 가격상승		
				현가격유지	50% 반영	100% 반영
70%	70%	70,000 ↓ 56,000	소포장	-	-	-
			벌크	-	-	-
			소포장	-	-	-
			벌크	-	-	6%
	80%	70,000 ↓ 56,000	소포장	-	-	-
			벌크	-	-	-
			소포장	-	-	-
			벌크	-	-2%	9%
80%	70%	70,000 ↓ 56,000	소포장	-	-	-
			벌크	-	-	2%
			소포장	-	-	0%
			벌크	-	4%	11%
	80%	70,000 ↓ 56,000	소포장	-	-	-
			벌크	-	-	4%
			소포장	-	-	1%
			벌크	-	7%	14%

○ 종합하면, 가격이 상승할 때 생산비용도 절감되어야 펠릿 생산의 경제성 확보가 가능함.

- 펠릿 판매가격이 유가상승률의 50% 수준으로 상승하여도 기계가동률, 원료공급, 펠릿공급방식 개선 등의 비용절감이 이루어져야만 수익성 확보

- 펠릿 판매가격이 유가상승률의 100% 수준으로 상승하여도 원료공급 개선과 펠릿공급방식의 개선을 통한 비용절감이 이루어져야만 수익성 확보됨. 기계가동률 향상과 설비보조율이 추가로 제고되면 수익률은 14%로 크게 증가함.

제 5 장

목재펠릿의 이용 활성화 방안

1. 공급 활성화 방안

1.1. 원가절감 방안

- 현 펠릿의 생산원가 절감은 원료공급부문 개선, 펠릿공급방식 개선, 펠릿 생산 기계가동률 향상, 생산설비 보조율 제고를 통하여 가능하며, 모든 부문에서 개선될 때, kg당 72원의 원가절감이 가능함.

1) 원료공급부문 개선(kg당 27원의 원가절감 가능)

- 기계장비의 보급 확대와 직영 벌채단 경영 효율성 제고를 통해 원가절감이 가능하며, 이를 위해서는 우선적으로 작업로 개설 확대, 경영규모의 확대 등 산물수집 기반 조성이 필요함.

2) 펠릿공급방식 개선(kg당 26원의 원가절감 가능)

- 중규모 이상의 시설에는 벌크로 우선 공급하고 차후 가정용에도 벌크로

공급하여 포장비용과 유통비용을 절감할 수 있음.

3) 펠릿 생산 기계가동률 향상(kg당 16원의 원가절감 가능)

- 펠릿 생산기계의 내구성 강화, 운전 숙련도 제고 등으로 생산 기계가동률을 높일 수 있으며, 이를 통해 펠릿 생산량 증가와 인건비 절감이 가능함(현 국내 기계가동률은 유럽의 약 55% 수준에 불과).

4) 펠릿 생산설비 보조율 제고(kg당 3원의 원가절감 가능)

- 현재 펠릿생산설비에 대해 지원되고 있는 정부보조를 70%에서 80%로 높임으로써 가능

1.2. 시장가격과의 차액 보전

- 현재 목재펠릿의 제조원가는 kg당 380원으로 원가절감 최대치인 72원을 적용하더라도 판매가격인 300원(소비자도착가격 기준 360~380원)에는 8원이 부족함.
 - 유가상승에 따라 가격상승이 있다면 판매가격보다 높아져 차액보전의 필요성이 없으나, 가격상승이 이루어지지 않는다면 차액보전이 불가피함. 차액보전액은 판매가격과 연동하여 책정할 수 있음.

2. 수요 확대 방안

2.1. 수요측면에서의 문제점

- 수요 측면에서의 문제점은 아직까지 가격이 상대적으로 높고 에너지 실효율이 낮으며, 불완전한 유통체계 등으로 안정적인 원료 조달이 불투명하다는 데 있음.
 - 현재 소비자의 펠릿원료 구매가격은 kg당 380~400원으로 대체 용이성이 낮음. 등유나 면세유에 대한 가격경쟁력이 없어 실제 농가에서도 제한적으로만 사용됨.
 - 펠릿의 열효율도 등유나 면세유에 비해 많이 떨어지고 있는데, 이는 펠릿 발열량의 문제와 더불어 보일러의 효율성에도 문제가 있기 때문임.
 - 소비자는 펠릿연료 구입경로가 일정하지 않고 운반비에 대한 부담에도 신경을 써야하는 상황임.

2.2. 문제점 개선 방안

- 펠릿 보일러 전환에 대한 다양한 인센티브 부여
 - 가정용의 평균 지불 의사액은 kg당 315원, 농업용은 290원으로, 현 펠릿 가격에서는 농가 대부분이 펠릿 전용을 주저하고 있음. 따라서 펠릿 보일러 전환에 대한 한시적 가격보조, 운반비 지원, 부가세 면제 등 다양한 인센티브 도입이 필요함.
- 고효율 펠릿 보일러 기술개발 및 인증제도 도입
 - 국내 생산·보급되고 있는 펠릿 보일러는 초기단계로 열효율 저하, 잦은 고장 등의 기술적인 문제를 가지고 있음. 따라서 고효율 펠릿 보일러의

기술개발 및 인증제도의 도입이 필요함.

- 안정적인 연료조달을 위한 유통 및 가격 체계 확립
 - 제조방식의 차이, 운반비의 차이로 실제적인 소비자의 구매가격은 매우 상이함. 연료라는 차원에서 볼 때, 이러한 불안정성은 바람직하지 않으며 이를 해소하기 위해서는 안정적인 유통망과 가격 체계의 확립이 필요함.

- 펠릿연료 유용성에 대한 홍보활동 강화
 - 상당수의 농가에서는 펠릿연료에 대한 정확한 정보가 부족하고 일부 농가에서는 부정적인 시각을 가지고 있으므로 펠릿연료의 유용성에 대한 지속적인 홍보활동이 필요함.

참고 문헌

- 강창용 등. 2001. 「농업용 전기 및 유류의 이용·관리제도 개선방안」. 한국농촌경제연구원.
국립산림과학원. 2006. 「산림바이오매스 조사 표준매뉴얼」.
- 김외정 등. 2000. 「폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안」. 임업연구원.
농업공학연구소. 2008. 「시설원에 에너지절감 가이드 북」. 농촌진흥청.
- 배정환. 2007. “바이오매스에 의한 열에너지 보급 지원 방안.” 에너지경제연구원.
산림청. 2007. 「산림바이오매스 활용 세부지침」.
- 산업자원부. 2007. 「신·재생에너지 RD&D 전략 2030: 목질계 바이오에너지」.
- 석현덕 등. 2005. 「목질 바이오매스 열에너지 개발의 경제성 분석과 에너지용 산림폐재의 지속적 확보방안」. 한국농촌경제연구원.
- 석현덕 등. 2008. 「산림바이오매스 확대보급과 산업화에 관한 연구」. 한국농촌경제연구원.
- 손영모 등. 2007a. “우리나라 산림바이오매스 추정.” 『한국임학회지』 96(4): 477-482. 한국 임학회.
- 손영모 등. 2007b. “산림 사업지 바이오매스를 이용한 화석연료 대체효과.” 『한국임학회지』 96(6): 639-643. 한국임학회.
- 송태영 등. 2006. 「산림작업용 장비」. 국립산림과학원.
- 이문배 등. 2008. 「2009년 국제 원유시황과 유가 전망」. 정책연구자료 08-02. 에너지경제연구원.
- 에너지관리공단. 2009. 「2009에너지절약통계핸드북」.
- 에너지경제연구원. 2009. 「에너지수요전망」. 제10권 제호.
- 에너지경제연구원. 2006. 「2005년도 에너지총조사 보고서」. 산업자원부.
- 에너지경제연구원 등. 2007. 「목질계 바이오매스의 에너지 활용 방안: 우드칩을 이용한 에너지 생산설비를 중심으로」. 산업자원부.
- 차두송 등. 2004. “대체에너지원으로서 국내 산림바이오매스 자원의 잠재력과 이용가능성.” 『산림과학연구』 20: 110-130. 강원대학교산림과학연구소.
- 한국임정연구회. 2003. 「숲가꾸기 산물의 경제적 활용방안에 관한 연구」. 산림청.

토의용논문 W34
목재펠릿의 이용 활성화 방안

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)
인 쇄 2009. 9.
발 행 2009. 9
발행인 오세익
발행처 한국농촌경제연구원
130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102
02-3299-4000 <http://www.krei.re.kr>
인 쇄 (주)문원사
02-739-3911~5 <http://www.munwonsa@chol.com>

ISBN: 978-89-6013-131-6 93520

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
-