

목재펠릿 도입에 따른 시설재배의  
경제적·환경적 타당성 분석\*  
-목재펠릿과 경유의 비교분석을 중심으로-

양정수\*\*·윤성이\*\*\*

Economical and Environmental Feasibility of Cultivation under  
Structure Due to the Introduction of Bio-energy  
-Comparative Analysis of Wood Pellets and Diesel-

Yang, Jeong-Soo·Yoon, Sung-Yee

With the efforts to development of renewable energy technologies, and increasing awareness to environmental issues, the usage of wood pallets has been increasing every year since the introduction of wood pallet technology to the domestic market. until 2009, majority usage of pellet boiler was in the residential houses. In an effort to increase the distribution of wood pellet boiler to cultivation facilities with high usage of fuels, The Ministry of Agriculture and Forestry has launched a distribution project of wood pellet boiler for fuel usage as a part of the agricultural and fishery energy efficiency projects. Although only small number of farms with a heat-culturing facility have replaced from conventional boiler to pellet boiler. Although part of reason for low usage of pallet boiler is lack of understanding and information of it, the main reasons are high initial cost and uncertainty of its cost efficiency. Also, most people from agricultural industry don't realize it's significance in terms of environmental benefit due to lack of understanding in 'resource circulation' and 'adopting to climate change'. In this study, first, we did a cost-efficiency analysis of the farm which uses a diesel boiler to grow cucumber, tomato, paprika. Then we replaced the diesel boiler to a pallet boiler and measured its cost-efficiency again. By comparing the cost-efficiency of the diesel boiler with the pellet boiler, we analyzed the economic viability of pellet boiler. Then we

---

\* 이 논문은 “농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia)모델 구축 및 사업지침서 개발”에 의하여 이루어졌음.

\*\* 동국대학교 식품산업관리학과

\*\*\* Corresponding author, 동국대학교 식품산업관리학과 교수(E-mail : syyoan@dongguk.edu)

analyzed viability of pallet boiler usage in terms of 'resource circulation' and 'adopting to climate change'. As a result of our analysis, we have found out that under the current system of government support, the energy usage varies depends of the types crops grown and the higher the energy use, the more cost efficient it is to use the pallet boiler. Also, it is economically viable to use the pallet boiler in terms of 'resource circulation' and 'adopting to climate change'.

Key words : *economic analysis of cultivation under structure, economic feasibility of pellet boiler, wood pellet, distribute project of wood pellet boiler, lignocellulosic biomass*

## I . 서 론

국내 국토현황 중 산림이 차지하는 비율을 2013년 기준 63.7% 이다. 세계 산림평균 산림율이 31%인 것과 비교 했을 때 국내 산림율은 2배가 넘는 수준이다. 또한 국내에서는 나무를 심고 가꾸는 산림자원화를 통하여 숲의 가치를 높이고 있으며, 1초에 1.1m<sup>3</sup>만큼 나무가 더 자라고 있다. 이 중 7.7%의 나무가 산림자원으로 이용되고 있는데, 1m<sup>3</sup>의 나무로부터 450kg의 펠릿을 얻을 수 있으며 이를 경우 발열량과 비교 하였을 경우 225L와 발열량이 같은 수준이다.

산림에서 생산되는 물질들은 재생산이 가능하기 때문에 고갈의 위험성이 적다. 그로인해 에너지 가격변동에 따른 영향을 받지 않는다. 이러한 국내 산림율과 산림에서 생산되는 물질의 특성을 고려하여 목질계 바이오매스의 보급을 더욱 촉진 시켜야 할 필요성이 있다.

최근에는 에너지의 가격상승, 환경에 대한 관심(온실가스 감축정책)에 의해 국내에서 목질계 바이오매스의 중요성이 재조명 되고 있는 시기이다. 그로인해 국내에서 펠릿에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 2009년부터 산림청에서 가정용 펠릿 보일러에 보조금을 지급하기 시작하였다. 2008년에 24대로 시험보급 사업을 시작하였으며 2009년에는 3,000대를 보급하였다.

최근 농업용 펠릿보일러도 증가하고 있는 추세이다. 전국 시설원예면적은 약 97,000ha인데, 이 중 가운데재배 면적은 약 14,000ha에 이른다. 대부분의 가운데재배시설에는 면세경유를 사용하여 재배를 하였으나, 파프리카의 경우 펠릿이 경유에 비해 난방비 측면에서 절감효과를 가져온다는 것으로 나타나면서, 농림축산식품부에서는 농어업 에너지이용 효율화사업의 일환으로 2010년부터 보일러에 60%의 보조금을 지급하여 펠릿보일러 보급 사업을 진행하고 있다. 이에 따라 가운데시설재배에서 펠릿보일러의 이용비중이 증가하고 있는 상황이다.

그러나 여전히 대부분의 농가에서는 면세경유보일러를 많이 이용하고 있다. 이는 목재펠릿의 설치비용에 대한 비용증가를 난방비로 절감시키기에는 부족하다는 선행연구도 있었

으며, 농가에서 지불하는 초기투자비용에 대한 부담, 난방비절감에 대한 경제적 타당성을 확신할 수 없기 때문이다. 또한 농업 종사자들에게는 자원순환 및 기후변화대응에 대한 배경지식이 부족함에 따라 펠릿이 갖는 환경적 효과에 대한 중요성을 인식하지 못하는 경우가 대부분이기 때문이다. 따라서 이번 연구에서는 주요 시설채소 작물인 오이, 토마토, 파프리카를 재배하는 경유농가를 현장중심으로 설문조사를 실시하여 농촌진흥청의 소득자료집의 소득측정 방법으로 경제성분석을 실시하였다. 파프리카 펠릿에 대한 경제성분석은 경유농가와 모든 조건은 같다고 가정하고, 정부의 지원을 받아 농가에 설치된 펠릿보일러의 설치 및 연료사용량을 기존 농가의 난방비용과 바꾸어 놓았을 때의 시나리오를 분석하는 방법으로 이루어졌다. 또한 경유가 고갈되어 지속적으로 사용할 수 없는 자원인데 반해 펠릿의 경우 목재로 이루어져있기 때문에 지속적으로 사용할 수 있는 자원순환적 측면에서 타당성을 고찰해 보았다. 마지막으로 타에너지에 비해 펠릿이 갖는 환경적 이득을 나타낸 선행연구의 자료를 토대로 기후 변화 협약의 대응책으로의 펠릿보일러보급의 타당성을 고찰하였다.

이와 같이 경제적·자원순환적·기후변화협약 대응책으로 총 3가지의 측면에서 펠릿보일러가 창출해 낼 수 있는 가치를 고려하여 펠릿보일러의 총체적 타당성을 입증하였다.

## II. 농업용 시설하우스 경유보일러 및 펠릿보일러 이용현황

### 1. 농업용 시설하우스 경유보일러 이용현황

Table 1. 2011 domestic agricultural facility houses the diesel boiler usage

(Unit : ha)

Region	Seoul	Busan	Deagu	Incheon	Gwangju	Deajeon	Ulsan	Kyeongki-do
Usage status	-	269	21	54	265	111	40	1,029
Region	Kangwon-do	Chungcheong-do		Jeonla-do		Kyeongsang-do		Jeju
		Chungcheongbuk-do	Chungcheongnam-do	Jeonglabuk-do	Jeonlanam-do	Kyeong-sangbuk-do	Kyeong-sangnam-do	
Usage status	443	523	1,642	904	1,729	864	2,994	78

\* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

\* The national Agricultural diesel boiler usage status 8,835ha

국내 농업용 시설하우스에서 사용하는 경유보일러 이용현황을 보았을 때 2011년 기준 전국 8,835ha이다. 각 지역별 차이가 있지만 서울을 제외한 모든 지역에는 경유보일러를 사용하는 가운데배시설이 분포되어있다. 지역별 이용현황을 보면 부산이 269ha, 대구 21ha, 인천 54ha, 광주 265ha, 대전 111ha, 울산 40ha, 경기 1,029ha, 강원도 443ha, 충청도 2165ha, 전라도 2,633ha, 경상도 3,858ha, 제주도 78ha이다. 이용현황표에서 확인할 수 있듯이 경상도에서 가장 많은 면적의 농업용 경유보일러가 이용되었으며, 차례로 전라도, 충청도, 경기도, 강원도, 부산, 광주, 대전, 제주도, 인천, 울산, 대구 순서이다. 위의 표와 같은 사용비율이 나오는 이유는 가운데배시설의 지역별 분포와 관련이 있으며 더불어 경유보일러는 대부분의 시설재배농가가 많이 사용하는 시설이기 때문이다.

Table 2. The diesel boiler usage of agricultural facility houses by year

(Unit : ha)

Year	2009	2010	2011
Diesel boiler usage	8,965	7,943	8,835

\* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

연도별 경유보일러의 이용 현황을 보면 2009년 8,965ha에서 2010년에 7,943ha로 줄어들었지만 2011년에 또다시 8,835ha로 증가하면서 경유시설재배면적의 경우 비슷한 수준을 지키는 것을 볼 수 있다.

## 2. 농업용 시설하우스 펠릿보일러 이용현황

2010년부터 농업용 시설하우스 펠릿보일러 보급이 이루어졌다. 그러나 보일러 작동, 보조금 횡령 등의 문제로 보급정책의 문제점이 있었다. 또한 기술적 측면에서도 매우 낮은 기술 수준이라는 근본적인 원인이 작용하여 보급정책에 문제를 일으켰었다.

그 후에 계속 진행된 사업의 성과로 2011년 국내 농업용 펠릿보일러 보급현황은 위의 표와 같다. 농림축산식품부 원예산업과에서 발간한 2011년 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적에 따르면 2011년 전국에 농업용 시설하우스 펠릿보일러는 총 175ha 면적에 보급이 되었다. 이를 지역별로 나누어 보게 되면 부산 2ha, 울산 2ha, 경기도 27ha, 강원도 16ha, 충청도 10ha, 전라도 77ha, 경상도 41ha에 보급이 되었으며 그 외 지역에서는 펠릿보일러가 전혀 이용 되지 않았다. 이용현황 표에서 확인할 수 있듯이 전라도에 가장 많은 면적의 농업용 펠릿보일러가 이용되었으며 차례로 경상도, 경기도, 강원도, 충청도, 울산과 부산 순서이다. 펠릿보일러의 지역별 이용분포는 가운데배시설의 지역별 분포와 관련이 있다. 또한 초기 사업진행시 펠릿제조시설이 있는 지역과 영업자들이 많지 않아서 보일러 제조회

사 영업자들이 연고가 있는 지역 내에서 영업을 하였다. 따라서 광역권보다 시·군권에 예산이 많이 반영되었다. 이로 인해 위의 표와 같은 지역별 펠릿보일러 이용 분포를 나타내는 것이다.

Table 3. 2011 domestic agricultural facility houses the pellet boiler usage

(Unit : ha)

Region	Seoul	Busan	Deagu	Incheon	Gwangju	Deajeon	Ulsan	Kyeonggi-do
Usage status	-	2	-	-	-	-	2	27
Region	Kangwon-do	Chungcheong-do		Jeonla-do		Kyeongsang-do		Jeju
		Chungcheongbuk-do	Chungcheongnam-do	Jeonglabuk-do	Jeonlanam-do	Kyeong-sangbuk-do	Kyeong-sangnam-do	
Usage status	16	6	4	56	21	5	36	-

\* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

\* The national Agricultural pellet boiler usage status 175ha

Table 4. The pellet boiler usage of agricultural facility houses by year

(Unit : ha)

Year	2010	2011
Diesel boiler usage	123	175

\* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

연도별 농업용 펠릿보일러 이용 현황을 보시게 되면 2010년 펠릿보일러 보급사업과 함께 123ha의 면적에서 이용되었으며, 2011년 175ha까지 펠릿보일러의 보급을 넓힌 것을 알 수 있다. 앞으로 펠릿보일러 보급사업이 더욱 확대됨에 따라 함께 증가할 것으로 예상된다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 경제적 타당성

경유보일러는 사용하는 주요시설채소 작물인 오이, 토마토, 파프리카 세 가지 작물을 재배하는 농가에 대해 설문조사를 실시하였다. 설문조사 자료를 토대로 농촌진흥청의 소득자

료집에 소득측정 방법론으로 경제성 분석을 실시하였다. 항목별 구성내용 및 경제성 분석 방법은 다음과 같다.

Table 5. Configuration Information of Operating expenses and Production costs

Gross income	Operating expenses	Nurseries cost	Operating expenses	Production costs
		Fertilizer cost		
		Pesticide cost		
		Other Raw Materials cost		
		Light and heat energy cost		
		Depreciation cost		
		Waterworks cost		
		Rent cost		
		Consignment cost		
		Repair cost		
		Employment cost		
	Income	Self-Lobar cost		
		Self-Capital interest		
		Self-land interest		
		Net income		

\* Rural Development Administration

- (1) 조수입 : (당해년도 생산량 × 당해년도 농가 평균수취가격) + 부산물 평가액
- (2) 소 득 : 조수입(당해년도 생산량 × 당해년도 농가 평균수취가격) - 경영비  
 \* 소득 : 자가노력비 + 자본용역비 + 토지용역비 + 순수익
- (3) 경영비와 생산비
  - 1) 경영비 : 경영체 외부에서 구입하여 투입된 일체의 비용과 자가생산 농산물 중 재투입한 사료, 퇴비, 등의 중간생산물 평가액으로 구성됨.  
 - 경영비 = 종묘비 + 비료비 + 농약비 + 제재료비 + 광열동력비 + 감가상각비 + 수리비 + 임차료 + 위탁료 + 수선비 + 고용노력비 + 기타 비용
  - 2) 생산비 : 경영비에 기회비용 성격의 자가노력비, 자가자본용역비, 자가토지용역비 등을 합한 총 투입비용임.  
 - 생산비 = 경영비 + 자가노력비 + 자가자본용역비 + 자가토지용역비
- (4) 순 수 익 = 조수입(당해년도 생산량 × 당해년도 농가 평균수취가격) - 생산비

그리고 펠릿보일러의 경제성분석의 경우 모든 조건은 경유보일러와 동일하게보고 펠릿 보일러의 설치비 및 광열동력비를 대체하여 경제성분석을 하였다. 그리고 펠릿보일러 설치 시 운영비용에서 발생한 경제성이 설치비용에서 발생한 비경제성을 회복하지 못한다는 선행연구가 있었다. 따라서 본 연구에서는 시설투자에 의한 전체비용을 감가상각비에 계상하지 않고 펠릿보일러 보급사업 기준인 국가보조 60%, 용자 20%, 자부담 20%를 적용하여 농가에서 직접 지출을 하는 용자 및 자부담부분인 40%의 가격만 감가상각비로 계상하였다. 이는 현재 국가보조 60%, 용자 20%, 자부담 20%의 기준으로 펠릿보급사업이 진행 중에 있으며, 보급촉진을 위해서는 직접 농가에서 부담하는 비용만을 따져 농가가 펠릿보일러 설치를 통해 실현하는 이득의 결과값이 중요하기 때문이다. 펠릿보일러의 설치비는 업체마다 차이가 나지만 평균 평당 5만원<sup>1)</sup>으로 가정하고 진행하였다.

Table 6. Range of farmers economic analysis

Division	Cucumber	Tomato	Paprika
Diesel	Cucumber cultivation facilities using diesel	Tomato cultivation facilities using diesel	Paprika cultivation facilities using diesel
Pellet	Economic analysis for replace diesel with pellet boiler		

경제성 분석 시 감가상각비는 정액법을 사용하여 구입가격을 내용년수로 나눈 값을 계상하였다. 광열동력비의 경우 한국펠릿협회에서 공시한 자료를 토대로 농가 경유가 L당 발생시킬 수 있는 발열량(9Mcal/L)과 펠릿이 kg당 발생시킬 수 있는 발열량(4.5Mcal/kg)을 비교하여 경유사용량과 동등한 펠릿사용량 및 가격을 계상하여 분석하였다. 고용노력비의 경우 해당지역 임금을 토대로 고용노력비를 계상하였다. 또한 수리비의 경우 지하수사용을 위한 시설에 대한 감가상각비를 수리비로 계상하였다. 토지자본용역비의 경우 지역 임차료를 기준으로 계상하였으며, 자본용역비 계산에서 쓰이는 이자율은 4%로 적용하였다. 수선비는 난방기 구입가격의 5%를 적용하여 계상하였다. 그 외 각 비목은 농촌진흥청 발간 식량작물 경제성분석 방법에 의거한다.

이를 토대로 경유난방기와 펠릿난방기를 사용할 시 발생하는 중간재비의 변동을 이용하여 소득과 순이익을 계산하고 이를 비교하여 진행하였다.

본 연구 진행시 제한사항으로는 농가마다 사용하는 보일러의 종류가 다르고, 경영방식이 다르기 때문에 경제성분석을 함에 있어서 일정한 값을 얻어내기가 어려운 것 이었다. 또한 농가에 대한 설문조사를 진행할 때 연료사용량, 고정비에 대한 가격은 비교적 정확한 데이

1) 대부분 업체에서 펠릿보일러 설치비가 평당 4만9천원에서 5만원이다. 최대손실에 의한 경제성분석을 위해서 최대값인 평당 5만원으로 가정

터를 얻을 수 있었지만, 유동비의 경우 농가에서 따로 장부를 적어 놓는 사례 적어, 타 농가에 대한 대표성을 가질 수 있는 데이터를 조사하는데 어려움이 있었다.

Table 7. Price comparison of the same calories by fuel(September 2012)<sup>2)</sup>

Division	Wood pellet	Duty-free diesel	Diesel
Price	400Won/kg	1,100Won/L	1,840Won/L
Calorific value	4.5Mcal/kg	9Mcal/L	9Mcal/L
Price/Mcal	89Won	122Won	204Won

## 2. 자원순환 타당성

경유의 경우 매장량이 한정되어 있어서 오랜 시간이 지나면 고갈이 되는 자원으로서 지속적인 사용이 불가능하다. 그러나 펠릿의 경우 원재료가 지속적으로 생산이 가능한 목재이기 때문에 지속가능한 자원으로 자원의 순환이 가능하다는 측면에서 펠릿의 자원순환적 타당성을 고찰하였다.

Table 8. Regional distribution of oil reserves

Division	2000 year	2010 year
Middle East	63.10%	54.40%
South America	8.90%	17.30%
Europe	9.80%	10.10%
Africa	8.50%	9.50%
North America	6.20%	5.40%
Asia	3.60%	3.30%
World	100%	100%
	(11,049억 배럴)	(13,832억 배럴)

\* BP Statistical Review of World Energy full report (2011)

2) 단순 발열량에 대한 비교이며, 보일러 효율 등은 고려하지 않음. 연료별 동일열량 가격의 비교이며 ([한국펠릿협회] 2012년 9월 기준), 경유가격의 경우 일반가격은 리터당 1,840원이지만 농가의 경우 면세경유를 사용하므로 리터당 1,100원을 적용



### 3. 기후변화협약 대응책으로서의 타당성

현재 선행된 연구자료에 의거하여 목재펠릿을 대체에너지로 사용 할 때의 CO<sub>2</sub> 저감량과 이를 탄소배출권으로 적용하였을 때 이루어 낼 수 있는 단위당 경제적 효과를 제시하였다. 그 후 제시된 저감량 및 경제적 효과를 통해 펠릿의 기후변화협약의 대응책으로서의 타당성을 입증하였다.

## IV. 펠릿보일러 도입의 따른 시설재배 경제적·환경적 타당성

### 1. 경유 및 펠릿보일러 사용 재배시설 경영성과 분석 및 비교

#### 1) 시설오이 경영성과 분석

시설오이 재배농가는 1500평 규모로 경작을 하며 기존의 경유 사용할 때 경유난방기의 설치비는 550만원으로 내용년수를 10년으로 계산하여 10a당 감가상각비는 11만원이다. 기존의 경유 보일러를 펠릿으로 대체하였을 때 펠릿보일러의 설치비는 정부의 지원을 받아 1,500평 기준 3,000만원이며 내용년수를 10년으로 계산하여 감가상각비는 10a당 60만원의

Table 9. Economic Analysis of the cucumber farmers using diesel and pellet boilers facility<sup>3)</sup>

(Standard : 1Year 2Mechanisms/10a)

Division		Diesel	Wood pellet
Gross income	Quantity(kg)	15,600	15,600
	Price(Won/kg)	1,448	1,448
	Amount of money	22,592,800	22,592,800
Cost	Boiler depreciation	110,000	600,000
	Blg agricultural implement depreciation	2,481,617	2,971,617
	Repair costs	55,000	300,000
	Light and heat energy costs	5,600,000	4,072,727
	Operating expenses	15,295,417	14,503,144
Profit	Value added	7,297,383	8,089,656
	Income	7,097,383	7,889,656

3) 펠릿보일러 감가상각비의 경우 정부보조 60%를 받아 40%의 자가 부담비용만 계상하였으며, 보조 시설에 대한 감가상각비는 변동시키지 않았다.

로 기존의 감가상각비보다 49만원의 추가 비용이 든다. 반면에 광열동력비는 경유를 연료로 사용할 때 10a당 5,091L가 필요하며 그 비용은 560만원이다. 사용 연료를 경유에서 펠릿으로 대체하였을 경우 같은 발열량을 내기 위해서는 펠릿이 kg당 발생시킬 수 있는 발열량이(4.5Mcal/kg)이 경유가 L당 발생시킬 수 있는 발열량의(9Mcal/L)의 1/2이므로 5,091L에 2를 곱한 10,182kg이 필요로 한다. 그것을 비용으로 환산하면 407만원으로 경유를 사용할 때보다 153만원만큼의 비용이 감소하게 된다. 이를 토대로 펠릿사용시의 소득을 계산하면, 경유를 사용할 경우보다 79만원의 이득을 보게 되고, 소득이 11.1% 증가하게 되는 것으로 나타나며 시설채소재배 시 난방기를 경유보일러에서 펠릿보일러로 대체 하였을 때 경제성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

2) 시설토마토 경영성과 분석

시설토마토 재배농가는 3000평 규모로 경작을 하며 기존의 경유 사용할 때 경유난방기는 460만원 1대, 500만원 1대, 1,000만원 3대로 각각 내용년수를 6년, 6년 10년으로 계산하여 감가상각비는 10a당 46만원이다. 기존의 경유 보일러를 펠릿으로 대체하였을 때 펠릿보일러의 설치비는 정부의 지원을 받아 3,000평 기준 6,000만원이며 내용년수를 10년으로 계산하여 펠릿보일러의 감가상각비는 10a당 60만원으로 기존의 감가상각비보다 14만원의 추가 비용이 든다. 반면에 광열동력비는 경유를 연료로 사용할 때 10a당 2,500L가 필요하며

Table 10. Economic Analysis of the tomato farmers using diesel and pellet boilers facility<sup>4)</sup>  
(Standard : 1Year 2Mechanisms/10a)

Division		Diesel	Wood pellet
Gross income	Quantity(kg)	10,200	10,200
	Price(Won/kg)	2,490	2,490
	Amount of money	25,400,880	25,400,880
Cost	Boiler depreciation	460,000	600,000
	Blg agricultural implement depreciation	787,875	1,483,250
	Repair costs	198,000	300,000
	Light and heat energy costs	2,750,000	2,000,000
	Operating expenses	10,939,875	10,431,875
Profit	Value added	14,461,005	14,969,005
	Income	5,461,005	5,969,005

4) 펠릿보일러 감가상각비의 경우 정부보조 60%를 받아 40%의 자가 부담비용만 계상하였으며, 보조 시설에 대한 감가상각비는 변동시키지 않았다.

그 비용은 275만원이다. 사용 연료를 경유에서 펠릿으로 대체하였을 경우 같은 발열량을 내기 위해서는 펠릿이 kg당 발생시킬 수 있는 발열량이(4.5Mcal/kg)이 경유가 L당 발생시킬 수 있는 발열량(9Mcal/L)의 1/2이므로 2,500L에 2를 곱한 5,000kg이 필요로 한다. 그것을 비용으로 환산하면 200만원으로 경유를 사용할 때보다 75만원만큼의 비용이 감소하게 된다. 이를 토대로 펠릿사용시의 소득을 계산하면, 경유를 사용 할 경우보다 51만원의 이익을 보게 되고, 소득이 9.3% 증가하게 되는 것으로 나타나며 시설채소재배 시 난방기를 경유보일러에서 펠릿보일러로 대체 하였을 때 경제성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

3) 시설 파프리카 경영성과 분석비교

시설 파프리카 재배농가는 5000평 규모로 경작을 하며 기존의 경유 사용할 때 경유난방기는 1,200만원 5대로 내용년수를 10년으로 계상하여 감가상각비는 10a당 36만원이다. 기존의 경유 보일러를 펠릿으로 대체하였을 때 펠릿보일러의 설치비는 정부의 지원을 받아 5,000평 기준 1억원으로 내용년수를 10년으로 계산하여 감가상각비는 10a당 60만원으로 기존의 감가상각비보다 24만원의 추가비용이 든다. 광열동력비는 경유를 연료로 사용할 때 10a당 10,909L가 필요하며 그 비용은 1,200만원이다. 사용 연료를 경유에서 펠릿으로 대체 하였을 경우 같은 발열량을 내기 위해서는 펠릿이 kg당 발생시킬 수 있는 발열량(4.5Mcal/kg)이 경유가 L당 발생시킬 수 있는 발열량(9Mcal/L)의 1/2이므로 10,909L에 2를 곱한

Table 11. Economic Analysis of the paprika farmers using diesel and pellet boilers facility<sup>5)</sup>  
(Standard : 1Year 2Mechanisms/10a)

Division		Diesel	Wood pellet
Gross income	Quantity(kg)	12,000	12,000
	Price(Won/kg)	3,868	3,868
	Amount of money	46,416,000	46,416,000
Cost	Boiler depreciation	360,000	600,000
	Blg agricultural implement depreciation	10,491,120	10,107,120
	Repair costs	36,000	300,000
	Light and heat energy costs	12,000,000	8,727,273
	Operating expenses	31,242,620	27,849,893
Profit	Value added	15,173,380	18,566,107
	Income	8,261,380	11,654,107

5) 펠릿보일러 감가상각비의 경우 정부보조 60%를 받아 40%의 자가 부담비용만 계상하였으며, 보조 시설에 대한 감가상각비는 변동시키지 않았다.

21,818kg이 필요로 한다. 그것을 비용으로 환산하면 873만원으로 경유를 사용할 때보다 327만원만큼의 비용이 감소하게 된다. 이를 토대로 펠릿사용시의 소득을 계산하면, 경유를 사용할 경우보다 339만원의 이득을 보게 되고, 소득이 41% 증가하게 되는 것으로 나타나며 시설채소재배 시 난방기를 경유보일러에서 펠릿보일러로 대체 하였을 때 경제성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

조사된 파프리카 농가의 경우 토마토농가나 오이농가보다 10a당 광열동력비가 상대적으로 많이 지출되는 결과값이 나오는 것을 확인할 수 있는데, 이는 파프리카농가의 재배 및 출하기간이 8월 말부터 이듬해 7월까지로 1년간 지속적으로 운영되기 때문이다.

## 2. 순환자원으로서의 타당성

아래의 표는 2010년 말을 기준으로 세계 주요 국가의 석유매장량을 나타낸 표이다.

Table 12. 2010 State of the world's major oil reserves

Country	Reserves (barrels)	Share of the world (%)	Estimated Reserves/Production(Year)
USA	309 Billion	2.2	11.3
Canada	310 Billion	2.3	26.3
Mexico	114 Billion	0.8	10.6
Brazil	142 Billion	1.0	18.3
Venezuela	2,112 Billion	15.3	-
Kazakhstan	398 Billion	2.9	62.1
Russia	774 Billion	5.6	20.6
Iran	1,370 Billion	9.9	88.4
Iraq	1,150 Billion	8.9	-
Kuwait	1,015 Billion	7.3	-
Saudi Arabia	2,645 Billion	19.1	72.4
United Arap Emirates	978 Billion	7.1	94.1
Libya	464 Billion	3.4	76.7
Nigeria	372 Billion	2.7	42.4
China	148 Billion	1.1	9.9
India	90 Billion	0.7	30.0
Vietnam	44 Billion	0.3	32.6

Country	Reserves (barrels)	Share of the world (%)	Estimated Reserves/Production(Year)
OECD	91.4 Billion	6.6	13.5
OPEC	10,684 Billion	77.2	85.3
Non-OPEC	1,887 Billion	13.6	15.1
World	13,832 Billion	100	46.2

\* BP Statistical Review of World Energy full report (2011)

각 나라별로 석유 매장량 및 세계점유율이 다르고 그에 따른 추정 가채년수도 다르지만 전 세계 추정 가채년수를 고려할 경우 앞으로 약 46년 정도 석유 채굴이 가능할 것으로 전망되고 있는 것을 알 수 있다.

그와 반대로 펠릿의 경우는 목재가공과정에서 나오는 톱밥이 주원료이기 때문에 계속해서 생산이 가능하며 우리나라의 경우 숲 가꾸기 등을 통해 에너지로 생산할 수 있는 산림 자원 중 2백만m<sup>3</sup>만큼의 나무가 이용되지 않고 있다. 이를 펠릿으로 만들어 사용할 경우 매년 45만톤의 원유 사용을 줄일 수 있는 기대효과를 가져온다. 또한 펠릿은 소비 후에 퇴비의 형태로 자연으로 순환되어 양분이 되기 때문에 계속적 순환이 가능하다.

이처럼 펠릿으로 유류 사용을 대체한다면 지속가능한 에너지의 사용이라는 측면뿐만 아니라 약 46년이라는 석유의 가채년수를 연장시켜 한정된 자원을 더욱 오랜 기간 사용할 수 있는 효과를 가져 올 것이다.

### 3. 기후변화 대응책으로서의 타당성

아래의 표들은 목재 펠릿으로 경유, 보일러 등유, 유연탄을 대체하였을 경우 CO<sub>2</sub>의 저감량과 탄소배출권을 적용하였을 때 나타나는 경제적 이득에 대한 내용이다.

Table 13. CO<sub>2</sub> emissions by fossil fuel

By fuel	Diesel	Kerosene	Flaming coal
CO <sub>2</sub> emissions	0.00259Ton/ℓ	0.00249Ton/ℓ	0.00231Ton/ℓ

\* Diesel : 0.845(Oil Conversion Factor)×0.837(Carbon emission Factors)×44/22(CO<sub>2</sub> Conversion formula)

\* Kerosene : 0.835(Oil Conversion Factor)×0.812(Carbon emission Factors)×44/12(CO<sub>2</sub> Conversion formula)

\* Flaming coal : 0.595(Oil Conversion Factor)×1.059(Carbon emission Factors)×44/12(CO<sub>2</sub> Conversion formula)

Table 14. Wood Pellet 1 ton of CO<sub>2</sub> reductions

By fuel	Replacing diesel	Replacing kerosene	Replacing flaming coal
CO <sub>2</sub> Reduction	1.29Ton	1.25Ton	1.68Ton

\* CO<sub>2</sub> Reduction : Replace amount of Fossil Fuel × CO<sub>2</sub> Emission

Table 15. Reduction of CO<sub>2</sub> equivalent certified emission reductions price

By fuel	Replacing diesel	Replacing kerosene	Replacing flaming coal
Certified emission reductions	29Won/kg	28Won/kg	38Won/kg

\* Carbon credits = CO<sub>2</sub> Reductions × EU Emission Trading Price(15Euro/CO<sub>2</sub>Ton) × Rates(1,515Won/Euro)

선행 연구의 결과로서 경유, 보일러 등유, 유연탄을 목재펠릿으로 대체할 경우 각각 1.29톤, 1.25톤, 1.68톤의 CO<sub>2</sub>를 저감할 수 있다. 펠릿 대체 시 저감되는 CO<sub>2</sub>의 양을 탄소배출권으로 계산하여 계상하였을 경우 경유 29원/kg, 보일러 등유 28원/kg, 유연탄 38원/kg의 경제적 이득을 실현하는 것을 알 수 있다.

앞으로 새로운 기후 변화 협약이 발효될 경우 대한민국의 온실가스 의무 감축이 불가피할 것으로 예상된다. 이러한 흐름에 따라 농업분야 또한 온실가스 감축의 의무를 이행해야 할 가능성 또한 고려하지 않을 수 없다. 그러므로 농업분야 종사자들도 기후변화협약에 대응할 수 있도록 농업분야에 목재펠릿을 대체연료로서 보급을 촉진 시켜야 할 것이다.

## V. 요약 및 결론

본 연구에서는 오이, 토마토, 파프리카 시설재배 시 경유사용 농가와 경유사용 농가의 경유보일러를 펠릿보일러로 대체할 시 난방기의 감가상각비, 수선비, 광열동력비 등 중간재비의 변동을 통해 두 가지 연료에 대한 경제성에 대해 살펴보았다.

감가상각비의 경우 오이, 토마토, 파프리카 농가 모두 60%의 보조에도 불구하고 펠릿보일러로 대체할 때 경유보일러에 비해 비경제적인 것으로 나타났다. 수선비 또한 구입가격의 5%로 계상하였기 때문에 감가상각비와 같이 비경제적인 결과가 나타났다. 그러나 광열동력비에 경우 각 농가마다 차이는 있지만 경유보일러에 비해 펠릿보일러가 경제적이라는 결과 값을 도출해낼 수 있었다. 또한 경유보일러에서 펠릿보일러로 변경할 경우에 광열동력비의 경제성이 감가상각비의 비경제성을 회복하는 수준인 것을 확인 할 수 있었다.

위의 결과를 토대로 60%의 정부의 지원을 받는 차원에서 펠릿보일러 이용 시 경제성이

있다는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 국내 가온시설재배 면적이 14,000ha인 것을 감안했을 경우, 현재 175ha의 가온재배시설에 보급된 펠릿보일러의 양은 현저히 낮은 수치라고 할 수 있다. 해외에 비하면 아직 펠릿 및 펠릿 보일러에 대한 연구가 초기단계이고 기술도 부족 것도 우리가 해결해나가야 할 과제이다.

또한 펠릿이 매장량이 줄어 가격이 상승되는 석유와는 달리 지속가능하고 순환되는 자원으로서의 역할을 함에 따라 농업분야의 광열동력비의 대한 경제적 효과를 가져다 줄 수 있을 것이다.

마지막으로 선행연구에 따르면 이산화탄소 배출수준이나 그 외 온실가스 배출수준 등을 연료별로 비교해 보았을 때 펠릿 보일러가 경유, 등유, 유연탄에 비해 대기오염 배출 수준이 가장 낮다는 결과를 보여준다.

현재 대한민국은 의무감축국에 속하지 않았지만, 교토의정서 공약기간 연장 이후 기후변화협약 당사국들에 의해 선진국과 개도국이 모두 참여하도록 2020년 새로운 기후변화협약을 발효시킬 예정이다. 즉, 2020년 새로운 기후변화협약이 발효 되었을 때 대한민국 또한 온실가스 감축의무에서 벗어나지 못할 것이다. 이러한 온실가스 감축문제를 고려하여 펠릿 보일러의 상대적으로 낮은 대기오염 배출량을 경제적으로 따졌을 경우 펠릿보일러의 경제성은 더욱 높아질 것이다.

그러므로 미래에 다가올 환경문제에 따른 환경피해 및 경제적 피해를 대비하기 위해 더불어 농업분야 종사자에게 펠릿보일러에 대한 다양한 정보를 전달해야 할 것이다. 또한 펠릿보일러 및 펠릿의 대한 기술개발 및 지원에 대한 확충을 통해 펠릿보일러 효율성을 높이기 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

[논문접수일 : 2013. 9. 5. 논문수정일 : 2013. 9. 16. 최종논문접수일 : 2013. 9. 23.]

## Reference

1. Bea, J. H. and C. H. Park. 2011. Economics Analysis of Wood Pellet Boiler Relative to Other Types of Boilers.
2. Jeon, J. Y. 2012. International Crude Oil Prices and its Determinants.
3. Kang, S. P. 2012. A Study on the Selection of Evaluation Factors on Forest Carbon Cycle Community (F.C.C.C).
4. Korea Forest Service. 2010. Analysis of the use of wood pellets and stable supply plan.
5. Korea Rural Economic Institute. 2011. The agricultural sector, energy supply and demand

forecast and building measures of clean energy farming systems

6. Lee, G. Y. 2012. Mountain village wood biomass material and energy recycling research.
7. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. 2012. Agriculture and fisheries energy efficiency project implementation guidelines.
8. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. 2012. greenhouse status of facility vegetable and vegetable production performance.
9. Rural Development Administration. 2009. The economic analysis methods and practices of food crops.
10. Yu, G. Y. 2013. The Role of Military in the Supply of Wood Fuel. pp. 134-135.