

바이오매스를 이용한 농업용 난방계획의 경제성 검토

Economic Assessment of Biomass Heating for Rural Application

홍 성 구*

Hong, Seunggu

Abstract

Biomass is one of the most competitive renewable energy resource and can be used for heating for rural applications. A economic assessment was made of biomass heating, using the tool BIOH2000 from RETScreen® International Clean Energy Decision Support Centre. For a 260kW heating system for 50 farm houses, the assessment showed a very promising results. Internal rate of return was 19.7% and year-to-positive cash flow was 5.1 years. Relative price of biomass over fossil fuel significantly affected the economic feasibility of the project. Heating demand was directly related to annual demand of biomass and economic feasibility. Relative cost of distribution pipe over the total initial costs also affected the economic feasibility of the project. The economic feasibility was expected to be improved by the probable greenhouse emission reduction credit and reduction of initial costs through utilizing existing heating system for peak or back up heating system.

Keywords : biomass energy, greenhouse gas, renewable energy, economic feasibility

I. 서 론

우리나라는 세계 10위의 에너지 소비국이며, 에너지의 97%를 수입하고 있다. 우리나라의 온실가스 총배출량은 지난 1990년 0.85억톤(TC)에서 2001년 현재 1.48억톤으로 연평균 5.2%의 상승률을 보이고 있다(에너지경제연구원, 2004). 화석연

료에 의한 배출량은 소비량의 지속적인 증가로 인해 총 배출량 중 79.7%에서 83.5%로 상승하였다. 농업부문에서의 배출량은 메탄가스를 포함하여 1990년의 5.7%에서 2001년 현재 3.0%로서 약 4.4백만톤(TC) 수준이다. 전체 에너지 소비량 가운데 농업용이 차지하는 비중은 상대적으로 매우 낮으나, 비닐하우스 재배 농가와 같이 난방이 중요한 농가와 같은 경우에는 연료비가 차지하는 비율이 30~35% 수준으로 높기 때문에 그 영향이 크다고 할 수 있다(Jung et al. 2002).

이러한 문제에 대응하기 위하여 여러 가지 대체 에너지의 개발 및 활용계획을 시도하고 있으나, 석

* 한경대학교 지역자원시스템공학과
* Corresponding author. Tel.: +2-31-670-5134
Fax: +82-31-675-0427
E-mail address: bb9@hknu.ac.kr

유류의 가격이 상대적으로 낮고 사회 및 정책적 뒷받침이 충분치 않기 때문에 그 성과는 미미한 실정이다. 지구 온난화 방지를 위한 온실가스 감축에 대한 노력 또한 유럽 등의 선진국가에 비해서 시작 단계에 불과하다. 현재 국내에서 이루어지고 있는 대체에너지 보급은 풍력과 같이 제한된 분야를 중심으로 제주도나 대관령 등의 제한된 지역에 국한되어 있다.

대체에너지 가운데 바이오매스와 관련된 분야는 가장 현실적이고 도입 가능성이 높은 것 중의 하나로서 인정되고 있으나(Bridgewater, 1995), 아직까지 국내에서는 관심이 높지 않은 것이 사실이다. 특히 농촌지역에서 생산되는 바이오매스는 축산분뇨를 포함하여, 미곡생산 부산물로 얻어지는 벗짚과 왕겨, 과수원의 전정 부산물, 발작물 부산물 등 다양하고 그 양 또한 적지 않다. 그러나 이들을 적절하게 활용하기 위해서는 수집, 운반, 전처리 등의 공정이 요구되며, 활용을 위한 시설이 갖추어져야 한다. 물론 벗짚이나 왕겨와 같은 부산물 바이오매스는 사료나 축산 부자재 등 다른 목적의 이용과 경합관계에 있으므로 그 활용 가능성은 별도의 검토가 필요하나, 인접 산지의 간벌목 등을 포함하여 바이오매스 자원 부존량을 생각하면, 농촌지역에서 바이오매스 자원의 이용은 가능성이 높으며, 적극적으로 추진되어야 할 것으로 판단된다.

바이오매스 자원의 이용은 제한적이거나 에너지의 자급이라는 의미와 석유 계통 에너지의 대체를 통한 온실가스 감축, 방치된 유기성 폐자원의 적정 처분에 의한 환경개선의 다양한 효과를 기대할 수 있다. 특히 온실가스 감축은 별도의 국가차원의 지원이 가능하며, 농업 분야 직불제와 연계도 가능하다. 이용 방법에 따라서는 친환경 농업과 연계하여 소위 지속가능한 농업의 한 축으로 확장도 가능하다고 판단된다.

바이오매스 자원의 활용을 제고하기 위해서는 세부적인 이용 방안과 관련기술의 개발 등이 요구되며, 세부 이용계획별로 타당성과 경제성을 검토하

는 것이 필요하다. 바이오매스를 가장 쉽게 이용할 수 있는 방안은 소각을 통해 연소열을 이용하는 것이다. 본 연구에서는 농촌지역에서 얻을 수 있는 바이오매스를 농가에서 난방 목적으로 이용하는 경우 경제성을 검토하고, 경제성에 직접적으로 영향을 미치는 요인을 평가하였다. 본 연구의 결과는 바이오매스 자원의 이용 방향 정립과, 바이오매스 자원이용 촉진을 위한 정책수립 자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

II. 재료 및 방법

1. 분석 도구 및 기초 자료

경제성 분석은 캐나다의 RETScreen[®] 센터(RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre)에서 제공하는 도구(BIOH2000)를 이용하였다. BIOH2000은 바이오매스 자원을 이용한 열공급시설의 경제성을 평가하는 소프트웨어로서, 관련 장비에 대한 정보 뿐만 아니라 세계 각국의 주요 도시에 대한 개략적인 기상정보를 내장하고 있다(RETScreen, 2004). BIOH2000이 제공하는 기상정보는 국내 지역단위 기상정보를 충분히 갖고 있지 않기 때문에 기상청에서 제공하는 자료를 활용하였다. BIOH2000에서는 바이오매스 보일러를 가정하여 경제성을 평가한다.

본 연구에서 필요한 기초자료로서 기온자료는 이천시의 평년값을 이용하였으며, 바이오매스와 관련된 자료는 경기도 안성시를 대상으로 얻은 자료를 이용하였다. 바이오매스 자원의 연소열을 이용한 농가 난방 계획 수립에 있어서는 연료로서 바이오매스 부존량과 수집 비용, 그리고 석유류의 현재 가격을 입력자료로 준비하였다.

2. 바이오매스 수집 비용

바이오매스 수집과 관련된 현장조사는 2개의 배

재배농원을 대상으로 수행하였다. 재배면적은 각각 9,800 m², 2,420 m²로서, 전정 후 지면에 산재된 나뭇가지를 모으고, 묶은 후 농원 입구까지 수집하는 작업에 소요되는 시간과 작업인력을 이용하여 수집 비용을 산정하였다. 또한 바이오매스 발생지에서 이용시설까지의 운송과 관련된 비용을 산정하였다. 운송비용은 너클크레인이 장착된 트럭을 이용한 경우로서 바이오매스 ton당 가격은 \$40.0 (48,000원, \$1=1,200원)으로 산정되었다. 경유 가격은 비닐하우스에 대해서는 \$0.355(426원)/ℓ, 농가의 경우 \$0.79(948원)/ℓ로 하였다.

3. 지역 특성 및 설비관련 자료

난방과 관련되어 BIOH2000에서 요구하는 지역 특성 자료에는 동절기 평균 기온(heating design temperature), 월간 섭씨 18℃이하 기간(monthly heating degree days below 18℃), 총 소요열량 대비 온수공급으로 소요되는 열량의 비율(domestic hot water heating base demand) 등이 있으며, 난방 이용시설의 배치와 관련된 자료가 필요하다. 본 연구에서는 경기도 안성시 서운면 지역에 대해 조사된 자료를 기초로 하여 50개의 농가를 분석 대상으로 하였다. 바이오매스 보일러 시설에서 농가 주변까지의 온수용 간선 파이프는 각각 200 m로 하였고, 간선에서 개인 농가까지는 개인이 부담하는 것으로 가정하였다. 지역특성을 나타내는 주요 입력자료는 다음 Table 1과 같이 결정하였다. 농가의 단위면적당 난방 부하량(heating load)은 평균기온과 단열조건에 직접적으로 영향을 받으며 그 범위는 BIOH2000의 사용자 안내서에서 제공되

는 그래프(Fig. 1)와 같이 42~118 W/m²이다 (RET Screen, 2004). 연간 소요열량은 월별 자료를 이용하여 산정하였다(Table 2).

바이오매스 열이용 설비 단가는 일반적인 에너지 관련 설비와 마찬가지로 용량에 따라서 결정되며, 규모가 클수록 작아진다. 본 연구에서는 BIOH2000에서 제공되는 기본적인 자료를 이용하였다. 소규모

Table 1 Input parameters for BIOH2000

Parameters	Input values	Range
Heating design temperature (°C)	-4.1	-40.0~15.0
Annual heating degree days below 18°C (°C-days)	3,007 (Table 2)	
Domestic hot water heating base demand (%)	22	0~25
Heating load for building (W/m ²)	52	42~118
Biomass fuel moisture content (%)	30	
Calorific value (MJ/t)	11,670	

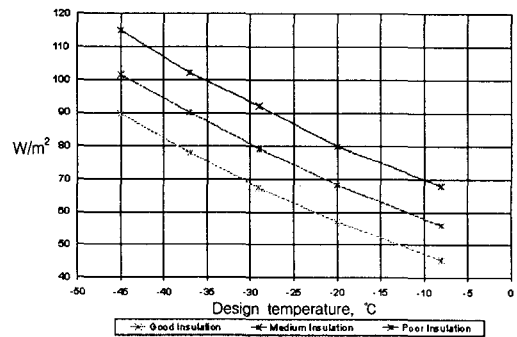


Fig. 1 Building heating load chart (RETScreen, 2004)

Table 2 Monthly heating degree-days

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mean temperature (°C)	-3.9	-1.2	4.6	11.6	16.9	21.5	24.5	24.8	19.4	12.6	5.2	-1.3
Degree-days	679	538	415	192	34	0	0	0	0	167	384	598

Table 3 Typical range of costs for small scale bio-mass systems

Power capacity (kW)	Total cost (\$)	Cost per capacity (\$/kW)	Fuel bin size (m ³)
75	18,500	247	2.5
100	23,000	230	3.0
150	31,700	211	3.0
180	34,600	192	4.0
250	37,400	150	4.0

(RETScreen, 2004)

Table 4 Initial and annual costs for input data

Cost type		Unit cost
Initial costs	Biomass equipment	\$ 150~247/kW
	Biomass equipment installation	\$ 41~50/kW
	Distribution pipe	internal formula
	Building construction	\$ 170~350/m ²
	Peak load boiler	\$ 75~100/kW
	Transportation	depends on distance and equipment weight
Annual costs	Tax and insurance	10% of costs for operation and maintenance
	Spare parts	\$ 200~600/burner
	Biomass	\$ 40/t
	Diesel oil	\$ 0.355/ ℓ
	Electricity for equipment operation	\$ 0.15/kWh

모 바이오매스 설비에 대한 kW당 가격은 Table 3 과 같다.

초기 시설비용에는 열배관 시설비용, 바이오매스 및 경유 보일러실 건축비용, 장비 운반 및 설치비용 등을 포함하였다. 연간 유지관리비용에는 보험료, 부품비용, 일반관리비, 바이오매스 연료비, 첨두 부하대응 연료(경유)비, 그리고 시설가동에 필요한 전기요금 등이 포함된다. 초기 및 연간 유지관리비용 자료 산출을 위한 단가는 Table 4와 같다. 난방을 위한 열배관 설치비용은 BIOH2000에 내장된

합수를 이용하는 것으로 선택하였다. 바이오매스 보일러의 수명은 10년으로 가정하여, 매 10년마다 설비를 교체하는 것으로 가정하였다.

4. 재무관련 조건

시설의 경제성에 영향을 미치는 재무관련 지표로서는 에너지 가격상승률, 물가상승률, 감가상각률, 시설의 내구연수 등으로서, 본 연구에서는 각각 3%, 2%, 10%, 25년으로 가정하였다. 현재 국내에서는 도입되지 않고 있는 온실가스 감축 보조금과 대체에너지 시설 설치 보조금 또는 세제혜택 등은 없는 것으로 하였다. 경제성은 가장 널리 이용되는 지표로서 자본회수기간, 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR), 순현재가치(Net Present Value, NPV)를 중심으로 평가, 분석하였다. 자본회수기간은 초기 투자비용을 회수하는데 소요되는 기간을 말하며, 순현재가치는 사업에 대한 수익의 순현재가치와 비용의 순현재가치의 차이를 나타내며 사업의 경제성을 가늠하는 척도 가운데 대안선택에 있어서 정확한 기준을 제시한다. 내부수익률은 시설의 내구연한에 걸쳐 발생하는 수익률을 나타내는 것으로서 수익과 비용의 현재가치의 차이, 즉 순현재가치를 0으로 만드는 할인율로 볼 수 있다. 본 연구에서는 바이오매스를 이용한 난방 설비와 바이오매스 연료비, 그리고 기타 유지관리비가 비용으로 간주되었고, 수익은 석유계 연료 대비 바이오매스 연료를 이용하여 얻어지는 수익 또는 saving으로 하여 재무관련 분석을 수행하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 소요 기준설비

50개 농가와 앞에서 기술된 기상 및 열공급 조건에 따라 필요한 소요 열공급 총부하량은 260 kW로 산정되었다. 바이오매스 보일러 250 kW와

첨두부하에 대응하기 위한 경유 보일러 용량은 15 kW로 시설을 갖추는 것으로 난방계획을 수립하였다. 바이오매스 이용 설비의 고장 등으로 난방이 불가능할 때 이용하는 비상용 경유 보일러는 200 kW 규모로 가정하였다. 첨두부하 대응 보일러와 비상용 보일러의 설비 단가는 BIOH2000의 지침에 따라서 각각 \$100/kW, \$95/kW로 산정하였다.

2. 초기투자 및 연간 비용

주어진 입력자료에 의하여 산정된 초기 시설투자 비용은 총 \$268,629이며, 이 가운데 보일러와 같은 운송비 포함 바이오매스 설비 및 설치비는 \$78,500(29.2%), 비상용 및 첨두부하 대응 보일러와 각종 설비를 위한 시설비용은 \$161,890(60.3%), 기타 비용은 \$28,239(10.5%)로 산정되었다. 시설비용 가운데 운수배관용 파이프 시설비는 \$72,660으로서 초기투자 비용 가운데 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 연간 비용은 보험, 부품비용, 인건비 등을 고려한 유지비용 \$4,795, 첨두부하에 소요되는 경유 및 바이오매스 연료비용

Table 5 Summary for initial and annual costs for biomass heating system

Type of costs		Amount (\$)
Initial costs	Biomass equipments	40,000
	Biomass equipment installation	37,500
	Transportation	1,000
	Peak load heating system	1,500
	Backup heating system	16,000
	Distribution line pipe	72,660
	Facilities and installation	71,730
	Miscellaneous	28,239
	Sub-total	268,629
Annual costs	Operation and maintenance	4,795
	Fuel and electricity	18,673
Periodic costs	Biomass equipment replacement (every 10 years)	77,500

이 \$18,673로 추정되었다(Table 5).

2. 경제성

RETScreen® BIOH2000에 의해 얻어진 경제성 평가 결과는 Table 6에 요약된 바와 같이 순현재가치는 \$245,698, 내부수익률 19.7%, 손익분기점은 5.1년으로 나타났다. 자본의 기회비용을 일반적으로 이자율과 동일하다고 보므로, 내부수익률이 이자율보다 높은 경우 경제성이 있다고 본다. 따라서 현재의 이자율을 고려할 때, 내부수익률 19.7%는 충분히 높다고 볼 수 있으므로 경제성이 있는 것으로 판단된다. 특히 일반적인 대체에너지 설비의 경제성과 비교할 때 상대적으로 경제성이 높다고 볼 수 있다. Fig. 2는 누가자본흐름도를 보여주고 있으며, 5.1년에 이르러 수익이 발생하고 있음을 보이고 있다.

Table 6 Results of economic analysis for the biomass heating

Initial investment	\$268,629
NPV(Net Present Value)	\$245,698
IRR(Internal Rate of Return)	19.7%
Year to positive cash flow	5.1 years
Simple payback	5.6 years

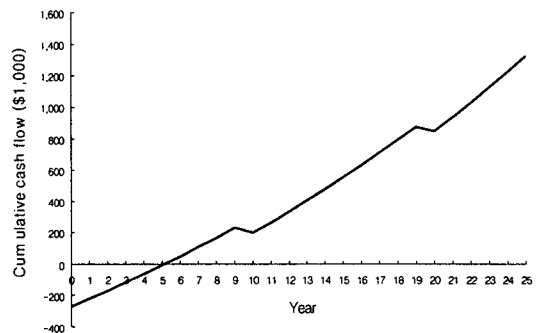


Fig. 2 Cumulative cash flow for the biomass heating project

현재, 대체에너지의 보급 확대를 위해서 정부는 특히 태양광이나 풍력 등에 의해 생산된 전기를 상대적으로 높은 가격으로 구매해 주고 있다. 바이오매스 이용 시설에 대한 세제 혜택이나 보조금 등의 제도적 지원책이 마련된다면 상기의 경제성은 더욱 개선될 수 있다.

3. 온실가스 감축효과

BIOH2000은 바이오매스를 이용하여 기대할 수 있는 온실가스 감축효과를 추가로 산정, 제시한다. BIOH2000에서 제공하는 관련 계수를 살펴보면, 경유(Diesel #2)에 대한 CO₂ 배출계수(emission factor)는 74.1 kg/kJ, CH₄ 0.002 kg/kJ, N₂O 0.002 kg/kJ로서 총괄 온실가스 배출계수는 0.449 tco₂/MWh이다. 연료 효율 등을 감안하여 본 연구에서 설정한 바이오매스 열공급체계에 대한 연료별 온실가스 배출계수는 바이오매스 0.011 tco₂/MWh, 경유 0.317 tco₂/MWh, 전기 0.491 tco₂/MWh이다. 이와 같은 조건에서 BIOH2000 적용 결과, 연간 연료 소비량을 기준으로, 경유 대비 온실가스 감축량은 244.1 t으로 추정되었다. 이러한 감축량에 대한 보조금 제도가 마련되거나 배출권 거래에 의한 수익이 발생하는 경우 바이오매스 설비의 경제성은 더욱 개선될 것이다.

4. 주요 영향인자 및 경제성 개선 방향

바이오매스를 이용한 설비의 경제성에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 연료이용 규모 즉, 바이오매스 난방 설비의 규모라고 볼 수 있다. 바이오매스 연료가격은 현장조사 결과를 이용하여 얻은 \$40/ t으로서 단위 열량당 가격은 경유 대비 약 1/7 수준이다. 설비의 규모가 커질수록 바이오매스 소요량이 증가하므로 경유 대비 연료비 절감에 따른 수익이 증가하기 때문에 설비 규모가 증가할수록 경제성은 좋아지게 된다. 반면에 소요 바이오매스 연료

량이 증가하게 되면, 운송거리가 증가하여 단위 열량당 가격이 상승하게 될 것이다. 따라서, 바이오매스 설비 규모는 바이오매스 연료의 상대적인 가격에 의해 결정될 것으로 판단된다.

나머지 모든 조건을 동일하게 설정하고 난방 요구량만을 50가구 5,000 m²에서 100가구 10,000 m²로 증가시키게 되면 바이오매스 설비 규모와 연료 소비량 또한 2배 정도 증가하게 된다. 비상용 난방 등의 설비 용량이 증가하여 이에 따른 비용이 추가로 발생함에도 불구하고, 수익발생 시점은 4.0년 후, IRR 26.7% 등으로 경제성이 개선된다. 또한 난방 면적이 200가구 1,000 m²로 증가하게 되면 IRR이 30.2%로 더욱 개선된다. 이러한 규모의 경제성은 Table 7에 나타난 바와 같이 요약할 수 있다. 즉, 바이오매스 설비와 관련된 비용은 그 규모에 비례하여 증가함에도 불구하고, 연간 바이오매스 이용량 또한 증가하여 전체적으로는 경제성이 개선된다는 것이다.

50가구로 구성되는 기본 계획에서 초기 시설투자비 가운데 난방용 간선 배관을 위한 시설비가 \$72,660으로 약 27%를 차지하고 있다. 따라서 난방용 간선배관은 사업의 경제성에 크게 영향을 미침을 알 수 있다. 이를 정량적으로 파악하기 위하여 나머지 조건을 동일하게 두고 배관 길이만을

Table 7 Effects of heating demand on economic feasibility

Number of household		50	100	200
Biomass boiler size	Main (kW)	250	500	1,000
	Peak loading (kW)	15	25	50
Backup boiler	Diesel (kW)	200	500	1,000
Biomass fuel	(t)	419	839	1,678
Year-to-positive cash flow	(years)	5.1	4.0	3.4
IRR	(%)	19.7	26.7	30.2
NPV	(\$)	245,698	759,424	1,509,683
GHG reduction	(tco ₂)	244.1	493.1	991.0

Table 8 Effects of initial cost for distribution pipe on economic feasibility

Length of pipe (m)	200	400	600	800
Total initial cost (\$)	268,629	348,555	428,481	508,407
Distribution pipe cost over total initial cost (%)	27.0	41.7	50.8	57.2
Year-to-positive cash flow (years)	5.1	6.5	7.9	10.6
IRR (%)	19.7	15.2	12.3	10.1
NPV (\$)	245,698	165,772	85,846	5,920

200 m에서 400, 600, 800 m로 증가시켜 이와 관련된 초기비용을 변화시켜 경제성 분석결과를 비교해 보았다(Table 8). 초기 비용 중 바이오매스 설비와 관련이 없는 난방 배관 등의 부속설비 비용이 차지하는 비중이 높아질수록 경제성은 더욱 낮아짐을 알 수 있다. 총 초기 투자비 가운데 배관관련 설비가 차지하는 비율이 60%에 이르는 경우 경제성이 거의 없게 됨을 알 수 있다. 이는 앞으로 바이오매스 자원을 에너지 자원으로 활용하는 계획을 세우는데 있어서 고려하여야 할 중요한 요소라고 생각된다. 난방배관 설비와 같이 바이오매스 이용 규모와 관계없는 설비의 비용은 총 초기 투자비용에서 최소화하는 것이 바람직하다.

바이오매스 이용계획에서 수익은 경유 또는 석유류 대비 바이오매스 가격차에 의하여 발생된다. 즉, 이들의 상대적인 가격차에 의해서 수익성은 크게 영향을 받게 되는 것이다. 따라서 바이오매스를 에너지로서 이용하기 위한 계획에 있어서 고려하여야 할 요인이 바이오매스 수집 및 운송비용이다. 바이오매스의 수집 및 운송을 기계화 등을 통해서 보다 효율적으로 할 수 있다고 가정하여, 바이오매스 구입가격을 \$40/t에서 \$30/t, \$20/t, \$10/t으로 낮추게 되면 IRR은 19.7%에서 각각 21.5, 23.3, 25%로 각각 개선된다.

바이오매스 이용계획에 있어서 추가적으로 경제

성을 개선할 수 있는 방안에는 1) 기존 난방설비를 침두부하 대응 설비 및 비상용 설비로 활용하여 초기 비용을 낮추는 것과, 2) 난방용 배관에 대해 수익자의 일부 부담 혹은 정부 지원, 3) 온실가스 배출량 저감에 대한 정부의 보상 등을 포함할 수 있다. 1)의 경우 기존 설비의 활용 가능성 등 대상 지역의 여건을 조사하여 도입할 수 있으나, 2)와 3)의 경우 대체에너지 이용 및 온실가스 감축에 대한 정부의 예산지원 등이 전제되어야 할 것이다.

IV. 요약 및 결론

농촌지역 바이오매스를 이용하여 농가에 대한 난방시설의 경제성을 RETScreen® BIOH2000을 이용하여 분석하였다. 경기도 이천시와 기온자료와 안성시 과수농가의 바이오매스 부존자원에 대한 조사 자료를 국내 현실에 적합한 입력자료로 하여 분석한 결과, 바이오매스 자원을 난방 에너지 자원으로 활용이 가능한 것으로 나타났다. 경제성에 영향을 미치는 주요 요인들에 대해서 분석하고, 도입을 위한 방향에 대해서 검토한 결과, 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 50개 농가에 대해 난방계획을 수립하는 경우 260 kW 규모의 열공급 설비가 필요한 것으로 나타났다. 이를 위하여 바이오매스 이용 보일러 250 kW, 침두부하 대응 경유 보일러 15 kW, 비상용 보일러 200 kW 등의 설비로 구성하였다. 이때 총 초기비용은 \$268,629이며, 경제성 분석결과 자본회수기간은 5.6년, IRR 19.7%로서 비교적 경제성이 양호한 것으로 나타났다.

2) 단위 중량당 가격이 동일하다고 가정할 때, 바이오매스 설비 규모가 커지는 경우에 연간 바이오매스 사용량 또한 증가하므로 경제성은 더욱 개선됨을 알 수 있었다. 바이오매스 보일러 설비의 규모가 260 kW에서 1,040 kW로 4배 증가하면 IRR은 19.7%에서 30.2%로 증가하였다.

3) 총 초기 투자비 가운데, 난방 배관시설과 같

이 연간 바이오매스 사용량과 직접적인 관계가 없는 설비 비용의 비중이 높을수록 경제성은 낮아졌다. 총 초기투자비 중 난방배관의 설비비가 차지하는 비율이 27%에서 약 57%로 증가하는 경우 IRR이 19.7%에서 10.1%로 낮아졌다.

4) 고정된 석유류 가격조건에서 바이오매스 가격이 톤당 \$40에서 \$10로 낮아지는 경우 IRR이 19.7%에서 25%로 크게 개선되었다. 바이오매스의 효율적인 수집 및 운송계획을 수립하여 ton당 가격을 최소화하는 것이 중요하다.

앞으로 온실가스 배출량 저감에 대해 정부의 지원이 이루어진다면 바이오매스 이용관련 사업의 경제성은 더욱 개선될 수 있을 것이다. 본 연구에서 제시된 결과는 앞으로 바이오매스 난방 또는 유사한 시설을 추진할 때에 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다.

References

1. Bridgewater, A. V., 1995, The technical and economic feasibility of biomass gasification for power generation, Fuel 74(5) pp.631-653.
2. Jung, S. J., B. S. Seo, H. K. Jang, J. B. Park, 2002. Strategy for energy saving and renewable energy use in greenhouse for horticulture. (<http://www.jares.go.kr>) in Korean
3. RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre, 2004. Biomass Heating Project Model, (<http://www.etscreen.net>)
4. Sohn, J. H. 2003. Comparison of heating methods for greenhouse, Conference on Agricultural Science and Technology (<http://www.rda.go.kr>)