

신재생에너지의 농촌마을 적용방안

리신호¹ · 윤성수^{1*} · 박형수² · 전정배² · 최애순²

¹충북대학교 농업생명환경대학 지역건설공학과, ²충북대학교 대학원 지역건설공학과

Development plan to apply renewable energy for rural villages

Shinho Rhee¹, Seongsoo Yoon^{1*}, Hyungsoo Park², Jeongbae Jeon², Aesoon Choi²

¹Department of Agricultural & Rural Engineering, Chungbuk National University, Korea

²Department of Agricultural & Rural Engineering, Graduate School, Chungbuk National University, Korea

Received on 14 May 2011, revised on 1 June 2011, accepted on 20 June 2011

Abstract : The international oil price have being fluctuated due to the exhaustion of fossil energy problem became big social issue. Rural villages are relatively sensitive to the energy problem, reflecting the characteristics of rural sustainable and stable introduction of renewable energy sources that are available is essential. In addition, through the influx of young workers in rural areas to regain vitality, efforts to improve rural living environment has been under the rural newtown project. In this study, a survey aimed at rural dwellers through the AHP, interview to report of realization about renewable energy and review the current policies. The results of realization survey though AHP are as follows. ① the advantage of the natural environment ② the superiority of government supporting policy and being economic, ③ easy to use, ④ ecologically stable, and ⑤ policy stable, respectively. In addition, renewable energy sources among the inhabitants of rural areas by solar energy was the highest score. The impact of regional characteristics compared with other energy sources receive little, easy to apply and has already been considerable technological development is considered.

Key words : renewable energy, Rural villages, Energy policy

I. 서론

농촌의 에너지 소비는 도시에 비해 크지 않으나, 농촌이 가지는 자연보전 측면, 지속가능한 개발의 관점에서 지역 발전전략의 일환으로 신재생에너지의 이용이 주목을 받고 있다. 농촌은 첨단 농업시설과 수리시설, 난방 등에 에너지를 소모함으로 농가의 가계 부담이 되고 농업용 에너지 소비량은 국내 에너지 소비의 2.14%를 차지하고 있으며, 원료로서는 석유류가 91%, 기타 전력 등이 9%를 차지하고 있으며, 농가이용에너지는 나무연료 사용이 가장 많은 것으로 보고되었고, 기타 기름과 전기, 가스, 연탄 순으로 이용되고 있다(Rhee 등, 2008). 원유를 수입하여 사용하므로, 지속적으로 발생하고 있는 고유가, 기후변화 등으로 신재생에너지의 관심이 지속적으로 증가하고 있으며, 정부의 정책도 신재생에너지의 도입을 위한 법규의 제정 등 많은

노력을 기울이고 있다. 에너지 소비량의 지속적인 증가와 온실가스 감축에 대한 논의는 결국 신재생에너지 개발과 이용확대에 대한 필요성을 증가시키고 있다. 또한 농촌의 생태적인 공간정비를 둘러싼 향후의 방향은 에너지 절약, 자원재활용 등 신재생에너지를 이용하는 쪽으로 가고 있다. 따라서 농촌의 에너지 문제 해결, 온실가스 완화, 자원재이용, 친환경적인 정비 등 복합적인 목표를 달성하기 위해서는 신재생에너지를 활용한 농촌의 정비 방안이 강구되어야 한다. 그러나 농촌지역을 대상으로 한 신재생에너지의 활용과 정책에 관한 연구는 많지 않다(Nam과 Kim, 2008). 정부차원에서 농촌마을 단위에서 지역의 특성에 맞는 신재생에너지를 조합한 최적개발 방안을 강구할 수 있도록 지원정책을 수립 시행할 것을 제안하였고, 재생가능 에너지와 지역균형발전 전략으로서 바이오에너지를 활용하고, 지역균형발전 측면에서 재생가능 에너지를 주목하였다. 재생에너지 중에서 바이오에너지를 통한 지역발전전략을 개념적인 수준에서 제시하였고(Kim, 2006), 새로운 정

*Corresponding author: Tel: +82-43-261-2575

E-mail address: yss@chungbuk.ac.kr

책 의도에 맞는 새로운 모습의 농촌주거문화 형성의 필요성을 지적하고, 농어촌뉴타운단지에 신재생에너지 요소를 적용한 ‘녹색성장형 농어촌뉴타운단지 모델’을 정립하고 있다. 그러나 농촌지역의 신재생에너지 보급차원에서 여러 정책(그린 빌리지 조성사업, 지방보급사업, 태양광주택 10만호 보급 사업 등)이 실시되었지만, 기본적인 현황분석도 미흡하다. 농촌지역의 실정과 사회적 변화에 부합하는 농촌 주거정책의 방향을 설정하고 적극적인 사업 추진이 필요한 실정이나 이를 위한 체계적인 연구가 미흡하다.

따라서, 본 연구에서는 농촌에 거주하고 있는 주민을 대상으로 농촌마을에 신재생에너지 도입에 대한 인식조사를 하고, 신재생에너지 도입에 대해 정책과 제도를 고찰하여, 농촌마을에 신재생에너지 적용방안을 제시하고자 한다.

II. 농촌 에너지 정책

1. 국내 정책

신재생에너지 마을은 새로 계획된 도시 안에서 신재생에

너지원(태양열, 태양광, 바이오매스, 풍력, 수력, 연료전지, 액화석탄, 지열, 수소, 폐기물 등)과 미활용에너지원을 최대한 이용하여 지속가능한 마을을 조성하는 것을 말한다. 자원순환형 사회와 같이 자연에너지를 최대한 이용하여 에너지를 생성, 소비, 폐기, 회수의 형태로 순환시켜 기후변화에 대응하고 온실가스 배출을 최소화하여 지속가능한 사회를 조성하는 것이 목적이다.

신재생에너지 기술 관련 연구 및 개발은 1980년 대 석유 파동을 겪으면서 시작되었으며, 1987년 대체에너지 기술 촉진법의 공포 이후 기술부분뿐만 아니라 정책 및 제도 또한 계속 해서 성장하고 있다. 주된 시대별 신재생에너지 정책 현황은 Table 1과 같다.

정부는 2011년까지 신재생에너지 보급률을 5%까지 높이고, 국내 기술 수준을 선진국의 90%까지 높인다는 『제 2차 신재생에너지 개발 보급 기본계획』을 2003년 수립하여, 기술 개발 및 보급지원 정책을 적극추진하고 있다(Table 2).

보급 잠재력 및 산업적 파급효과가 큰 수소·연료전지, 태양광, 풍력 등을 3대 핵심 분야로 선정하여 집중 지원하

Table 1. Period renewable energy policy status (Korea Energy Management Corporation, 2006, 2008, 2011).

Period	Process	For detailed driving major
1980's	Technique Infancy	<ul style="list-style-type: none"> • 11 areas since the oil crisis of renewable Energy Technology Development Promotion • 1987.12. Promotion-law announcement of alternative energy technologies • 1980's starts spread of mid-solar water heaters, waste incinerator
1990's	Technique Growth	<ul style="list-style-type: none"> • 1997.01. 'energy technology development plan 10 years (97-06)' Promoting establishment • 1997.12. 'alternative energy development and use, dissemination, promotion law' revision
2000's	Development/ Diffusion Time	<ul style="list-style-type: none"> • 2003.02. Establishment of Alternative Energy Dissemination Center : 3 major areas focus on development - solar, wind, hydrogen fuel cells • 2003.12. 2nd basic plan establishment of renewable energy technology development and use · dissemination : supply ratio 3% (2006 year), 5% (2011 year) of renewable energy plan establishment • 2004.12. revision of renewable energy related law : public mandate, support for the difference in the development, commercialization support, etc. • 2007.07. renewable Energy Integration A / S Report Center opened • 2008.09. 3rd basic planning establishment of renewable energy technology development and use deployment

(*Reference : Ministry of Knowledge Economy, Korea Energy Management corporation, 2006, Understanding of renewable energy)

Table 2. 2009 Support programs of renewable energy projects (KNREA, 2011).

Supply business	Budget (A hundred million Won)
General dissemination Subside Program	139
renewable Energy Development Project	2,256
One million Greenhomes supply business	993
Financing of renewable energy	1,303
Construction of equipment-supply-based renewable energy	41
Total	4,732

고 있으며, 2004년을 신재생에너지 개발보급 원년으로 선포하고 관련 예산의 대폭 확대, 전담조직 신설 등 정책지원 기반을 강화하고 있다. 여기에 관련된 제도적 지원은 ① 기술개발, 인력양성 등 연구개발, ② 태양광보급보조사업, ③ 발전차액지원 및 공공기관 신재생에너지 설치 의무화 제도, ④ 용자 및 세제지원, 설비 인증제도 등이 있다.

2. 국외 정책

석유자원을 비롯한 에너지 자원의 부족은 전 세계적인 추세이다. 최근 중동의 산유국들도 향후 석유자원의 고갈을 대비하여 대체 수입원을 구축하기 위해 다른 나라의 토지를 차입하거나 석유 외에 관광 등 대체 수입원을 찾기 위해 노력하고 있다. 최근 중국의 산업화의 진행은 많은 에너지 자원의 소비를 증대시켰고, 이를 통해 원유 소비의 확대는 원유가격의 폭등을 가속화 하였다. 반면 석유자원의 가격 폭등은 에너지 절약기술의 발전에 동기를 제공하였고, 에너지 이용의 효율성 증대에 관한 체계를 갖추게 하는 긍정적인 효과도 있었다. 이에 많은 국가에서 이를 대비한 노력을 하고 있다. 독일, 덴마크, 스웨덴 등 유럽 국가들은 농촌 신재생에너지 보급에 있어서 선진적인 기술 개발과 보급을 추진하고 있다. 주요국의 신재생에너지 보

급현황은 Table 3과 같다.

신재생에너지 선진국들은 먼저 축산폐기물을 바이오가스화하여 전력을 생산하고, 유휴지 혹은 농경지에 풍력발전기를 설치 발전하며, 농림부산물은 열병합 발전소를 만들어 연소발전하며, 휴경농지에 사탕무, 유채 등을 재배하여 바이오 연료를 생산 보급하고 있다. 프랑스, 스웨덴, 노르웨이, 오스트리아 등 농림업 국가는 개별 주택의 난방에도 펄프의 사용을 장려하고 임업부산물에 의한 열병합 발전도 활발히 실시하고 있다. 각 도시별 신재생에너지 정책을 종합해 보면 Table 4와 같다.

3. 신규농촌마을 에너지 도입

귀농과 귀촌을 전제로 한 신규농촌마을은 초기 투자보다는 향후 유지관리 비용을 낮추는 데 중점을 두고 있으며, 농가의 지출부분에서 광열비에 해당하는 에너지 부분의 감소가 필요하다. 따라서 신재생에너지의 도입은 농촌마을의 활성화를 위한 한 요소가 되며, 기존 개별 주택에 대한 신재생에너지의 도입에서 마을단위의 도입까지 가능하므로 차별성을 가지고 있다. 이에 따라 농어촌뉴타운사업에서 신재생에너지의 도입관련 항목은 ① 광열수도비를 포함하는 주거비를 감소시켜 낮은 유지관리비를 유지, ② 낮은 거주

Table 3. According to national, development and supply ratio of renewable energy sources (IEA, 2008).

National	Ratio of Energy Development				Total primary energy Contrast Supply ratio
	Hydropower	PV	Wind Power	Other*	
USA	74.0	0.0	6.8	19.2	4.5
Canada	96.6	0.0	0.7	2.7	15.4
Belgium	12.2	0.1	12.4	75.6	2.3
Denmark	0.2	0.0	63.5	36.3	14.6
Netherlands	1.3	0.4	33.9	64.4	2.9
Sweden	86.8	0.0	1.4	11.8	27.1
France	90.1	3.1	3.5	6.4	6.3
Germany	28.8	0.0	43.6	25.0	4.3
Austria	88.2	0.0	4.4	7.4	21.3
Iceland	73.5	0.0	0.0	26.5	72.0
Ireland	29.3	0.0	65.6	5.2	2.1
England	25.4	0.0	23.3	51.3	1.6
Spain	49.8	0.2	44.9	5.1	6.3
Japan	78.6	0.0	1.6	19.8	3.4

*Other is geothermal, solar, ocean, waste, bio, etc.

Table 4. According to city, renewable energy policy comprehensive.

	Seoul	London	Tokyo	New York
Diffusion goals of renewable energy	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 years 2% of final energy use • 2020 years 10% of final energy use 	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 years 20% of final energy • In 2020 three times the amount of Diffusion in 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • 2020 years final energy use 20% renewable energy 	<ul style="list-style-type: none"> • 2020 years final energy use 30% renewable energy
Reduction Goal of Carbon Dioxide Emissions	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 years 20% • 2020 years 25% (Compared to 1990) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 years 20% • 2050 years 60% (respectively, compared to 1990 and 2000) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2020 years 25% (Compared to 2000) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2009 years 20% • 2015 years 25% • 2020 years 30% (Compared to 1994)
Business focus	<ul style="list-style-type: none"> • Energy conservation and efficiency • landmark of renewable energy • Established a solar power plant • advantage hasuyeol • Energy Industry Development • fuel cell Diffusion 	<ul style="list-style-type: none"> • Zero-Carbon • Development • Energy Action • Area • London Energy Partnership • Hydrogen Action Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Expand Green Power Purchase program (more than 5% in public institutions) • utilization of natural energy • utilization of biomass • fuel cell vehicle Diffusion • Low energy houses and solar home Diffusion • Energy Education Program Development 	<ul style="list-style-type: none"> • Research of Installation Environment of renewable Energy • standards of LEED Silver establish • Building Energy Efficiency training
Source	<ul style="list-style-type: none"> • Seoul green energy Declaration 	<ul style="list-style-type: none"> • London Energy • Strategy: Green • light to clean power 	<ul style="list-style-type: none"> • Tokyo renewable Energy Strategy 	<ul style="list-style-type: none"> • New York City • Energy Policy for 2006 and Beyond

비를 위해 자체적인 에너지원을 개발, ③ 개별 주택은 주택으로서 신재생에너지원의 공급, ④ 마을 공동 사용 에너지원은 신재생에너지 공급 등이다.

III. 신재생에너지 사용실태 조사

1. 신재생에너지 적용사례

광주광역시 신효천 마을은 우리나라의 대표적인 에너지 자립 마을로서, 에너지 관리공단이 신재생에너지로 60% 이상을 공급하는 50여 가구의 시범마을로 지정하는 ‘그린 빌리지’로 선정되었다. 2.1 kW 태양광 발전기가 64가구 모든 마을 지붕에 얹혀져 있는 에너지 자립형 마을이다. 충남 홍성군 홍동면 문당리는 마을 입구에 가로등의 전력을 공급하는 풍력 발전기를 가지고 있다. 실생활에 적용된 신재생에너지 이용의 좋은 예로 판단된다.

국외에서 신재생에너지를 활용한 주택 사례는 ① 신재생 에너지를 활용함과 동시에 에너지 소비를 감소하는 것과 병행, ② 설비형 태양에너지(Active Solar Energy)보다 자

연형 태양에너지(Passive Solar Energy) 시스템을 주로 이용, ③ 태양에너지를 활용하는 사례 등이 있다. 신재생에너지 활용방안 마련의 목적은 궁극적으로 주민의 삶의 질 개선에 있다. 각 가구의 에너지 소비를 감소시키기 위해 고기밀·고단열 주택으로 설계하고, 북쪽 입면의 개구부를 최대한 줄이고 있으며, 자연형 태양에너지 시스템을 주로 이용함으로써 경제성을 확보할 수 있다. 시스템의 설치는 농촌의 자연경관과 어우러져 마을 내에 주택이 이질감을 갖지 않도록 한다.

신재생에너지 마을의 기본조건은 에너지 절감형 사회를 먼저 구축하는 것이다. 자연형 태양에너지란 태양광을 자연 그대로 활용하는 것으로 자연채광, 햇빛을 이용한 자연 난방 등을 의미한다. 이런 방식의 건물 디자인은 그 자체가 에너지 이용과 밀접하게 관련되어 있기 때문에 에너지 보존에 도움이 된다. 자연형 태양에너지로 설계된 건물들은 난방, 냉방, 채광 용도로 태양을 이용하므로 다른 자원의 에너지 소비를 줄이고 안락한 실내 환경을 제공한다는 장점이 있다. 디자인 원리는 다양한 건축 스타일이나 건축 기술에 적용될 수 있다. 또한 태양광 전지나 태양열 급탕

Table 5. Case studies of overseas renewable energy district.

City	City Overview	Features
SYNIA, China	Radius: 275 km ² Population: 800,000 people	<ul style="list-style-type: none"> • Introduced the concept of EnyCity • 15% Energy savings (household sector 40%)
Dongtan, China	Radius: 88 km ² Population: 50,000 people	<ul style="list-style-type: none"> • 64% reduction in energy demand • energy, water, food, self-contained eco-city • Zero-city construction automobile exhaust (zero-emission)
Amersfoort, Netherlands	Radius: 220 km ² Population: 130,000 people	<ul style="list-style-type: none"> • 6,000 Furniture of 501 Furniture (12,000 m²) installing a solar power plant • 2,100 MWh of annual electricity consumption, 54 % of the appropriated
Stockholm, Sweden		<ul style="list-style-type: none"> • Specialized transportation • By 2010 100% purification of urban transportation • By 2010, 85 percent of the cleaning tanks used to fuel • By 2010 all vehicles sold in Stockholm over 35% of the purification

시스템과 같은 설비형 태양에너지 시스템의 이용에도 도움이 된다. 서울특별시 강서구 마곡지구는 총 면적은 336만 4,000 m²(101만7,610평)로 향후 신재생에너지를 이용한 마을을 건설하기 위해 계획 중이다.

강원도 인제군 남면 남전리는 태양광 에너지를 활용하여 잉여 전력을 판매하여 소득을 올리고 있다. 이 마을은 총 22가구가 모여 살고, 유희지를 활용하여 추적식 100 kW, 고정식 200 kW 등의 태양광 발전기 3기를 설치하여 하루에 300 kW의 전력을 생산하고 있다.

국외 사례로 북경 바이오가스 시범마을 들 수 있다. 중국은 G(Green)경제개발, G환경창조, G농산물생산, G생활향유를 목적으로 중국농업대학에서 계획을 수립하여 개발하고, Recycling Eco-economy개념에 바탕을 둔 시범마을을 조성하였다. 기본 구조는 가축배설물을 처리하여 침지 과정을 통해 바이오가스를 생산하면서 액비와 고형물생산, 물순환 재이용 및 그린농산물 생산 등이다. 이를 위해 순환을 위한 농작물의 규모는 돼지사육 12,000마리, 화훼 66ha, 과수 20 ha이다. 국외 신재생에너지 지구를 정리하면 Table 5와 같다.

2. 신재생에너지원별 사례 조사

신재생에너지의 에너지원별 종류가 많으나 실제 적용이 용이한 태양열에너지, 태양광발전, 풍력발전, 지열에너지, 바이오매스 에너지를 중심으로 하였으며, 문제가 되고 있는 폐기물에 대한 열병합발전시설을 추가하여 조사하였다. 각 조사지역의 장, 단점은 Table 6과 같다. 신재생에너지를

적용한 사례지역을 방문 조사한 결과, 태양광에너지에 대한 만족도가 가장 높게 나타났으며, 복합에너지(지열, 태양열, 태양광)도 만족도가 높게 나왔으나, 바이오에너지의 경우 경제성 등의 문제로 만족도가 낮았다.

3. 신재생에너지 인식 조사

신재생에너지의 적용은 수치적 모델에 근거를 둔 우선순위의 판단과 더불어 에너지에 대한 인식을 조사하여 적합한 모델을 구성한다. 조사는 신재생에너지의 기초교육을 받은 전공분야 대학원생이 하였으며, 정량적 평가를 위해 AHP 방법을 사용하였다.

신재생에너지 도입의 중요한 요인에 대한 각각의 쌍대비교를 한 결과, 지역의 자연환경이 유리한 에너지원, 정부지원 등 경제성이 뛰어난 에너지원, 주민이 사용하기 편리한 에너지원, 생태적으로 안정된 에너지원, 정책적으로 안정된 에너지원 순으로 나타났다(Table 7). 이것은 신재생에너지가 갖고 있는 에너지원으로서 특성보다는 자연순환적인 지속가능한 에너지원으로서 신재생에너지를 강조하고 있다고 판단된다. 즉, 고효율의 에너지원보다는 그 지역에 적합하고, 적용이 유리한 에너지원의 도입이 필요하며, 이것이 정책성, 안전성보다 중요하다고 분석되었다.

마을조성에 있어서 신재생에너지의 에너지원별도입은 태양에너지가 다른 에너지에 비해 월등히 높게 나타났다. 태양에너지는 다른 에너지에 비해 균질하며, 농촌의 어디에서도 비교적 이용이 쉽고, 기술개발이 많이 이루어진 에너지원이기 때문에 판단된다. 이중 태양열이 태양광보다

Table 6. Advantages and Disadvantages of Research Region.

Region Status	Satisfaction	Advantages	Disadvantages
Yong-dam village GV (solar)	4	<ul style="list-style-type: none"> • Preferred, rather than photovoltaic solar • Reduce electricity costs before and after the installation of • Power left in summer • Free support for 3 years due to state aid 	<ul style="list-style-type: none"> • At installation, Excessive publicity and the supplier side, jagged administrative processing issues • For use to the people on how to maintain a sufficient explanation for the lack • Expense about ₩700,000won at a change one solar energy collector
Mo-jeon Farming Association (bio-mass)	2	<ul style="list-style-type: none"> • Convenient remote control, automation system • Sufficient supply of raw materials for power production 	<ul style="list-style-type: none"> • falling economy Compared to the amount of investment in terms of electricity production • Manure handling and manure storage problems • Difficulty placing professionals Issues such as labor • Difficulty placing professionals because of Issues such as labor • Odor issues of surrounding • Due to support of government should be audited annually
Won-ju National Sports Center (geothermal)	4	<ul style="list-style-type: none"> • Because the unit is buried in the stack happens to control the problem easily • Geothermal can be alone hot water • 4~5° temperature can be maintained with circulating 	<ul style="list-style-type: none"> • Occurred Sand-tight phenomenon due to start low completeness of the technical staff • Outbreak possibility of Groundwater contamination • Problems with the power off temporarily • Heat efficiency falls because Inverter do not proper control
Je-cheon Resource Management Center (waste)	4	<ul style="list-style-type: none"> • Gained by processing the waste heat, waste heat used to heat, etc. • Use heat to dry food, and a free supply of feed production 	<ul style="list-style-type: none"> • Not a big problem when operating. However, the radius of influence to the people who live in it, consider the migration of the entire population
Jungdomun 2-ri GV (complex)	5	<ul style="list-style-type: none"> • High geothermal the most effective • Using solar water heating and solar electricity • Before and after the use of energy, rapid reduction of electricity • In the majority trouble-free operation 	<ul style="list-style-type: none"> • Determine the amount of each is difficult. Solar thermal, solar, geothermal, because it is one of the meter. • Additional installation requirements the number of panels • Solar heating is difficult to support late-night electricity • Energy Management Corporation, Technology Research does not have to visit after audit • A / S system issues
Sinhyocheon village GV (sunlight)	5	<ul style="list-style-type: none"> • Solar is more efficient than the solar • The Majority are satisfied with using, installing facilities to farm 	<ul style="list-style-type: none"> • Village residents' distrust of companies • Regret about the smaller capacity facilities • Want construction after rooftop greening • In two family inverter five years after construction problems, replace 170 million won burden

Table 7. Influence factors for the application of renewable energy.

	Environmental advantages	Economy	Ease of use	Ecological stability	Political stability	Score (Out of 10)
Environmental advantages	1.00	2.02	3.14	1.64	3.17	8.5
Economy	0.50	1.00	2.69	2.00	3.07	8.5
Ease of use	0.32	0.37	1.00	1.70	2.95	8.83
Ecological stability	0.88	0.50	0.59	1.00	1.95	8.33
Political stability	0.32	0.33	0.34	0.51	1.00	7.33

Table 8. The applicable ranking of renewable energy for a rural village.

Ranking	Energy	Score (Out of 10)
1	Solar energy	9.71
2	Sunlight energy	9.00
3	Geothermal energy	7.36
4	Wind energy	7.00
5	Bio-mass energy	6.64
6	Small hydro power	3.93

높게 평가되었으며, 뒤를 이어 지열과 풍력, 바이오매스가 비슷하며, 소수력 등은 매우 낮게 평가되었다(Table 8).

IV. 적용 방안 및 고찰

신재생에너지를 적용하기 위해선 먼저 자연적요인과 사회적으로 구분할 필요가 있다. 자연적요인은 각 신재생에너지원의 잠재량은 자연환경에 영향을 받고, 이에 따라 그 양이 결정되므로 이에 대한 요인이며, 이용의 상한치가 결정된다. 사회적으로요인은 경제적 타당성과 제도의 문제로 결정된다.

1. 자연적 요인

신재생에너지에 대한 잠재량은 에너지관리공단에서 평가하고 있으며, 지리정보시스템을 이용하여 제시하고 있다. 태양 에너지는 지역적 편차 없이 전국에 고르게 분포하는 유일한 신재생 에너지원이며, 상대적으로 고층 빌딩 등이 밀집해 있는 도심 지역이 에너지량이 적은 것으로 나타났다(Fig. 1). 농촌 마을 또한 에너지원의 확보가 가장 용이하여 농촌마을 설계에 이용이 적합하다.

풍력 에너지원은 내륙과 해안의 지역적 편차가 심하며, 따라서 풍력 에너지를 이용한 도심 지역의 발전은 다소 어려움이 있다. 백두대간의 줄기를 따라 풍력 에너지원의 도입 가능성이 큰 것으로 나타났고, 지속적인 발전을 위한 조건이 되는 지역은 강원 북부지역과 제주 일부 지역으로 국한된다(Fig. 2 참조). 풍력 에너지원을 농촌 마을 설계에 반영하는 것은 다소 제한적으로 판단된다.

지열 에너지원은 표면과 지중의 온도차를 이용하여 냉난방 및 발전에 이용한다. 전국에 걸쳐 이용 가능한 잠재량을 보유하고 있다(Fig. 3). 지열 에너지를 이용한 냉난방 시설의 이용으로 에너지 사용료 절감에 효율적이며, 초기 시설

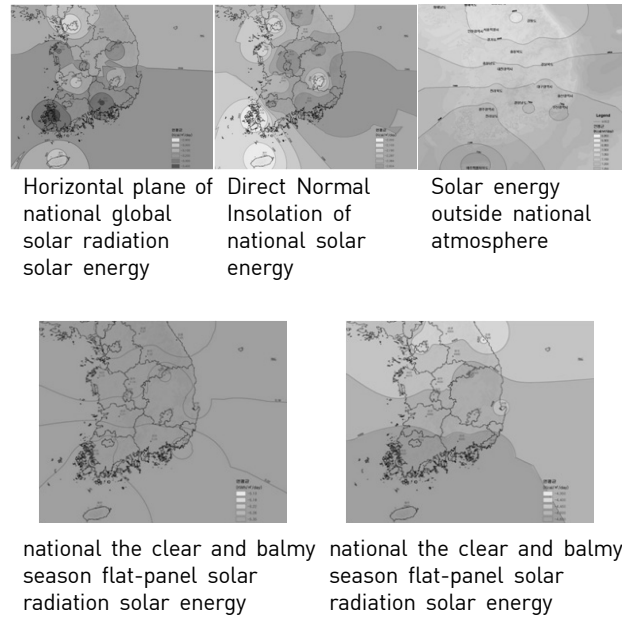


Fig. 1. The amount of solar energy potential (NRER-MDC, 2011a).

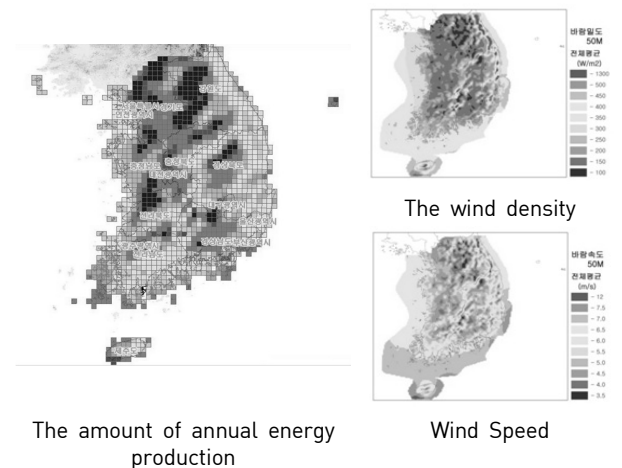


Fig. 2. The amount of wind energy potential (NRER-MDC, 2011b).

투자가 많이 들어 농촌 마을에서 개인적인 시설 설비는 곤란하다. 농촌 마을의 공동시설 등에 적용이 적합하다고 판

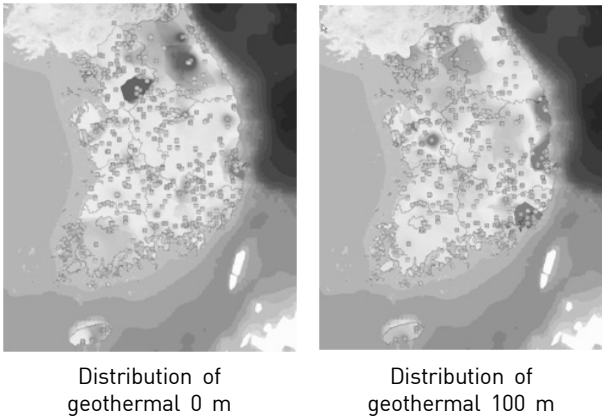


Fig. 3. The amount of geothermal energy potential (NRER-MDC, 2011c).

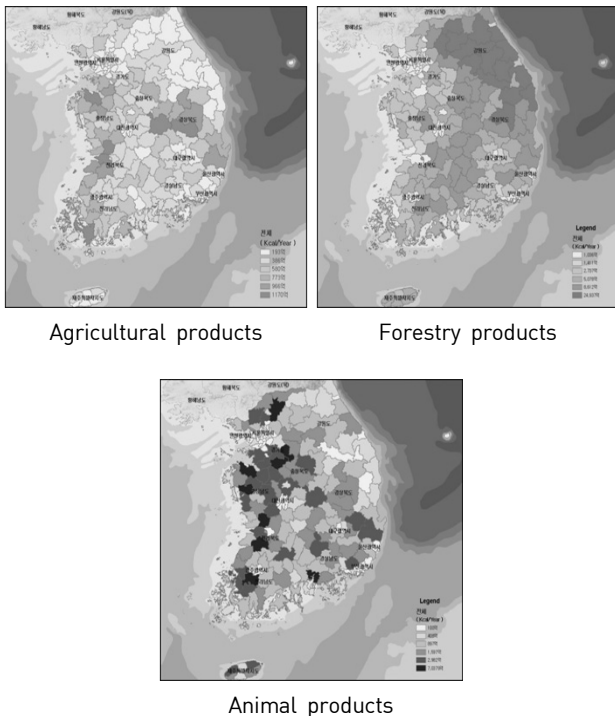


Fig. 4. The amount of biomass energy potential (NRER-MDC, 2011d).

단된다.

바이오매스 에너지는 농촌에서 발생하는 농업 부산물을 에너지원으로 이용한다. 지역적 편차가 크지 않고(Fig. 4), 개인 시설보다 공공시설에 적합하다고 사료된다.

2. 경제성 요인

신재생에너지의 에너지원별 연구는 주로 기술의 전반적이고, 효율상승을 목적으로 추구하는 기술이라면 실제 적

용될 수 있는 모델은 타당성에 기반을 둔 지역 적합도에 관한 모델이 될 것이다. 농촌마을에 적용하는 것은 다양한 에너지원을 한 지역에 적용하는 복합모델의 특성을 가지고 있는데 이것을 결정하기 위해선 에너지 소비량과 잠재량에 대한 조사가 선결되어야 한다. 2008년 통계를 조사 분석한 결과, 농촌 지역의 전력의 소비는 3인 가족을 중심으로 볼 때, 전력량은 2,729.2 kWh/년, 227 kWh/월, 7.58 kWh/일과 같고, 금액으로 환산하면 270,388원/년 22,532원/월 751.1원/일로 나타났다. 2008년 에너지 비용단가를 적용하여, 신재생에너지 에너지원별 경제적 타당성을 만족한 에너지원은 없어, 현재 고유가의 지속적 상태로 보아 에너지 가격의 변동을 가상하여 평가하였다. 외부조건에 따른 보조금 지원 가상 시나리오는 이용기간, 자금회수기간, 에너지 비용 상승률로 나누었으며, 세부적으로는 사용기간이 10년, 20년, 내구연한, 자금회수기간에 따라 이자율과 내부수익률이 같은 경우, 에너지 비용이 50% 상승, 100% 상승, 200% 상승의 경우로 나누었다.

사용기간이 10년으로 가정한 경우 B/C가 1이 되려면, 태양열 36%, 태양광 4%, 풍력 95%, 지열 62%, 바이오매스 79%, 펠릿보일러 65%의 보조금이 필요하며, 사용기간이 20년으로 가정한 경우 B/C가 1이 되려면, 풍력 92%, 지열 36%, 바이오매스 69%, 펠릿보일러 49%의 보조금이 필요하다. 또한 내구연한 만큼 사용이 가능하다면, 풍력 92%, 지열 16%, 바이오매스 69%, 펠릿보일러 49%의 보조금이 필요한 것으로 나왔다(Fig. 5).

자금회수기간에 따른 가상 시나리오로는 B/C가 1이 되었을 경우 각 에너지원별로 태양열 17년, 태양광 11년, 풍력 21년, 지열 25년, 바이오매스 20년, 펠릿보일러 16년의 자금 회수기간이 걸리는 것으로 나타났다.(Fig. 7)

에너지비용이 50% 상승하였을 경우 풍력은 88%, 바이오매스 54%, 펠릿보일러 24%의 보조금 지원이 필요하며, 100% 상승하였을 경우 풍력은 84%, 바이오매스 38%의 보조금 지원이 필요하다. 또한 200% 상승하였을 경우 풍력은 75%, 바이오매스 8%의 보조금 지원이 필요한 것으로 나타났다(Fig. 8).

이상의 분석결과는 현재 추정할 수 있는 표준적 가격과 규정된 유지관리비, 제시한 내구연한을 토대로 구성한 것으로 이 기초자료의 지속적 모니터링 없이 경제적 타당성을 일괄적으로 구성하기에는 많은 위험요소가 있다. 따라서 시장가격의 조사, 주민의 인식변화, 예외적 상황에서 여분의

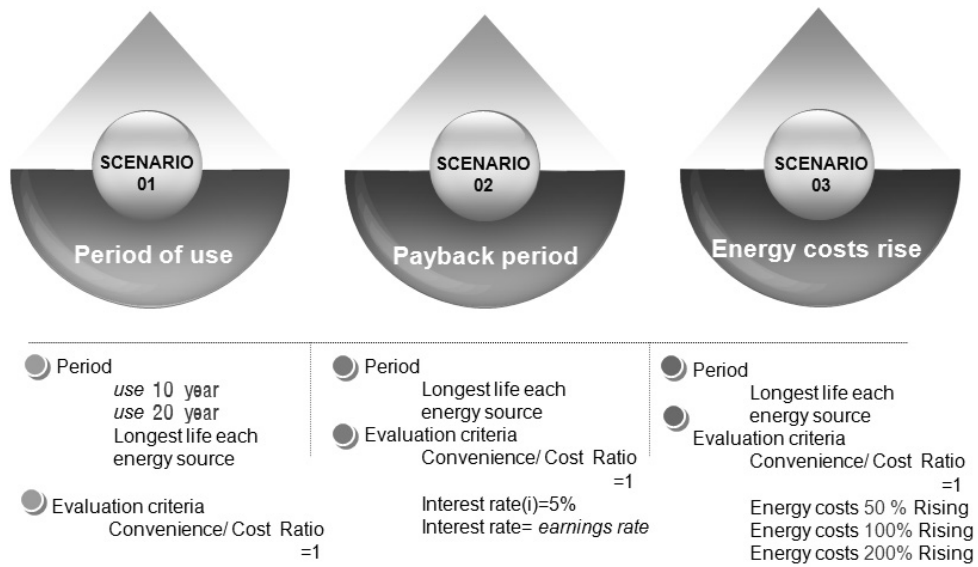


Fig. 5. Subsidies scenarios based on external conditions.

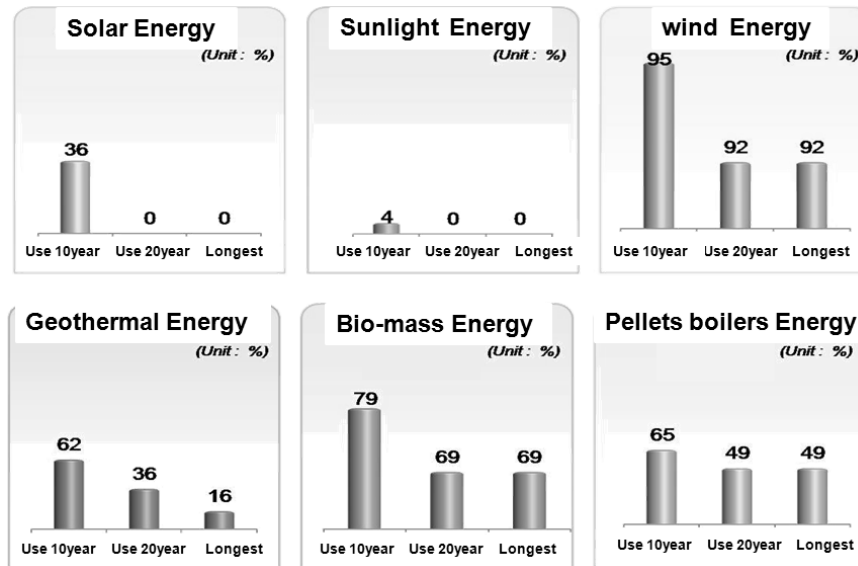


Fig. 6. Hypothetical scenario analysis based on using the period.

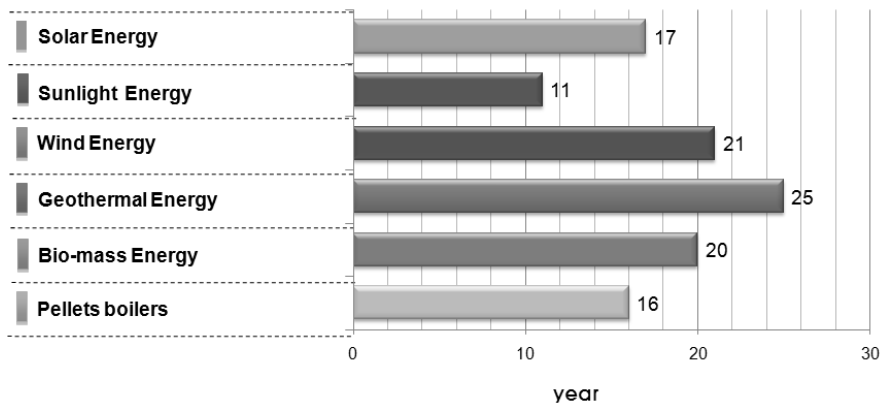


Fig. 7. Hypothetical scenario analysis based on payback period.

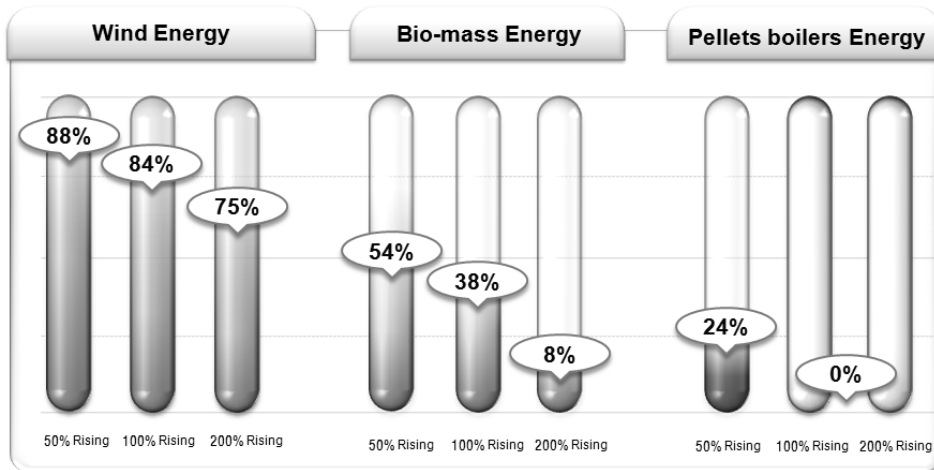


Fig. 8. Hypothetical scenario analysis based on energy costs rise.

설계에 대한 보다 종합적인 연구가 필요하다고 판단된다.

3. 제도적 요인

신재생에너지법은 2004년 전문 개정(2004.12.31.)되었으며, 신에너지 및 재생에너지의 보급 목표를 원활하게 달성하고, 신재생에너지기술의 개발을 제도적으로 뒷받침하기 위하여 이 법의 제목을 당초 대체에너지 개발 및 이용보급 촉진법에서 신에너지및재생에너지개발이용보급촉진법으로 변경하고, 신재생에너지기술의 사업화 지원 및 신재생에너지 설비 설치전문기업 등록제의 신설 등을 통하여 신재생에너지에 대한 관리 및 지원을 강화하는 한편, 현행 제도의 운영과정에서 나타난 일부 미비점을 개선, 보완하였다. 2006년 일부개정(2006. 9. 27.)은 온실가스 배출의 저감을 명시하고, 신재생에너지의 기술개발 및 이용, 보급을 촉진하기 위한 기본계획에 신재생에너지의 기술개발 및 이용, 보급을 통한 온실가스 감축목표를 추가하여 신재생에너지 개발, 이용, 보급에 있어서 기후변화에 관한 국제연합 기본 협약에 대응하려고 개정하였다. 2008년 일부개정(2008. 3. 14.)은 신재생에너지설비의 설치의무화 대상을 증축 또는 개축 건축물까지 확대하고, 설치의무의 실효성 확보를 위한 제도적 장치를 마련함으로써 신재생에너지의 이용, 보급 실태를 개선하려는 개정하여 현재에 이르고 있다. 신재생에너지의 법규를 통한 정비는 결국 사업 수단을 통해 구현된다. 대체에너지개발 및 이용보급촉진법에서 신에너지및재생에너지개발이용보급촉진법으로 개정하고, 수입 신재생에너지를 적용 배제하며, 신재생에너지 발전

기준가격과 전력거래 가격 간 차액의 부정수급자의 제재, 신재생에너지기술의 국제 표준화 및 신재생에너지 설비 부품 공용화에 대한 지원제도의 도입, 신재생에너지 설비의 설치전문기업 등록제도의 도입, 신재생에너지개발 기술의 사업화 지원제도의 도입을 골자로 한다. 또한 신재생에너지와 관련한 주된 정책은 금융기관의 신재생에너지 이용의무화, 신재생에너지 시설 인증제도, 발전차액지원제도, 신재생에너지 설비 용자지원제도를 만들고, 일반 자가용 설비 보급 무상보조제도를 제정하며 세제지원 혜택을 주는 내용을 포함하고 있다(MOLEG, 2011).

신재생에너지를 일찍이 도입하고 있는 독일의 경우는 석유 등 화석연료에 대한 의존도가 높은 수준을 유지하고 있으나 풍력발전량이 세계 최대이고, 태양에너지 발전량도 세계2위이다. 독일은 재생에너지를 에너지원의 다양화, 국산화를 목적으로 하는 에너지 보장상의 이유와, 온실효과가스의 배출억제라는 환경정책상의 이유로 추진하고 있다. 또한 전력 공급법을 통해 전력공급자의 매입의무를 부과하고 있다. 매입 가격은 전력의 소매가격에 대한 비율로 정해지는데, 특히 풍력과 태양에너지에 의해 생산된 전력의 매입 가격은 전 소비자에 대한 소매가격 평균액수의 90%로 우대하고 있다. 수력, 폐기물가스 등은 소매가격의 75%가 기준이 된다. 또한 재생에너지법을 2000년 4월부터 시행하여, 재생에너지의 보급 목표를 설정하고, 고정 가격 제도를 도입하였다. 이외에 바이오연료 할당법과 재생에너지 난방법을 제정하여 재생에너지의 생산과 소비를 촉진시키고 있으며, 재생에너지 사용을 의무화 하고 있다.

미국은 2005년 에너지 정책법(Energy Policy Act of

2005)을 제정하여 포괄에너지법을 정립했다. 이 법은 에너지의 효율성 증대, 재생에너지, 석유와 가스, 연구개발, 에너지정책 세제지원 등으로 구성되어 있다. 이는 에너지 효율성의 증대를 위해 연방프로그램의 창설, 에너지 효율이 높은 제품 생산과 이용 장려, 공공시설에서 재생 에너지 연료 및 에너지 효율이 높은 제품의 이용을 규정하고 있다. 또한 재생에너지의 자원평가를 수행하고, 연방 의무 구매제도, 재생에너지에 대한 재정상의 지원과 세제 혜택을 주고 있다. 2007년에는 에너지 자립 및 안전보장법을 서명하여 바이오 연료의 생산 증진, 재생에너지 연구의 가속화를 추구하고 있다(EERE, 2005).

아시아 국가 중 일본의 경우는 1980년 석유대체에너지의 개발 및 도입 촉진에 관한 법률을 제정하였고, 여기서 공급의 목표와 도입지침의 결정 및 공표를 제시하고 있다. 이후 1997년 신에너지 이용 등의 촉진에 관한 특별조치법을 통해 신에너지 이용 계획의 인정과 별칙을 제정하였다. 또한 일본의 기본 방침은 에너지의 안정공급의 확보, 환경에의 적합, 시장원리의 활용 등을 제시하고, 에너지에 대한 지식과 국제협력을 추진하고 있다. 2006년에는 신국가에너지 전략을 2030년 까지 장기적 관점에서 수립하고 30%의 효율개선을 제시하였다. 또한 2030년 석유 의존도 40% 이하로 하향시키기 위한 전력을 설정하였다. 아직 일본의 경우도 신에너지 비율이 전체의 2% 정도로 불안정하지만 신에너지의 보급 확대를 통해 순차적인 노력을 개진하고 있다(BRDB, 2008; EERE, 2007, 2009; EESI, 2009; NREL, 2009 등).

4. 고찰

농촌마을에 신재생에너지의 도입을 위해서는 현재의 낮은 경제성을 보완할 만한 촉진제도의 설정이다. 현재의 시점에서 신재생에너지의 경제성이 부족하므로 이를 지원할 수 있는 정책 보조금에 대한 비율이 매우 중요한 의미를 지니게 된다. 개인에 의한 자발적 전력의 사용은 시장가격으로 구성되어 있는 대규모의 전력개발보다 효율성이 떨어지지만 장기적 관점과 자연 순환의 관점에서 이를 파악하여 다중에 의한 에너지의 생산이 필요하다.

현재 제기되는 녹색가격제도는 신재생에너지원을 이용하여 생산된 전기인 녹색전기를 자유의사로 선택한 고객이 기존의 전통적 방식의 전기 생산 요금보다 더 높이 책정된

요금을 지불하는 것을 말하며, 이것은 국민적 인식의 개선을 통해 스스로 신재생에너지의 이용, 촉진에 참여할 수 있도록 유도한다. 또한 전력의 양 외에 질적인 면에 관심을 갖도록 유도하며, 시장성, 효과성, 최저비용, 투명성의 원칙이 제시되고 있다. 녹색가격제는 전력상품에 대한 소비자의 선택폭 확대와 교육적 효과, 신재생에너지의 생산 및 보급의 확대를 가져올 것이다.

농촌의 경우 에너지의 소비는 주거 생활을 위한 것만이 아니며, 주택에서 소비된다 하더라도 농업생산과 결합되는 경우가 많으므로 전체적인 관점에서 에너지 공급과 가격의 검토가 필요하다. 농어촌뉴타운에 신재생ener지를 도입하는 것은 낮은 전력비를 제공하기 보다는 녹색전기를 통해 사회 부과적인 효과를 지니므로 이를 지원할 수 있는 안정적인 재원의 확보도 필요하다. 또한 농촌에서 생산되는 녹색에너지원에 대해 잠재량과 소비량, 판매 등을 관리할 수 있는 기구를 통해 안정적이고, 미래지향적인 에너지원으로서의 농촌을 구성할 필요가 있다. 농어촌뉴타운은 새로운 농촌주거공간이 되므로 주택별 에너지 사업이 아닌 단지의 신재생에너지의 도입을 지원할 수 있어야 하며, 이것은 개별주택의 에너지원 외의 마을에너지원, 농업에너지원과 연계방안이 요구된다. 따라서 개별, 공동, 농업에너지원을 함께 고려하여 확보할 수 있는 방안이 필요하다.

V. 결론

본 연구에서는 농촌에 거주하고 있는 주민을 대상으로 신재생에너지 도입에 대한 인식조사를 하고, 현재 진행되고 있는 신재생에너지 도입에 대해 정책과 제도적 관점에서 고찰하여, 농촌마을의 신재생에너지 적용방안을 연구하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

1. 자연적 조건이 유리한 신재생ener지를 도입할 경우, 태양에너지, 풍력에너지, 지열에너지, 바이오매스에너지 등이다.
2. 신재생ener지를 도입하기 위한 현장조사 결과, 적용의 우선순위로 그 지역의 자연환경에 유리한 에너지원, 경제성 있는 에너지원, 주민의 사용이 편리한 에너지원, 생태적으로 안정된 에너지원, 정책적으로 안정된 에너지원의 순서였다.
3. 농촌마을에 적용될 에너지원 순위로는 태양열, 태양

광, 지열, 풍력, 바이오매스 순으로 나타났고, 소수력 발전은 상대적으로 매우 낮게 나타났다.

4. 현재의 에너지원별 경제성이 기존의 시스템에 미치지 못하므로 신재생에너지 정책에서 가장 핵심이 되는 사항은 보조금제도이었다. 발전시설의 내구연한까지 사용할 경우에 풍력은 92%, 지열은 16%, 바이오매스 69%, 펠릿보일러 49%의 보조금지원이 필요할 것으로 나타났다.
5. 에너지가격의 높은 변동이 예측되므로 이를 시나리오를 통해 분석한 그 결과, 기존 에너지원의 가격이 50% 상승할 경우, 태양열, 태양광, 지열에너지는 경제성이 확보되는 반면, 풍력은 88%, 바이오매스 54%, 펠릿보일러 24%의 보조금지원이 필요하다. 100% 인상될 경우, 풍력은 84%, 바이오매스 38%의 보조금 지원이 필요한 반면, 태양열, 태양광, 지열, 펠릿보일러는 경제성이 확보되는 것으로 판단되었다.
6. 신재생에너지와 관련한 주된 정책은 금융기관의 신재생에너지 이용 의무화, 신재생에너지 시설 인증제도, 발전차액지원제도, 신재생에너지 설비 용자지원제도를 만들고, 일반 자가용 설비 보급 무상보조제도를 제정하며 세제지원 혜택을 주는 내용을 포함하고 있다.

감사의 글

이 논문은 2009학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2009).

참고 문헌

BRDB (Biomass Research and Development Bord). 2008. *National Biofuels Action Plan*.

EERE (Energy Efficiency & Renewable Energy). 2005. Energy Policy Act of 2005[Public Law 109-58-AGU. 8, 2005]. Accessed in <http://www1.eere.energy.gov/> on 9 April 2011.

EERE (Energy Efficiency & Renewable Energy). 2009. Geothermal Technologies Program.

EERE (Energy Efficiency & Renewable Energy). 2007. Wind

Energy for Rural Economic Development.

EESI (Environmental and Energy Study Institute). 2009. Biomass Cofiring: A Transition to a Low-Carbon Future.

IEA (International Energy Agency). 2008. Energy balances of OECD countries.

Kim JS. 2006. Measures utilization of renewable energy for the enable rural areas(Biomass, mainly). Creation with the life space want to live. New Country Research Council. [in Korean]

KNREA (Korea renewable Energy Association). 2011. 2009 Support programs of renewable energy projects. Accessed in <http://www.knrea.or.kr> on 9 April 2011. [in Korean]

Korean Energy Management Corporation. 2006. *2005 Statistics of renewable Energy*. [in Korean]

Korean Energy Management Corporation. 2008. *2007 Statistics of renewable Energy*. [in Korean]

Korean Energy Management Corporation. 2011. Introduction to new and renewable energy. Accessed on 9 April 2011 in <http://www.knrea.or.kr/>. [in Korean]

MOLEG (Ministry of Government Legislation). 2011. New energy and renewable energy development, use and dissemination Promotion[Trial in 2011. 6.10] [Act No. 10445, 2011. 3. 9, tabeop revision]. Accessed in <http://search.moleg.go.kr/> on 9 April 2011.[in Korean]

Nam SW, Kim DS. 2008. Assessment of wind power resources for rural green-village planning. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 14(2): 25-32. [in Korean]

NREL (National Renewable Energy Laboratory). 2009. Solar Photovoltaic Financing : Residential Sector Deployment.

NRER-MDC (Renewable Energy Resources Map Data Center). 2011a. The amount of solar energy potential. Accessed in <http://kredc.kier.re.kr/kier> on 9 April 2011. Korea Institute of Energy Research. [in Korean]

NRER-MDC (Renewable Energy Resources Map Data Center). 2011b. The amount of wind energy potential. Accessed in <http://kredc.kier.re.kr/kier> on 9 April 2011. Korea Institute of Energy Research. [in Korean]

NRER-MDC (Renewable Energy Resources Map Data Center). 2011c. The amount of geothermal energy potential. Accessed in <http://kredc.kier.re.kr/kier> on 9 April 2011. Korea Institute of Energy Research. [in Korean]

NRER-MDC (Renewable Energy Resources Map Data Center). 2011d. The amount of biomass energy potential. Accessed in <http://kredc.kier.re.kr/kier> on 9 April 2011. Korea Institute of Energy Research. [in Korean]

Rhee SH, Wang J, Yoon SS, 2008. Developing an Energy Consumption Model of Household Unit in Rural Area. *Journal of Korean Society of Agricultural Engineering* 50(4): 99-109. [in Korean]