

신·재생에너지 활성화를 위한 제도의 설계와 남북한 신·재생에너지 협력 추진방안

- 전문가 설문에 나타난 신·재생에너지 현황 -

임소영*, 허은녕

System Design for Activation of Renewable Energy and Cooperative Renewable Energy Plan Between South and North Korea

- Based on the Survey of Renewable Energy Experts -

So-Young Lim, Euny়েong Heo

Abstract Ministry of Commerce, Industry and Energy (MOCIE) has taken it into consideration to introduce a Renewable Portfolio Standard (RPS) that is a purchase obligation program as an alternative plan to the FIT. We conducted a survey of renewable energy companies and experts to ask their opinions about renewable energy policy, the introduction of the RPS, and the scheme for aid of North Korea with renewable energy. Korean renewable energy companies show an impartial opinion about a FIT and a RPS system overall, although they tend to have distinctive opinions by technology each other. With respect to eligible resources for a RPS, the industries want to extend the scope of it as broad as possible. In addition, experts prefer the multi-tiered and energy production based RPS to the single-tiered and installed capacity based RPS. We also conducted a survey to find the best renewable energy sources. Wind, Geothermal, Solar-thermal, and Photovoltaic were selected to have the best potential capacities to support North Korea by renewable energy experts. However, these energy resources also have several problems to overcome in the aid of North Korea, and thus, the plans for solving them and for giving efficient support to North Korea in the area of Renewable Energy are discussed.

Key words Renewable energy policy(신재생에너지 정책), RPS(신재생에너지 의무비율 할당제), Aid of North Korea(대북지원), Survey(설문조사), Consultation(자문)

* 서울대학교 지구환경시스템공학부
■ E-mail : sylim316@snu.ac.kr ■ Tel : (02)880-8893 ■ Fax : (02)882-2109

subscrip

FIT: Feed-in Tariff

RPS: Renewable Portfolio Standard

* 본 연구는 산업자원부 및 에너지경제연구원의 위탁연구로서 수행된 'RPS 국내 도입을 위한 국내수요 분석연구 (2004.12)' 및 '신·재생에너지 분야에서의 남·북한 에너지협력 추진 방안 연구 (2005.6)' 결과의 일부임

I. 서론

최근의 유가상승과 기후변화협약 등 국제정세 변화에 대처하기 위한 방안으로 신재생에너지의 활성화 문제가 대두되고 있다. 이를 위하여 정부에서도 발전차액보전제도와 공공기관 신축건물에 대한 대체에너지 이용의무화 같은 지원과 제도를 통하여 신재생에너지발전의 보급·확대를 달성하는 노력을 여러 가지로 기울여왔다. 이러한 노력에 힘입어 신재생에너지발전의 보급은 꾸준히 늘어 2003년 말 133,244kW의 시설용량과 414,524MWh의 발전량으로서 우리나라 전체 발전량의 0.13%를 차지하고 있다. 그러나 늘어나는 전력 소비에 비해 신재생에너지 발전전력 소비의 증가속도는 낮은 수준이어서 그 비중은 담보상태에 머무르고 있다. 이와 더불어 최근의 전력산업 구조개편에 따른 전력시장 개방과 경쟁원리 도입에 따라 신재생에너지가 설 땅은 더욱 비좁게 되었다. 이러한 국면변화에 대응하여 미국을 위시한 구미 선진국에서는 전력산업 구조개편 이전부터 RPS제도와 같은 구매의무화 프로그램을 고안하여 신재생에너지발전의 확대에 힘써왔다. 이에 본 연구에서는 우리나라 신재생에너지 전문가 관점에서 현 신재생에너지 정책의 위치와 역할을 살펴보고, 신규정책의 가능성 여부를 확인하였다.

정부와 산업계, 학계의 노력으로 국내의 신재생에너지가 활성화되면 에너지부문의 남북한 협력/지원에서 신재생에너지의 비중이 커지게 될 것이라 기대한다. 아울러 역으로 신재생에너지의 대북 지원을 통하여 국내 신재생에너지 기술의 발전과 시장의 활성화를 촉진할 수 있는 효과도 기대할 수 있겠다. 기존의 남북한 에너지협력에 대한 연구는 주로 화석에너지와 원자력 부문에 집중되어 왔다. 그러나 유럽 업계와 국내 환경단체를 중심으로 북한지역의 신·재생에너지 공급에 대하여 가지 활동이 이어지면서, 국내 신·재생에너지 기술개발 및 정책과의 연계 등을 검토할 필요성이 등장하였다. 특히 신·재생에너지는 기존의 화석연료와 달리 기술에너지라는 측면에서 남북한 협력에서의 차별성이 있어 이에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 연구는 위에서 언급하였듯이 그 중요성이 증대되고 있는 남북한 에너지 협력에서의 신·재생에너지부문 협력의 역할과 북한과의 협력이 가능한 사업 분야에 대하여 전문가 설문조사를 실시하여 검토하였다. 이를 통하여 우리나라의 신·재생에너지 관련 기술수준 및 국내외 환경을 고찰, 남북한 에너지협력에서 우리나라가 기여 할 수 있는 부분

을 알아보고자 하였다. 또한, 중장기적으로 신·재생에너지 분야에서의 남·북 에너지 협력·지원 방안을 도출하며, 국내 신·재생에너지 관련 정책과의 연계 방안에 대해서도 검토하였다.

2. 신재생에너지 정책에 대한 전문가 인식 조사

신재생에너지발전의 확대를 위해 선진국을 위시하여 도입하고 있는 RPS 제도의 국내 도입에 대한 본격적인 논의를 위해서는 제도 도입에 직간접적으로 관련된 국내기관, 업체, 전력 소비자의 의견을 수렴하는 과정이 필요하다. 이에 본 설문조사에서는 현행 신재생에너지 정책과 RPS 제도의 국내 도입에 대한 관련업체의 의견을 조사하였다. 또한 그 결과를 토대로 현재 실시되고 있는 FIT의 역할과 위치, 그리고 대체적인 국내 시장여건을 파악하여 RPS 제도의 국내도입 여부 및 도입 시 효과적인 도입 방안을 제시하고자 하였다. 이는 궁극적으로 신재생에너지 발전시장을 확대하고 촉진시키는 효과를 발생시킬 것으로 기대한다.

2.1 설문조사 방법과 설문대상

2.1.2 설문대상 구성

총 225개의 회사를 대상으로 2004년 10월 14일에 설문지를 발송하였다. 수취인 미거주나 이사 등의 이유로 반송된 15업체를 제외한 총 210개의 회사 중 50업체로부터 답변을 회수하여 응답률 23.8%를 보였으며, 소수력과 태양열에너지 업체에서 비교적 양호한 회수율을 보였다.

2.1.1 설문항목과 의미

정부가 시행하고 있는 기존의 신재생에너지 정책인 발전차액 보전 제도와 도입을 검토 중인 의무비율할당제(RPS)에 대한 간단한 소개와 설명을 하였다.

RPS 제도의 디자인에 대한 본격적인 의견을 묻기 전에, 설명된 기존의 신재생에너지 정책을 유지하는 방법과 새로운 제도를 도입하는 방법 중 선호하는 방안을 선택하게 하였다. 기존의 정책을 선호하는 경우에는 그 이유를 묻고, 새로운 제도의 도입을 원하는 응답자는 지지하는 정책과 그 이유를 밝히도록

록 하였다.

본격적인 RPS 제도 디자인에 대해서는 다음과 같은 질문을 하였다.

- RPS 제도 도입에 따라 예상되는 이득과 문제점.
- 선호하는 RPS 제도 적용 대상 신재생에너지 종류/기술의 범위와 할당량 설정방식.
- 적절하다고 생각하는 RPS 제도의 적용 대상자와 의무비율 할당 기준.

2.2 조사결과

2.2.1 정책에 대한 전반적인 선호도

정부가 현재 시행 중인 발전차액보전제도의 유지와 새로운 신재생에너지 제도 도입에 대한 선호도를 분석한 결과, 전체적으로는 기존의 제도 유지와 새로운 제도 도입에 대해 비슷한 선호도를 보였지만, 에너지원별로 분석하면 뚜렷한 구분이 되는 경우가 존재하였다. 예컨대, 그림 1에서 볼 수 있듯이 태양열과 지열 관련업체는 새로운 제도 도입을 선호하는 반면, 태양광발전업자는 기존 정책을 유지하기를 바라는 양상을 뚜렷이 보인다. 즉, 기존 제도 유지 의견은 주로 현행 발전차액 보전 제도에 포함되어 있는 신재생에너지원을 생산하는 회사들이, 새로운 제도 도입 의견은 현행 제도에 포함되지 못한 신재생에너지원을 생산하는 회사들이 내고 있다고 볼 수 있다. 기존 정책을 선호하는 이유로 가장 많은 응답자(22명 중 16명)가 우리나라 에너지 시장규모가 아직 충분히 확대되지 않았기 때문이라고 답하였다.

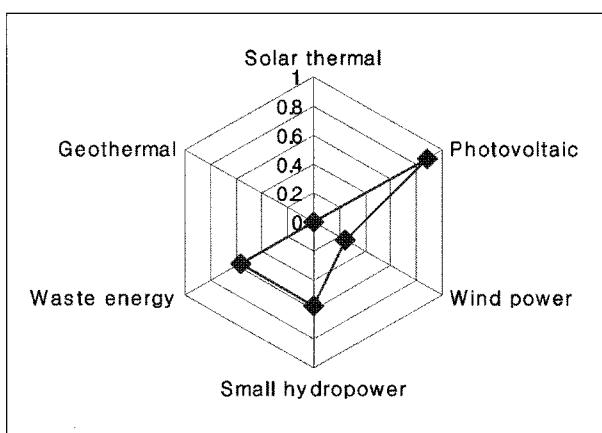


그림 1. 에너지원별로 나타낸 기존 발전차액 보전제도 유지의 선호도

2.2.2 신규정책 도입과 RPS

새로운 정책 도입을 원하는 응답 중에서는 신재생에너지발전 의무비율 할당제(RPS)가 68.8%의 압도적인 지지를 얻었다. 일부는 RPS와 함께 정부의 환경세, 환경규제 적용이나 소비자의 자발적인 선택/구매(Green Pricing)와 같은 제도를 동시에 적용시키기를 희망하였다. 한편, RPS가 가격이 아닌 수량의 일정비율 설정이므로 신재생에너지 발전전력 도입의 효과가 확실한 점이 RPS 도입으로 인해 예상되는 가장 큰 이득이라고 (50명 중 30명) 인식하고 있었다. 이외에 비용절감의 인센티브가 크다는 점도 주요한 이득이라고 응답하였다. RPS 제도 도입 시 예상되는 문제점을 묻는 질문에 대해서 설비도입에 따른 초기투자비의 부담, 시장의 불균형과 중소업체의 어려움, 미성숙한 에너지 시장, 등을 들었다.

2.2.3 RPS 제도의 적용에 대한 의견

RPS를 적용하기 희망하는 신재생에너지 종류로는 순전한 신재생에너지 뿐만 아니라, 환경적 이득을 유발하는 모든 에너지를 포함하자는 의견이 다소 우세하였다. 또한 신규 설비 에너지만 적용하는 것보다 기존의 에너지를 포함하자는 방안이 월등하게 많은 지지를 받고 있었다. 이는 신규설비에만 RPS를 적용할 경우, 제도가 시행될 때까지 투자를 기피할 우려가 있으며, 현행 노력을 인정해 주어야 하기 때문이라는 이유를 들었다. 또한 시장의 범위와 선택의 폭이 넓어져 RPS의 도입과 실행이 원활하게 진행될 것이라고 기대하였다. 수입에너지에 대해서는 이들도 포함하기를 원하는 의견이 더 많았으며, 그 이유로는 선진화된 기술을 도입하고 신재생에너지 시장의 경쟁력을 향상시키기 위한 것이라는 의견이 가장 많았다. 그러나 반면, 수입에너지에까지 적용하면 국내 신재생에너지 생산업이 위축될 것이라는 의견도 나왔다.

목표 할당량 설정 방식에 관해서는 에너지원별 구분 없이 할당비율을 설정하기(single-tiered)보다 기술의 성숙도나 경제성을 고려하여 에너지원별로 다른 할당비율을 설정(multi-tiered) 해야 한다는 의견이 많았다. 특히 태양광발전 관련 전업체와 대부분의 폐기물 업체들이 에너지원별로 다른 할당비율을 설정하기를 희망하였다. 또한 의무비율의 할당기준을 설비용량(installed capacity based)보다는 에너지 생산량으로 정하는 것(energy production based)이 타당하다고 생각하는 응답자가 우세하였다.

그 밖에, 효과적인 RPS 제도의 운영을 위해, 현재의 발전차

액 보전 제도와 병행하여 RPS 제도를 실시하고, 또한 제도 불 이행에 대한 벌칙제도를 정립할 때 더 효과적인 결과를 보게 될 것이라는 의견도 있었다.

3. 국내 신재생에너지 기술의 대북지원 역량조사

우리나라 신재생에너지 관련 기업 및 기술전문가의 관점에서 북한과의 협력 또는 대북 지원이 가능한 에너지원을 조사하여 신재생에너지 북한 지원의 당위성 및 실현 가능성에 대한 의견을 정리하고자 설문조사를 실시하였다. 이 조사는 단기적으로 북한이 당면하고 있는 에너지 위기의 극복을 위하여 신재생 에너지가 기여할 수 있는 부분을 알아보고, 중장기적으로는 신재생에너지 분야에서의 남북 에너지 협력/지원 방안을 도출하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 각 신재생에너지지원의 전문가들이 해당 에너지원에 대해 평가한 자문 자료를 바탕으로, 협력/지원이 가능한 에너지원 선정에 대한 기준을 마련하고, 또한 국내 신재생에너지의 활성화가 대북지원에서 차지하는 위치를 평가하고자 한다.

3.1 대북지원의 잠재적 역량이 있는 신재생 에너지 선정

3.1.1 설문조사 방법과 설문대상

2005년 한국신재생에너지학회와 신재생에너지협회의 신년 교례회에서 설문조사서를 배포하여 신재생에너지 산업체와 학계로부터 응답을 수거하였다. 이 조사에서 11개 신재생에너지 원(태양열, 태양광, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양, 폐기물, 연료전지, 석탄액화·가스화, 수소 에너지) 중 우리나라의 제조 및 운영기술 수준의 관점에서 북한과의 협력 또는 대북 지원에 가장 잘 준비되어 있다고 생각하는 에너지원의 종류 세 가지를 선택하고, 그 이유를 질문하였다.

3.1.2 조사결과

전문가들이 생각하는 우리나라의 제조 및 운영기술 수준의 관점에서 북한과의 협력 또는 대북지원에 가장 잘 준비되어 있는 에너지원으로는 태양광, 풍력, 태양열, 소수력 등의 순으로

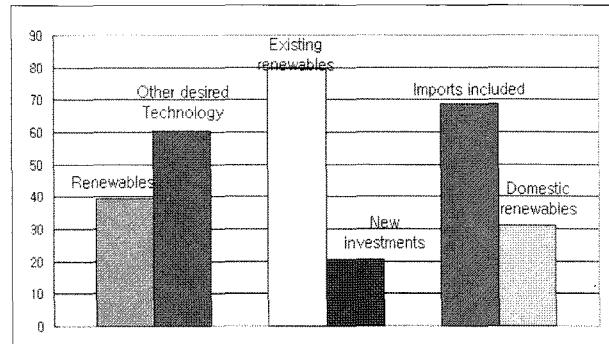


그림 2. 신재생에너지 산업체가 선호하는 RPS 제도 적용 범위

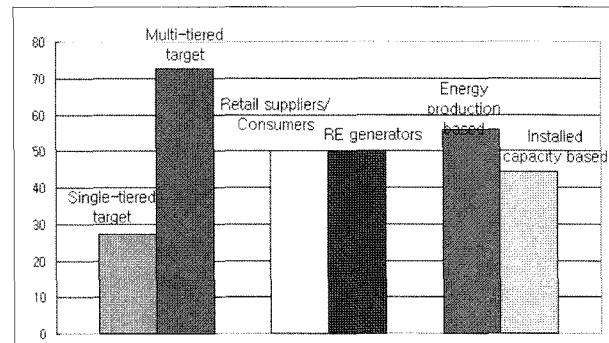


그림 3. 신재생에너지 산업체가 선호하는 RPS 제도의 대상 및 할당량 설정 방식과 기준

선택되었으며, 이 결과가 그림 4에 정리되었다.

본 연구에서 사용한 대북지원의 잠재역량을 갖춘 신재생에너지원 선정방법은 전문가 설문 및 자문이다. 이를 위해 위의 설문조사 외에 에너지원별 전문가들과 면담 및 토론회를 거치고, 그 외 관련 문헌조사, 학회발표 자료 등을 활용하였다. 선정과정에서 사용된 주요 선정기준은 우리나라가 보유하고 있는 제조 및 운영기술 수준과 북한과의 협력 또는 대북지원에 대한 준비성, 기술이전에 따른 문제의 정도, 대북지원 가능 시기, 그리고 예상보급량 등을 활용하였다. 즉, 각 에너지원별로 실제로 북한으로의 에너지 지원이 가능한지 여부를 중심으로 판단하였다.

위에 설명된 선정 방법과 기준에 의하여 남북한 에너지협력이 가능하다고 우선적으로 선택된 신·재생에너지원은 태양광, 풍력, 태양열, 지열 등 전력으로 두 가지, 열에너지로 두 가지이다.

두 가지 전력에너지원은 모두 전문가 설문에서 우선순위가 높게 나왔다. 먼저 태양광 에너지는 전문가 설문조사 결과 남

논문 3

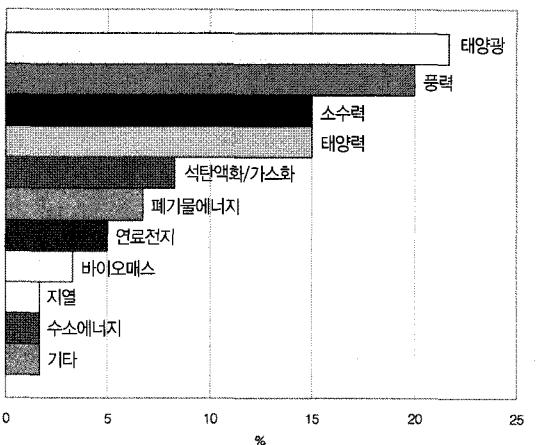


그림 4. 신·재생에너지 전문가들이 선정한 대북 협력 또는 지원에 가장 적합한 신·재생에너지원(%) (중복응답 가능).

북한 협력시 가장 우선적으로 고려되어야 할 에너지원에 대한 응답률 1위(22%)를 기록하여 선정되었다. 풍력 에너지는 전문가 설문조사 응답률에서 태양광에 이어 2위(20%)를 차지하였으며, 전력에너지지원 중에서 발전단가가 비교적 저렴하고 관련 산업계가 남북한 협력에 가장 적극적이라는 이유로 인하여 선정되었다. 결과적으로 전문가들이 남북한 협력 가능 신재생에너지지원을 선택하는 기준이 현재 우리나라에서 선정된 세 기술 개발사업대상 에너지원과 관련이 있는 것으로 나타났다.

반면 열에너지는 보급부문에서 앞선 결과를 보였다. 태양열 에너지의 경우, 전문가의 75%가 당장 지원이 가능하다고 판단할 정도로 기술적인 성숙도나 상용화 정도가 높다는 점이 선정된 주요 원인으로 꼽혔다. 한편, 지열 에너지는 학회전문가 토론회 결과 최우선으로 선택된 에너지원이며 2004년 우리나라 지역별 보급사업신청순위에서 상위를 기록하였고, 기존 화석 에너지원과의 가격 경쟁력을 갖추고 있는 에너지라는 점이 부각되었다. 또한 신·재생에너지 협력의 최대 문제인 기술이전 부분에서 가장 작은 문제를 지니고 있다는 점에 의해 선정되었다.

3.2 전문가 자문을 통해 분석한 대북지원 대상 신재생에너지

대북지원의 잠재적 역량이 있는 신재생에너지 선정 설문조사 결과 선정된 풍력, 지열, 태양광, 태양열 에너지를 대북지원 가능한 기술로 예상하고, 각 에너지원 전문가들을 대상으로 해

당 에너지원에 대해 두 차례에 걸쳐 자문을 실시하였다.

3.2.1 설문조사 방법과 설문항목

풍력, 지열, 태양광, 태양열의 4대 에너지원에 대한 1차 자문에서 기술적인 측면에서의 대북지원 가능성을 검토하기 위하여, 해당 에너지 기술의 선진국 대비 기술 수준과 상용화 가능 시기, 경쟁연료 가격 대비 현재 생산단가와 이의 향후 전망, 설계기술, 설치기술, 유지/운영 기술, 보수기술, 원재료 측면에서의 국내 자급률 산정에 대하여 질문하였다. 다음으로 각 에너지가 북한에 공급하기에 적합한가에 대한 질문을 한 뒤, 긍정적인 반응을 보인 응답자들의 경우, 대북 지원 시기와 가능 설비 규격, 지원을 통해 우리나라가 얻을 수 있는 이익에 대해 답을 하도록 유도하였다. 반면, 부정적인 반응을 보인 응답자들은 그 이유와 북한의 기후 및 지역 특성을 고려할 때 가장 적합하다고 판단하는 신·재생에너지원을 선택하도록 유도하여 해당 에너지 전문가들의 대북지원 의향을 조사하였다. 마지막으로 신·재생 에너지의 효과적인 대북지원을 위하여 전문가들이 생각하는 가장 적절한 지원방식, 바람직한 자본의 출처, 해결해야 할 난제와 정부에의 요구사항 등에 대해 자문을 구하였다.

1차 자문을 통해 얻은 전문가들의 자문 자료를 바탕으로 하여 각 에너지원별로 심층적인 설문 조사서를 작성한 뒤, 2005년 6월 한국 신·재생에너지학회 춘계학술대회에서 부가적인 2차 전문가 자문 설문조사를 실시하였다. 이 설문조사에서는 사전조사에서 얻은 각 에너지 기술의 대북지원 시장·단점을 소개한 뒤, 대북지원에 따르는 기술적, 정책적 문제점들의 해결 방안과 필요한 지원방식을 중심으로 질문하였다. 이로써 남·북한 에너지 협력 중 신재생에너지 분야에서 지원이 가능한 기술의 우선순위를 정하고, 협력/지원 시기, 기술 이전에 따른 문제점, 대북 협력/지원 방식을 도출할 수 있도록 하였다.

3.2.2 풍력에너지의 대북지원 잠재력

풍력에너지의 선진국 대비 기술 수준의 경우 규격에 따라 다른 정도를 보이고 있는데, 750kW급의 경우 80% 이상이고, MW급인 경우에는 50~70%의 수준을 지니고 있는 것으로 평가된다. 현재 화석연료 대비 생산단가는 1.3~1.6배이지만, 환경비용을 첨가하고 풍력에너지 기술개발이 지속된다면 향후 경쟁력을 확보할 수 있을 것이라 전망한다. 특히 다른 신·재생 에너지인 태양광, 태양열 기술 가격 대비 생산단가는 약 40%

에 지나지 않아 이들보다 월등한 가격 경쟁력을 갖는다는 장점을 가지고 있다.

북한에서의 풍력 부존양이 비교적 풍부하여 풍력에너지에 의한 전력개발사업은 최근 북한이 상당한 관심을 갖는 분야이다. 또한 기술적 성숙도나 가격 경쟁력 측면에서 풍력에너지가 다른 신·재생에너지에 비해 우위를 점하고 있는 이유 등으로 인하여 풍력에너지 전문가들은 풍력에너지가 북한에 공급하기에 적합한 기술이라고 판단하고 있다. 지원 가능 시기와 규모에 대해서는 2, 3년 후에 순수한 국내 기술로 풍력에너지를 북한에 지원할 수 있으며, MW급보다는 750kW급 규격의 규모로 지원하는 것이 적절하다는 의견이었다. 또한 풍력에너지를 북한에 공급할 때 유지/운영 기술은 우리나라에서 보유하여 계속적인 지원을 하되, 설비 지원의 방식으로 북한에 공급하기를 희망하였다.

풍력에너지 기술의 전체적인 국내 자급률은 70~80%라고 평가되었고, 이를 세부적으로 볼 때 설계·설치 기술은 90% 이상, 유지·운영·보수 기술은 60~70%, 원자료는 80%로서 유지·운영·보수 기술이 상대적으로 낮은 자급률을 보였다. 따라서 풍력기술의 순수한 국산화와 대북지원을 위해서는 설계·설치 기술뿐만 아니라 유지·운영·보수 기술의 개발이 중요한 요소인 것으로 나타났다.

이러한 대북 지원을 통해 당장의 경제적인 이익보다는 북한의 풍력시장 선점, 국내 풍력기술의 성장, 정치적인 의의 등을 기대하고 있었다. 그러나 근본적으로 정치적인 문제로 인하여 북한의 풍황 조사가 이루어지지 못하고 있기 때문에, 이 문제를 해결해야만 효과적인 대북지원이 가능하다고 판단하고 있다. 이렇듯 풍황 조사의 중요성에도 불구하고 정치적인 문제로 북한 내 풍황 조사가 결국 이루어지지 못하는 경우의 대안으로 현지인이 제시한 데이터를 참고하거나 북한 기술자들이 남한의 기술 지원을 받아 스스로 풍황 조사를 수행하는 방법이 가능하다면 시도해 볼 수 있을 것이다. 또는 지형을 고려하여 풍속이나 풍향을 예측하는 방법도 고려할 수 있을 것이다. 또 다른 대북지원의 난제로 기술에 대한 신뢰성의 문제점이 제기되었는데, 이는 아직 국산화 및 국내 시장이 이루어지지 않은 상태에서 검증되지 않은 기술을 지원하는 것이 바람직한가에 대한 의문이다. 따라서 우선 국내 신·재생에너지 시장을 활성화 할 수 있도록 정부가 재정적·제도적으로 지원해 줄 것을 희망하였다.

북한은 최근 풍력발전에 의한 전력개발사업에 상당한 관심

Table 1. 남한 풍력에너지의 현황과 대북지원 잠재력

| | |
|----------------|---|
| 기술현황과 가격경쟁력 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 선진국 대비 기술수준: <ul style="list-style-type: none"> ▶ 750kW: 80% 이상. ▶ MW 급: 50~70%. ○ 상용화 가능 시기 : 순수국산기술은 3~5년 이후로 예상 ○ 경쟁연료 대비 생산단가 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 화석연료 대비 1.3~1.6배. ▶ 태양광, 태양열 대비 약 40%. |
| 기술의 국내자급률 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 설계, 설치기술 : 90% 이상 ○ 유지, 운영, 보수기술 : 60~70% ○ 원자료 : 80% |
| 대북지원 지원방식 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 북한지원 가능 시기 : 순수 국내 기술의 경우 3~5년 후 ○ 지원 적절 규모 : MW급보다는 750kW급 규격이 적절 ○ 지원 방식 : 유지/운영 기술은 우리나라에서 보유하여 계속적인 지원을 하되, 설비지원의 방식으로 북한에 공급 |

을 갖고 있으며, 10kW급 미만의 소규모 풍력발전기를 개발하여 주로 야간조명 및 농업용 펌프에 이용하고 있다. 4.5kW급에서 90kW급 용량의 풍력발전기들을 해안지역에 설치하여 운영하고 있으나, 이들은 대부분 수입제품으로 고르지 못한 바람 조건과 유지기술의 낙후 때문에 기대에 미치지 못하고 있다. 또한 투자부족과 최신정보의 미흡으로 기술개발과 보급에 있어 큰 어려움에 처해 있다. 따라서 남한에서 설비의 지원이나 기술교류 측면에서의 협력을 시도한다면 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다. 아울러 북한에서 현재 진행되고 있는 풍력자원지도편찬이 완성되어 남한에 공유할 여건이 갖춰진다면, 풍력에너지를 대북 지원하는 데에 있어 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 북한의 풍황 조사가 해결되어 풍력 에너지의 대북 지원 시기가 상당히 앞당겨질 것이라 예상한다.

3.2.3 지열에너지의 대북지원 잠재력

전체적인 지열의 선진국 대비 기술수준은 70~100%인 것으로 평가되었고, 이 중 천부 지중열(70~90%)이 심부 지열(50~70%)보다 선진국 대비 기술수준이 더 높아, 상용화도 심부 지열의 10년 후보다 더 빨리 2, 3년 후에 가능하다고 평가하였다. 그러나 총괄적인 상용화 가능 시기에 대해서는 의견 수렴이 부족하여 확신할 수 없으나, 매우 가까운 시기에 상용화가 가능하다고 판단된다. 지열에너지의 가격경쟁력을 평가할 때, 단기적으로는 초기투자비로 인해서 경쟁연료에 비해 생산단가가 그리 낮지는 않다. 하지만, 장기적으로 볼 때 시설비를 고려한 후에는 경쟁연료 가격 대비 생산단가가 현저히 감소하여 경쟁

논문 3

Table 2. 남한 지열에너지의 현황과 대북지원 잠재력

| | |
|----------------|---|
| 기술현황과 가격경쟁력 | <ul style="list-style-type: none">○ 선진국 대비 기술수준:<ul style="list-style-type: none">▶ 천부 지중열 : 70~90% 이상.▶ 심부 지열 : 50~70%.○ 상용화 가능 시기 : 의견수렴 부족○ 경쟁연료 대비 생산단가 : 석유 대비 80~90% |
| 기술의 국내자급률 | <ul style="list-style-type: none">○ 설계, 설치기술 : 70~80% 이상○ 유지, 운영, 보수기술 : 100%○ 원재료 : 50% |
| 대북지원 지원방식 | <ul style="list-style-type: none">○ 지원 적절 규모 : <ul style="list-style-type: none">▶ 가정용 3~5RT급▶ 농업 및 산업용 50RT급▶ 최대 70RT급까지 가능○ 지원 방식 : 설치기술 이전 |

연료인 석유와 비교해서도 단가가 더 낮은 것으로 판단된다. 따라서 적절한 정부의 지원이 이루어진다면 소비자 측면에서 가장 경제적으로 이용할 수 있는 자원으로 기대된다.

지열에너지 전문가들은 지열에너지가 북한에 공급하기에 적합한 기술이라고 판단하고 있으며, 유지·운영기술의 이전보다는 설치기술 이전의 방식으로 지원하기를 선호하였다. 또한 지원이 가능하거나 지원 의향이 있는 설비 규격에 대해서는 용도에 따라 다르지만, 가정용으로는 10RT 이내, 농업용/산업용으로는 50RT의 규모가 적합하며, 최대 70RT급까지 지원 가능하다고 판단하였다. 한편 대북지원 시 필요한 자본은 정부가 충당하는 것이 적절하다는 것에 의견을 모았다.

지열에너지의 유지·운영·보수 기술의 국내 자급률은 거의 100%로 가장 높게 추정되었으며, 설계·설치 기술의 경우 80~90% 정도로 평가되었다. 원재료의 기술 자급률은 50% 정도로 가장 낮다고 추정되었다.

대북 지원을 실시함으로써, 민간 사업자와 연구자 간의 교류 확대 뿐만 아니라 관련 기술 발전과 지열에너지 시장의 확대를 기대할 수 있다. 또한 기후변화협약과 관련하여 이산화탄소 배출량이 절감하는 이익도 기대할 수 있다. 아울러 지열에너지 특성상, 초기투자가 이루어진 후에는 통일이 되어도 우리나라가 부담해야 할 에너지 관련 비용이 줄어든다는 이점이 있겠다. 반면, 지열을 이용하기 위해서는 현지 지질조사 등 기초조사가 필수적으로 병행되어야 하므로 북한 지역의 지질조사와 탐사 등이 활발히 이루어질 수 있도록 정부 당국자 간의 협의가 필요하며, 지열시스템 특성상 일정량의 전기 소비가 필요하므로 북한 내의 안정적인 전력공급원을 구축하는 것이 필요하겠다. 또한 천부지열 이용 시스템의 경우, 개발 회사들이 대부

분 소규모이므로 시장 확대와 함께 관련 회사 육성도 이루어져야 하며, 지열에너지에 대한 정부의 낮은 인식도 해결해야 할 문제라고 지적되었다. 정치적인 문제로 북한 내의 지열 상황 조사가 결국 이루어지지 못하는 경우, 북한 자체 인력으로 조사활동이 이루어질 수 있도록 자금을 지원하거나 지열 상황 조사가 필요하지 않는 천부 지중 열 활용 시스템 중심으로 지원하는 방안을 강구한다.

북한은 황해도 일대에서 100°C 가까운 온천이 발견되는 등 지열 에너지를 이용할 수 있는 적절한 자연 여건을 갖추고 있다. 이러한 북한의 자연여건과 남한의 높은 지열 에너지 기술의 성숙도, 그리고 남한 지열 에너지 전문가들의 대북지원에 대한 열의가 합쳐진다면 효과적인 지원이 단기간 내에 가능하리라고 기대된다. 이를 위해 북한의 지형이나 지질 조사가 병행되어 이루어진다면 그 기대효과는 더욱 커질 것이다.

3.2.4 태양열에너지의 대북지원 잠재력

태양열 에너지의 선진국 대비 기술 수준은 80% 이상으로 다른 종류의 신·재생에너지 기술에 비하여 높은 수준을 보이고 있다. 상용화 가능 시기에 대해서도 전문가에 따라 약간 상이 하지만 이미 상당 부분 상용화가 진행되고 있는 중이다. 즉 태양열 이용 기술은 우리나라 신·재생에너지 분야의 선구자인 만큼 기술수준 및 가격경쟁력에서 상당한 수준에 도달해 있음을 알 수 있다.

기술과 지원가능 시기 측면에서 태양열에너지 전문가들 대부분은 대북지원에 적극적인 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재로서는 태양열을 북한에 지원하기에는 해결해야 할 난제가 많은 것으로 판단된다. 우선 상수도 시설 및 온수 배관과 같은 인프라 구축이 이루어진 이후에 지원이 가능하다고 판단되었다. 또한 북한에는 인터넷과 같은 통신망이 제대로 구축되어 있지 않기 때문에 시설들의 모니터링이 불가능하다. 반면 태양열에너지를 북한에 공급하기를 희망하는 전문가들은 태양열 이용기술의 경우 집열판을 몇 개 연결하느냐에 따라 규격이 결정되기 때문에 다른 신·재생에너지 기술과 달리 설비 규격 및 규모에 대한 제약이 적고, 국내에서도 상용화가 상당히 진행되었으며, 또 연료의 부족이 심각한 북한의 경우에 난방이 가능한 태양열 시스템을 지원하는 것이 여타 에너지원의 지원보다 중요하다고 여기고 있었다. 기술이전에 대해서는 설계 및 설치 기술을 이전하는 방안에 비해 설비 지원 또는 유지/운영 기술 전수에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다. 태

양열 이용 기술은 지속적인 관리 및 모니터링이 필요하기 때문에 유지/운영에 대한 기술 전수가 이루어지지 않으면 시설을 설치하더라도 효율적이고 장기적으로 이용할 수 없기 때문에 유지/운영 기술의 전수가 필수적인 것으로 파악되었다. 하지만 핵심 기술에 대한 이전은 꺼리는 것으로 나타났다. 대북지원의 주체에 대해서는 대한민국 정부가 되어야한다는 의견이 대부분이었다.

태양열에너지의 기술적 국내 자급률은 대체적으로 상당히 높은 수준을 보였다. 설계·설치 기술은 자급률 100%에 가까운 수준을 보였으며, 해외 의존도가 높은 제어 및 모니터링 시스템을 제외한 유지·운영 기술, 보수기술 등은 모두 90% 이상의 높은 자급률을 지니고 있다. 또한 원재료의 국내 자급률은 70% 이상이라고 평가되었지만, 집열기 용 코팅판 등 일부 부품은 수입에 의존하는 실정이다. 그러나 집열기 용 코팅판, 제어 및 모니터링 시스템 이외에 설계, 설치, 유지/운영, 보수 등은 모두 국내 기술로 가능한 것으로 파악되었다.

이러한 대북 지원을 통해 태양열 에너지 시장의 활성화와 남북 협상에의 유리한 위치 확보를 기대할 수 있다. 태양열 에너지의 경우, 생산단가가 다른 신·재생에너지에 비해 높은 편이며, 지원 필수 요건인 상수도 및 온수공급을 위한 배관시설 확보 등 북한의 인프라 구축에 상당한 비용이 소요될 것으로 예상된다. 게다가 북한은 현재 이러한 기반시설이 거의 파괴되어 있는 상황이기 때문에 기반시설을 확보하는데 상당한 시일과 자본이 필요할 것이고, 따라서 이것이 태양열 이용 시설을 북한에 지원하는데 있어 가장 큰 문제점으로 파악되고 있다. 또한 모니터링 시스템 구축의 어려움 등 국내에서도 아직 유지 및 보수 등의 문제점이 있어 북한 내 태양열 시스템의 유지 보

수가 힘들 것으로 전망된다. 이와 더불어 관련 기업이 영세하므로 원활한 대북지원을 위해서는 정부의 경제적 지원이 이루어져야 한다는 요구도 존재하였다.

현재 북한에서는 고온을 얻기 위한 집광형 태양열시스템에 대한 연구는 아직 없으며, 중저온 태양열 집열기 등에 대한 연구가 초보단계에 머무르고 있는 실정이다. 또한 1980년부터 소규모 태양열 집열기를 제작하여 온수공급, 난방, 농산물 건조 등에 일부 사용하였으나, 기술부족, 투자부족과 제품의 높은 가격으로 인하여 생산과 보급에 있어 한계를 보이고 있다. 남한에서도 태양열 에너지의 생산단가는 기존의 화석연료보다 높아 아직 가격경쟁력을 갖추고 있지는 않지만, 기술 측면에서는 북한보다 월등한 수준을 지니고 있으면서 기술의 국내 자급률도 높아, 단기적으로는 기술이나 학술 교류 수준의 대북지원이 가능한 것으로 보인다. 또한 장기적으로 북한의 상수도 시스템 및 인프라 구축이 완성된 이후에는 본격적으로 태양열 에너지의 대북 지원이 가능할 것으로 기대된다.

3.2.5 태양광에너지의 대북지원 잠재력

태양전지의 종류에 따라 현재 우리나라 태양광발전 시스템의 선진국 대비 기술 수준에는 차이가 있다. 전반적으로 박막 태양전지가 결정질 실리콘 태양전지에 비해서 선진국과의 기술 격차가 더 많이 나고 있는 것으로 평가된다. 태양광에너지 기술을 선진국 대비 수준으로 표현하자면, 약 70~80%라고 할 수 있으며, 이미 상용화가 진행 중이다. 태양열과 마찬가지로 상용화에 있어 이슈는 기술수준 보다는 발전 단가이며 현재 발전 단가는 기존의 발전 단가 대비 적게는 4배 많게는 10배 정도의 수준인 것으로 파악되었다. 하지만 향후 기술 개발 및 대량 양산화를 통해 10년 내에는 경쟁력 확보가 가능할 것으로 예상되며, 2030년경에는 수력 및 원자력에 대해서 가격 경쟁력을 갖출 것으로 전망하고 있다. 특히 현재와 같은 고유가가 계속된다면 10년 이내에 가격경쟁력을 확보할 수도 있을 것으로 기대된다.

태양광에너지는 분산전원 형태로서 전력 인프라가 취약한 북한에 매우 적합하며 안전하고 고장이 적어 유지 보수가 쉽다는 특징이 있기 때문에 기술적으로도 지원에 문제가 없는 것으로 평가되었고, 지원가능 시기 또한 주로 지금 당장 가능하다는 의견과 2~3년 내에 가능하다는 의견이 많은 등 대북지원에 관한 선호도가 높게 나타났다. 그러나 자문 결과를 종합적으로

Table 3. 남한 태양열에너지의 현황과 대북지원 잠재력

| 기술현황과 가격경쟁력 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 선진국 대비 기술수준 : 80% 이상 ○ 상용화 가능 시기 : 이미 상용화 진행 중 ○ 경쟁연료 대비 생산단가 : 경유 대비 5배 |
|-------------|--|
| 기술의 국내자급률 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 설계, 설치기술 : 100% ○ 유지, 운영, 보수기술 : 70% (모니터링 시스템의 해외 의존도가 높음) ○ 원재료 : 70% (집열기용 코팅판 등 일부부품 수입에 의존) |
| 대북지원 방식 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 지원 가능 시기 : 상수도 시설 및 온수배관과 같은 인프라 구축 이후 ○ 지원적절규모 : 설비 규격 및 규모에 대한 제약이 적음 ○ 지원방식 : 설비 지원 또는 유지·운영기술 전수 |

논문 3

Table 4. 남한 태양광에너지의 현황과 대북지원 잠재력

| | |
|----------------|---|
| 기술현황과 가격경쟁력 | ○ 선진국 대비 기술수준 : 약 70~80% |
| | ○ 상용화 가능 시기 : 이미 상용화 진행 중 |
| | ○ 경쟁연료 대비 생산단가 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 기존의 발전 단가 대비 최소 4배 최대 10배 |
| 기술의 국내자급률 | ○ 설계, 설치기술 : 100% |
| | ○ 유지, 운영, 보수기술 : 100% |
| | ○ 원자재 : 50%(Solar cell에 사용되는 재료 및 시스템의 해외 의존도 높음) |
| 대북지원 지원방식 | ○ 지원 가능 시기 : 국제적·정치적 문제 해결 및 가격 경쟁력 확보 이후 |
| | ○ 지원적절규모 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 가정용 : 10kW급 이하의 독립형 태양광 시스템. ▶ 집단 마을용 : 100kW급 태양광시스템 |
| | ○ 지원방식: 설비 지원 |

분석한 결과, 국제적·정치적 문제 해결 및 가격 경쟁력 확보 이후에 지원이 가능한 것으로 판단되어, 현재로서는 태양광을 북한에 지원하기에 난제가 많은 것으로 나타났다. 지원이 가능하거나 지원 의향이 있는 설비 규격에 대해서는 가정용으로 이용 가능한 10kW급 이하의 독립형 태양광 시스템에서부터 100kW급 집단 마을용 태양광 시스템도 지원이 가능하다고 평가된다. 또한 수명이 비교적 길고 유지·운영 및 보수가 용이하므로 설비를 지원하는 형태의 지원방식을 선호하는 것으로 나타났다. 아울러 다른 기술들과 마찬가지로 핵심 기술 자체를 이전하는 것에 대해서는 꺼리는 것을 알 수 있다. 한편 지원에 필요한 자본은 대한민국 정부에서 부담해야 한다는 의견이 많았고 해외자본을 유치해야 한다는 의견도 있었다.

태양광 발전은 개발을 시작한지 오래되었고 기술 수준도 이미 상당 수준에 올라와있다. 전체적인 국내 자급률은 70~80%라고 평가되었고, 이를 세부적으로 볼 때 설계·설치, 유지·운영·보수 기술은 90~100%로 높은 수준을 보유하는 것으로 나타났지만, 원재료의 경우, solar cell에 사용되는 재료 및 시스템의 해외 의존도가 높아, 50% 미만의 낮은 국내 자급률을 보였다.

대북 지원으로 남북한 교류 확대를 통한 긴장 완화와 전기 공급에 의한 북한 주민 삶의 질 향상 등을 기대할 수 있다. 또한 태양광 보급 확산 및 국내 산업 발전, 국내 업체의 내수 기반 강화를 통한 경쟁력 확보나 국내 관련 산업의 발전 등의 장기적

2) 북한, 이라크, 리비아 등의 위험국 및 불안전 지역에 전략물자 및 기술의 판매를 감시하고 제제하기 위해 체결된 협정으로 우리나라를 포함 약 33개국이 가입한 상태이다.

Table 5. 각 에너지원별 대북지원의 난제비교

| 에너지원 | 난제 |
|------|---|
| 풍력 | ▶ 국내 기술의 개발과 국내 풍력시장 확대를 통한 신뢰성 확보 |
| | ▶ 북한 풍황 조사 실시 필요 |
| 지열 | ▶ 지열 에너지에 대한 낮은 정부 인식 |
| | ▶ 북한 지역의 지열자원 조사 등 기초조사 필요 |
| 태양열 | ▶ 북한의 인프라 구축이 우선적으로 필요 |
| | ▶ 모니터링 시스템 구축의 어려움 |
| 태양광 | ▶ 첨단 기술 및 부품의 대북지원 금지와 같은 국제적 문제 ▶ 높은 생산단가 |

인 경제적 이익도 기대할 수 있다고 평가된다. 그러나 바세나르 협정²⁾에 의한 첨단 기술 및 부품의 대북 지원 금지와 같은 국제적 문제의 해결이 우선적으로 이루어져야 대북지원이 가능하다는 문제가 있다. 태양광 발전에 이용되는 일부 핵심 기술 및 핵심 부품이 바세나르 협정에 해당되기 때문에 현재로서는 태양광 발전을 북한에 지원하기가 힘들다는 것이다. 따라서 이 문제의 해결이 태양광 발전 뿐 아니라 다른 신·재생에너지 기술을 북한에 지원하는데 있어 가장 시급한 문제인 것으로 판단된다. 또한 다른 신·재생에너지에 비해 태양광에너지의 생산단가가 높고 실리콘 웨이퍼와 같은 일부 부품의 해외 의존도가 높은 점 등이 대북 지원을 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있다.

북한은 1980년대 후반부터 비정질 실리콘 태양전지 연구를 시작하여 1990년대에 들어서는 단결정Si 태양전지를 개발하였으나, Si 웨이퍼의 생산이 어려워 태양전지 개발은 상당 기간 지체될 것으로 전망되고 있다. 북한에서도 나름대로 기술개발에 박차를 가하고 있지만, 아직은 첨단기술을 개발하기에 많은 어려움이 있어 기술이전의 방식으로 지원을 하는 것이 북한의 입장에서는 가장 효과적일 것이다. 그러나 첨단 기술의 위험국 가로의 이전을 금지하고 있는 바세나르 협정에 의해 이 기술들을 북한에 지원하는 것이 현재로서는 어려운 상황이다. 다만, 차후에 바세나르 협정의 변화나 북한체제의 변화, 또는 북한의 대외 관계에 변화가 있어 바세나르 협정 자체가 태양광 에너지를 대북 지원하는 데에 있어 장애요인으로 작용하지 않을 가능성을 배제할 수 없는 상황이기 때문에 태양광 에너지의 대북지원 가능성을 완전히 제외시킬 수는 없고 대비책의 마련이 필요하다. 태양광 에너지를 북한에 지원할 수 있도록 국제적 문제가 해결된다면 상대적으로 우위에 있는 남측의 기술을 북한에 지원하고 서로 학술적인 교류를 함으로써 양측 모두의 기술 진

보와 기술 응용을 통한 북한 에너지난을 극복하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

4. 결론

발전차액보전제도 등 현행 신재생에너지 정책을 유지하는 방안과 새로운 정책을 도입하는 방안에 대해서 신재생에너지 산업 전반적으로는 비슷한 선호도를 보였지만, 이를 에너지원 별로 구분하여 볼 때 뚜렷한 차이가 있었다. 즉, 기존 제도를 유지하자는 의견은 주로 현행 발전차액 보전제도에 포함되어 있는 신재생에너지원을 생산하는 회사들이 선호하는 반면, 새로운 제도 도입을 원하는 의견은 현행 제도에 포함되지 못한 신재생에너지원을 생산하는 회사들이 내고 있었다. 이는 현 제도에 포함된 에너지원을 제공하는 회사들이 현 제도에 대한 상당한 정도의 의존도를 보임을 뜻하는 것으로서, 또한 현행 제도가 상당한 수준의 인센티브를 보장하고 있음도 추측할 수 있다. 도입 가능한 신규 신·재생에너지 정책 중에서는 RPS의 선호도가 가장 높았으며, 그 이유로는 가격이 아닌 수량의 설정으로 인하여 신재생에너지 발전전력 도입의 효과가 확실하다는 점을 들었다. 그러나 신재생에너지 시장의 불균형과 중소업체의 어려움을 RPS 제도 도입에 따른 문제점으로 지적하였다. 이 결과를 통하여 신재생에너지 산업체는 RPS 제도가 국내 신·재생에너지 활성화에 도움이 될 것이라 기대하면서도 시장의 불균형을 우려하는 것으로 나타났다. 따라서 정부는 RPS를 도입하더라도 중소업체를 배려하는 차원에서 적절한 대처방안을 모색해야 할 것이다. RPS 제도 도입시, 이 제도의 적용 대상에 대해서 전문가들은 가능한 넓은 범위의 에너지원(환경적 이익을 유발하는 모든 에너지원, 기존 설비, 수입 에너지원 포함)을 이 제도에 포함하기를 원하였다. 이는 시장의 범위와 선택의 폭이 넓어져 RPS의 도입과 실행이 원활하게 진행될 것을 기대하기 때문인 것으로 분석된다. 또한 목표 할당량 설정 방식에 관해서는 기술의 성숙도나 경제성을 고려하여 에너지원 별로 다른 할당비율을 설정해야 한다는 의견이 많았으며, 특히 태양광발전과 같이 발전단기가 상대적으로 높은 업체들이 에너지원 별로 다른 할당비율을 설정하기를 희망하였다. 또한 의무비율의 할당기준을 설비용량보다는 에너지 생산량으로 정하는 것이 타당하다고 생각하는 응답자가 우세하였다. 결과적으로 산업체들은 제도의 고비용과 복잡함을 감내하더라도 효과

적인 신·재생에너지 발전전력의 도입과 활성화를 원하고 있다는 것을 알 수 있다.

우리나라 신·재생에너지의 활성화를 통해 가능한, 아울러 신재생에너지 기술의 발전과 시장 활성화를 도모할 수 있는 신재생에너지 대북지원에 대하여 전문가들은 국내 풍력, 지열, 태양열, 태양광 에너지가 지원에 필요한 역량을 가지고 있다고 판단하고 있다. 이들 에너지원 모두 상당 수준의 기술력과 국내 자급률을 보유하고 있으며, 해당 전문가와 산업체도 적극적인 입장을 취하고 있어 잠재력은 크다고 평가할 수 있다. 특히 보급 측면에서 살펴볼 때 가장 우위를 보이는 에너지원은 지열에너지인 것으로 나타났으며 기술협력 측면에서는 풍력과 태양열, 태양광이 우위를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 이들 에너지원들을 북한에 지원하는 데에 있어 난제들 또한 존재하는 것으로 확인되었다(표 4). 먼저 풍력에너지와 지열에너지의 경우 북한 내 풍황 조사와 지열자원 조사 등 기초조사가 시급하다. 지열에너지에 대한 정부의 인식이 낮다는 것도 지열에너지 대북지원과 보급을 위해 해결되어야 할 난제이다. 태양열에너지의 경우 모니터링 시스템의 구축이 어렵고 북한의 태양열 시스템을 위한 인프라 구축이 우선적으로 필요하다는 점이 난제로 예상된다. 높은 생산단가가 지원과 보급을 어렵게 하는 태양광에너지는 첨단기술 및 부품의 대북지원 금지와 같은 국제적 문제를 해결해야 대북지원이 가능한 입장에 있다.

References

- [1] 김경술, 2003, 북한 에너지 문제 해결을 위한 장단기 전략 연구
- [2] 김규륜, 2001, 남북한 에너지분야 교류·협력 발전방향, 통일연구원
- [3] 김동환, 2005, “태양광 분야의 기술개발 및 산업화 전략”, 신재생에너지 1(1), 8-14
- [4] 류기철, 2002, 대북 에너지 협력 진출과 국제적 공조방안 연구, 에너지 경제연구원
- [5] 방기열, 2003, 남북한 에너지·자원사업의 효율적 교역방안 연구, 에너지경제연구원
- [6] 부경진, 2004, RPS 특별법 제정 방향, 에너지경제연구원
- [7] 산업자원부, 2004, 신·재생에너지 정책방향(신·재생에너지정책 연구 보고서자료)
- [8] 산업자원부·에너지관리공단 대체에너지개발보급센터, 2003, 2003년도 대체에너지 보급통계

논문 3

- [9] 산업자원부·에너지관리공단 대체에너지개발보급센터, 2004, 공공기관 신축 건축물에 대한 대체에너지 이용의무화 안내
- [10] 산업자원부·에너지관리공단 기후변화협약대 책단, 2004, 기후변화 협약과 우리의 대응
- [11] 산업자원부, 2003, 제2차 신·재생에너지 기술 개발 및 이용·보급 기본계획
- [12] 에너지관리공단, 2003, 2003년도 대체에너지 분야별 기술자료
- [13] 에너지관리공단, 2003, 대체에너지 정책 및 지원제도
- [14] 에너지관리공단, 2005, 신·재생에너지 보급 지원제도
- [15] 에너지관리공단, 2005, 신·재생에너지 주요원별 기술개발 현황
- [16] 이수갑, 2005, “赫력 발전의 기술현황 및 전망”, 신재생에너지 1(1), 15~23
- [17] 임소영, 허은녕, 2005, “일반국민의 신·재생에너지에 대한 인식 조사,” 한국신·재생에너지학회 2005년도 춘계학술대회논문집, pp. 569~572.
- [18] 정우진, 2001, 에너지산업의 대북한 진출방안 연구, 에너지경제연구원
- [19] 통계청, 2002, 남북한 경제 사회상
- [20] 통일부 정보분석국 경제과학담당관실, 2003, 전력 등 북한의 에너지 문제는 어느 정도이며 그 해결책은 무엇인가?
- [21] 통일부 정보분석국 분석총괄과, 2004, 금년도(2003년) 북한의 에너지 부문 동향 평가
- [22] 통일부, 2004, 북한개요
- [23] 한국개발연구원, 1993, 북한의 투자환경과 남북한 경제협력의 정책과제
- [24] 한국개발연구원, 2003, KDI 북한경제리뷰
- [25] 한국에너지기술연구원, 2003, 2003년도 남북보고서
- [26] Berry, D., 2002. “The market for tradable renewable energy credits”, Ecological Economics 42(3), 369~379
- [27] Berry, T. and Jaccard, M., 2001. “The Renewable Portfolio Standard: Design Considerations and an Implementation Survey”, Energy Policy 29 (2001), 263~277.
- [28] Energy Information Administration, 2003, The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2003, March 2003a.
- [29] Environment Canterbury, 2002, Renewable Energy Resources in Canterbury: Potential, Barriers and Options
- [30] Flavin, C., French, H. and Gardner, G., 2002, State of the World 2002, The Worldwatch Institute.
- [31] GDS Associates Inc., 2001, Analysis of Renewable Portfolio Standard Options for Hawaii, 2001.
- [32] Missouri Department of Natural Resources, 2004, Renewable Energy Survey
- [33] Mitchell, C. and Connor, P., 2004, “Renewable Energy Policy in the UK 1990~ 2003”, Energy Policy 32, 1935~1947.
- [34] Nautilus Institute for Security and Sustainable Development, 2002, The DPRK energy sector: Estimated year 2000 energy balance and suggested approaches to sectoral redevelopment, draft prepared for KEEI
- [35] Nautilus Institute for Security and Sustainable Development, 2001, Rural energy survey in Unhari village, the Democratic People's Republic of Korea : Methods, Results, and Implication.
- [36] Nautilus Institute for Security and Sustainable Development, 2004, Evaluation of Energy Path for DPRK, 5th Asian Energy Workshop
- [37] OECD/IEA, 2002, Renewables Information 2002
- [38] Parer, W., Agostini, D., Breslin, P. and Sims, R., 2002. “Towards a Truly National and Efficient Energy Market”, Energy Market Review Final Report, Council of Australian Governments.
- [39] Reis, Mitchell B., 2002, “KEDO: Which Way from Here?”, Asian Perspective 26(1), 41~55

임 소 영



1997년 이화여자대학교 환경공학과 공학사
1999년 미시간대학교 환경보건학과 석사
2002년 미시간대학교 생물통계학과 석사

현재 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정
(E-mail : sylim316@snu.ac.kr)

허 은 녕



1987년 서울대학교 자원공학 공학사
1989년 서울대학교 자원공학(자원경제학) 공학석사
1996년 미 웨슬리언아 주립대학교 자원환경경제학
경제학박사

현재 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 부교수
(E-mail : heoe@snu.ac.kr)