

소수력 발전의 보급 활성화 전략

이 경배¹⁾, 이 은웅²⁾

The strategy of the enlargement revitalization of small hydropower development

Gyeong Bae Lee, Eun Woong Lee

Key words : Small Hydropower(소수력발전소), Clean Energy(청정에너지)

Abstract : Small hydropower, one of renewable energies, is the clean energy which emits no carbonic acid gas. It has nothing to do with global warming. It is a useful resource to contribute to the dispersion of power. Because of ballooning oil prices, the need for small hydropower is increasing. Recently small hydropower development using dams, small rivers, reservoirs, water pipes, sewage treatment plants and cooling water of thermal power plants is conducting. By suggesting the strategy of the enlargement revitalization of small hydropower development, we hope to waken the people's interest in the small hydropower.

1. 서론

우리를 둘러싼 에너지 대의환경은 고유가에 따른 에너지시장의 수급불안과 세계 각국의 에너지자원 확보경쟁 심화로 갈수록 어려워지고 있다. 에너지 자원의 절대부족으로 국내 수요의 97%를 해외에서 수입해야 하는 우리나라는 화석에너지의 고갈에 대비하며 탄산가스 규제와 기후변화협약에 따르고 환경오염 및 지구온난화에 대처하기 위하여 2011년까지 총1차 에너지중 신·재생에너지 보급률을 5%까지 높이겠다는 목표를 수립하여 추진하고 있다. 이러한 계획아래 신·재생에너지 기술을 개발하고 보급을 확대하기 위한 여러 정책이 세워져 수행되고 있다^{1),2)}.

수력은 국내의 자연적인 지역조건과 조화를 이루며 국내 부존 잠재량이 많다. 특히, 수력은 탄산가스를 배출하지 않는 청정에너지로서 범세계적인 환경오염 규제에 적극적으로 대비하는 에너지원이며 지역의 분산전원에 적합한 자원이다³⁾.

우리나라는 연평균강수량이 1,245mm로써, 강수량이 풍부하고 전국토의 3% 산지로 구성되어 있는 지형에 맞는 치수사업으로 일반하천에 댐을 건설하여 생·공용수, 관개용수, 수력발전 등으로 이용하고 있으며 하수처리장의 방류수, 수도관 차압수, 화력발전소의 방류수, 양어장의 순환수 등 각 지역에 산재한 미활용 소규모 수력자원도 많이 있다.

소수력이라 함은 '05년 이전에는 설비용량 10,000kW 이하를 소수력으로 규정하였으나, 개정된 신에너지및재생에너지개발·이용·보급시행규칙에

서는 설비용량이 삭제되고 '물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비'를 수력설비로 정의하고 있다.

최근 유가 급등으로 인해 수력 개발의 필요성이 확대되고 있으나, 환경단체와 지역주민의 반대, 주민 보상문제, 입지선정 등으로 실행에는 많은 어려움이 있다. 그래서 대수력 개발보다는 환경위해를 최소화하는 소하천이나 기존 시설물을 이용한 소규모 수력발전 개발이 바람직하다.

우리나라에서의 소수력 개발은 산과 계곡이 많은 지역적 특성을 이용하여 댐이나 소하천을 이용한 발전방식이 주종을 이루었으나, 개발지역 주변 지역민의 각종 민원과 강우량의 계절별 편중에 따른 연중 지속적인 발전 불가로 경제성이 부족하여 소수력 개발이 원활하게 이루어지지 않았다. 그런데 최근에 신·재생에너지 개발의 필요성이 증폭되면서 공공기관에서 민원발생 우려가 없는 기존 시설물을 이용한 소수력 개발이 활발하게 추진되고 있다.

소수력은 기존 시설물과 중소하천에 이르기까지 개발이 가능하여 다른 신·재생에너지에 비해 국내 부존 잠재량이 많이 있다. 하지만 건설비용 증가와 주변지역민의 민원 발생이 남아 있어 여

1) 한국수자원공사

E-mail : leekb@kwater.or.kr

Tel : (042)629-3632 Fax : (042)629-3649

2) 충남대학교

E-mail : ewlee@cnu.ac.kr

Tel : (042)821-5652 Fax : (042)821-8895

려움이 있다.

그러므로 소수력과 같은 국내 부존에너지의 활용 확대를 위해서는 국민의 인식변화, 관련 기술개발, 정부의 제도적 기반조성 및 관련산업의 육성 등 다각적인 노력이 필요하며 민간투자를 촉진하기 위한 지원대책을 서둘러서 마련해야 한다.

따라서 본 논문에서는 소수력발전의 보급 활성화 전략을 제시하여 국내에서 새롭게 부각되고 있는 소수력 발전에 대한 관심을 높이고 보급 확대를 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

2. 소수력 보급 현황

2.1. 소수력 보급 현황

우리나라의 소수력 개발은 제1차 석유파동이후 에너지 개발의 필요성을 절감한 정부에 의해 추진되어 1974년에 소수력개발 입지 및 자원조사연구와 1975년에 시범 소계곡발전소의 연구조사 설계가 수행되었으며, 강원도 횡성군 안홍소수력발전소(설비용량450kW)가 1978년에 최초로 준공되었다. 1978년 제2차 석유파동 이후 소수력에 대한 관심이 더욱 고조되면서 1982년에 소수력발전 개발방안을 마련하여 민간자본에 의한 소수력발전소 건설을 유도하고 1982년부터 1984년까지 국내에서 소수력발전 개발이 가능한 유망 후보지의 자원을 실측하여 실제적인 소수력 개발 가능한 지점을 조사하였다. 에너지자립도 향상 및 대체에너지 개발을 위한 대체에너지 개발촉진법(1987. 12) 및 동법시행령(1988. 05)을 제정·공포하고 정부주도로 소수력개발에 관한 연구를 지원하였다⁽⁴⁾.

소수력 보급 현황은 표1에서 보는 바와 같이 2005년 12월말 기준으로 44개 지점, 57,534kW 설비용량에 연간 전기생산량은 157,510MWh에 달하며 민간기업 14개소, 한국수자원공사 13개소, 한국전력공사 및 발전회사 7개소, 지자체 5개소(하수종말처리장 4개소, 정수장 1개소), 한국농촌공사 5개소가 가동중에 있다. 일반 하천을 이용한 경우가 10개소, 댐 및 저수지 24개소, 하수종말처리장 4개소, 정수장 2개소, 양수발전소의 하부저수지 3개소 등이다.

Table 1 소수력 보급 현황

구 분	설비용량(kW)	점유율(%)
44개소	57,534	100
민간기업(14개소)	26,509	46.1
수공(13개소)	13,074	22.7
한전 및 발전회사(7개소)	11,150	19.4
지자체(5개소)	475	0.8
한국농촌공사(5개소)	6,326	11.0

2.2 소수력발전 보급목표량

신·재생에너지백서(산업자원부, 2006.08)에 의하면 공해가 없는 청정에너지인 소수력 발전은 1,500MW 정도의 부존량이 있으며 다른 대체 에너지원에 비해 높은 에너지 밀도를 가지고 있기 때문에 개발 가치가 큰 부존자원이다.

소수력 자원의 적극적인 개발은 사장되는 에너지원의 개발 차원뿐 아니라 경제사회적으로 전력 수요 급증시의 부하 평준화 효과, 석유 수입 대체 및 민간 주도의 반영구적 사업으로서 환경 친화적인 에너지원의 개발과 부수적으로 지역개발의 촉진과 경제적 파급효과, 관련기술의 수출 산업화 등의 효과를 거둘 수 있다.

소수력 개발이 가능한 후보지 대상은 유효저수량 300만톤에 유효면적 15km²이상의 농업용 저수지, 20,000톤/일 이상의 하수종말처리장, 시설용량 50,000톤/일 이상의 정수장, 높이가 2m 이상인 농업용 보 등이며 이와 같은 미활용 소수력 자원을 이용할 수 있는 개발지점은 매우 다양하다⁽⁵⁾. 그런데 댐식을 이용한 소수력개발은 댐건설 추진 과정에서 발생하는 남비(NIMBY) 현상이나 지역간의 물꼬싸움, 환경단체의 반발과 같은 문제를 일으킬 소지가 있다. 그러나 하천을 이용한 가동보(Rubber Dam)식의 소수력 개발은 댐식에 비해 그러한 문제가 극히 적다. 따라서 소하천을 이용한 가동보를 설치하여 하천유지용수와 관개용수 등으로 이용하면서 한편으로 수상레저와 같은 관광자원으로 개발하면 지역경제에 도움을 줄 수 있어 경제적 타당성만 확보되면 적극적인 개발이 필요하다고 본다.

현재 소수력 보급 설비용량 57,534kW는 부존 잠재량의 약3.8%에 불과하여 개발여지가 아주 많이 남아 있다. 정부에서는 표2와 같이 2011년까지 소수력발전 보급목표량을 80MW로 정하여 추진하고 있다⁽²⁾.

Table 2 소수력발전 보급목표량

구 분	05	06	07	08	09	10	11	계
보급대수(기)	5	10	20	35	75	105	150	400
보급용량(MW)	1	2	4	7	15	21	30	80

3. 소수력개발 및 보급상의 문제점

일반하천을 이용한 소수력발전소는 설비용량이 작아지고 기존의 발전소들보다 원거리에 위치하여 개발비용이 증가하기 때문에 1990년 이후에 민간기업에 의해 준공된 발전소가 없다. 그리고 2000년 이후에 공공기관에서 기존 시설물(댐, 저수지, 하수종말처리장, 수도관로, 화력발전소)을 이용한 소수력 발전소를 건설하여 보급하고 있을 뿐이다. 따라서 소수력 보급향상을 위해서는 일반 하천에 적합한 효율이 높은 수차발전기를 비롯한 설비의 기술개발이 선행되어 협소한 소수력 시장을 부가가치가 높은 시장으로 확대시켜 기업의 투자 가치를 높여 주는 것이 급선무이다.

소수력은 1987년부터 기술개발을 시작하였으나, 1990년대 저유가시대를 거치면서 기술개발에 대한 관심과 투자가 저조하였다. 일부 형식에 대한 수차발전기의 국산화 성과도 있었으나, 타 에너지원에 비해 적은 예산으로 분산해 지원함으로써 초기시장 형성에 실패하였다. 그래서 민간기업이 발전소 건설에 투자하여 운영하기에는 경제성이 없는 에너지라는 부정적 인식이 팽배해 있다⁽⁵⁾.

3.1 낮은 경제성

소수력의 건설단가는 수력자원의 이용형태별 개발지점의 여건에 따라 다르고 설비용량에 따른 변화요인이 가장 높은 특징이 있다. 일반하천의 경우 건설단가는 kW당 400만원 수준, 기존 시설물은 kW당 350만원으로 발전전력기준가격으로는 경제성이 확보되지 않아 이미 계획된 지점은 물론 잠재 수력자원 개발이 어렵다.

한국전력거래소의 2005년 평균 전력거래단가(SMP)은 61.97원/kWh, 2006년 1월부터 10월까지 74.99원/kWh으로 2005년 11월부터 2006년 5월까지의 발전차액을 지원받지 않은 현상이 발생하고 있다. 소수력은 일반 수력보다 1.2배 높은 가격에 준해 발전차액을 지원해 주고 있으나, 강우량 등 자연조건에 따른 가동을 제약(40% 내외)으로 연간발전량이 많지 않아 경제성 확보에 어려움이 있다. 따라서 소수력발전을 확보하기 위해서는 경제성에 대한 보장이 필요하다.

3.2 투자규모의 절대적 부족

산·학·연 기술개발, 실증연구 지원, 민간에 대한 설치비 보조, 지자체 지원사업, 차액지원제도 등의 정부지원을 확대해왔으나, 그 정도로는 민간기업이 인센티브를 느끼지 못하는 수준이다. 소수력 기술개발 투자비는 1988~2005년까지 분야별 지원 구성비의 0.7% 수준으로 타 에너지원에 비해 미약하여 경제성확보를 위한 기술개발과 보급에 어려움이 있다. 따라서 국내 부존자원 활용을 위해서 소수력에 대한 기술개발투자비를 증액할 필요가 있다.

3.3 국내 산업기반의 취약

소수력의 기술수준은 전반적으로 선진국의 50~70% 수준이다. 수차 등 주요 핵심기술은 55% 수준이며, 특히 주요 시스템기술, 수차효율 등이 낮은 것으로 평가되고 있다.

국내 소수력 시장이 협소하여 소수력 개발지점의 유량 및 낙차에 따라 중소기업에서 수차(허브, 날개)의 설계조건을 계산하여 수차발전기를 주문 생산한다. 이와 같이 협소한 시장규모하에서는 대량생산을 위한 기술개발과 원가절감 등의 경쟁력 제고에 한계가 있다. 또한 국내 산업기반이 취약한데다 수요창출이 되지 않은 분야의 연구개발이 이루어지지 않아서 연구인력, 연구기반 등 기술개발을 위한 인프라도 열악하다.

막대한 소수력 자원 잠재량에 비해 강우량이 홍수기(6월~9월)에 집중되어 연간 가동율이 낮을 수 밖에 없어 타국에 비해 크게 유리한 자연여건도 아니다. 이러한 어려운 여건을 극복하기 위해서는 소수력발전의 필요성을 확실하게 갖고 일관성 있는 정책을 통해 안정적인 투자환경을 조성하고, 선택과 집중에 따른 전략적 투자로 기술개발과 산업화를 지원해서 수요창출을 도모할 필요가 있다.

정부는 기술개발투자예산의 대폭 확대와 신·재생에너지법을 전면 개정하여 과거 에너지안보차원에 머물던 신·재생에너지의 개발보급에서 산업화를 위한 본격적인 개발·보급사업의 추진모색이 필요하다.

4. 활성화 전략

4.1 기술개발 정책방향 설정

수력은 년중 일정하지 않은 강우로 인한 수자원의 한계로 가동율이 낮은 불리한 점도 있으나, 상·하수도, 화력발전소, 양어장과 같은 가동율이 높은 지점과 저낙차, 저유량으로 발전이 가능한 일반하천에 적용가능한 수차발전기의 상용화 기술을 개발한다면 소수력 개발보급은 매우 낙관적이다. 따라서 기존 시설물을 이용한 수도관로, 하수중말처리장, 화력발전소, 양어장 등을 이용한 소수력 개발에 박차를 가할 필요가 있다.

그래서 최근의 소수력 개발추세는 일반 하천뿐만 아니라 기존 시설물을 이용한 소수력개발이 추진되고 있으며 단위시설용량이 소형화되고 있다.

소수력 기술개발은 투자회수기간이 길고 협소한 시장규모 때문에 민간기업이 참여하여 기술개발을 독자적으로 수행하기가 어렵다. 그러나 소수력 자원면에서 다른 나라에 뒤지지 않은 우리나라는 소수력 개발의 활성화를 위해서 일반 하천에 경제성과 효율이 높은 수차발전기의 기술개발이 필요하다.

소수력은 산업기반이 취약하여 연구인력, 연구기반 등 기술개발을 위한 인프라가 열악하지만, 기술개발을 통한 일관성 있는 정책을 통해 안정적인 투자환경을 조성하고, 선택과 집중에 따른 전략적 투자로 기술개발과 산업화를 지원한다면 소수력 보급목표를 달성할 수 있을 것이다.

그러므로 수력분야의 상용화를 위해서는 수차발전기 표준화·간소화기술개발, 효율향상기술 및 시스템 자동화기술을 중점적으로 개발하여야 한다.

4.2. 주요핵심기술 개발

소수력 발전기술을 선진국 수준으로 조기 진입하기 위해서는 기술개발에 집중할 필요가 있다. 소수력은 투자비의 회수기간이 장기간임을 고려할 때 민간 자본의 시설투자만으로 보급을 증대하기는 어렵다. 따라서 자원조사 및 원천기술 개발은 정부에서 지원하고 기술개발성과가 나타날 즈음에 대비하여 소수력발전시설에 시설투자할 수 있도록 지원제도를 강화하는 등의 합리적인 제도개선이 필요하다.

소수력발전 보급계획 목표를 달성하기 위하여 관련 기술을 보유하고 시스템을 국산화하도록 정부의 정책적인 지원이 필요하다. 소수력발전 기술은 큰 투자 소요액, 긴 투자회수기간, 초기 시장의 불확실성으로 인해 민간제조업체에서 독자적으로 기술개발 투자를 하기에는 아직 어려운 실정이다. 그래서 선진국에서도 정부주도로 표준화를 지원하여 기술개발을 완료하고 보급확산에 주력하고 있다. 따라서 선진국의 연구 자료와 기술을 분석하여 산·학·연 공동 기술개발에 따른 협력을 강화하여 원천기술을 확보하고 핵심기술을 개발하여야 한다.

소수력 자원면에서 다른 나라에 뒤지지 않은 우리나라는 소수력 개발지점의 특성에 적합한 수차발전기를 표준화하고, 신기술 건설공법을 도입하여 건축비용을 낮추는 등 건설비용을 절감시켜 경제성을 향상시키면 소수력 보급량 목표

표는 희망적이다. 따라서 앞으로 다양한 국내 미활용 소수력 개발지점의 특성과 개발조건에 맞는 수차의 표준화·간소화 기술을 산·학·연 협동 연구로 개발하여 초기 투자비의 20~30% 이상을 절감할 수 있도록 하여야 한다.

4.3 보급목표 점검과 피드백 시스템 구축

정부의 '2005년도 신재생에너지 기술개발 및 이용 보급실행계획(2005.03)'에 의하면 2006년 2MW보급에서 2011년까지 80MW 보급목표를 정하여 추진하고 있다⁽²⁾. 지난 2년간의 소수력발전 개발 계획과 실적을 비교하면 표3와 같다. 계획이 3MW인데 비해 9개소 7.3MW를 건설하여 계획 목표치의 2.4배 실적을 달성하였으나, 민간기업의 참여는 없고 공공기관에서만 개발하였다. 민간기업이 참여하지 않는 이유는 경제성 있는 소수력 개발지점 확보, 발전사업 인허가 등에 따른 민원문제와 재원조달 방법, 정부의 소수력개발 보급 목표치 적정여부 등이 투자가치를 낮추기 때문이다. 따라서 정부는 민간기업에서 소수력개발에 참여하지 않은 사유를 정확히 파악하여 참여방안을 강구하는데 더욱 노력해야 한다. 즉, 주기적으로 목표치에 대한 실적을 점검하고 발전사업허가에 따른 미래의 소수력발전 개발의 필요성을 확실히 하고 전문가 양성 및 기술개발을 주도하고 관련 전문가의 의견을 충분히 수렴하여 제도화하는 등 피드백시스템 구축이 필요하다.

Table 3 소수력 발전 개발 계획 대 실적

(단위:MW)

구분	2005	2006	합계
계획	1	2	3
실적	4.039	3.326	7.365 (245%)

4.4 신재생에너지 관련 법, 지침 통합 정비

소수력 발전사업을 하기 위해서는 전기사업법, 건축법, 하천법, 산림법, 환경법 등 30여개의 법령이 연관되어 있어 현실적으로 발전사업자가 모든 법을 파악하여 관련법에 따라 추진할 수가 없는 실정이며, 또한 관련 부서도 중앙 및 지자체, 정부산하기관, 협회 등이 너무 많이 관련되어 있어 장애가 될 수 있다.

전기사업법, 신에너지및재생에너지개발·이용·보급촉진법, 하천법 등이 있고, 고시형태의 타에너지지원사업 운영 요령, 신재생에너지 이용 발전전력의 기준가격 지침, 소규모 신재생에너지 발전전력의 거래에 관한 지침 등의 발전사업 관련법이나 규정이 있으며, 한국전력거래소, 한전 등에서 제정한 전력시장 운영규칙, 타에너지 지원사업 수행요령, 신재생에너지발전 지원사업 운영지침, 배전용 전기설비 이용규정 등의 규칙, 지침이 있다. 따라서 이러한 법, 제도 등을 관련자가 손쉽게 접할 수 있도록 통합하여 발간하는 작업이 필요하며, 인허가에 대한 행정절차 간소화, 발전소 건설비, 운영비 등을 감소시킬 수 있는 관련법과 제도를 개정하여 발전사업자가 사업하기 좋은 여건을 만들어 주는 것이 시급하다.

5. 결론

환경 훼손이 상대적으로 적은 청정에너지이면서 에너지 밀도가 높고 지역의 분산전원에 적합한 에너지원인 소수력발전의 기술개발과 개발 지원사업을 활발하게 추진하여야 한다.

경제성이 부족하여 개발이 미진하였던 소수력이 최근 수차발전기의 국산화와 정부의 보급 확대 정책 등이 뒷받침되어 공공기관에서 민원발생 우려가 없는 기존 시설물을 이용한 소수력이 개발되고 있고 개발의 타당성이 입증되고 있다.

이런 시점에서 소수력 개발을 활성화하기 위해서는 타당성 조사, 발전방식, 수차발전기 및 발전소 운영방법 등에 대한 기술력이 제고되어야 한다. 아울러 건설비용과 상업발전개시후의 운영비용을 절감시킬 수 있도록 IT기술을 접목시켜 무인자동화시스템으로 구축하여 경제성을 높여야 한다. 그리고 일반 하천이나 기존 시설물을 이용한 농업용 저수지, 수도관로, 하수종말처리장, 화력 발전소 등 다양한 국내의 소수력 자원 특성에 적합한 수차발전기의 개발과 표준화 기술개발이 우선되어야 한다. 또한 인허가 절차의 획기적인 간소화 관련법 개정이 필요하다.

부족한 에너지를 분담하고 환경오염을 덜게 하는 효과가 있는 소수력발전의 보급 활성화를 위하여 다음과 같이 제안한다.

- ① 산·학·연 협동으로 우리나라 특성에 적합하고 효율이 높은 수차발전기뿐 만 아니라 보조설비 및 제어설비의 간소화·표준화와 발전소 건물의 표준화 기술개발 연구를 위한 지속적인 투자가 필요하다.
- ② 농업용 저수지, 수도관로, 하수처리장, 화력발전소 등 기존 시설물을 이용하는 소수력개발이 다변화될 수 있도록 저용량화에 맞는 수차발전기를 표준화하여 경제성을 향상시켜야 한다.
- ③ 앞으로 신설되는 상·하수도시설, 화력발전소에는 소수력 발전을 건설하여 보급률을 높여야 한다.
- ④ 인허가 절차의 획기적인 간소화 및 운영비용 절감을 위한 소수력발전소의 무인자동화가 가능하도록 전기사업법 개정 및 개발보급을 위한 관련 법령을 정비하여야 한다.
- ⑤ 발전소 준공후의 운영유지비 절감을 위해 최신 IT기술을 접목한 무인화 시스템을 표준화하고 소수력 성능예측 기술을 향상시켜야 한다.

References

- [1] "제2차 신·재생에너지기술개발및이용·보급 기본계획", 산업자원부, p.9, 2003.12
- [2] "2005년도 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급실행계획", 산업자원부, 2005.03
- [3] 日本 新 Energy·産業技術綜合開發機構(NEDO : New Energy and Industrial Technology Development Organization), "Micro 水力 發電 導入 Guide Book", pp.5-54, 2003.03
- [4] 박완순, 이철형 "소수력발전소의 경쟁력 강화에 의한 개발·활성화 방안연구", 산업자원부, 1999-N-SH08-P-06, pp. 30~37, 1999.12
- [5] 소수력기술연구회, "소수력기술연구회 활동 결과보고서", 신재생에너지센터, 2005.09