

# 소수력 개발의 효용증대와 활성화 방안

## Alternatives for Increasing Usage and Revitalization of Small Hydropower Development

이충성\* / 김길호\*\* / 이진희\*\*\* / 심명필\*\*\*\*  
Yi, Choong Sung / Kim, Gil Ho / Lee, Jin Hee / Shim, Myung Pil

### 요 지

소수력은 국내의 풍부한 부존량을 바탕으로 과거부터 관심을 받아왔으나 대수력에 비해 상대적으로 낮은 경제성이나 하천에 미치는 환경·생태적 영향 등의 이유로 개발이 활성화되지는 못하였다. 최근에는 기후변화협약(1992)이나 교토의정서(1997) 채택 등으로 온실가스 감축문제가 국제적인 이슈가 되면서 신재생에너지 중에서도 탄소배출량이 가장 적은 소수력발전에 대한 관심이 점차 증대되고 있는 상황이다. 그러나 점차 높아지는 환경수요는 대수력에 비해 상대적으로 환경영향이 작은 소수력발전소 건설에도 문제제기를 하기 시작하였으며, 정부의 자금지원에 의존한 ‘비싼’ 전력생산을 회의적 시각으로 바라보는 측면도 존재하고 있다. 본 연구의 목적은 소수력 개발의 장애요인들을 극복하고 우리나라의 풍부한 소수력 부존량을 적극 활용하기 위한 향후 소수력 개발 활성화 방향을 제시하는 것이다. 이를 위해서 소수력발전소의 레크리에이션 기능 활성화, 주변지역의 지원 활성화, 수리권 문제의 해결, 환경친화적인 개발, 신규편익의 발굴 및 계량화, 등을 주요 방향 및 과제로 제시하였다.

**핵심용어** : 소수력, 효용증대, 온실가스, 신재생에너지, 수력발전

### 1. 서론

최근 가까운 미래에 화석연료의 고갈이 초래할 에너지 위기가 예상 되고, 지구온난화를 막기 위한 온실가스 감축 의무가 본격화 되면서 국내·외적으로 신재생에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 소수력(Small HydroPower, SHP)은 이러한 신재생에너지 중에서도 온실가스 배출량이 가장 적은 청정에너지이다. 특히, 우리나라는 소수력의 부존량이 풍부한 것으로 조사되고 있어 향후 온실가스 감축노력과 더불어 대체에너지로서 성장잠재력이 클 것으로 전망되고 있다.

그러나 소수력은 단위출력당 투자비용이 대규모 수력발전 뿐 아니라 화력발전 등 다른 에너지원에 비해서도 큰 것으로 알려져 있다. 이와 같이 상대적으로 낮은 경제성을 이유로 소수력은 순수 민간에 의해 개발되기보다는 정부주도의 조사와 투자지원으로 개발되어져 왔다. 또한 점차 높아지는 환경수요는 대수력에 비해 상대적으로 환경영향이 작은 소수력발전소 건설에서조차 문제제기를 하기 시작하였으며, 정부의 자금지원에 의존한 ‘비싼’ 전력생산을 회의적 시각으로 바라보는 측면도 존재하고 있다.

\* 정회원.인하대학교 수자원시스템연구소 선임연구원-E-mail : sung@inha.ac.kr  
\*\* 정회원.인하대학교 사회기반시스템공학부 박사과정 : kims@inha.ac.kr  
\*\*\* 정회원.인하대학교 수자원시스템연구소 연구교수-E-mail : jinheelee@inha.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원.인하대학교 사회기반시스템공학부 교수-E-mail : shim@inha.ac.kr

본 연구의 목적은 이처럼 소수력에 대한 부정적 인식들을 불식시키고 ‘재생가능하고 환경적으로 무공해 에너지’라는 장점을 살리기 위해서 친환경적이고 지속가능한 활성화 방안을 모색하는 것이다. 이를 위해서 소수력발전소의 레크리에이션 기능 활성화, 주변지역의 지원 활성화, 수리권 문제의 해결, 환경 친화적인 개발, 신규편익의 발굴 및 계량화, 등을 주요 방향 및 과제로 제시하였다.

## 2. 국내·외 소수력발전의 현황

### 2.1 소수력의 정의 및 현황

국제적으로 소수력(Small HydroPower, SHP)에 대한 통일된 정의는 없지만 우리나라의 경우, 「대체에너지개발 및 이용보급촉진법시행규칙」(2003.1.3)에서 ‘물의 유동에너지를 이용하여 발전하는 시설용량 10,000kW 이하의 수력발전’으로 규정한 바 있다. 그러나 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」(2004.6.1) 발효로 인하여 소수력 명칭이 법조항에서 사라지고 수력으로 일원화 되었다. 다만, 신·재생에너지 발전차액지원용량은 5,000kW 이하에 한하여 지원하도록 하고 있으므로 명시적이지는 않으나, 소수력은 ‘시설용량 5,000kW 이하의 수력발전’으로 정의하면 될 것으로 판단된다. 참고로 미국과 중국의 경우, 소수력의 규모를 각각 설비용량 15,000kW와 25,000kW이하로 규정하고 있다.

소수력은 기존시설물의 이용여부에 따라 ‘하천유역에서의 소수력’과 농업용저수지, 정수장, 다목적댐 등에 부착하는 방식인 ‘기존시설물을 이용한 소수력’으로 구분할 수 있으며(산업자원부, 2006), 하천유역에서의 소수력은 개발형식에 따라 크게 댐식(dam type)과 수로식(run-of-river type)으로 구분할 수 있다. 국내에서 2005년 말 기준으로 운영되고 있는 하천유역에서의 소수력은 금강, 봉화, 방우리 등을 비롯한 14여개, 기존시설물을 이용한 소수력은 용담, 대아, 동진 등 27개로 총 41개의 발전소에서 54,098kW 규모의 설비가 가동중이다(한국수자원공사, 2007). 표 1은 국내 소수력발전의 연차별 추이를 나타내고 있다.

한편, 구미선진국과 중국, 일본 등에서는 기초 통계 자료의 확보와 기술 개발 및 보급에 힘을 기울여 온 결과 소수력발전이 에너지원으로서 뿐만 아니라 주요 산업으로 자리를 잡아가고 있다. 이들 선진국에서는 수력자원의 입지조사 기법, 발전소의 최적 설계기법, 수차 발전 시스템의 표준화, 자동 제어 시스템의 개발 및 최적 운용기법 개발 등을 위하여 국가 차원에서 시범 소수력발전소를 개발하여 왔으며, 그 결과 표 2와 같이 수많은 소수력발전소가 가동 중에 있다.

외국의 경우 소수력발전소 1개 당 평균 발전용량은 약 1,000kW임에 비하여 우리나라는 약 1,800kW로 외국에 비하여 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이는 소수력발전소의 발전용량이 증가할수록 경제성이 향상된다는 것에 기인하는 것이지만, 외국의 경우에는 저낙차 소용량인 반면 대용량에 비하여 경제성면에서 뒤떨어지지 않는 저낙차용 수차를 개발, 보급하여 경제성을 향상시켰기 때문이다. 특히 독일의 경우는 소수력 발전소 1개당 평균발전용량은 58kW로 이용 가능한 소수력 자원을 적극적으로 개발하여 사용하고 있다는 것을 알 수 있다.

표 1. 국내 소수력발전 사업 연차별 추이

구분	2000년 이전	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	계
발전소수(개)	26	4	2	2	2	5	41
설비용량(kW)	41,223	5,000	76	1,900	590	5,300	54,089

출처: 산업자원부(2006), 신재생에너지 발전차액지원제도 개선 및 RPS제도와 연계방안

**표 2. 주요 국가별 소수력 개발 현황**

구 분	미 국	중 국	일 본	프랑스	이태리	스웨덴	독일
발전소(개)	1,715	58,000	600	1,479	1,420	1,346	5,882
시설용량(kW)	3,420	13,250	538	1,646	1,969	8,406	341

**2.2 소수력 개발에 따른 부정적 영향**

소수력 개발을 위한 댐 및 기타 시설의 축조는 표 3에 분류한 것과 같이 주변 지역에 다양한 영향을 미칠 수 있다. 대규모 댐에 비해 변화량은 작지만 소수력 댐으로 인한 저수면적의 증가는 기온, 증발산, 일조시간, 안개일수 등의 국지적인 기상변화를 초래할 수 있다. 또한 수리·수문학적으로도 발전용 취수로 인한 심각한 유황변화가 하류 일부구간에 건천화를 초래하고, 그 결과 유속과 수위의 변화를 불러올 수 있다. 지형적 변화로는 저류이나 취수목적의 보 및 댐에 의한 유사이동의 차단으로 하류의 하상저하, 지하수위 저하로 인한 취수 곤란 등 하천관리상의 심각한 문제점을 야기할 수 있다. 또한, 하천 흐름의 연속성 단절, 상·하류 생태계의 단절과 서식환경 변화, 발전방류수 수온의 변화로 인한 중 변화 등의 생태적 특성 변화와 발전소 소음으로 인한 주민피해 인공적인 시설물이 건설됨에 따른 경관훼손 등의 문제가 제기 된다.

**표 3. 소수력 개발에 따른 부정적 영향의 분류**

분 류	영 향
기상 및 수리·수문학적 변화	- 기상학적 특성 변화 - 수리·수문학적 특성 변화
지형적 변화	- 하상의 변화 - 유사차단에 따른 변화
생태·환경 특성 변화	- 주변 식생 및 생태 변화 - 수질의 악화 - 소음발생 및 주변 경관의 훼손

**3. 사회적 수용성 확보를 위한 효용증대 방안**

**3.1 레크리에이션 기능 활성화**

소수력발전소는 인간에게 가장 친숙한 자연환경인 하천에 위치하고 있다. 따라서 발전소 자체가 자연환경과 어우러진 ‘무공해’라는 인식을 확산시키기 위해서 물이 가지는 환경친화적 가치를 십분 활용하여야 한다. 이를 위하여 소수력 개발시 수영, 낚시, 보트놀이 및 수상스키와 같이 물과 직접적으로 관련된 활동을 제공할 수 있는 시설과 소풍, 산보, 캠핑, 승마, 하이킹 및 자연경관 감상 등 간접적인 레크리에이션 시설들의 설치를 권장할 필요가 있다.

그러나 현재 국내 법률에는 하천시설물 건설시 레크리에이션 활성화를 위한 법·제도적 장치가 미흡한 상태이다. 일례로 「댐 건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」에서는 댐 건설로 인한 주변지역 주민들에 대한 직접적 피해보상 및 지역에 대한 인센티브 차원의 지원대책을 의무화 하고 있으나 시설물의 효용을 증대하기 위한 의무조항이 없어서 레크리에이션 활성화를 위해 계획되는 예산은 정부의 예산배분 우선순위에서 불리한 위치에 놓일 수밖에 없다. 따라서 지속가능한 개발을 위해서도 레크리에이션 시설이나 환경친화적 시설물과 같은 효용증대 사업을 법적으로 의무화할 필요성이 제기된다.

### 3.2 주변지역의 지원 활성화

현재 소수력발전소와 같은 하천시설물의 건설시 주민과 지역에 대한 지원은 다양한 제도적 장치에도 불구하고 지역주민이 만족할만한 수준이 아닌 것으로 평가되고 있다. 이는 재원부족으로 인한 체감효과가 부족하고 주변지역 경제활성화를 위한 종합적 지원대책이 미흡한 것이 주요 원인으로 지적된다. 결과적으로 발전소가 건설되는 주변지역의 실질적 혹은 심리적 피해에 대한 충분한 보상이나 유인책이 제시되지 않음에 따른 것이라 볼 때, 합리적인 주변지역 보상 및 지원체제가 강구되어야 할 것이다.

### 3.3 수리권 문제로 인한 분쟁가능성 최소화

소수력발전은 하류 유황의 변화나 감소를 유발하게 되므로 하천유수점용에 따른 기득수리권과의 분쟁가능성이 상존한다. 그러나 우리나라는 기득수리권에 대한 현황 파악이 미흡하고 수리권 관련 법·제도적 장치가 명확히 규정되지 않은 상태여서 소수력 개발에 따른 신규수리권 취득은 신중한 접근을 필요로 한다. 기득수리권과 신규수리권의 상충되는 이해관계를 조정하기 위해서는 현재 「하천법」의 기득·신규 수리권자간의 이해관계 조정절차를 보완할 필요성이 제기된다.

「하천법」 제34조 제1호 및 제2호에 의한 예외적인 허가의 경우에 양 당사자의 의견을 진술할 기회를 부여하고 이를 조정절차에 반영하도록 하는 것이 필요하다. 또한 손실보상에 대한 합의를 예외적인 경우에도 당사자사이의 합의에 맡기는 것은 합의의 성립을 어렵게 할 우려가 있다. 따라서 예외적인 허가로 인한 손실보상은 토지수용위원회가 아닌 하천관리청이 허가절차를 진행하는 과정에서 조정하여 결정하도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

### 3.4 시설물의 환경친화적인 개발

소수력발전은 에너지원 자체의 청정성과는 다른 측면으로 하천이라는 자연적 공간에 설비되는 시설물들이 반환경적이라는 인식으로 인해 점차 개발이 어려워지는 상황이다. 따라서 개발의 장애요인들을 극복하여 풍부한 소수력 부존량을 적극 활용하기 위해서는 시설물의 환경친화적 개발이 매우 중요하다. 이를 위해서는 소수력 개발로 인해 훼손될 수 있는 자생 동식물의 서식지를 보존하고, 서식지간 단절을 예방하기 위한 생태통로(eco-corridor)를 설치하는 등 개발로 인해 발생할 수 있는 생물종 감소에 적극 대처하고, 발전소 주변에 자연학습의 기회를 부여할 수 있는 공간을 조성하며, 주변자연의 특성과 지역의 사회, 문화, 역사적 특수성이 조화를 이룰 수 있는 경관을 조성하고, 방문객의 레크리에이션 활동으로 인한 2차적 자연훼손 및 환경오염을 예방하기 위한 대책 등이 마련되어야 할 것이다.

### 3.5 온실가스 저감 편익

소수력은 신재생에너지 중에서도 온실가스 배출량이 가장 적은 청정에너지이다. 특히, 우리나라에서 소수력발전은 풍부한 부존량을 바탕으로 차세대 재생에너지로서 의미가 크다. 이러한 소수력 개발사업의 성공여부는 우선적으로 경제적 타당성의 확보이며 경제성분석의 결과는 사업의 실시여부에 크게 영향을 미치게 된다. 2006년 10월과 2007년 2월, 두 차례에 걸쳐 한국수자원공사는 국내 수력부문 최초로 소수력개발 사업을 CDM(Clean Development Mechanism)사업으로서 UNFCCC에 등록한 바 있다. 표 2는 UNFCCC의 인증에 의해 한국수자원공사가 획득한 온실가스 감축량과 이에 따른 배출권거래수익을 나타낸 것이다. 이러한 신·재생에너지 사업은 교토의정서 등 지구온난화 대응을 위한 영향에 따라 세계적으로 연평균 30%씩 성장하고 있다. 2010년이면 관련 시장이 100조원 대에 이르고 2020년에는 산업군 중 가장 큰 비중을 차지할 것이라는 분석도 나오고 있다(이충성, 2008).

표 4. 수자원공사의 소수력 CDM사업 현황

구 분	소수력1 CDM사업				소수력2 CDM사업				
	안동댐	장흥댐	성남1	합 계	성남2	달방댐	주암댐	대청댐	합 계
시설용량(kW)	1,500	800	340	2,640	360	170	1,000	800	2,330
연간발전량(MWh/y)	10,167	2,714	2,592	15,473	2,200	1,102	4,986	5,263	13,996
감축량(CO2톤/y)	6,367	1,700	1,622	9,689	1,378	690	3,331	3,296	8,697
배출권거래 수익	약 2.5~3억원/년				약 2.2~2.7억원/년				

#### 4. 결론

우리나라는 2005년 12월말에 총 41개의 소수력발전소가 건설되어 발전시설용량 54,089kW가 가동 중이지만, 이는 국내 전체 소수력 부존잠재량의 3.6%, 개발 가능량의 27.5%에 해당하는 양으로 알려져 있다. 이처럼 저조한 실적은 소수력 활성화를 위해 친환경적이고 지속가능한 효용증대 방안이 필요함을 말해주고 있다. 이를 위해서 본 연구는 레크리에이션 활성화, 주변지역 지원, 수리권 문제 해결, 환경 친화적 개발, 온실가스 저감 편익 등을 주요 방향 및 과제로 제시하였다.

현재 소수력발전의 편익은 운영자의 전력판매수익에만 국한되고 있다. 그러나 전력수급의 공공적 측면을 감안한다면 국민적 후생증가를 반영하여야 하는데, 현재 민간사업자의 전력판매수익은 상당 부분이 정부의 발전차액지원제도에 의존하고 있으므로 엄밀한 의미로는 사회적 편익이라 할 수 없다. 또한, 소수력발전소 건설로 인한 환경적 비용은 결국 국민 전체적인 부담이 되는데, 이는 비용의 수혜자부담 원칙에 부합하지 않을뿐더러 생산과 소비 측면에서 보면 전력생산자가 부담해야 할 비용을 소비자에게 전가시키는 결과가 된다. 이러한 점을 감안 할 때, 편익항목의 개선 및 신규항목 발굴은 소수력 개발 활성화를 위해 중요한 의미를 갖는다. ‘온실가스 감축’이라는 환경적 의제는 소수력의 지속가능하고 친환경적 이미지를 잘 대변할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 산업자원부(2006). **신재생에너지 발전차액지원제도 개선 및 RPS제도와 연계 방안**.
2. 이충성(2008). "온실가스 감축의무와 소수력발전의 활성화", **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제 41권, 제 1호, pp. 85-90.
3. 한국수자원공사(2007). **소수력 최적개발 활성화 방안 연구**.