

소수력 자원평가를 위한 GIS 시스템 개발

A GIS System Development for Small Hydropower Resources Evaluation

허준호*, 정상만**, 박완순***, 양동민****, 윤정환*****

June Ho Heo, Sang Man Jeong, Wan Soon Park, Dong Min Yang, Jung Hwan Yun

요 지

소수력은 친환경적인 청정에너지 중 하나로 우리나라에는 부존량이 매우 풍부하여 최근 개발에 대한 필요성이 대두되고 있다. 소수력 에너지자원의 적극적인 활용을 위해서는 IT기술 접목을 통한 다양한 응용시스템 및 에너지원 발굴의 기반환경이 필요하다.

본 연구에서는 ‘국가 수자원관리 종합정보’ 홈페이지에서 제공되는 840개 표준유역에 대한 자료를 바탕으로 소수력발전소의 수문특성분석 및 성능예측 기법을 적용하여 소수력 에너지자원량을 산출하였다. 기존 신재생에너지 자원지도 종합관리시스템에서 제공하고 있는 소수력에너지 예상발전용량 보다 정밀한 데이터를 바탕으로 데이터베이스를 구축하였으며, 데이터 분석이 가능한 로컬시스템(Local System)을 사용하여 대권역, 중권역, 표준유역별 단위 유효낙차당 연평균유량, 발전용량을 산출하였으며, 연평균가동률을 40%로 가정하여 연간전기생산량을 예측하였다. 소수력 자원평가를 위한 GIS 시스템 개발은 광범위하게 산재해 있는 유역의 소수력 에너지자원을 단시간에 평가할 수 있는 시스템을 개발하였다.

핵심용어 : 소수력 에너지, 지리정보시스템(GIS), 로컬시스템(Local System)

1. 서 론

소수력 에너지는 친환경적인 청정에너지 중 하나로 최근 소수력 에너지원 발굴을 위해 IT 기술을 접목한 다양한 응용시스템 구축이 진행되고 있다. 그러나 신재생에너지 자원지도 종합관리시스템에서 제공하고 있는 소수력 자원지리정보시스템은 대권역, 중권역, 표준유역별 현황자료와 Map과의 연계성이 부족하며, 권역별 유효낙차당 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량에 대한 주제도 분석 방법이 미흡하고, 자료의 업데이트가 되어있지 않아 보다 정확한 데이터를 얻을 수 없다. 따라서 소수력 에너지자원을 단시간에 평가할 수 있는 GIS 시스템이 구축되어야 한다.

국내 소수력 자원지도의 문제점을 개선한 지리정보시스템(GIS)을 개발하기위해 대용량 데이터처리와 분석기능 제공이 가능한 로컬시스템(Local System)을 사용하여 대권역, 중권역, 표준유역별 단위 유효낙차당 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량을 예측하였다. 또한, 자원량 조회뿐만이 아닌 소수력에 대한 다양한 정보를 제공함으로써 소수력 자원을 단시간에 평가할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2. 소수력의 정의

* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : diaza@kongju.ac.kr

** 정회원·교신저자공주대학교 건설환경공학부 교수E-mail : smjeong@kongju.ac.kr

*** 정회원 · 한국에너지기술연구원 책임연구원 · E-mail : pwsn@kier.re.kr

**** 정회원 · (주)수로텍 본부장 · E-mail : ydm320@surotech.com

***** (주)수로텍 팀장 · E-mail : lenablue12@surotech.com

소수력(Small HydroPower or Small scale HydroPower, SHP)은 일반적으로 국내에서는 물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 에너지로 “대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법(2003)”에서 신재생에너지로 정의하고 있으며, 같은 법 시행규칙에서 소수력 발전을 시설용량 10,000kw이하의 발전으로 규정하고 있다. 소수력발전은 대규모 수력발전과 원리 면에서 차이가 없으나 지형조건에 국지적으로 영향을 받고, 대수력(大水力)에 비해 규모가 작은 발전설비를 자연조건과 조화를 이루게 설치하는 것이라 할 수 있다.

3. 로컬 시스템(Local System)

로컬 시스템은 대용량 데이터 처리, 데이터 분석 및 GIS 공간분석이 가능하여 사용자가 원하는 지점에 대해 보다 정확하고 신뢰성 있는 정보 제공이 가능한 시스템으로 Web상에서 제공하지 못했던 분석기능과 대용량 처리기능을 포함하고 있어 단시간에 소수력 자원을 평가할 수 있는 시스템을 제공할 수 있다.

4. 지리정보시스템(GIS) 입력자료

본 연구에서는 GIS 시스템 구축을 위해 소수력 자원 포텐셜 산정에 있어 많은 입력자료의 활용은 지양하고, 가능한 제한 입력자료들을 간소화하여 대권역, 중권역, 표준유역별 단위 유효낙차당 연평균유량, 발전용량 및 연간전기생산량을 예측하였다.

4.1 강우자료 및 유출계수

강우자료는 현재 국내의 강우관측소에서 관측된 약 30년 이상된 자료를 수집 및 분석하여 소수력 예상발전용량을 산출하였으며, 유출계수는 우리나라 수자원 정책의 문제점과 대안(김승, 2000)에서 제시한 수계별 유출계수를 사용하였다.

Table 1. 수계별 유출계수(k)

수 계	유출계수(k)	수 계	유출계수(k)
Han river	0.57	Hyungsan river	0.51
Nakdong river	0.49	Sapkyo river	0.55
Keum river	0.49	Mankyung river	0.54
Youngsan river	0.57	Dongjin river	0.53
Sumjin river	0.54	Others	0.60
Ansung river	0.57		

4.2 소수력발전소의 성능예측

소수력 에너지자원의 적극적인 활용을 위해 소수력 발전소의 성능예측 기법에 관한 연구(박완순, 2003)와 신재생에너지 자원조사·종합관리시스템 구축사업(산업자원부, 2006)을 토대로 국내 소수력 에너지자원량을 산정하였으며, 다음은 GIS시스템에 사용한 관련공식을 나타낸다.

$$Q = \frac{A \times 10^6 \times R_t \times 10^{-3} \times k}{365 \times 24 \times 60 \times 60} \quad (4.1)$$

여기서, A 는 유역면적(km^2), R_t 는 년 강수량(mm), k 는 유출계수를 나타낸다.

발전용량 $P(kW)$ 는 식 4.2와 같고, 시스템 효율을 80%(산업자원부, 2006)로 가정하여 소수력 에너지 발전용량을 산출하였다.

$$P = \rho g Q H_e \eta \quad (4.2)$$

여기서, ρ 는 물의 밀도($1,000\text{kg}/\text{m}^3$), g 는 중력가속도(m/sec^2), Q 는 연평균유량(m^3/sec), H_e 는 유효낙차(m), η 는 소수력발전소의 효율(%)을 나타낸다.

연간 전기 생산량(E_a)은 1년을 시간으로 환산한 값인 8,760시간에 발전용량(P)과 가동률(L_f)의 곱으로 식 4.3과 같이 산정되며, 연평균가동률은 40%(산업자원부, 2006)로 가정하여 연간전기생산량을 산정하였다.

$$E_a = 8,760 P L_f \quad (4.3)$$

여기서, P 는 발전용량(kW), L_f 는 가동률(%)을 나타낸다.

5. 지리정보시스템(GIS) 출력자료

지리정보시스템(GIS) 입력자료를 바탕으로 산정된 대권역, 중권역, 표준유역별 단위 유효낙차당 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량에 대한 산정된 결과와 소수력에 대한 기초정보를 시스템 상에 구현하였다.

5.1 시스템에서의 자료 구성

시스템에서의 자료 구성은 크게 유역정보, 하천정보, 강우정보, 소수력정보, 분석정보, 지형정보로 구성하였다.

Table 2. 시스템에서의 자료 구성

구분	자료 구성
유역정보	·대권역, 중권역, 표준유역정보 ·유역명, 유역코드, 면적
하천정보	·하천명, 하천코드, 하천등급, 유로연장, 유로면적, 총길이, 구간길이, 분류/지류, 기점정보, 종점정보, 계획홍수위 등
강우정보	·강우관측소 현황정보 ·강우관측소별 30년 월평균강우량 현황정보 등
소수력정보	·소수력발전소 현황 및 발전용량 현황정보 ·발전용량 정보, 시도별 포텐셜 현황정보 등
분석정보	·소수력 분석일시, 유역명, 유출계수, 연평균강우량, 유역면적 등 ·소수력분석 입력현황정보 등
지형정보	·도로, 건물, 등고선, DEM, 하천, 관측소정보, 소수력 지점정보 ·유역정보, 시도, 시군구, 읍면동, 리 정보 등

5.2 지리정보시스템(GIS) 개발

기 구축된 소수력 지리정보시스템은 대권역, 중권역 표준유역별 현황자료와 소수력 관련 기초정보가 Map상에 제공되지 않는 부분이 많고, 제공되었다고 하더라도 일치하지 않는 부분들도 있어 소수력 에너지에 대한 기초정보와 자원량에 대한 내용을 단시간에 평가할 수 있게 하기 위한 자원지도 구축과는 거리가 멀었으나, 본 연구를 통해 개발된 지리정보시스템(GIS)은 이러한 점을 개선하여 소수력 자원지도를 구축하였다. Fig. 1은 수력에 관련된 기초정보 중 하나로 국내 소수력 발전소 현황에 대한 내용을 나타내며, Fig. 2는 소수력 에너지자원량에 대한 정보와 위치를 알 수 있게 시스템을 개발하였다.

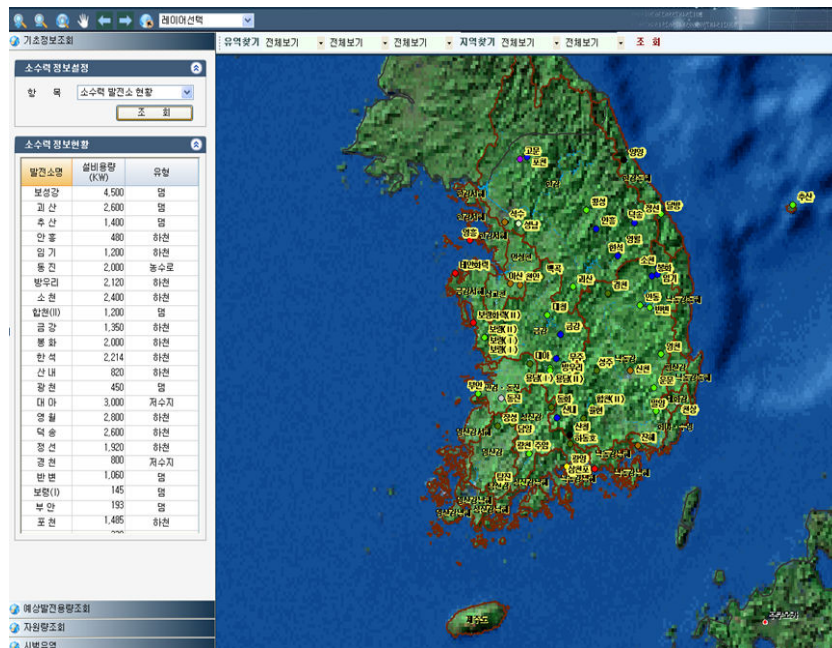


Fig. 1. 소수력 발전소 현황

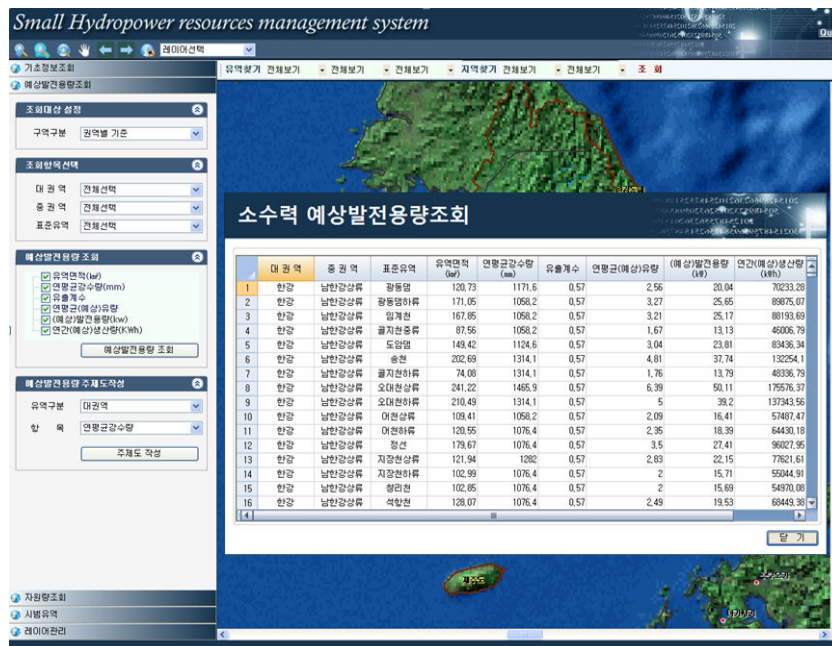


Fig. 2. 소수력 에너지 자원량

또한, 기 구축된 지리정보시스템의 주제도 분석 방법에서는 대상유역면적에 따른 각 권역별 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량에 대한 주제도를 분석하였으나, 본 연구를 통해 개발된 지리정보시스템(GIS)에서는 대상유역의 면적과 단위유역면적(1km²)에 따른 대권역, 중권역, 표준유역별 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량에 대한 주제도를 제시함으로써 소수력 에너지 발전용량을 산정하기 위한 매개변수인 유역면적 크기와 연평균강우량의 양에 따른 소수력 에너지자원량을 비교·검토할 수 있도록 하였다. Fig. 3과 Fig. 4는 여러 주제도 중 대상유역의 면적과 단위유역면적(1km²)에 따른 표준유역별 발전용량에 대한 내용을 아래와 같이 제시하였다.

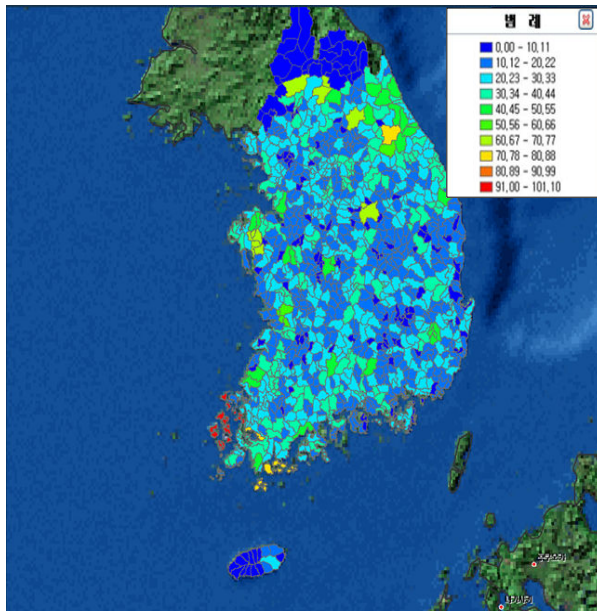


Fig. 3. 유역면적에 따른 표준유역별 발전용량

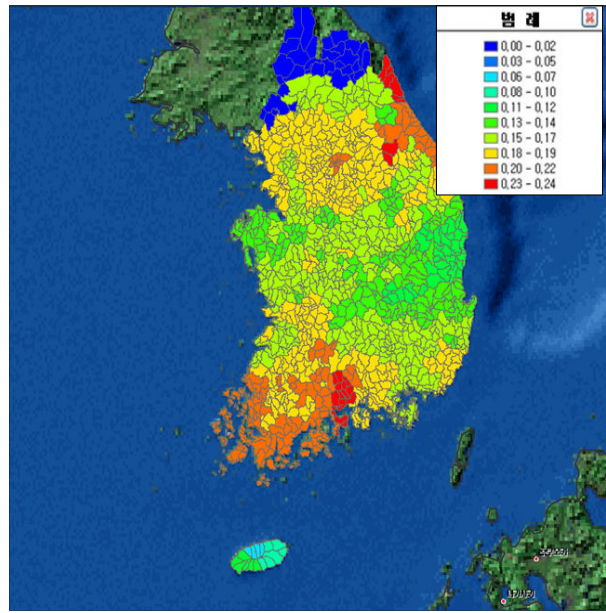


Fig. 4. 단위유역면적(1km²)에 따른 표준유역별 발전용량

6. 결 론

국내 소수력 자원지도의 문제점을 개선 하기위해 본 연구에서는 대용량 데이터 처리, 데이터 분석, GIS 공간 분석이 가능한 로컬 시스템을 도입하였으며, 광범위한 국내 유역의 소수력 자원을 단시간에 평가할 수 있는 소수력 GIS 시스템을 개발한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 대권역(21개), 중권역(117개), 표준유역(840개)별 유역면적과 단위유역면적(1km²)에 대한 연평균강우량, 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량과 단위유역면적에 대한 연평균강우량, 연평균유량, 발전용량, 연간전기생산량에 대한 비교·검토가 가능하도록 제시하였으며, 사용자가 원하는 지역을 선택하면 그 지역에 대한 소수력 에너지자원량에 대한 정보와 소수력발전에 필요한 기초정보가 제공될 수 있는 시스템을 구축하였다.
- (2) 본 연구에서 개발된 GIS 시스템은 로컬시스템을 도입하여 Web상에서 제공하지 못했던 분석기능을 제공함으로써 단시간에 소수력 자원을 평가할 수 있는 시스템을 제공한 것이며, 이는 소수력 자원지리정보시스템 구축에 필요한 정보제공과 데이터 분석이란 측면에서 활용가치가 높을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 김승(2000), 우리나라 수자원 정책의 문제점과 대안, 물위기 시대 우리나라 수자원 정책, 환경정책 시민연대.
 박완순(2003), 소수력 발전소의 성능예측 기법에 관한 연구, 박사학위논문, 공주대학교.
 산업자원부(2006), 신재생에너지 자원조사·종합관리시스템 구축사업.