

# 경북북부지역 소수력 재생에너지 자원조사

## 1. 유량측정

### Research on the Small Hydropower Renewable Energy Resources in Northern Gyeong-Buk

#### 1. Streamflow Measurement

김정현\* · 김동현\*\* · 김성원\*\*\*

#### Abstract

신·재생에너지는 머지않아 고갈될 것이라 예측하고 있는 화석에너지의 대체에너지로서 대형 홍수와 국지적 집중호우, 가뭄과 전염병, 기근 등 우리인류의 생존을 위협하는 재앙을 어느 정도 줄일 수 있고, 온실효과 가스를 저감하고자 하는 하나의 방법으로서 가스배출량이 적은 수력, 풍력, 태양광 등의 재생에너지를 이용한 방법이다. 이 중 물은 무한적인 자원이 아니기 때문에 소중히 여기고 순환과정을 통하여 재활용 될 수 있고, 친환경적이고 장기적인 수명과 다른 자원을 사용하는 발전소들보다 더 효율적이며 복원 가능성이 크고 다른 오염유발 에너지 자원을 대신한다. 본 연구에서는 경상북도 북부지역 5개 지점의 소수력발전 후보지점에 대한 평·갈수기 및 홍수기의 유량측정에서 수위-유량관계곡선식의 유도등의 목적을 달성하기 위하여 2009년 3월부터 2010년 9월까지 5개 지점을 대상으로 현지조사 및 자료수집, 측량작업, 유량측정 등을 실시하였다. 본 유량측정을 통하여 경상북도 북부지역의 최적 소수력 발전지점 선정을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심 용어** : 소수력발전, 유량관측, 재생에너지, 수위-유량관계곡선

#### 1. 서론

신·재생에너지는 석유나 석탄과 같은 화석에너지가 머지않아 고갈될 것이라는 예측과 화석에너지의 사용으로 인하여 생기는 이산화탄소와 같은 온실효과 가스가 지구온난화를 심화시키고 이것은 대형 홍수와 국지적 집중호우, 가뭄과 전염병, 기근 등 우리인류의 생존을 위협하는 재앙을 계속 되풀이하게 할 것이라고 경고하고 있다. 이러한 심각한 상황에 대처하기 위하여 전 세계적인 협동체제가 가동되기 시작하였는데, 1988년 11월에는 세계기상기구(WMO)와 국제연합환경계획(UNEP)의 공동개최로 유엔 산하 국제 협의체인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 설립되었다(남광현, 대구경북개발연구원, 2002). 소수력발전은 대수력발전에 비해 친환경적이고 장기적인 수명과 다른 자원을 사용하는 발전소들 보다 더 효율적이며 복원 가능성이 크고 화력, 원자력 등의 오염유발 에너지 자원을 대신한다. 식수공급체계와 관계 프로젝트에 있어서 더 높은 효율과 양질로서 미니 소수력 개발에 더 많은 기회를 제공하고 있다. 소수력은 전력을 생산하기 위해 재활용될 수 있는 에너지자원을 이용하여 유한한 자원으로 고갈시키지 않고 에너지를 쉽게 공급할 수 있으며, 일반적인 대규모 수력 발전과 원리 면에서는 차이가 없으나 국지적인 지역 조건과 조화를 이루는 규모가 작고 기술적으로 단순한 수력 발전일 뿐 아니라 공해가 없는 청정에너지로서 국내에도 150MW 정도의 부존량이 확인되어 있다. 소수력 발전의 적극적인 개발은 에너지원의 개발자원 뿐 아니라 환경적, 경제, 사회적으로 전력 수요 급증시의 부하 평준화 효과 및 석유 수입 대체, 민간 및 지자체 주도의 반영구적 공익사업으로서 환경 친화적인 에너지원의 개발을 통한 지역개발의 촉진과 이로 인한 경제적 파급 효과의 극대화 등의 부수적인 효과를 거둘 수 있다고 평가되고 있다.

본 연구의 목적은 경상북도 북부지역 5개 지점의 유량측정을 통하여 소수력발전 후보지점에 대한 수위-유량관계곡선식을 개발함에 있다. 또한 보다 신뢰성 있는 곡선식을 개발하기 위한 자료의 축적은 필수 불가결의 요소일 뿐만 아니라 이를 위해서는 지속적인 유량관측이 필요하다.

#### 2 유량측정방법

##### 2.1 유량측정 개요

하천의 유량이란 단위시간에 어느 횡단면을 통과하는 물의 양을 의미하며, 시간에 따라 변화하게 된다. 수위는 낙차공이나 댐 등의 상하류에서 불연속적으로 되지만 유량은 상류에서 하류로 연속된 양으로 관측된다. 수자원계획을 위해서는

---

※ 정회원, 동양대학교 대학원 철도토목학과 석사수료 ; E-mail : [idiunu@hanmail.net](mailto:idiunu@hanmail.net)  
※※ 비회원, 공학박사, 동양대학교 철도토목학과 부교수 ; E-mail : [kimdh@dyu.ac.kr](mailto:kimdh@dyu.ac.kr)  
※※※ 정회원, 공학박사, 수자원개발기술사, 동양대학교 철도토목학과 부교수 ; E-mail : [swkim1968@dyu.ac.kr](mailto:swkim1968@dyu.ac.kr)

장기간 유량의 변화를 알아야 하며, 치수계획을 위해서는 홍수시의 유량관측 자료가 필요하다. 또한 신뢰성 있는 수위-유량관계곡선을 구하기 위해서는 유량 측정장소, 횡수, 방법이 적정해야 하고, 정확한 조사를 하기 위해서는 첫째, 정확한 통수단면적, 둘째 측정에 필요한 기구의 선택 및 정확성, 셋째 측정자의 숙련성이 중요한 요소이다. 정확한 유량측정을 하기 위해서는 당해 관측지점의 정확한 유속과 통수단면적의 관측이 이루어져야 한다. 유속측정 방법으로는 유속계를 사용하는 방법, 수면경사를 이용하는 방법, 웨어(Weir)를 이용하는 방법, 약품농도의 회석을 이용하는 방법 및 수중을 투과하는 물리량에 의해 측정하는 법이 있으나 본 과업에서는 평·갈수기에는 UC-204 프로펠러 유속계, 홍수시에는 전자과 표면유속계를 사용하여 유량을 측정하였다(김정현 등, 2010).

## 2.2 홍수시 유량측정방법

본 과업에서 전자과 표면유속계에 의한 유량 관측은 하천의 횡단방향으로 일정 간격으로 전자과 표면유속계를 설치하고, 상류방향으로 전자과를 발사한 후, 물 표면에서 반사되는 전자과의 도플러 효과를 이용하여 표면유속을 측정하였다.

홍수기 유량측정 작업에 사용된 전자과 표면유속계 측정결과는 다음 표 1과 같다. 표 1에서 전자과 표면유속계 측정결과 오차의 범위가 0.006~0.069m/sec로서 아주 미소하므로 본 과업에서는 실측유속을 보정하지 않고 사용하였다. 전자과 표면유속계로 측정된 유속은 표면유속으로 보정계수를 곱하여 평균유속이 구해지는 것이므로 <수자원 조사편람 제4장 유량측정 3.4.6 유량계산>에 의거 0.85를 보정계수로 사용하여 평균유속을 산정하였다.

표 1. 전자과 표면유속계 측정결과

측정번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
기준값(m/sec)	0.506	0.809	1.113	1.416	1.721	2.023	2.327	2.731	3.036	3.349
측정값(m/sec)	0.500	0.800	1.087	1.383	1.700	1.967	2.283	2.693	2.997	3.280
오차(m/sec)	0.006	0.009	0.026	0.033	0.021	0.056	0.044	0.038	0.039	0.069

## 2.3 평·갈수시 유량측정방법

평·갈수기는 물의 흐름이 저유속 이므로 유량측정은 물의 흐름이 비교적 안정된 정상류 흐름의 상태에서 유속계에 의해 비교적 정확한 유속측정이 이루어진다. 본 과업에서는 평·갈수기의 유량측정 작업은 교량을 이용하였으며, Impeller식 유속계인 UC-204 프로펠러 유속계(Current meter)를 사용하였다.

## 3. 연구범위 및 자료

본 연구에서는 경상북도 봉화군 명호면, 경상북도 봉화군 현동역 앞, 경상북도 영주시 문수면 권선리, 경상북도 영양군 입암면, 및 경상북도 예천군 형호리의 소수력발전 후보지점에 대한 수위자료를 위하여 각 지점의 인근에 위치하고 있는 수위관측소에서 국가수자원관리종합정보시스템([www.wamis.go.kr](http://www.wamis.go.kr))을 이용하여 신뢰성이 양호한 수위자료를 얻었고, 평·갈수기 및 홍수기의 유량측정에서 수위-유량관계곡선식의 유도등의 목적을 달성하기 위하여 2009년 3월부터 2010년 9월까지 5개 지점을 대상으로 현지조사 및 자료수집, 측량작업, 유량측정 등을 실시하였다. 다음 표 2는 소수력발전 후보지점에 대한 평·갈수량 및 홍수량의 측정횟수를 나타내고 있다(Kim et al, 2010).

표 2. 유량측정 횟수

측정년도	지 점	평·저수량	홍수량	합 계
		실 적(회)	실 적(회)	실 적(회)
2009	경상북도 봉화군 명호면	1	2	3
	경상북도 봉화군 현동역 앞	1	2	3
	경상북도 영주시 문수면 권선리	1	2	3
	경상북도 영양군 입암면	1	2	3
	경상북도 예천군 형호리	1	2	3
	소 계	5	10	15
2010	경상북도 봉화군 명호면	1	2	3
	경상북도 봉화군 현동역 앞	1	2	3
	경상북도 영주시 문수면 권선리	1	2	3
	경상북도 영양군 입암면	1	2	3
	경상북도 예천군 형호리	1	2	3
	소 계	5	10	15
합계		10	20	30

#### 4. 자료분석 및 수위-유량관계곡선의 개발

##### 4.1 수위-유량관계곡선식 개발

본 유역조사에서는 자료 분석 방법에 의해 각각의 경우에 대해 관측소 별 최적 곡선식을 개발하였다. 금회 개발된 곡선식은 측정수위와 유량자료에 의해서 유도된 곡선식 이므로 제한된 수위 이상에서 수위-유량관계곡선식의 사용은 원칙적으로 피하는 것이 좋으며, 불가피하게 수위-유량관계곡선을 연장하여 사용할 경우에는 신중한 검사가 선행되어야 할 것이다. 한편, 금회 개발된 소수력발전 후보지점에 대한 수위-유량관계곡선식의 총괄은 다음 <표 3>과 같으며, 소수력발전 후보지점에 대한 수위-유량관계곡선식의 그림은 다음 그림 1~5와 같다.

표 3. 수위-유량관계곡선식

지점	분석년도	수위범위	유도된 곡선식	상관 계수
경상북도 봉화군 명호면	2009-2010	$2.15 \leq H \leq 4.11$	$Q = 43.777H^2 - 32.21H + 15.37$	0.995
경상북도 봉화군 현동역 앞	2009-2010	$2.20 \leq H \leq 5.85$	$Q = 43.995H^2 - 163.34H + 163.9$	0.998
경상북도 영주시 문수면 권선리	2009-2010	$1.23 \leq H \leq 2.98$	$Q = 67.88H^2 - 118.15H + 53.227$ ( $H=h+1$ )	0.998
경상북도 영양군 입암면	2009-2010	$1.15 \leq H \leq 3.25$	$Q = 45.510H^2 - 48.96H + 8.036$	0.999
경상북도 예천군 형호리	2009-2010	$0.90 \leq H \leq 3.55$	$Q = 233.64H^2 - 511.41H + 313.7$ ( $H=h+2$ )	0.995

#### 6. 결 론

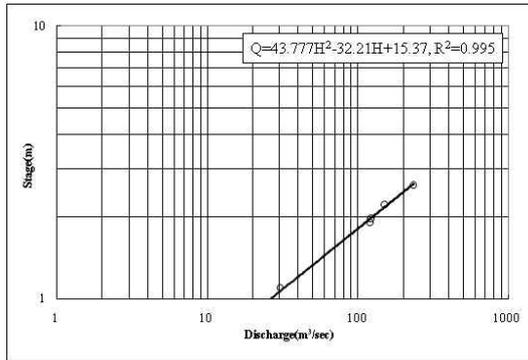
유량측정은 소수력발전 후보지점에 대한 수위-유량관계곡선을 개발함에 그 목적이 있으며, 보다 신뢰성 있는 곡선식을 개발하기 위한 자료의 축적은 필수 불가결의 요소일 뿐만 아니라 이를 위해서는 지속적인 유량관측이 필요하다. 본 과업에서는 경상북도 봉화군 명호면, 경상북도 봉화군 현동역 앞, 경상북도 영주시 문수면 권선리, 경상북도 영양군 입암면, 및 경상북도 예천군 형호리의 소수력발전 후보지점에 대한 평·갈수기 및 홍수기의 유량측정에서 수위-유량관계곡선식의 유도등의 목적을 달성하기 위해서 2009년 3월부터 2010년 9월까지 5개 지점을 대상으로 현지조사 및 자료수집, 측량작업, 유량측정 등을 실시하였다. 수위-유량관계곡선식의 정립은 우리나라가 21세기 물부족 국가로 분류되고 있는 시점에서 수자원은 국가 재산의 중요한 재산을 부각되고 있으며, 또한 하천 생태계에 있어서의 수자원의 역할은 매우 중요하게 평가되고 있으므로 귀중한 수자원을 관리하기 위한 목록을 작성하는 작업이 필요하다고 판단된다.

#### 감 사 의 글

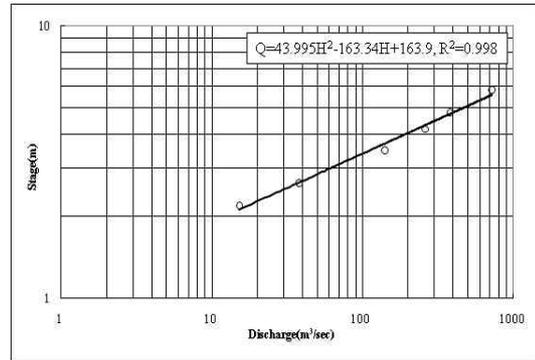
본 연구는 한국중부발전(주)의 “경북북부지역 신재생에너지 자원조사 및 활용방안 연구” 사업과제의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

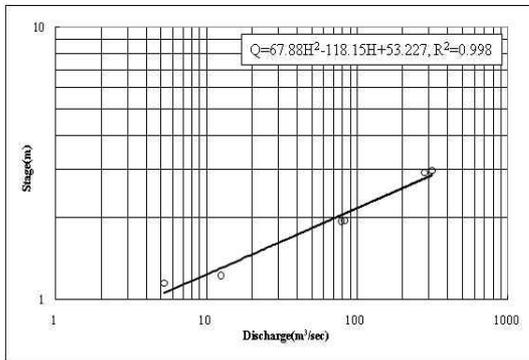
1. 건교부 (2007) 수자원 관리 종합정보 시스템 홈페이지, <http://www.wamis.go.kr>.
2. 김정현, 김동현, 김성원 (2010) “경상북도 북부지역의 소수력 신재생에너지 개발을 위한 유량측정”, **제36회 대한토목학회 정기학술대회 학술발표회 논문집**, pp. 1957-1960
3. 대구경북개발연구원 (2002) “신천하수종말처리시설 소수력발전 적용 검토”.
4. Kim, J.H., Kim, D.H. and Kim, S.(2010) Research on the Small Hydropower Renewable Energy in Northern Gyeong-Buk Area, Dongyang Hydrologic Paper, No. 1, Department of Railroad and Civil Engineering, Dongyang University, Yeongju, Republic of Korea. (In Korean)



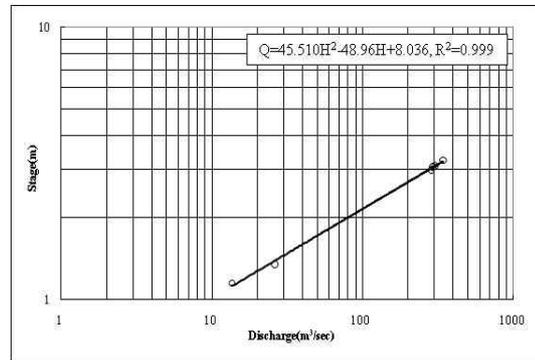
<그림 1> 경상북도 봉화군 명호면  
수위-유량관계곡선식(2009~2010년)



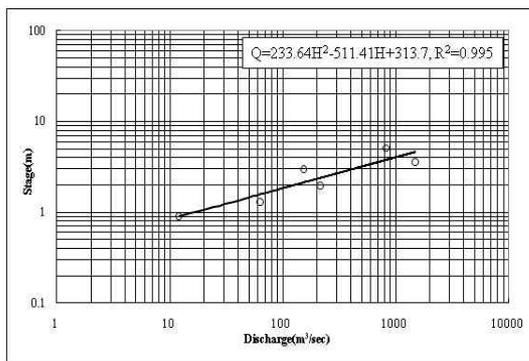
<그림 2> 경상북도 봉화군 현동역 앞  
수위-유량관계곡선식(2009~2010년)



<그림 3> 경상북도 영주시 문수면 권선리  
수위-유량관계곡선식(2009~2010년)



<그림 4> 경상북도 영양군 입암면  
수위-유량관계곡선식(2009~2010년)



<그림 5> 경상북도 예천군 형호리  
수위-유량관계곡선식(2009~2010년)