

# 제주지역 청정에너지 부존량 및 이용가능량에 관한 연구

김 귀 식\* · 박 정 근\*\*

## Research for Reserves and Available Capacity of Clean Energy in Jeju

Gui-Shik Kim\* · Jeong-Geun Park\*\*

### ABSTRACT

Jeju-do highly relies on outside sources of energy because of its geographical situation. Recently, it has been necessary to enhance its stable energy sources there by protecting it from rising oil prices and preventing further global warming and the resulting serious environmental disruptions caused by the use of fossil fuels. Therefore, in this study, We investigate at the reserves and the available capacity of other energy sources, such as solar, wind, biomass, wastes and small hydro energy. The results show that the available capacity of solar energy is 123,525 TOE/year, wind energy is 1,871,748 TOE/year, and biomass energy is 30,127 TOE/year. Waste energy has an available capacity of 6,629 TOE/year and small hydro energy is estimated at 2,617 TOE/year. The results of the available capacity of clean energy sources show that it is likely double the annual energy consumption of Jeju. Solar energy and wind energy are the greatest potential energy sources, compared to other energy sources. Furthermore, wind energy is available in the highest quantity.

**Key Words** : Clean Energy, Reserves, Available Capacity, Solar Energy, Wind Energy, Biomass Energy, Waste Energy, Small Hydro Energy

### 1. 서 론

최근 고유가 시대와 지구온난화 등의 환경문제가 대두되어 에너지의 안정적 확보와 효율적 이용 및 에너지의 대량소비에 의한 지구환경문제에 대한 대비가 중요한 과제로 되고 있다[1].

화석연료의 대량소비는 대기 중의 온실효과가스(이산화탄소, 메탄) 농도의 주된 상승 요인으로 지구온난화에 의한 환경문제를 발생시켜 왔다. 이 같은 영향을 초래하는 온실효과가스 배출의 저감을 위해, 이산화탄소 배출의 약 80%가 화석연료의 소비에 기인

\* 제주대학교 기계에너지시스템공학부, 첨단기술연구소  
Dept of Mechanical Eng., Cheju Nat'l Univ., Res. Inst. Adv. Tech.

\*\* 제주대학교 일반대학원 기계공학과  
Grauate School, Cheju Nat'l Univ.

하므로 지구 온난화를 방지하기 위해서는 화석연료 사용의 저감이 중요하다. 이를 위하여 1997년 체결된 교도의정서는 유럽연합(EU)과 일본 등 34개 국가에서 2008년 혹은 2012년부터 연평균 온실효과가스 배출량을 1995년 대비 약 5% 감축을 실시하는 것으로 협약되어 있다.

제주도의 에너지 수급 형태는 석유등의 화석연료에 의존하며 민생·운수 부문을 중심으로 해마다 에너지 사용량이 증가하고 있는 추세이다. 또한 제주지역의 경제 구조는 아열대 농업 기반의 1차 산업과 관광기반의 3차 산업으로 이루어져 있으며, 청정지역의 이미지를 브랜드 가치화 하여 많은 이득을 얻고 있다. 이들 산업은 주로 에너지 소비성 산업으로 산업이 활발할수록 에너지소비량이 증가하며 환경오염의 문제점이 부각되고 있는 상태이다.

제주도는 육지부와 격리되어 있는 지역 특성상 자체의 에너지 공급에 취약성을 지니고 있으며, 육지부에서의 전기 및 연료가 반입되는 등 에너지 대외 의존율이 크다. 이 에너지 공급의 취약성과 대외의존을 효과적으로 극복하고 에너지 수급을 원활히 하기 위해서는 지역 내 풍부한 청정에너지 자원을 최대한 개발하고 활용하여 지역 내 에너지 자립도를 높이는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 최근 도입되고 있는 태양에너지, 풍력에너지 등의 청정에너지의 적극적인 도입 촉진과 활용을 위한 정책방안 등의 구체적 계획의 수립에 앞서 개발 가능한 청정에너지의 부존량과 이용가능량을 제시하는데 목적이 있다.

## II. 청정에너지의 분류

청정에너지는 대체에너지 혹은 신재생에너지 등으로 불리어지며, 산업자원부 에너지관리공단에서는 대체에너지의 종류를 태양열, 태양광, 풍력, 연료전지, 바이오에너지, 폐기물에너지, 가스화복합발전, 수소에너지, 소수력, 지열, 해양에너지로 규정하고 있다. 또한 2005년 7월에 발효된 신에너지 및 재생에너지개발 이용보급촉진법에서는 이를 정리하여 신에너지에는 태양열, 태양광발전, 바이오, 풍력, 소수력,

지열, 해양에너지, 폐기물에너지의 8종류와 신에너지에는 연료전지, 석탄액화 가스화, 수소에너지 3종류로 분류하고 있다.

본 연구에서는 제주도에서 개발할 수 있는 신재생 에너지를 비롯하여 개발 가능한 자연에너지 및 친환경적인 에너지 이용형태를 종합하여 청정에너지로 하여 그 종류를 Table 1에 나타냈으며, 제주지역의 특성상 청정에너지 중 부존량과 이용활용도가 높은 태양에너지, 풍력에너지, 바이오매스에너지, 폐기물 에너지, 소수력 에너지를 대상으로 부존량 및 이용가능량 산출하였다.

Table 1. Types of clean energy

Energy source	Types	Utilization form
Nature energy	· Soar energy · Wind energy · Small Hydro Energy · Biomass energy · Ocean energy · Geothermal energy	· Soar light & heat generation · Wind generation · Hydroelectric generation · Livestock manure · Wave-force generation · Heat pump
Renewable energy	· Waste energy · Unused energy	· Waste heat utilization · Ocean heat utilization
New utilization form	· Steam supply and power generation · Fuel cell · Hydrogen energy	· Natural gas vehicle · Electric vehicle & hybrid car · hydrogen fueled car

## III. 청정에너지원별 부존량 및 이용가능량

### 3.1 태양에너지(태양열, 태양광)

#### 3.1.1 부존량 및 이용가능량 산출식

부존량은 제주도 전체 면적을 대상으로 연평균일사량의 곱으로 산출하며, 이용가능량의 집열면적 및 집

광면적은 주거지와 상업지구를 대상으로 적용가능면적을 산정하였다[2]. 다음은 태양에너지 부존량 산출식과 각각의 태양열, 태양광에너지 이용가능량 산출식을 나타낸 것이다.

$$R = S_R \times A_{je} \times T \quad (1)$$

$$A_{V(heat)} = S_R \times A_{heat} \times \eta_{con} \times T \quad (2)$$

$$A_{V(light)} = S_R \times A_{light} \times \eta_{con} \times T \quad (3)$$

- R : 부존량
- S<sub>R</sub> : 연평균 일사량
- A<sub>je</sub> : 제주도 면적
- T : 연간시간
- A<sub>V</sub> : 이용가능량
- A<sub>heat</sub> : 집열면적
- η<sub>con</sub> : 변환효율

### 3.1.2 사용데이터

#### 1) 연평균일사량

연평균 일사량은 제주지방 기상청의 30년간의 월평균일사량(월평년 평균일사량)을 이용하여 산정하였으며 연평균 일사량은 Table 2와 같다.

서귀포지역의 연평균 일사량에 대한 기상청 자료가 없어서 부존량 및 이용가능량의 산정에 있어서는 3개지역의 연평균일사량을 평균하여 사용하였다.

Table 2. Annual average solar radiation

	Solar radiation (MJ/day)	Solar radiation (kcal/day)
Jeju Weather Station	12.275	2,933.725
Gosan Weather Station	12.535	2,995.865
Seongsnapo Weather Station	23.325	5,574.675
Ave.	16.045	3,834.755

#### 2) 집열 및 집광면적

태양광 및 태양열시스템을 건물의 지붕에 설치하는 것으로 하며, 지붕면적은 식(4)로 나타낼 수 있다 [3].

$$A_R = A_U \times B_C \quad (4)$$

- A<sub>R</sub> : 지붕면적
- A<sub>U</sub> : 주거지역 및 상업지역의 면적
- B<sub>C</sub> : 지역별 건폐율

Table 3. Regional areas

1000m<sup>2</sup>

Region	Residential zone	Commercial zone	Total
Jeju-si	14,076	3,060	17,136
Seogwipo-si	10,810	1,172	11,982
NamJeju-gun	9,473	673	10,146
BukJeju-gun	9,588	714	10,302
Total	43,947	5,619	49,566

Table 3에 지역별 주거지역과 상업지역의 면적을 나타낸다. 지역별 건폐율은 도시계획조례에 의해서 주거지역이 60%이하이고 상업지역이 80% 이하이다. 집광면적과 집열면적의 산출방법은 주거지역인 경우 지붕면적의 50%를 활용면적으로 하고, 집광면적은 활용면적의 90%, 집열면적은 10%를 적용하는 것으로 하였다[3]. 상업지역의 경우 지붕면적 중의 50%를 집광면적으로 하고, 10%를 집열면적에 적용하였다[3].

이렇게 계산된 집광 및 집열면적을 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Collected areas of solar light and heat

Region	Collected area of solar light			Collected area of solar heat		
	Total	Residential	Commercial	Total	Residential	Commercial
Jeju-si	6,124	4,900	1,224	789	544	245
Seogwipo-si	3,743	3,333	420	452	370	82
NamJeju-gun	3,084	2,815	269	367	313	54
BukJeju-gun	3,151	2,866	286	376	318	57
Total	16,103	13,914	2,189	1,984	1,546	438

3.1.3 부존량 및 이용가능량

연평균 일사량과 제주도 지역별 면적, 그리고 집광 및 집열면적을 이용하여 태양열 부존량 및 이용가능량 산출식에 적용하여 Table 5과 같은 부존량 및 이용가능량을 산출하였다.

Table 5. Reserves and available capacity of solar energy

(TOE/year)

Region	Reserves	Available Capacity	
	Solar Energy	Solar light power	Solar heat power
Jeju-si	35,761,966	70,302	46,671
Seogwipo-si	35,677,985	47,229	28,790
NamJeju-gun	101,099,289	39,773	23,771
BukJeju-gun	86,150,647	40,512	24,283
Total	258,689,887	197,816	123,515

3.2 풍력에너지

3.2.1 부존량 및 이용가능량 산출식

풍력에너지 부존량 및 이용가능량 산출식[3,4]을 다음과 같이 확정하였으며, 각각의 데이터를 이용해 산출 하였다.

$$R = \rho_w \times A_A \times T \tag{5}$$

$$A_V = N_W \times A_W \times \rho_w \times \eta_{sys} \times T \tag{6}$$

$\rho_w$  : 풍력에너지밀도

$A_A$  : 이용가능 면적(임야면적=912.6km<sup>2</sup>)

$N_W$  : 풍력터빈 설치대수

$A_W$  : 로터의 회전면적

$\eta_{sys}$  : 시스템 효율(=35%)

3.2.2 사용 데이터

1) 풍력밀도

연평균 풍속은 1998년과 2000년도에 실시된 제주도 풍력잠재량 조사에서 측정위치들의 평균풍속을 다시 평균하여 그 값을 제주도의 연평균 풍속으로 하였으며, 식(7)은 풍력에너지밀도 산출식을 나타낸 것이다[5].

$$\rho_w = \beta \times \rho_A \times \frac{V^3}{2} \tag{7}$$

$\rho_w$  : 풍력에너지밀도

$\beta$  : 풍속 Rayleigh 확률분포의 Pattern Factor (=1.9)

$\rho_A$  : 공기밀도(=1.225kg/m<sup>3</sup>)

$V$  : 연평균 풍속(=6.64m/s)

2) 풍력터빈 설치 대수

풍력터빈 상호의 간섭을 고려해, (10 × D)<sup>2</sup>(D:로터직경)의 면적에 풍력터빈 1대로 하였으며, 설치면적은 제주도 면적현황의 임야면적(=912.6km<sup>2</sup>)으로 하고 풍력터빈규모는 750kW급(D:50m)로 하여 계산하였다. 최대 풍력터빈 설치대수는 3,650대 이다. Table 6은 지역별 평균풍속을 나타낸 것이다[6,7].

Table 6. Average wind speed by region in Jeju

Annual average wind speed(1998)		Annual average wind speed(2000)	
Region	averaged wind speed (m/sec)	Region	averaged wind speed (m/sec)
Gosan	7.58	Kimnyung	6.66
Yongdang	6.69	Sinsan	5.61
Daejeong	6.05	Doeyu2	6.44
Ligwa	5.91	Hamo	6.95
Daeyu	5.52	Mureung	6.82
Pyoseon	6.91	Gwangpyeong	6.59
subji	7.20	Napeup2	6.45
Udo	8.11		
Susan	6.63		
Napeup	6.38		
Hoecheon	6.10		
Hangwon	7.26		
Ave.	6.64m/s		

3.2.3 부존량 및 이용가능량

위에서 계산된 풍력에너지밀도, 로터의 회전면적, 풍력터빈 설치대수 등을 이용하여 산출식 (5)와 (6)에 적용하여 Table 7과 같이 풍력에너지 부존량과 이용가능량을 얻었다.

Table 7. Reserves and available capacity of wind energy

	Reserves (TOE/year)	Available Capacity (TOE/year)
Jeju-si	33,269,442	261,298
Seogwipo-si	39,092,900	307,036
NamJeju-gun	88,239,753	693,035
BukJeju-gun	77,715,746	610,379
Total	238,317,841	1,871,748

3.3 바이오매스 에너지

3.3.1 부존량 및 이용가능량 산출식

바이오매스 에너지는 활용 가능한 에너지원 중 축산분뇨를 중심으로 산출하였으며, 다음과 같이 산출식을 확정하여 부존량과 이용가능량을 산정하였다 [8]. 이용가능량 산출식은 일반적인 발전과 열회수의 효율을 적용하였다 [9].

$$R = N \times E_L \times E_M \times Q \tag{8}$$

$$A_V = R \times \eta_{elec} \times \eta_{re} \tag{9}$$

$N$  : 사육기축수

$E_L$  : 가축별 마리당 일평균 축분 배출량

$E_M$  : 메탄가스 발생량

$Q$  : 메탄가스 단위 체적당 발열량(=5,500kcal/m<sup>3</sup>)

$\eta_{elec}$  : 전력생산 효율(=35%)

$\eta_{re}$  : 열회수 효율(=50%)

3.3.2 사용데이터

제주도의 가축별 사육두수는 2003년도 제주 통계연보의 가축사육가구 및 마리 자료의 값을 이용하였으며, 마리당 축분 배출량 및 메탄가스 발생량은 Table 8와 같이 가축별로 제시하였다. 메탄가스 단위 체적당 발열량 5,500kcal/m<sup>3</sup>을 적용하였다 [8].

Table 8. Livestock manure and methane gas emission

	Livestock manure emission by heads(kg/day)	Methane gas emission (m <sup>3</sup> /kg)
Native & beef cattle	4.00	0.325
Dairy catlei	4.50	0.325
Pigs	0.70	0.400
Chicken	0.03	0.450
Horses	4.00	0.325

3.3.3 부존량 및 이용가능량

위의 산출식과 사용데이터를 이용하여 다음 Table 9와 Table 10과 같이 이용가능량과 부존량을 산출하였다.

Table 9. Reserves of biomass energy

	Number of livestock	Livestock manure emission by heads (kg/day)	Methane gas emission (m <sup>3</sup> /kg)	Reserves (TOE/year)
Native & beef cattle	18,501	4.00	0.325	4,828.3
Dairy catlei	5,808	4.50	0.325	1,705.2
Pigs	399,758	0.70	0.400	22,470.4
Chicken	1,281,450	0.03	0.450	3,472.9
Horses	11,366	4.00	0.325	2,966.2
Total				35,443.0

Table 10. Available capacity of biomass energy

	Power output (MWh)	Heat output (Gcal)	Available capacity (TOE/year)
Native & beef cattle	6,760	24,141	4,104.1
Dairy catlei	2,387	8,526	1,449.4
Pigs	31,459	112,352	19,099.8
Chicken	4,862	17,364	2,952.0
Horses	4,153	14,831	2,521.3
Total	49,621	177,215	30,126.6

3.4 폐기물에너지

3.4.1 부존량 및 이용가능량 산출식

폐기물 에너지는 일반적으로 활용하는 소각열 이용 발전으로 하였으며, 폐기물은 현재 매립되어지는 양을 이용하여 다음과 같은 부존량 산출식을 확정하였다[8]. 이용가능량 산출식은 일반적인 발전과 열회수의 효율을 적용하였다[9].

$$R = L \times Q \times T \quad (10)$$

$$A_v = R \times \eta_{elec} \times \eta_{re} \quad (11)$$

*L* : 일일 가용성 폐물 매립량(TON/day)

*Q* : 발열량(=1,511kcal/kg)

$\eta_{elec}$ : 전력생산 효율(=35%)

$\eta_{re}$  : 열회수 효율(=50%)

3.4.2 부존량 및 이용가능량

제주도내 총 발생하는 폐기물량 중에서 재활용, 소각, 해양 배출되는 양을 제외하고 매립되는 양으로 위의 산출식을 이용하여 부존량 및 이용가능량을 산출하였다. Table 11에 가연성 폐기물 매립량과 부존량을 나타냈으며, Table 12에 이용가능량을 제시했다.

Table 11. Waste landfill amount and reserves

	Landfill (Ton/day)	Reserves (TOE/year)
Domestic wastes	4.00	0.325
Industrial domestic wastes	4.50	0.325
Industrial wastes	0.70	0.400
Total	0.03	0.450

Table 12. Available capacity of waste energy

	Power output (MWh)	Heat output (Gcal)	Available capacity (TOE/year)
Domestic wastes	8,300	29,644	5,039.5
Industrial domestic wastes	1,552	5,543	942.2
Industrial wastes	1,066	3,805	646.9
Total	10,918	38,992	6,628.6

### 3.5 소수력 에너지

#### 3.5.1 부존량 및 이용가능량 산출식

제주도내 하수처리장의 방류수와 양식장의 방류수를 대상으로 그 수량을 사용수량으로 하고 유효낙차를 이용하여 발전용량을 계산하고, 발전용량에 설비이용율을 고려하여 부존량을 산출하였으며, 이용가능량은 부존량의 기계적 효율과 손실 등을 고려하여 산출하였다[8].

$$R = P \times R_A \times T \quad (12)$$

$$A_V = R \times \eta_t \times \eta_g \quad (13)$$

$$P = 9.8 (m/s^2) \times D_e \times Q \times H \quad (14)$$

$P$  : 발전용량(W)

$R_A$  : 설비이용율(%)

$\eta_t$  : 수차효율(%)

$\eta_g$  : 발전기효율(%)

$D_e$  : 사용수 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

$Q$  : 사용수량(m<sup>3</sup>/s)

$H$  : 유효낙차(m)

#### 3.5.2 사용데이터

제주시와 서귀포 동부하수처리장의 유황 분석 결과 최대유량 $Q_1$ , 풍수량 $Q_{95}$ , 평수량 $Q_{185}$ , 저수량 $Q_{275}$  및 갈수량 $Q_{355}$  등의 유황 값들을 Table 13과 Table 14에 나타냈으며 그 중 풍수량 $Q_{95}$ 을 사용수량으로 하여 부존량 및 이용가능량을 산출하였다[9]. 양식장의 경우는 Table 15에 나타낸 보고자료를 이용하였다[10].

Table 13. Jeju sewage treatment plant flowrate analysis of year

Year	Capacity	$Q_1$	$Q_{95}$	$Q_{185}$	$Q_{275}$	$Q_{355}$
2002	1.51	1.65	0.99	0.91	0.87	0.79
2003	1.51	1.61	1.20	1.07	0.99	0.87
2004	1.51	1.75	1.14	1.05	0.98	0.84

Table 14. Dongbu sewage treatment plant flowrate analysis of year

Year	Capacity	$Q_1$	$Q_{95}$	$Q_{185}$	$Q_{275}$	$Q_{355}$
2002	0.231	0.226	0.143	0.122	0.113	0.106
2003	0.231	0.250	0.178	0.137	0.118	0.109
2004	0.231	0.254	0.150	0.129	0.116	0.108

Table 15. Current situation of fish farm facility

Region	Fish farm	Area of farm(m <sup>2</sup> )	Effective hea(m)	Flowate (m <sup>3</sup> /s)	Generation of capacity(kw)
Sungsan	1	5503.98	3.986	0.314	12.57
	2	1139.42	5.435	0.133	7.26
	3	5067.47	4.778	0.073	3.50
	4	4193.35	1.943	0.087	1.70
	5	1944	4.888	0.283	13.90
			4.634	0.085	3.96

Region	Fish farm	Area of farm(m <sup>2</sup> )	Effective hea(m)	Flowate (m <sup>3</sup> /s)	Generation of capacity(kw)
Pyoseon	6	14346.5	4.871	0.183	8.95
	7	3919.42	3.728	0.139	5.21
	8	4766.13	4.791	0.101	4.86
	9	4086.9	5.012	0.188	9.46
	10	4945.65	5.853	0.087	5.12
Namwon	11	3060.26	6.015	0.155	9.37
	12	3292	5.243	0.141	7.43
	13	12150.68	3.391	0.049	1.67
	14	6759.75	3.212	0.388	12.52
	15	4281.36	3.956	0.102	4.05
Daejeong	16	5195.6	4.871	0.069	3.38
	17	4933.53	4.994	0.291	14.60
	18	3239.39	4.079	0.151	6.19
	19	2650	3.884	0.138	5.38
	20	4470.1	3.983	0.135	5.40
			3.991	0.05	2.00
Ave.			4.43	0.15	6.75

### 3.5.3 부존량 및 이용가능량

위의 산출식과 사용데이터를 이용하여 다음 Table 16의 부존량과 Table 17의 이용가능량을 산출하였다.

Table 16. Reserves of small hydro energy

	Jeju -si	Seogwipo -si	Fish farm	
			Unit section	260 section
Generation of capacity (kw)	55.2	19.1	6.7	1,7.35.5
Used Equipment (%)	90	90	95	95
Reserves (TOE/year)	108.8	37.6	13.9	3,610.7
Total (Toe/year)	3,757.1			

Table 17. Available capacity of small hydro energy

	Jeju -si	Seogwipo -si	Fish farm	
			Unit section	260 section
Generation of capacity (kw)	47.5	16.4	4.6	1.1975
Used Equipment (%)	90	90	95	95
Reserves (TOE/year)	93.6	32.4	9.6	2491.3
Total (Toe/year)	2,617.3			

## IV. 결 론

제주지역에 도입 가능한 청정에너지 자원 중 태양열, 풍력, 바이오매스, 소수력, 폐기물열 이용에너지를 대상으로 부존량과 이용가능량을 산정한 결과는 다음과 같다.

1) 태양에너지의 부존량은 258,689,887 TOE/year, 이용가능량은 태양광 197,816 TOE/year, 태양열 123,525 TOE/year이며, 풍력에너지 부존량은 238,317,841 TOE/year, 이용가능량은 1,871,748 TOE/year이며, 바이오매스에너지 부존량은 35,443 TOE/year, 이용가능량 30,127 TOE/year이다. 또한 폐기물에너지 부존량은 7,798.4 TOE/year, 이용가능량은 6,629 TOE/year로 나타났으며, 소수력에너지를 부존량은 3,757 TOE/year와 이용가능량 2,617 TOE/year로 산정되었다.

2) 제주지역내 전체 청정에너지의 부존량은 497,054,726 TOE/year, 이용가능량은 23,232,425 TOE/year로 제주도의 연간 에너지소비량 1,056,000 TOE/year과 비교하여 부존량은 470배 정도이며, 이용가능량은 약 2배이다.

3) 태양에너지와 풍력에너지의 부존량은 다른 에너지원에 비해 월등히 크며, 풍력에너지의 이용가능량이 높다.



참고문헌

- [1] 김동식 외 2, 2003, "대구광역시 미활용에너지 부존량조사 및 활용가능성에 관한 연구"
- [2] 에너지경제연구원, 1994, "제주도 지역에너지 계획"
- [3] NEDO, 2002, "카고시마현 신에너지 도입비전"
- [4] 한국에너지기술연구원, 2004, "제주도내 풍력발전 단지 성능 모니터링 및 평가"
- [5] NEDO, 2002, "아키타시의 지역비전"
- [6] 제주대학교 산업기술연구소, 1998, "제주도내 풍력발전단지 종합건설 계획수립에 관한 연구"
- [7] 제주대학교 산업기술연구소, 2000, "제주도내 풍력자원 조사에 관한 연구용역(2)"
- [8] 한국에너지기술연구원, 2001, "제주도 지역에너지 계획"
- [9] 김귀식 등, 2004, "제주하수처리장 대체에너지 사업타당성조사", 제주지역환경기술개발센터
- [10] 최종근 등, 2004, "육상양어장 수질오염 저감 시설을 위한 소수력 발전시스템의 적용", 남제주군