

OJ1 시화호 조력발전 건설사업에 대한 Emergy 평가

김진만*, 송은지, 이석모¹

부경대학교 환경공학과, ¹부경대 생태공학과

1. 서 론

연간 사용되는 에너지의 80% 이상을 수입에 의존하고 있는 에너지 자원 빈국인 우리나라의 경우, 대체에너지 개발을 통한 에너지 수입 의존도의 감소화 노력이 절실히 요구되며, 정부의 대책도 대체에너지 개발을 위한 지원을 적극적으로 추진하고 있다. 이와 함께 최근 점차 그 중요성이 높아진 에너지 활동에 따른 환경 문제의 대두로 일부나마 기존 화력 발전을 대체할 수 있는 무공해 에너지원의 개발이 필요한 실정이다.

우리나라 서해안은 세계적으로 몇 안되는 조력에너지 자원의 보고이고 조력에너지는 기존의 화석 에너지를 대체할 수 있는 중요한 대체에너지원의 하나로서 부상되고 있다.

서해안에 건설된 시화호 방조제는 공사 이후, 조류유통이 차단되고 인근지역으로부터 유입된 오염물질이 축적되어 시화호의 오염이 증가함에 따라 정부는 수질개선 종합대책의 일환으로 시화호를 해수호로 전환시켜 해수정체로 인한 수질악화를 방지하였다. 또한, 이미 건설된 시화호 방조제를 이용한 조력발전 사업에 대한 검토가 이루어지고 있다. 조력발전은 기후변화협약 등으로 인한 CO₂ 저감대책에 적극 대응할 수 있는 무공해 대체 에너지원으로 기대되고 있으며, 이에 따른 자연환경과 경제활동을 포함한 실질적인 가치 평가가 요구된다.

본 연구에서는 시화호 방조제를 이용한 조력발전 사업에 대한 emergy 분석을 통해 실질적인 가치를 평가하여 대체에너지원으로서의 가능성을 검토하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

2.1. 대상시스템 경계의 설정

시스템 분석을 위해서 대상시스템인 시화호 방조제를 이용한 조력발전 사업에 필요한 환경적인 요인과 경제적인 요인으로 구분하여 경계를 설정한다.

2.2. 에너지 시스템 다이어그램 작성

시스템의 자연환경과 경제활동을 하나의 시스템으로 파악할 수 있도록 에너지 시스템 다이어그램 작성한다.

2.3. Emergy 분석표 작성

시스템의 특성을 좌우하는 주요 에너지원의 실질적인 가치와 역할을 평가하기 위해서 Emergy 분석표를 작성한다.

2.4. Emergy 지표 산정

Emergy 분석을 통해 산출된 Transformity, Emergy Yield Ratio 등을 통해 대상 시스

템의 실질적인 가치와 효율성을 평가한다.

3. 결과 및 요약

시화호 방조제를 이용한 조력발전 사업에 필요한 자연환경자원과 경제활동은 Fig. 1과 같이 자연환경자원으로서 Tidal energy가 유입되고 시스템내 방조제시설과 조력발전설비는 외부의 경제적인 Good & Services의 유입에 의한 것이다. 다이어그램을 토대로 energy 분석을 실시한 결과 조력의 solar emergy는 $15.0E+19$ sej/yr, 방조제건설 및 유지비가 $3.49E+19$ sej/yr 그리고 발전설비 및 유지비가 $1.49E+19$ sej/yr로 나타났다. 시화호 방조제를 이용한 조력 발전의 Emergy 생산은 $19.98E+19$ sej/yr였다. 한편 위의 계산은 방조제 건설을 포함한 분석이었고 현재는 방조제가 건설되어 있기 때문에 기존의 방조제를 이용할 경우의 조력발전에 드는 비용만을 고려할 경우에는 Emergy 생산량은 $16.49E+19$ sej/yr로 산정되었다.

Emergy를 계산하기 위한 척도인 Transformity는 한 종류의 유효에너지가 직·간접적으로 다른 종류의 1joule의 에너지를 만들기 위해서 이용된 emergy로 정의되며, 유효 에너지에 대한 emergy 비율인 Transformity는 에너지 계층구조내의 에너지 흐름이나 보유량에 대한 질의 척도로 이용된다. 시화호 조력발전 사업이 현재 건설된 방조제를 이용한다면 Transformity가 82,900 sej/j로 예상되었고 방조제가 없어 새로 건설해야 한다면 Transformity가 100,000 sej/j로 나타났다. 이는 동일한 전기 에너지를 생산할 경우 Transformity가 낮은 쪽이 더 효율성 있음을 나타내는데 Table 1과 같이 다른 발전시설과 비교해 보면, 두 가지 경우 모두 수력발전보다는 효율이 낮고 화력발전보다는 효율이 높은 것으로 조사되었다.

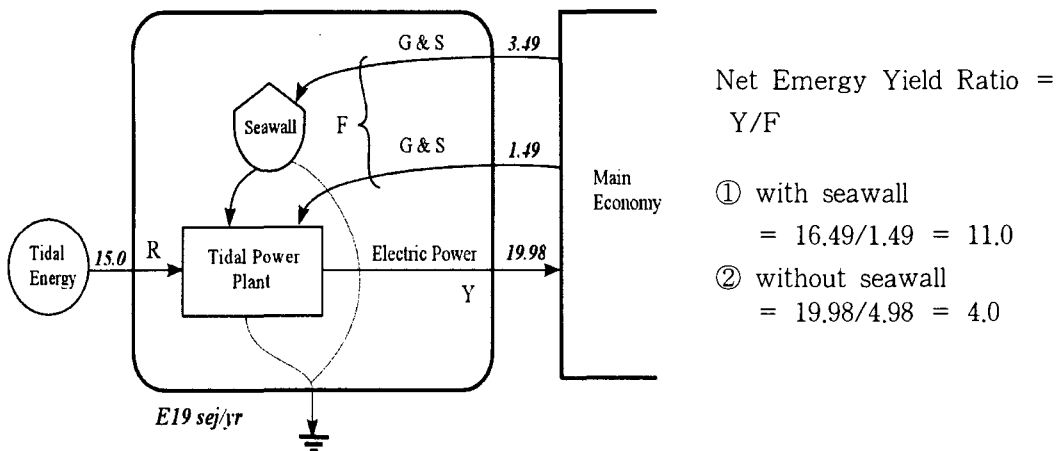


Fig. 1. Emergy system diagram of tidal power plant in Shihwa sea, Korea, with solar emergy on the pathways and calculated Net Energy Yield Ratio.

Table 1. Solar Transformity of Electric Power.

No.	System	Solar Empower (sej/yr)	Electric Power (J/yr)	Transformity (sej/j)
1	Coal power plant	160,000	1	160,000
2	Hydroelectric power, Sweden	1.95E+24	2.43E+17	80,246
3	Wood power plant, Jari, Brazil	2.38E+20	1.17E+15	203,418
4	Solar voltaic grid, Austin, Tex.	7.50E+17	1.80E+12	416,666
5	Hydroelectric, Tucurui, Brazil	8.29E+04	1.00E+17	165,000
6	Wood power plant, Thailand	2.42E+14	3.60E+09	67,222
7	Oil power plant, Thailand	7.14E+14	3.60E+09	197,777
8	Coal power plant, Thailand	6.10E+14	3.60E+09	169,444
9	Lignite power plant, Thailand	5.47E+14	3.60E+09	151,944
10	Lignite power plant, Texas	5.40E+21	2.65E+16	203,384
11	Tidal power plant, Korea (with seawall)	1.65E+20	1.99E+15	82,900
	Tidal power plant, Korea (without seawall)	2.22E+20	1.99E+15	100,000

에너지 자원으로서의 가치를 평가할 수 있는 순 Emegy 생산비는 Fig. 1의 공식에 의해 방조제를 건설하지 않아도 될 경우에는 11.0로 나타났고, 방조제를 새로 건설해야 할 경우는 4.0로 나타났다. 이러한 결과는 다른 국가의 여러 종류의 전력시설과 비교하면 방조제가 있는 경우는 수력발전이나 핵발전 보다 더 높은 실질적 가치를 나타내었고, 방조제를 건설해야 할 경우에도 화력발전 보다 높은 실질적 가치를 가진 것으로 평가되었다(Fig. 2).

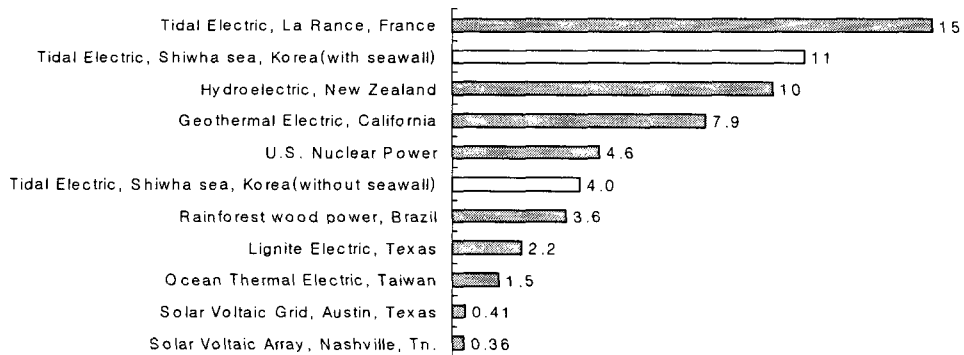


Fig. 2 Emegy yield ratios for electric power sources.

참고 문헌

Brown M. T. and S. Ulgiati (1997) : Emegy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. *J. Ecological Engineering*, Vol. 9, pp51-69.

Odum H. T. (1996) : *Environmental Accounting*, John Wiley & Sons, New York, 370pp.

한국수자원공사 (2002) : 시화호 조력발전 건설사업 타당성조사 및 기본계획 보고서, 678pp.