

신·재생에너지 알아보기

3차시. 조력에너지

1. 조력에너지

(1) 해양에너지의 필요성

- 지구 표면의 약75%에 달하는 해양에는 조력, 조류, 파력, 해수온도차, 염도차 등 다양한 형태의 막대한 에너지 자원이 존재한다.
- 유사 이래로 인류가 사용해 온 에너지원으로는 석탄, 석유 등을 들 수 있으나, 이들 자원은 재사용이 불가능하며, 보유량도 2000년대 이후에는 고갈될 것으로 예상되고 있다. 이들 기존 에너지자원의 이용에 따른 환경오염 문제는 에너지자원의 개발과 이용에 있어서 또 하나의 제약점이 되고 있다.
- 해양에너지는 화석연료사용에 따르는 환경오염과 자원고갈 문제를 극복할 수 있는 유망한 에너지지만 해양이라는 환경이 갖는 가혹성 때문에 여타의 다른 신재생에 비해 상대적으로 미개척의 영역으로 남아있으나 해양공학 기술의 발전에 따른 기술적 어려움의 극복과 최근 새로운 에너지 개발의 필요성과 급증에 따라 활발한 연구가 진행되고 있다.

(2) 조력의 정의

- 조력은 태양이나 달의 인력에 의해 하루에 두 번씩 밀물과 썰물의 모습으로 운동을 한다.
- 이를 조석현상이라 하며 조석이 발생하는 하구나 만을 방조제로 막아 해수유통 시 발생하는 바다와 호소와의 수위차를 이용하여 조력발전을 한다.
- 즉, 밀물 때 물을 가두어 두었다가 수문을 열면 물이 쏟아져 나오면서 터빈을 돌려 발전을 하게 된다. 반대로 썰물 때는 터빈의 블레이드가 반대방향으로 돌면서 다시 발전을 하게 된다.

(3) 조력발전의 특성

- 조력발전은 조석현상에 의해 발생하는 해수면의 상승하강운동에 따른 위치에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전방식으로 현재 실용화된 조력발전방식은 조지식(방조제를 쌓는 방식)으로, 조차가 큰 하구나 만에 방조제를 설치하여 조지를 만들고, 조지에 외해수위의 변화에 따라 해수를 출입시키면서 외해수위와 조지수위 사이에 낙차를 발생시키고 이 낙차를 이용하여 전기를 생산하게 된다.
- 조력발전은 하천 및 댐의 수력발전과 매우 유사하지만 발전낙차가 수력에 비해 작고 낙차가 시간에 따라 변화하는 등 수력발전과 차이가 있다. 조력발전과 수력발전의 차이는 특성, 발전운영 및 설계시 고려사항으로 나누어 설명하였다.

〈표 1〉 조력 및 수력발전소 특성 비교

구분	조력발전소	수력발전소
특성	외해 조석과 발전기 가동에 따른 조지 수위변화로 결정되는 가용수두, 조지면적, 수문용량, 발기 용량 운전방식 등	최저 갈수위, 홍수위, 저수용량 등 댐의 수문학적 특성에 의해 댐 개발계획 수립 시 결정
발전 운영	조력에너지는 발전과 관련된 조수량이 비교적 일정하며, 건기의 계절변화나 연 변화가 거의 없음	댐에 저장된 저수량을 이용하여 발전을 하므로 홍수기나 강우량이 풍부하면 발전량이 대폭 증가함으로 자연조건의 의존도가 높음
설계 고려 사항	유량의 제한의 거의 받지 않으므로 최대 출력에 우선권을 부여하는 것이 발전수익 달성에 유리	댐 저수량은 일정하므로 최대효율에 우선권을 부여하는 것이 발전수익 달성에 유리

- 조석현상이 규칙적으로 주기성을 가지고 장기에측이 가능하기 때문에 조력발전을 통해 얻어진 전력의 이용성은 다른 대체에너지 전력에 비해 더욱 유리하다는 장점을 지니고 있다.
- 조력에너지의 크기 P 는 $P = \eta \rho g A R^2$ 로 나타낼 수 있다. 여기서 η 은 조력발전 전체시스템의 효율, ρ 는 해수밀도, g 는 중력가속도, A 는 조지면적, R 은 조석간만의 차를 나타낸다.¹⁾
- 어떤 해역에 조력발전소 건설을 계획할 때 가장 중요한 사항은 어떤 발전방식으로 어느 정도의 규모의 발전소를 설치할 것인가 하는 문제이다. 조력발전소의 규모는 일련의 최적화과정을 거쳐서 결정되는데 여기에서 고려되어야 할 항목으로는 사용가능 낙차 즉, 지속적으로 변화하는 외해수위와 발전소 가동에 따라 변동되는 조지수위와의 차, 조지의 면적과 발전에 사용할 수 있는 총 해수의 용량, 수문의 용량, 수차발전기의 용량 등이 있다.²⁾

(2) 조력발전의 종류

- 조력발전 방식은 조지의 수에 따라 단조지식과 복조지 식으로 구분되며, 또한 조석의 이용횟수에 따라 단류식과 복류식으로 나눈다.

1) 신·재생에너지 백서 2008. 지식경제부. 2008. p.163

2) 2008. 김준규 외 3명. 세계최대 국내최초 시화호 조력발전소 건설현황. 유체기계저널: 제11권, 제4호.

〈표 2〉 조지를 이용한 조력발전의 종류

조력발전	단조식	단조지 단류식	<ul style="list-style-type: none"> - 하나의 조지 조성 후 창조(낙조)시 수문개방 후 만조(간조)까지 해수를 채운 후(뺀 후) 수위차가 생길 때 그 낙차를 이용하여 발전하는 방식 - 가장 효율적이고 설치비가 저렴한 반면 하나의 조석을 이용하여 발전이 단속적임
		단조지 복류식	<ul style="list-style-type: none"> - 하나의 조지 조성 후 창조와 낙조시에 모두 발전하는 방식 - 조차가 클 경우 단류식보다 유리 - 제작비용이 크고 수위차 발생시까지 기다려야 하므로 발전이 단속적임
	복조식	복조지 연결식	<ul style="list-style-type: none"> - 낙차가 있는 2개의 조지(고조지, 저조지)를 형성시킨 후 조지간의 수위차를 이용하여 발전하는 방식 - 연속발전이 가능하나 비용이 많이 소요
		복조지 분리식	<ul style="list-style-type: none"> - 2개의 단조지를 독립적으로 운영하여 발전하는 방식 - 연속발전 가능하나 비용이 많이 소요

자료: 2007년 해양과학기술 기술동향 및 수요조사 자료집. 해양수산부. 2007.3.

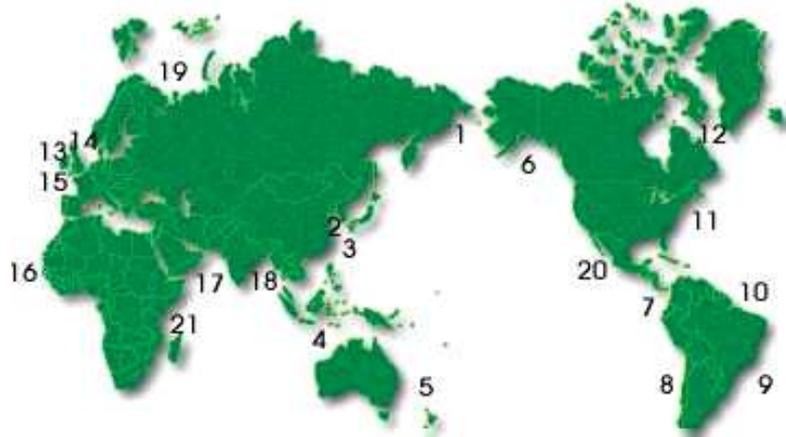
- 단조지 단류식은 하나의 조지를 조성하여 발전하는 형태로 창조시에 수문을 개방하여 조지내에 해수를 만조수위 까지 채운 후 수문을 닫고 기다렸다가 낙조시에 조지와 외해의 오위 사이에 수위차가 생길 때 그 낙차를 이용하여 발전하는 낙조식 발전방식이 있다.
- 반대로 낙조시에 수문을 개방하여 조지수위를 간조수위까지 낮춘 후 기다렸다가 창조시에 조지와 외해와의 낙차를 이용하여 발전을 창조식 발전이라 한다. 단조지 단류식은 가격대비 발전효율이 가장 높아서 가장 실용적인 조력발전 방식이다.
 - 발전 시에 한 방향의 흐름만을 이용하므로 발전이 단속적이다.
- 단조지 복류식은 하나의 조지를 조성하여 창조와 낙조 모두 발전하는 방식이다. 조차가 아주 크게 발생하는 지역에서는 단류식보다 유리한 방식으로 알려져 있지만 2방향 발전이 가능해야 하므로 단류식 수차 발전기에 비해 구조가 복잡해지고 설비비용도 높아진다.
 - 이 경우 역시 수위차 발생시까지 기다려야 하므로 발전이 단속적이다.
- 복조지 연결식은 2개의 조지 중 하나를 고조지, 다른 하나를 저조지로 조성하여 조지간의 수위차를 이용하여 발전하는 방식이다. 외해의 조석변화에 따라 수문을 조작하여 조지의 수위를 계속 조정한다.
 - 연속발전이 가능하나 설치비용이 높고 발전효율이 단조지 발전방식에 비해 떨어진다는 단점
- 조지 분리식은 2개의 단조지를 독립적으로 이용하여 발전하는 방식이다. 시간차를 이용하여 한쪽은 창조시에 발전하고 동시에 다른 쪽의 조지에 해수를 채웠다가 낙조시에 발전한다.
 - 역시 연속발전이 가능하나 비용이 많이 소요된다.

2. 조력에너지 특성 및 국내외 보급현황

(1) 해외 주요국의 조력에너지 보급추이 및 정책동향

- 달과 태양의 인력에 의하여 발생하는 조석에너지의 지구 전체 부존량은 1000~4000 GW정도로 추정되고 있다. 지형적인 영향으로 인해 지역마다 조차의 크기가 다르다. 그러므로 조력발전이 가능한 곳도 전세계적으로 제한적일 수밖에 없다. 개발이 유망한 조력발전 입지는 캐나다의 Fundy만, 프랑스의 대서

양 연안, 영국의 Severn강 하구, 미국의 Cobcook만을 들 수 있다. 이는 <그림 1>에 나타내었다.



<그림 1> 전 세계 주요 조력·조류에너지 개발 후보지

자료: 신·재생에너지 백서 2008. 지식경제부. 2008.

1. Siberia, 2. Incheon, Korea, 3. Hangchow, China, 4. Hall's point, Australia, 5. New Zealand, 6. Anchorage, Alaska, 7. Panama, 8. Chile, 9. Punta Loyola, 10. Brazil, 11. Bay of Fundy, Canada, 12. Frobisher Bay, Canada, 13. Wales, UK, 14. Antwerp, Belgium, 15. Le Harve, France, 16. Guinea, 17. Gujarat, India, 18. Burma, 19. Mezen, Russia, 20. Colorado River, Mexico, 21. Madagascar

- 조력자원 개발을 위한 노력은 선진국을 중심으로 진행되어 왔고, 프랑스를 중심으로 일부 국가에서 대규모 조력에너지 개발을 위한 시험발전소 수준의 조력발전소 건설이 이루어졌다. 하지만 대규모 조력에너지의 개발은 경제성 미흡으로 아직 실현단계에 이르지 못했다.
- 최근 기후변화로 인한 온실가스 감축의무의 부담과 화석연료의 고갈 등으로 인해 재생 가능한 무공해 청정에너지의 필요성이 증대되고 있다.

<표 3> 2020년 조력·조류에너지 총 가용잠재량 (TWh)

항목	프랑스	캐나다	러시아	중국	영국	미국
Tidal and wave energy (TWh)	13.2	2.3	0.2	0.5	58.9	2.3
Total RES-E (TWh)	286.8	703.2	608.1	1999.3	212.8	1229.6
비중	4.6	0.3	0.03	0.025	27.7	0.2

자료: Deploying Renewables 2008. OECD/IEA. 2008. p. 65~67 재구성

- 전 세계적으로 현재 운영 중인 발전소는 4곳이 있다. 프랑스 Rance(시설용량 240MW), 캐나다의 Annapolis(시설용량20MW), 러시아의 Kislaya Guba(시설용량 400kW), 중국 Jiangxia(시설용량 3,200kW)에는 현재 조력발전소가 완공되어 가동 중이다. 중국에는 Jiangxia외에 8개의 조력발전소가 더 가동되고 있으나 그 규모가 작고 발전량이 미미한 것으로 알려져 있다. 이들 4곳의 총 시설용량은 263.6MW이고 연간발전량 합계는 601.2GWh이다. 이는 <표 4>에 나타내었다.

〈표 4〉 현재 가동 중인 조력발전소

항목	Rance (프랑스)	Annapolis (캐나다)	Kislaya (러시아)	Jiangxia (중국)
최대조차(m)	13.5	8.7	3.9	8.39
시설용량(MW)	240	20	0.4	3.2
연간발전량(GWh)	544	50	1.2	6.0
준공년도	1966	1984	1968	1980
발전방식	복류식	단류식	복류식	복류식

(2) 국내현황

가. 국내 조력발전 추진현황

- 현재 우리나라에 조력발전소가 건설되고 있거나 건설 예정에 있는 지역은 4곳이다. 우리나라는 잠재량 조사와 타당성조사 등을 통해 오래전부터 해양에너지를 이용하여 전력을 생산하고자 노력해 왔으나 시설설비가 완료되어 가동 중인 예는 시화호 조력발전소이다. 그 외에 충청남도 태안과 서산을 잇는 가로림만, 인천시에 강화조력과 인천만 조력이 계획 혹은 건설 중이다.

〈표 5〉 국내 조력발전소 추진현황

	대조차 (m)	조지면적 (km ²)	방조제 (km)	시설용량 (MW)	발전량 (GWh)	발전 방식	비고
시화호	7.8	56.5	12.67	254	552.7	단류식 (창조식)	한국수자원공사
가로림만	6.56	95	1.33	520	950	단류식 (낙조식)	한국서부발전
강화	8.97	-	4.023	420	709.9	단류식 (낙조식)	한국중부발전
	8.97	84.9	8.34	840	1556.4	단류식 (낙조식)	계획 변경 전
인천 (중규모)	7.3	106	16.9	1,320	2,414	단류식 (낙조식)	한국수력원자력

- 우리나라는 삼면이 바다에 둘러싸여 해양에너지 개발이 유리한 편이다. 조석, 조류, 파랑, 해양온도차 등의 청정에너지 자원이 풍부함에도 불구하고 경제성 문제 및 대체에너지 개발의 필요성에 대한 사회적 인식의 부족 등으로 적극적인 에너지 개발 단계에까지는 이르지 못했다.

나. 시화호 조력발전

- 1994년 완공된 시화호가 2000년에 시화호 수질개선의 일환으로 해수호로 전환됨에 따라 시화해수호의 효율적인 활용방안으로 2002년 시화방조제에 조력발전소를 설치·운영하는 계획이 확정되었다. 해수고환율의 증대로 시화호의 획기적인 수질개선 효과는 물론 환경 친화적인 청정에너지 전력생산을 위해 2004년 12월 30일 첫 공사를 시작하였다.
- 세계최대, 국내최초의 조력발전소가 2011년 8월 첫가동 이래 2012년 3월 상업발전을 시작하였다. 시설용량 254MW로 최고 9.16m에 달하는 조수간만의 차를 이용하여 창조식 발전을 하게 되는데 하루 두 차례 밀물 때(10시간)를 이용하여 예상 연간 발전량은 552 GWh로 소양강댐(200MW)의 1.56배에 해당하며, 인구 50만의 도시에 공급할 수 있는 규모이다.

다. 가로림만 조력발전

- 가로림만 조력발전 설비 계획은 전 세계적 차원의 기후변화에 적극 대비하고 정부의 신·재생에너지 보급 정책에 부응하는 일환으로 추진되고 있다. 서부발전은 태안군 이원면 내리(만대)와 서산시 대산읍 오지리(벌말) 사이에 설비용량 520MW의 단류식 낙조식 발전으로 조력발전소를 세우는 계획을 추진 중이다. 26MW급 수차발전기를 20대 설비계획 중이다. 연간발전량 950GWh(883GWh, 930GWh 등 계획은 가변적임)으로 저수지 면적은 74.13km²(2,224만평)에 달한다.
- 댐이 지어질 장소로서 공유수면매립면적은 343,170m² 이다. 최대조차는 7.9m이고 평균조차 4.872m, 대조차 6.81m이다. 총 저수량은 4.46억 m³ (유효저수량: 3.17억 m³)이고, 방조제는 약2km 정도이다. 총사업비는 약 1조 225억 정도가 소요될 것으로 예상하고 있다.

라. 강화 조력발전

- 강화조력발전소 설비 계획은 강화도와 교동도, 서검도, 석모도를 잇는 시설용량 840MW규모의 대규모 조력발전소를 세우는 계획이다. 네 개의 섬을 잇는 강화조력 발전소의 방조제길이는 약 8km, 이로 인한 갯벌 면적 감소는 7.65km²로 예상하고 있다.
- 강화조력발전이 완공된 후 생산되는 전력은 인천시 연간 전력의 8.4%, 가정용 전력의 43%에 달하는 규모이다. 연간 유연탄 572만 726톤, 중유 32만 4546톤, LNG 22만 3216톤 등의 화석에너지를 각각 절약할 수 있다고 한다. 이와 같은 사업계획은 환경단체와 어민대책위원회 등의 단체에서 타당성 조사 및 사전환경성 검토 검증을 제기하고 있다.
- 또한 인천시장의 사업 재검토 방침에 따라 반대로 강화조력발전 사업이 좌초될 위기에 놓이게 되었다. 사업 반대 측의 문제 제기 등으로 인해 최근 2010년 7월 한국중부발전 측에서 사업규모를 절반으로 축소하여 인천시에 변경 안을 제출한 상태이다.
- 인천만 조력발전은 강화도~장봉도~용유도~영종도를 잇는 방조제를 쌓아 조력발전소를 건설할 예정이다. 지난 2010년 1월 20일, 한국수력원자력과 GS건설이 인천만 조력발전소 건설 사업을 공동으로 추진하기 위한 양해각서(MOU)를 체결하였다. 2017년 까지 총사업비 3조 9000여 억원 정도를 들여 강화도 동검도 남쪽에서 웅진군 장봉도, 중구 영종도, 용유도를 둘러싼 157.45km²에 달하는 세계 최대 규모의 발전소를 세운다는 내용이다. 인천만 조력발전소의 시설용량은 1320MW(중규모안)으로 30MW급 수

차를 44기 설치하고 수문은 20기를 설치할 예정이다.

- 연간발전량은 2,414GWh에 달하며 이는 인천에 공급되는 가정용 전력 소모량의 60%에 해당한다. 한국 수력원자력은 2006년부터 한국해양연구원에 타당성분석 검토를 의뢰한 결과 B/C율이 대규모안의 경우 2.063, 중규모안의 경우 2.132(직접편익 1.69, 간접편익 0.44)로 경제성이 있는 것으로 분석결과를 내놓았다.
- 한수원은 2011년 7월 발전소를 착공할 예정이지만, 어민들의 조력발전 건설 반대 집회 등이 열리고 있다. 인천시 또한 시와 아무런 협의도 하지 않고 사업을 추진하겠다고 일방적으로 발표한 한수원 측에 반대 입장을 표명할 예정이라고 한다.

3. 조력발전 건설·운영 시 환경영향

(1) 국내 사업계획 관련 환경영향 분석

가. 수위차의 감소

- 가로림만의 경우 조력발전 시설 가동 시에 만조 시의 해수면 높이가 하강하고, 간조 시에 해수면 높이가 높아져 수위의 차가 감소하게 된다. 만조 시의 방조제 내부 고조위는 0.2~0.5m 하강하고, 간조 시의 저조위는 0.0~4.0m정도 상승한다.
- 수위차의 감소로 인해 조간대의 면적도 감소할 것으로 예상된다. 조간대 면적감소로 인해 갯벌의 어족자원들이 감소하여 맨손어업으로 생계를 유지하는 어민들은 소득감소 등의 영향을 받을 것으로 예상된다. 강화와 인천만 역시 방조제 건설시 만조시 수위가 감소하고, 간조시 수위는 상승하여 전체적인 수위차가 감소할 것으로 예상된다.

나. 갯벌·습지 보존구역 훼손

- 조력발전소의 건설로 인해 가장 큰 환경문제로 대두되고 있는 것은 갯벌 면적의 감소이다. 조력 발전을 반대하는 쪽에서는 환경을 보호한다는 명목 하에 또 다른 환경문제를 일으킨다는 모순적 상황이 발생하게 되는 것이라고 하여 사회적 논란이 되고 있다. 대규모 방조제를 건설하면 바닷물을 인위적으로 가두게 된다. 가로림만의 입구 폭은 2km이지만 내부 폭은 약 10km, 길이 20km에 이른다.
- 가로림만은 세계 5대 갯벌 중의 하나로 국내에서 유일하게 자연 그대로 보존된 천혜의 갯벌이기도 하다. 가로림 조력발전소의 환경영향평가에 의하면 최대 조간대에 30.3%의 갯벌면적이 감소하고 최소 조간대에 69.8%의 갯벌면적이 감소하여 해양 생태계와 어민 생계 터전에 큰 영향을 끼치게 될 것이라고 예상된다. 그러나 사업자 측에서는 갯벌면적 감소를 최소한으로 하기위해 개선안으로 사업을 시행하겠다고 하였다.
- 강화 조력발전소의 경우 한국해양연구원의 ‘강화 조력발전 사업타당성 검토 보고서’에 따르면 발전소 건설로 인천 석모도 일대 갯벌이 최대 7.65km² 줄어들게 된다고 결과를 발표하였다. 이는 여의도만큼의 면적인데, 강화 조력발전소를 짓게 되면 여의도 정도의 규모에 해당하는 갯벌을 한 번에 없애게 되는 것이다.
- 인천만 조력발전소가 완공되게 되면 역시 갯벌면적이 감소하게 될 것이다. 한국해양연구원의 연구결과에 의하면 현재 104.7km² 인 갯벌의 면적이 인천만 조력발전이 완공되고 나면 86.8km²로 줄어들어 약 17.09%의 갯벌면적 감소는 불가피하다고 설명했다.

다. 어족자원 감소

- 강화갯벌은 최대 9.5m에 이르는 조수간만의 차로 다양한 지형의 갯벌을 형성하고 있어 총 278종의 저서생물이 분포하며 갯지렁이와 같은 다모류 118종, 갑각류 74종, 연체동물 57종이 서식하고 있는 것으로 조사되었다. 강화갯벌은 경제적 가치가 1ha당 약3000만 원에 달할 것으로 추산되며, 강화도 남단의 갯벌 면적만 8662ha에 달하는 것을 감안하면 당시 기준으로도 최소 2579억 원의 경제적 가치를 가지고 있으며, 강화에는 주민 중에 많은 사람이 갯벌 관광객을 대상으로 하는 사업을 하고 있는데 면허 어업, 양식어업, 허가어업, 신고어업 등이 약 1000여건에 달하고 있다.
- 강화 조력발전소와 인천만 조력발전소는 해양 환경에 막대한 영향을 미쳐 강화도 인근 어업에도 치명적인 손실이 예상되며, 실제로 인천국제공항 조성을 위해 엄청난 규모의 갯벌이 매립되면서 강화도 새우생산량이 급격하게 감소되었다. 조력발전으로 인한 어획량 감소는 강화만이 아니고 인근 옹진, 영종을 비롯하여 김포 대명항에도 영향을 미칠 것으로 보고 있다.³⁾

라. 범람에 의한 홍수 피해

- 강 하구는 한반도 면적의 17.4%를 차지하는 빗물이 한강, 임진강, 예성강을 통해 유입되는 곳으로, 이중 70%가 홍수기에 집중 방류돼 토사 퇴적양이 증가하다 보니 홍수위도 증가해 매년 김포 일대와 한강, 임진강 지역의 경우 홍수 때마다 피해를 보고 있다. 강화 조력발전소를 반대하는 강화도 주민들은 "방조제가 건설되면 한강 하구의 물길이 막혀 남. 북한 내륙지방에 홍수피해가 우려되기 때문에 '제2의 임진강 황강댐 방류' 발생 가능성도 배제할 수 없다"고 강하게 주장했다.⁴⁾
- 2008년 10월 인천환경기술센터는 '한강하구의 매립과 준설에 따른 수리학적 영향' 연구를 통해 인천시와 강화군, 한국중부발전(주), 대우건설컨소시엄이 추진하려는 강화 조력발전소 건설이 강화 교동도와 김포를 비롯한 한강하구지역에 홍수 피해를 줄 수 있다는 연구결과를 내놓았다.

마. 경제적 타당성 차이

- 2008년 강화조력발전소 예비타당성 결과 경제적 타당성이 높은 것으로 평가되었다. 인천시는 강화조력발전소는 경제성 평가에서 발전과 환경, 교통, 수산증식, 관광편익을 모두 고려했을 때 편익비용 비율이 1.35로 경제적 타당성이 양호하고 사업 운영기간 55년 내에 투자비 회수가 가능한 것으로 분석되어 사업을 예정대로 추진한다고 발표하였다.
- 강화는 수도권지역이면서도 수도권정비법과 군사시설보호법, 문화재법 등 중첩 규제로 발전의 저해를 가져와 인구 감소와 경제활동이 정지된 상태로 지역의 새로운 성장 동력이 필요한데, 조력발전소 건설로 인해 침체된 건설경기를 활성화 하고 신규 고용의 증대, 농수산물에 대한 물류비 절감 등을 기대효과로 보았다. 또한 해양레포츠 등의 관광지로서의 가치도 사업을 통한 이점으로 제시하였다.⁵⁾
- 조력발전소가 건설되는 강화지역은 접경지역으로 지역 낙후도가 높은 지역이지만 시민사회와 환경단체들은 여전히 사업에 대해 부정적인 시각이다. 인천경실련은 “강화조력발전소 건설예정지인 ‘석모수로’는 북한 개성으로 통하는 해상수송로”라며, “강화조력발전소는 남북경제협력에 대치된다.”라고 주장하였

3) http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_power

4) http://www.ohmynews.com/NWS_Web/view/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0001284912

5) http://cafe.naver.com/dmz815.cafe?iframe_url=/ArticleRead.nhn%3Farticleid=122

다. 또 “예비타당성 보고서는 임진강 수해문제와 해양생태계 문제를 구체적인 근거로 접근하지 못했다.”고 지적하였다.⁶⁾ 예비 타당성 조사가 구체적이기 보다는 자의적이며, 현실적이지 않다는 논란도 있었다.

(4) 신재생에너지 보급목표에 따른 달성가능성 분석

가. 자원잠재량 분석

- 전국의 조류·조력 자원 잠재량은 708toe이고, 조류·조력 자원이 가장 풍부한 지역은 충남으로 전국의 37.1%의 비중을 차지하고 있고, 경기 19.6%, 전남 19.4%, 인천 9.2% 순의 비중으로 자원 잠재량이 조사되었다. 이는 <표 6>에 나타내었다.

<표 6> 전국의 조류·조력 자원 잠재량 (단위: 천toe, %)

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
조류 조력	0	0	0	65	0	0	0	139	0	0	263	99	137	0	5	0	708
비중	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	37.1	14.0	19.4	0.0	0.7	0.0	100

자료: 산업자원부, 「지역에너지사업 로드맵 기획 연구」, 2006.

- 지역별 신·재생 자원 잠재량 및 지역 특성화 사업을 고려하여 지역별로 배분한 내용을 살펴보면 서해안 쪽에 조력에너지 잠재량이 집중적으로 분포하고 있음을 알 수 있다.
- 1978년에 수행된 조력발전 부존자원 기초조사(한국전력공사, 1978)의 자료와 한반도 조력자원 개발타당성검토(산업자원부, 2006.5)등의 자료에 따라 조력발전 적지로 예상되고 있는 장소는 시화호, 가로림만, 인천만, 강화, 새만금, 천수만, 해주만 등을 포함하여 7곳 정도이다. 7개의 장소에서 개발 가능한 에너지 잠재량은 총 시설용량 644.4만kW, 발전량 10,203GWh에 달한다. 이는 <표 8>와 <그림 3>에 나타내었다.

<표 8> 우리나라 조력발전 자원 잠재량

	시화호	가로림만	인천만	강화	새만금	천수만	해주만	합계
시설 용량 (만kW)	25.4	52	144	81	40	72	230	644.4
발전량 (GWh)	553	950	2,271	1,536	687	1,207	2,999	10,203

자료: 산·재생에너지백서.2008. 지식경제부. 2008

6) <http://blog.naver.com/gamegull?Redirect=Log&logNo=50025015207>



조력발전입지

<그림 3> 우리나라 조력발전 입지

나. 국내 신재생 에너지 보급 정책 변화

- 정부는 2012년부터 신재생에너지 공급의무화제도⁷⁾(RPS)를 도입하기로 최종 확정하였다. RPS 도입을 위한 신·재생에너지촉진법 개정안이 2010년 3월 18일 국회에서 통과되었다.
- 확정된 신재생에너지촉진법 개정안에 따라 2001년 1월부터 도입된 발전차액지원제도⁸⁾(FIT)가 2011년까지 시행되고 2012년부터 RPS 제도를 시행하면서 신재생에너지 보급 및 산업육성에 큰 전환점이 될 것으로 전망하고 있으며, 이의 시행에 따라 정부는 아래와 같은 장점이 확보됨에 따라 신재생에너지의 보급이 확대될 것으로 기대하고 있다.

4. 조력에너지 발전의 앞으로의 과제

- 시화호 조력발전에 대한 정확하고 구체적인 모니터링 및 그 데이터의 확보는 향후 가로림, 또는 강화 인 천만 조력발전의 타당성분석 및 비용편익분석, 갈등의 해결에 큰 역할을 하는 정보를 생산하는 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 시화호 조력발전은 향후 국내의 조력발전의 시금석이 될 수 있으므로, 지금까지 거론된 많은 환경상의 영향을 고려하여, 지금까지 논의되어 온 쟁점에 대한 의견대립을 중지하고 찬반 양측의 의견을 보완하면서 시화호 조력발전의 운영데이터를 얻은 후 사업의 시행여부를 논의해 가는 것이 바람직하다.

7) RPS(Renewable Portfolio Standard)는 일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지 전력으로 공급하도록 의무화하는 제도로서 미국(28개주), 영국, 이태리, 스웨덴, 일본 등에서 시행 중이다.

8) 신재생에너지 원별로 발전원가를 고려한 기준가격을 설정하여 기준가격과 시장가격과의 차액을 일정기간동안 정부재정으로 지원으로 하는 제도이다.

- 초기 에너지 정책은 수립된 목표 달성을 위해 짧은 시간에 과감하게 신재생에너지 시설 확장을 추진하는 등 반대급부(환경적 측면, 입지선정에 따른 해당 지역의 수용성 측면 등)에 대한 충분한 사전 고려 및 사회적 합의가 형성되지 않은 채 여러 정책들이 시행되고 있다. 이러한 부분에 대한 문제 인식에 따라 1차 에너지 기본계획에서는 절차적 정당성을 확보하기 위해 공청회, 공개토론회, 워크숍 등을 개최하기도 하였다. 하지만 모든 관련 정책 및 계획을 수립함에 있어 적극적인 의견수렴 및 사회적 합의 형성을 수행함으로써 사회적 비용을 줄일 수 있을 것이다.
- 현재 거론되고 있는 4곳이 전부 상용화 된다고 하면 2020년에는 해양에너지 보급목표의 1/2정도를 달성할 수 있고, 2030년까지는 1/3도 달성하지 못하게 된다(앞뒤 모순된 얘기라 뭐라고 해야할지?). 만약 개발이 가능한 7곳 전부가 상용화된다고 하더라도 보급목표의 절반을 약간 넘는 수준만이 조력에너지를 통해 달성가능하다고 볼 수 있다.
- 이처럼 조력발전은 환경적으로도 매우 민감하고 주민수용성 측면에서도 많은 논란을 야기할 수 있음에도 불구하고 이러한 부분에 대한 대책마련을 고려하지 않고 일방적으로 그리고 주먹구구식으로 에너지기본계획을 수립하였다고 볼 수 있다. 따라서 지금이라도 국내 조력발전 건설사업을 수행함에 있어 신재생에너지 공급비율 목표 달성을 위해 한정된 기간 안에 많은 재원이 투입하고 유용한 재생에너지원으로 조력발전을 사업화하기 위해서는 신재생에너지 정책 및 조력발전 수행계획에 전략환경영향평가를 실시하여야 한다.
- 갈등으로 인한 사회적 비용을 최소화하기 위해서도 사회영향평가의 실시는 시급한 과제이며, 단순한 평가 항목의 개발이 아닌 개발이익의 공정한 분배, 사업의 필요성에 대한 사회적 합의 등 사회과학적인 접근이 필요한 분야이다. 조력발전 건설사업과 같은 대형 국책 사업에 대해서는 특히 사회영향평가의 도입을 고려하여 불필요한 갈등이 유발되지 않도록 사전에 배려할 수 있는 방안이 강구되어야 할 것이다.

참고문헌

이희선 외 2명, 수용성 향상을 위한 조력발전의 환경친화적 건설방안, 한국환경정책평가연구원(2010)
 2008. 김준규 외 3명, 세계최대 국내최초 시화호 조력발전소 건설현황. 유체기계저널: 제11권, 제4호.
 신·재생에너지 백서 2008. 지식경제부. 2008. p.163
 산업자원부, 「지역에너지사업 로드맵 기획 연구」, 2006.