

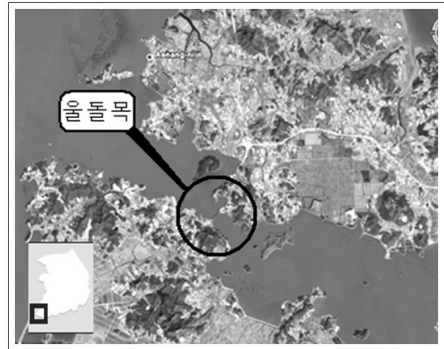
## 『 바다에 웬 홍수파? 울돌목 』

지리교육과 3학년 김보림

## ☞ 답사포인트

- 울돌목에서 급류가 형성된 지형적 조건에 대해 알아보자.
- 이순신이 명량대첩에서 승전할 수 있었던 이유를 울돌목 해류의 특성을 통해 알아보자.
- 현재 추진되고 있는 조류 발전소 건설이 울돌목에서 가능했던 이점에 대해 알아보자.

전남 진도와 해남군 화원반도 사이의 협, 울돌목 ‘바다가 우는 길목’이라는 뜻과 함께 ‘명량(鳴梁)’으로 불리는 데는 이유가 있다. 울돌목에서는 “우르르릉~썩아아~” 하는 소리를 들을 수 있는데, 이는 목소리 굵은 남자 울음소리 같기도 하고, 동물의 울부짖음 같기도 하다. 울돌목에서는 왜 이러한 소리가 들리는 것일까? 지리적 호기심을 발휘해 보자!



《울돌목의 위치》

출처: 구글어스

## 1. 우리나라의 서해안과 남해안

## 1) 서남해안의 특징

한반도의 서남해역은 후빙기 이래 해수면의 상승으로 침수되어 형성된 것이며, 다도해는 소백산맥과 노령산맥이 해안에 연속되어 이루어진 것이다. 따라서 해안은 다도해를 형성해 많은 섬들이 분포하고 있고, 해안선의 드나들이 심한 리아스식 해안을 이루고 있다. 서남해안의 해안선이 전국의 55%를 차지하고 있을 만큼 매우 복잡한 형태로 전개되고 있다.

또한 이곳 서남해역은 다른 해안과는 여러 면에서 차별성을 드러낸다. 고생대 이전의 암석이 많아 해안침식이 심하며, 사빈의 발달이 빈약하고, 해저가 천해로 이루어져 있으며, 간석지가 매우 넓게 발달되어 있다. 이들을 구체적으로 살펴보

면 다음과 같다.

첫째, 사빈의 발달이 빈약하다. 그러나 서해의 경우 외해에 북서쪽으로 열려 있는 만이나 육지부에서 반도처럼 바다로 돌출해 있는 곳에는 비교적 잘 발달된 사빈이 나타난다. 이들의 배후에는 해안사구가 발달되어 있고, 육지에 가까이 위치한 섬 중에는 모래톱으로 연결된 육계도도 관찰된다. 이들은 대개 바다에서 밀려온 모래나 연안의 기반암이 침식되는 과정에서 생성된 침식물질이 이동 퇴적되어 형성된 것이다.

둘째, 서남해역의 해저지형은 육지 근접지역에 염하구(담수와 해수가 만나는)를 시작으로, 바다 쪽으로 갈수록 보다 수심이 깊어지면서 연안해역, 대륙붕 순으로 발달되어 있고, 이들 표층에는 땔, 모래, 자갈로 구성된 퇴적물이 발달한 지형적 특징을 보이고 있다. 이 해역은 수심이 얇고 완만하게 변하며 전해역이 대륙붕으로 이루어져 있다. 평균수심이 서해는 50m 미만이고 남해는 100m 이하이다. 따라서 지난 최종 빙기에 남서해안 일대는 육지로 드러났다고 볼 수 있다.

셋째, 이 일대의 해안은 수심이 얇고 조차가 커서 썰물 때는 넓은 범위에 걸쳐 간석지(갯벌)가 드러난다. 이러한 간석지는 대·소하천이 유입되는 곳, 그리고 다도해의 섬과 섬 사이의 외해에 드러나지 않아 파랑에너지가 미약한 해안지역에는 간석지가 광범위하게 분포하고 있다.

## 2) 서남해안의 조석

우리나라 서해안과 남해안에서는 밀물과 썰물이 하루에 두 번씩 규칙적으로 반복된다. 달과 태양의 중력에 의해 일어나는 바닷물의 이러한 운동을 조석(朝夕, tide)이라고 한다. 그리고 밀물이 들어와 해면이 높아지면 그것을 고조(高潮, high tide) 또는 만조(滿潮, flood tide), 들어왔던 물이 썩서 해면이 낮아지면 그것을 저조(低調, low tide) 또는 간조(干潮, edd tide)라고 한다. 태양은 대단히 크지만 멀리 떨어져 있어서 지구에 미치는 중력, 즉 기조력이 달의 약 45%에 불과하다. 달이 지구를 한번 도는 데 걸리는 시간은 24시간 50분이고, 만조와 간조의 출현시간은 하루에 50분씩 늦어진다. 조차(潮差, tidal range)란 고조와 저조의 수위차를 가리킨다.

지구와 달과 태양이 일직선상에 놓이는 보름 및 그믐 중심의 기간에는 달과 태양의 기조력이 지구에 대해 같은 방향으로 작용하기 때문에 조차가 최고에 이르며, 이를 대조 또는 사리라고 한다. 그리고 달과 태양이 지구에 대해 직각으로 놓이는 반월 중심의 기간에는 조차가 가장 작아지며, 이를 소조 또는 조금이라고 한다. 대조차는 평균조차보다 20% 정도 크다. 조차는 또한 달과 지구간의 거리에 따라 변동한다. 근지점과 보름 또는 그믐이 겹칠 때는 대조차가 예외적으로 커지고, 반대로 원지점과 반월이 겹칠 때는 소조차가 예외적으로 작아진다.

조석이 오르내릴 때는 조류(潮流, tidal current)가 흐른다. 좁은 해협이나 하구에서는 왕복성 조류가 흐르며, 들어오는 ‘밀물’ 또는 창조류, 나가는 물을 ‘썰물’ 또는 낙조류라고 한다. 조류는 조차가 클수록 빠르고, 좁은 해협을 통과할 때는 유속이 크게 증가한다. 진도와 화원반도 사이의 울돌목(명랑해협)에서는 조류가 조금 때는 7노트, 사리 때는 13노트의 속도로 흐른다.

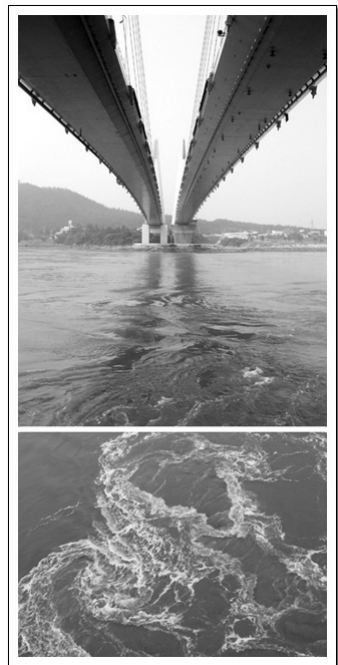
## 2. 울돌목, 급류의 비밀: 울돌목의 해역과 조류

울돌목은 한반도 서남단에 위치한 전라남도 진도군 명랑수도에 위치하고 있으며, 명랑수도는 진도와 육지 사이를 가르는 길이 약 30km의 수도이다. 수도의 남단에는 폭이 약 10km, 수심이 최저간조위 하 10m이며, 북으로 가면서 점차 좁아지고 깊어져서 남단으로부터 15km지점에서 폭이 2.5km, 수심이 17m가 된다. 수도의 남쪽은 굴곡이 심하고, 크고 작은 만이 산재해 있다. 수도의 서단은 남단보다 단면이 좁으며 폭이 2.5km, 최심부 수심이 저조시 30m이다. 서단으로부터 동쪽으로 5km지점에서부터 울돌목 협수로가 시작되며 그 길이는 약 1,000m, 폭은 약 500m이고 단면적은 약 8,500㎡이다. 울돌목 협수로 중에서 최소인 곳은 진도대교 부근으로 길이는 약 100m, 폭은 약 310m이고 단면적은 약 5,600㎡이다.

진도 주변해역의 대조차는 약 3m 정도이며, 명랑수도 전역에서도 거의 같다. 그러나 고조 시각을 보면, 수도남단에서의 고조 시각이 수도 서단에서 보다 2시간정도 빠르며 이에 따라 수도의 양단에서는 창·

낙조 시 약 2m의 수위차가 발생하여 울돌목 협수로에서 강한 유속이 발생한다. 이러한 강한 유속으로 인하여 울돌목은 세계적인 조류발전 후보지로 알려져 있다. 한국해양연구소에서는 1986년 조위와 조류관측을 실시한 바 있으며, 울돌목 협수로에서는 부표추적에 의한 간이 유속관측을 실시를 통하여 협수로에서 최대 5.5m/s의 유속을 관측한 바 있다.

한국해양연구소의 조사결과에 의하면 울돌목 협수로의 해저지형은 퇴적층이 없고 굴곡이 심한 암반으로 이루어져 있다. 울돌목의 굴곡이 심한 암초사이로 급류가 흐르며, 인근에 와류가 생기고 빠른 물살이 암초에 부딪혀 통겨나오는 소리가



〈진도대교와 울돌목〉

20리 밖에서까지 들린다고 한다.

### 3. 명량대첩, 12척 vs 133척

울돌목은 왜군이 서진을 하기위하여 통과할 수 있는 지형으로 이순신장군은 이곳으로 왜군을 유인하여 울돌목의 특성을 이용, 미미한 전투력으로 왜군을 섬멸하고자 계획하였다.

이순신은 왜군이 접근한다는 정찰결과 보고를 받고 곧 12척의 함선에 전투태세를 갖추는 한편 우수영부근의 주민을 육지로 피난시키고 9월 15일 우수영 앞바다에 12척의 함선을 전면에 포진시키고 100여척의 민간선박에 깃발을 달고 멀리



《명량해전도》

출처: <http://blog.naver.com/daoxing>

뒤에서 진을 편성하도록 함으로써 왜군에게 대수군이 진을 친 것으로 기만하고 있었다. 그리고 이곳 울돌목에 쇠줄을 설치하고 울돌목의 양편에서 왜군의 함대가 수류를 타고 빠르게 진격할 때는 쇠줄을 당겨서 왜군함선이 쇠줄에 걸려 진출하지 못하도록 하고, 조선수군이 진격할 때는 이를 풀어 수류를 타고 진격할 수 있도록 설치하였다. 한편 육상전투에서 실패한 왜군은 수군을 서진시켜 한강하구를 이용, 직접 서울로 진출하기 위하여 출병을 서둘러 어란포에서 133척의 함선을 서진하여 전라도방향으로 진출하는 지름길인 이곳 울돌목을 통과하기위하여 출병하였다.

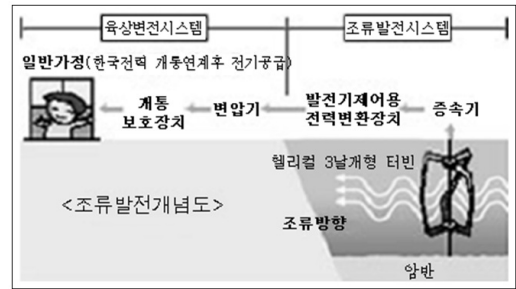
일본수군은 밀물을 타고 울돌목으로 빠르게 진입하였다. 그리고 오후 1시경 물길이 정지했다. 그러나 일본수군은 좁은 수로에 갇혀 오도가도 못한 채 혼란에 빠져 있었다. 이때 조선수군이 전진하며 각종 화포를 빗발같이 쏘면서 맹렬한 공격을 가했다. 다시 썰물이 되는 순간, 정지됐던 물길이 거꾸로 바뀌어 일본수군 쪽으로 빠르게 흘렀다(오후 2시경). 유리하던 조류마저 불리해지자 일본수군의 사기는 극도로 떨어지고 조선함선은 떠내려가는 일본수군을 향해 화포를 쏘며 추격해, 완전 섬멸해 버렸다.

세계 해전사상 유례가 없는 명량해전은 이렇게 탄생했다. 막강한 화력의 뛰어난 전투력을 갖춘 판옥선, 그리고 좁은 수로에다 물살이 강한 울돌목을 활용하는 방법. 이런 요소들을 잘 활용할 줄 알았던 뛰어난 이순신 장군의 전략전술이 있었기에 명량해전은 이길 수 밖에 없는 전투였던 것이다.

#### 4. 조류발전, ‘명량대첩’ 거친 물살이 에너지로 바뀐다.

##### 1) 조류발전이란 ?

조류발전은, 댐이 필요한 조력발전과는 달리 조류의 흐름이 빠른 곳을 선정하여, 수차발전기를 가동시켜 발전하는 것이다. 그러므로 댐을 설치할 필요가 없이 발전에 필요한 수차발전기만을 설치하기 때문에 선박의 항해가 자유롭고, 환경문제가 없을 뿐 아니라 건설비가 저렴하다는 장점이 있다.



《조류발전 개념도》

출처: 한국일보

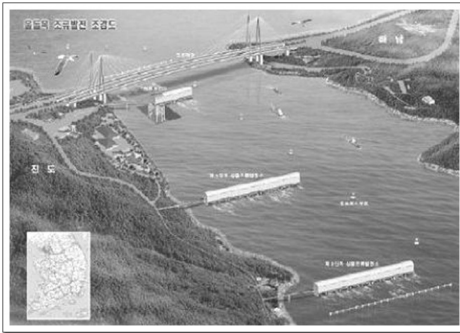
또한 조석현상은 장기간의 정확한 사전 예보가 가능하며, 이에 따라 조류발전 출력도 정확한 장기예측이 가능하므로 전력계통 내에서의 조정이 용이하며, 장기적으로 지속적인 전력공급이 가능하다. 발전 경제성 측면에서는 초기 시설투자비가 큰 반면 연료비가 필요 없어 운영비가 적고 무공해 청정에너지이므로 공해문제가 없다는 장점이 있다. 반면, 적지를 선정하는데 어려움이 있고 발전을 적절히 조절할 수 있는 조력발전에 비해 자연적인 흐름의 세기에 따라 발전량이 좌우되는 단점이 있다.

이러한 조력발전은 발전량 측면에서는 조석간만의 차가 크고 조성되는 조지면적이 넓을수록 유리하고, 건설비 측면에서는 설치되는 댐의 길이가 짧을수록 유리하다. 우리나라 서해안은 굴곡이 심한 리아스식 해안으로 크고 작은 만이 발달해 있고 조차가 커서 세계적인 조력발전 적지이며, 남해안의 울돌목 및 주변해역은 강한 조류로 인하여 조류발전의 적지이다.

최근 환경보존에 대한 관심과 더불어 무공해에너지에 대한 각국의 관심이 고조되면서 구미 선진국을 중심으로 조류력과 조류발전수차에 관한 이론적 연구 및 실험이 활발히 수행되고 있다.

##### 2) 세계 최대 조류 발전소, 울돌목의 기대효과

임진왜란 때 이순신 장군이 왜군을 물리쳤던 명량대첩지 울돌목의 빠른 물살을 이용해 전기를 만든다. 울돌목 조류발전이 차세대 대체에너지원으로 각광받는 이유는 뭘까? 우선 파력이나 태양광, 풍력발전과 달리 밀물과 썰물의 주기성으로 인해 발전량 장기 예측이 가능하다. 또 조수간만의 차를 이용한 조력발전처럼 댐이 필요 없어 가장 친환경적인 데다 에너지 수입대체 효과도 만만찮다. 실제 2012년까지 5만kW급 울돌목 상용조류발전소를 건설할 경우 연간 123GWh(1억



《울돌목 조류발전 조감도》

출처: 진도군 해양수산과

2,300만kW)의 전기를 생산, 해마다 120억원(원유 20만 배럴)의 에너지수입대체효과는 물론 연간 7만6,000톤의 이산화탄소 저감효과까지 얻는다.

또한, 지역적 특성을 고려한 종합개발방안 수립으로 환경친화적인 공간 창출 및 고용창출 효과를 기대할 수 있다. 울돌목 조류발전소 건설은 필연적으로 주변지역의 관광단지 개발을 촉진하게 될 것으로 보인다. 따라서 세계최초의 조류발전소 건설과 더불어, 주변 환경의 친화적 개발이 함께

어우러져 해남과 진도의 특성을 살려 해양에서의 역사, 관광, 레저 등을 경험할 수 있도록 할 것이다.

이에 따라 한국해양연구원은 전남 해남군 우수영과 진도군 녹진 사이의 해협인 울돌목에 국내 최초로 시험 조류(潮流) 발전소를 건설키로 하고, 발전용 구조물을 제작하고 있다. 이 구조물이 울돌목 진도대교 아래 바다 속에 설치되면 올해 11월부터 전기가 생산된다. 발전 용량은 유속이 가장 빠를 때 1000kW, 평균 발전 능력은 일반 가정 80여 가구에 공급할 수 있는 250kW다.

## 5. 맺음말

바다가 우는 소리 같다고 해서 지어진 이름 울돌목, 울돌목에서 바라보는 회오리치는 물살들, 이러한 물살을 이용한 명량대첩의 승전, 그리고 현재의 조류발전소 건설 계획까지 모든 게 흥미롭고 신기하기만하다. 앞서 본 바와 같이 울돌목이 빠른 물살의 진가를 발휘할 수 있는 것은 독특한 협수로와 해저지형 때문이다. 울돌목은 폭이 294m 안팎으로 좁고 밀물과 썰물 때 남쪽과 서쪽의 수위차가 최대 2m 가량 벌어진다. 해저는 퇴적층이 없고, 굴곡이 심한 암반으로 이뤄져 있다. 많은 양의 바닷물이 좁은 해협을 빠져나가려다 보니 물살이 빨라질 수밖에 없는 것이다. 실제 울돌목의 유속은 수심 평균 초속 5.5m, 바다 표층은 최대 초속 6.5m에 달하는데, 보통 한강에 홍수가 나 자동차가 떠내려갈 정도의 물살이 초속 2, 3m정도라니 이는 엄청난 속도이다.

알면 알수록 기이한 울돌목의 급류는 지리적 가치가 있을 뿐 아니라, 명량대첩과 관련된 역사적 의미에, 조류발전을 통한 무공해 청정에너지의 생산으로 경제적

으로도 가치가 있으니 참으로 중요하며 소중하다. 더 나아가 울돌목은 우리나라 해양에너지 과학기술의 수준을 한 차원 끌어올릴 수 있는 중요한 시금석이 될 것이며, 다방면으로도 무한한 이득을 가져다주는 보물이 될 것이다.

## ☞ 생각해보기

- 해양에너지는 해양의 조수·파도·해류 등을 변환시켜 전기 또는 열을 생성하는 기술로써 전기를 생산하는 방식으로 조류·조력·파력 발전 등이 있다. 신재생에너지인 해양에너지의 가치에 대해 생각해보고, 조류·조력·파력 발전의 특징을 비교하여 보자.

## 《참고문헌》

- 권혁재 / 2003 / 지형학(제4판)/법문사
- 박종관 / 2005 / 박종관 교수의 Let's go 지리여행 / 지오북
- 발행처불명 / 2000 / 에너지 환경변화에 대응한 해양에너지 개발 정책대안 연구 보고서 : 高油價時代 울돌목 조류발전소·시화호 조력발전소 건설과 남북한 해양 에너지 개발 교류협력 방안
- 해양수산부 / 2002 / 한국의 해양문화1-5
- 김윤곤 / 2005 / 재생에너지, 풍력발전, 태양전지, 조력발전시설의 발전 동향 분석 / 과학기술부, 한국과학기술정보연구원 [공편]

## 《참고사이트》

- 한국일보(<http://news.hankooki.com>)
- <http://blog.naver.com/scchoiok>