

연안 해양의 개발 방향

김 남 형 / 제주대 교수

해양 개발의 실태와 앞으로의 과제

해양개발에 대한 관심이 높아진 것은 이미 오래 전부터의 일이다. 우리가 현재 당면하고 있는 과제는 연안 해양의 개발이며, 이런 관점에서 본다면, 우리가 오래 전부터 해 온 해안선 개발의 연장선상에 있다고도 말할 수 있다. 그러나 기껏해야 10~20m수심이었던 종래의 대상 해역을, 가령 50m내지 100m수심의 해역에 까지 확대하기로 한다면, 종래의 기술의 연장만으로는 처리할 수 없다.

우리가 활동의 장을 이처럼 확대하려고 하는 목적은 어디

에 있는지 일본의 경우를 예를 들어 살펴보자.

먼저 연안부에서의 자원 개발을 생각할 수 있다. 곧, (1) 수산자원의 개발에 관한 새로운 어장의 개발, 수산 자원의 증식, 양식, 가공 기술의 개량 (2)해저에 매장되어 있는 광물 자원, 특히 석유나 천연 가스 개발 (3)수자원의 고갈에 대비한 해수의 담수화 기술의 개발등으로 나눌 수 있다. 다음으로 해양 에너지의 이용이 있다. 그 한 사례인 조석 발전은 프랑스의 Rance(조차는 삭망 평균 11m, 출력 24만 kW)에서 이미 실용화되어 있다. 그러나 조차가 비교적 작은 일본에서는 현재로서는 그 실용화는 기대할 수 없다. 온

도차 발전도 일본에 적지(適地)를 얻을 수 없기 때문에 당분간 실용화는 말할 수 없다. 남은 것은 파력 발전이다. 이것은 출력이 작기는 하나 꽤 오래 전부터 실용화되어 있으며, 해양 관측 부표(buoy), 항로 표지 부표, 등대 등의 전원으로 이용되고 있다. 일본 해양과학기술센터에서는 1978년부터 1980년에 걸쳐서 Yamagata현 앞바다에 배 모양의 부체(浮體)인 Kaimei(海明)를 계류시키고, 여기에 출력 125kW의 발전기 9기를 탑재해서 파력으로부터 전력을 끌어내는 대규모의 실험을 미국, 영국과의 국제협동연구로서 실시하여 귀중한 데이터를 얻었다. 또 일본 운수성 항

만기술 연구소에서는 파력발전 케이스 방파제를 이용해서 파력 에너지를 전력으로 변환하는 시스템의 실험적 연구를 실시하고, 또 현지 실험을 행하여 실용화를 향하여 노력하고 있다.

마지막으로 생각할 수 있는 것은, 해양 공간의 이용이다. 이미 말한 연안 해역의 매립에 의한 토지 조성도, 또 항만 시설의 건설도, 모두 공간 이용의 일면이다. 근년에는 다시 한걸음 나아가 여러 가지 구상이 세워져 그 실현을 위한 검토가 행하여지고 있는데, 그 중에는 이미 실현된 것도 있

다. 예를 들면, (1)해상 도시 구상에서 볼 수 있는 거주를 위한 환경조성 (2)해저 저장이나 석유의 해상 비축 (3)해양 수송의 합리화 및 새로운 형태의 항만 시설 예를 들면, 수심 50m정도의 깊은 항만 등 (4)플랜트나 원자력 발전소를 해상 또는 해저에 건설하는 구상 (5)해상 공항 (6)해양성 레크리에이션 시설 (7)폐기물 처리의 장소 등을 들 수 있다.

일본에서 추진되어 온 해양 관련 사업 중 1988년에는 Seikan 해저 철도 터널과, Honshu-Shikoku의 연락교 중

Seto 대교의 완성에 의하여 Kojima-Sakaide 루트가 개통되었고, 또 현재 Kansai 국제공항의 공사가 진행 중이다. 이와 같이 해양 공간을 인간의 활동의 장으로 끌어들이는 일이 현재의 긴급한 일로 되어 있다. 이들은 어떤 구조물을 연안 해역에 건설하려는 것이고, 그 계획·설계·시공과 관련하여 보다 많은 조사·연구의 성과가 요구되고 있으며, 또 새로운 기술 개발에 대한 기대도 강해지고 있다. 이처럼 오래오래 연안 해역을 유용하게 활용하기 위하여는 해양환경의 변화에 충분히 유의해야

〈표 1〉 해양성 레크리에이션의 종류와 관계하는 자연 조건 (Horikawa, Sasaki and Igarashi, 1972)

해양성 레크리에이션의 종류	지형·지질		기 상				해 상				기 타					
	사빈	암석해안	기온	일조	강수	바람	해류	조위	표사	파해빈류	안개	수온	수질	어장	마리너	육목상표의표
해수욕장	◎	○	○	◎	◎	○	△	○	△	◎	◎	◎	◎	○	○	
낚시터	○	○					○	○						◎	○	
서핑	○	○	○													
조개잡이	◎	○				○			◎	○				○		
로보트	○	○								◎	◎	○		△		
모터보트	○	○	△	○	△	○	△	○	◎		○	△	△		○	○
요트	○	○	△	○	△	◎	◎	◎	◎		○	△	△		○	○
수상스키	○	○				○			◎		○	△	△		○	
다이빙		○	△				△	○	◎	○	○	◎	◎	△	△	
해중공원		○				○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	

◎ : 매우 중요, ○ : 단독 또는 복합적으로 관계, △ : 간접적 또는 경우에 따라 관계

함은 물론 해양 환경의 보전을 향하여 보다 적극적인 노력을 기울여야 한다.

해안 공학을 해양성 레크리에이션 시설에 적용

여기서, 해안 공학적 견지에서 해양성 레크리에이션의 여러 문제에 대하여 생각해 보자. 바다는 종래 우리의 영기(英氣)를 기르는 장으로서 중요한 역할을 해 왔으나, 근년 레크리에이션의 장으로서의 중요성이 한층 주목받게 되었다. 그 중에서도 연안 해양은 수

영, 보트, 요트, 서핑, 다이빙, 수상스키, 낚시 등의 레크리에이션 활동의 장을 제공하고 있으며, 이들에 대한 수요는 해마다 증대하고 있다. 나아가 해중 전망탑의 건설, 해중 공원의 건설, 마리너(marina)의 건설 등 해양성 리조트의 개발에 큰 관심이 쏠리고 있다. 이와 같이 자연의 아름다운 경관을 즐기려는 강한 요망에 대응해서 각 지역에서의 움직임은 한층 활발해지고 있다.

〈표 1〉은 이들의 해양성 레크리에이션의 종류와 각각에 영향을 미칠 것으로 생각되는

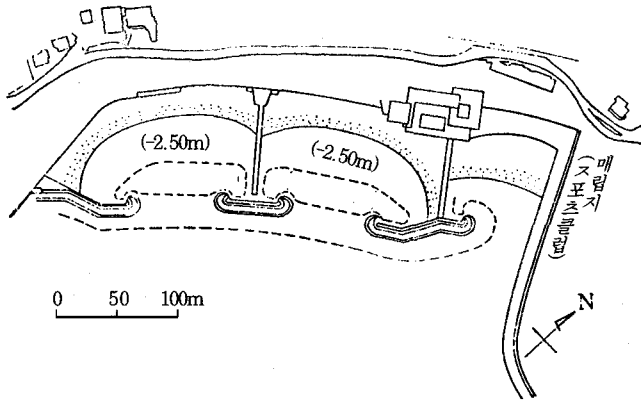
자연 조건과의 관련을 나타낸 것이다. 이들 조건인자의 대부분에 대해서는 종래부터 해안 공학의 각 분야에서 연구가 이루어져 있고, 따라서 이들의 성과를 살릴 수가 있다. 그러나 수온이나 수질에 관해서 관심이 높아진 것은 최근이고, 충분한 지견(知見)이 얻어졌다고 할 수 없다. 또 개개의 현상에 관해서 많은 연구가 행하여져 있지만, 종합적인 관점에서의 조사 연구는 많지 않고 그것들에 관한 정보나 데이터는 충분하지 않다.

〈표 2〉는 해양성 레크리에

〈표 2〉 레크리에이션의 시즌(Horikawa, Sasaki and Igarashi, 1972)

해양성 레크리에이션	시												비 고	
	봄		여름				가을			겨울				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		
해수욕			□□□		■	■								최근에는 5~6월에 수영하는 사람이 늘어남. 장소에 따라 매우 다름. 해역에 따라 다름. 여름에는 해수욕과 경합, 그 외의 시즌에는 웨이트 슈츠 착용. 봄의 대조시(大潮時). 여름이외는 방한복 착용 여름이외는 방한복 착용. 여름이외는 웨이트슈츠 착용. 12월이 투명도가 더욱 좋음. 여름이 색채·어종도 풍부.
낚시	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
롤링	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
서핑					■	■	■	■	■	■	■	■		
조개잡이	■	■												
로보트			■	■	■	■								
소형 {요트	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
{보트	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
크루저 {요트	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
{보트	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
수상스키	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
다이빙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
해중공원	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
전망	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

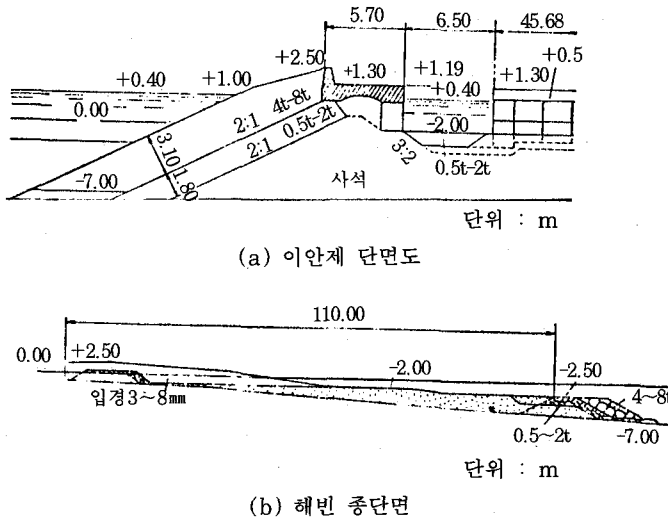
〈그림 1〉 Larvotto 인공 해변의 평면도(L. Tourmen, 1968)



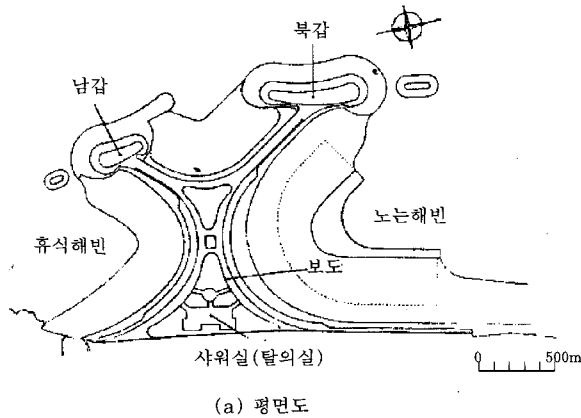
〈표 3〉 해수욕장의 조건(Horikawa, Sasaki and Igarashi, 1972)

항 목	조 건
활동의 장소	사빈, 폭 50m이상으로 구배가 완만하고, 바다는 수심이 1m보다 얕은 부분이 넓을 수록 좋다.
기온	일평균 기온 24°C이상
속도	5m/s이하
일조	5시간 이상
파고	0.5m이하
수온	23~25°C
흐름	미약

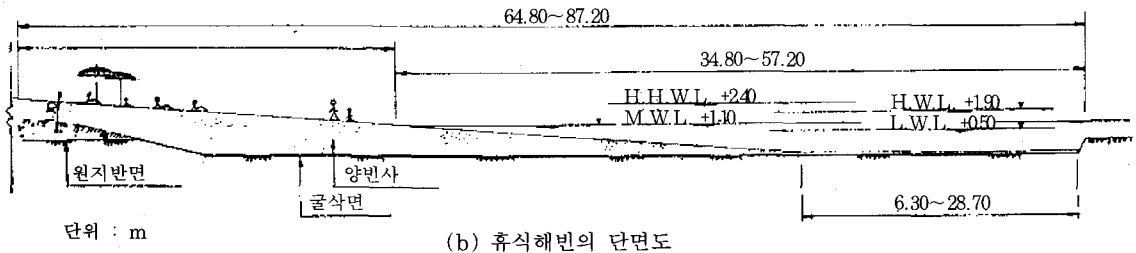
그림 2 Larvotto 인공 해변의 단면도 (L. Tourmen, 1968)



이선 시즌을 나타낸 것인데, 해수욕, 조개잡이 및 로 보트 (row boat)를 뺀 대부분은 꽤 긴 시즌에 걸쳐 있다고 하겠다. 개개의 해양성 레크리에이션에는 제각기 적합한 조건이 있기 때문에 이것을 충분히 검토한 다음, 적지의 선정이나 시설의 계획을 해야 한다. 하나의 예로서 해수욕장의 조건을 표시하면 〈표 3〉과 같이 되지만 다시 1970년 5월에 결정된 수질 기준에 의하면, (1) COD 2ppm이하, (2)투명도 30이상 (3)대장균 군수 1000 MPN/100m l 이하, (4)유막 (由膜)이 보이지 않아야 한다는 등의 조건을 채워야 한다. 전국의 해안선 중에서 수영 금지 구역의 연장 길이는 꽤 길게 나타나 있는데, 그 주요 원인은 강한 이안류가 존재하고 있다고 생각된다. 따라서 앞으로는 이 같은 수영에 부적합한 해안도 수영에 적합한 해안으로 개선하는 일이 요구될 것으로 생각된다. 그 전형적인 실례로서는 모나코의 Larvotto 해안의 인공 해변이 있다. 〈그림 1〉은 그 평면도, 〈그림 2〉는 단면도를 나타낸 것이다. 이 곳은 해안이 벼랑으로 되어 있어, 거의 모래톱이 없는 해



(a) 평면도



(b) 휴식해빈의 단면도

〈그림 3〉 Okinawa의 Expo해변 (Yabushita and Nakamura, 1976)

안이지만 그림에 나타난 것과 같이 돌제와 이안제에 의해 수역을 둘러싸고, 여기에 입경 3~8mm의 모래를 깔아서 인공적으로 해변을 형성했다. 자동차 도로와는 완전히 분리되고 서비스를 위한 여러 가지 시설이 완비되어 있다.

한편 일본에서는 1975년 7월부터 1976년 1월에 걸쳐서 Okinawa국제 해양박람회가 Motobu반도에서 개최되었다. 그때의 전시시설로서는 아쿠아 폴리스(인공 수상 도시),

해빈 공원 및 엑스포 비치가 만들어졌다. 〈그림 3〉은 일본 최초의 인공 해변인 엑스포 비치를 나타낸 것이다. 이것을 계기로 해서 그 후로는 매립지의 조성 등에 의해 잃어버린 해변을 대신하는 것으로서, 인공 해변의 조성이나 정비가 각지에서 이루어지고 있다.

경제적인 여유와 여가 시간이 증대함에 따라, 해양성 레크리에이션 시설에 대한 수요는 두드러지게 증대했다. 그와 함께 유람선의 보유 척수는 점

차 증대하여 2000년에는 375,000척에 이를 것으로 추정된다.

한편으로는 지역 개발의 일환으로서 전국 각지에서 해양성 리조트 개발 계획이 제안되고 있으나, 서로 유사한 성격의 것이 많이 눈에 띈다. 앞으로는 각각의 지역에 적합하고, 또 특색을 가진 것을 계획하여 조성되어야 한다. 그때에는 가능한 자연의 경관을 살리고, 또 안전성에 충분한 배려를 한 계획이 되어야 할 것이다. 그러기 위하

여는 수요의 동향을 파악함과 함께 시민의 의식에 입각하고, 해안 공학상의 식견도 활용해서 보다 나은 계획, 타당한 설계가 되어야 할 것이다.

지구 환경 문제와 해안 공학과의 관련

근년 지구환경문제에 세계적으로 큰 관심이 쏠리고 있다. 지구는 유한이고, 또 그 자원이나 에너지도 한정되어 있다는 것을 우리가 인식하게 된 것은 비교적 최근의 일이다. 곧, 1972년 로마 클럽(Club of Rome)은 성장의 한계라는 보고서를 발표하여, 인구의 증가와 환경의 악화가 이대로 진행되면 100년 이내에 지구상의 성장은 한계에 달한다고 경고했다. 또 같은 해에 스웨덴의 Stockholm에서 개최된 국제연합 인간환경회의에서는, 처음으로 「하나밖에 없는 지구」라는 슬로건을 대걸고 환경 문제 전반에 대한 토의를 했다.

그 후 (1)산성비의 문제 (2)지구 온난화의 문제 (3)오존층 파괴의 문제 (4)사막화·열대 우림 감소의 문제 (5)야생 생물 보호의 문제 (6)해양

오염이나 유해 물질 월경(越境) 이동의 문제가 세계 각지에서 거론 되었다. 한편으로는 이들의 여러 문제에 대하여 과학적인 조사·연구가 추진되어, 현재 지구 규모의 환경 문제로서 각 방면에서 화제가 되고, 검토가 진행되고 있다. 여기서는 해안 및 해양에 관련된 문제로서, 지구온난화에 따르는 상대적인 평균 해면의 상승에 관하여 설명하기로 한다.

(a) 온실 효과(greenhouse effect)

태양으로부터 지구에 도달하는 햇빛의 대부분은 가시광이고, 그 대부분이 대기를 통과해서 지표면에 도달하여, 그곳에서 흡수된다. 이렇게 해서 지표는 가열되고, 거기서 적외선의 열방사가 행해진다. 대기 중에 포함되는 온실효과 가스(이산화탄소, 메탄, 이산화질소, 오존, 프론)에 의해서 지표면으로부터의 적외선 방사는 흡수되어 그 일부는 대기의 상층에, 또 일부는 지표면으로 방사된다. 이렇게 해서 지표면은 알맞은 기온으로 유지되는 것이다. 이 효과를 온실효과라 한다.

온실효과 가스에 따라서 그 효과가 달라진다고 한다. 그 대표적인 가스인 이산화탄소, 산업 혁명 이전의 단계에서는 그 농도가 280ppm정도였었는데, Hawaii의 Mauna Loa에서의 관측 결과에 의하면, 1958년에는 315ppm, 1981년에는 340ppm으로 점점 상승하고 있다. 또 그 외의 온실효과 가스의 대기 중의 농도는 이산화탄소보다도 크게 증가하고 있다고 한다. 이와 같은 경향은 석유나 석탄 등 화석 연료 사용량의 급속한 증대로 대표되는 인간 활동과 밀접하게 관계되어 있다.

현재대로 온실효과 가스의 방출이 계속된다면, 그들의 온실 효과는 2030년대에는 산업 혁명 이전의 이산화탄소에 의한 온실 효과의 2배에 이를 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 조건 변화에 따라서 일어나는 지표상의 기온 변화에 대하여, 수치 모델에 의한 예측 계산이 행해지고 있다. 자세한 것에 대해서는 앞으로의 검토를 기다려야 하겠지만, 일본 기상청의 시산(試算)에 의하면 2030년에는 평균적으로 1.5~3.5°C의 기온 상승이 된다고 한다.

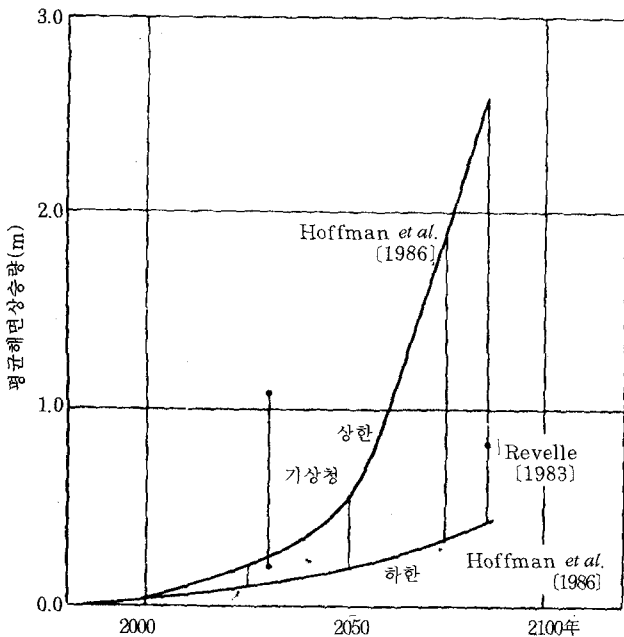
(b) 평균 해면의 상승(mean sea level rise)

기온의 상승이 일어나면 우리의 생활에, 또는 지구상의 생태계에 큰 영향을 미칠 것이라 생각된다. 기온의 상승에 따라 해수는 팽창하고, 또 일부의 지역에서는 해빙이 녹아서 평균 해면은 상승하게 될 것이다. 이 과제에 대해서는 1983년 이후 Revelle, Hoffman등에 의해서 시산이 행해졌으며(그림 4), 불확실한 요소가 많기때문에 Hoffman등은 추정치로서 하한으로부터 상한의 범위를 주고 있다. 앞의 항에서 말한 바와 같이, 일

본 기상청의 시산에 의하면 2030년에는 1.5~3.5°C의 기온의 상승이 일어나고, 또 그에 의하여 해면은 0.2~1.1m 상승한다고 한다. 이들의 모델에 의한 추산 결과의 수치에는 상당한 차이가 발견된다. 이와 같은 불확실성이 존재하고 있다고는 하나, 평균 해면이 상승하는 것은 할 수 없는 것으로 생각된다.

일본 연안의 대조차는 동해에서 0.15~0.25m, 태평양 연안에서 1.0~1.5m, Seto 내해에서 2.0~3.0m이다. 이 같은 사실을 염두에 두면, 0.2~1.1m의 평균 해면의 상승이 얼마나 큰 영향을 해안

환경에 미칠 것인지 짐작할 수 있을 것이다. 일본에서는 지각 변동이 활발하기 때문에 평균 해면이 현실적으로 어느 정도 상승하고 있는가를 검토 기록에 의해서 구하는 것은 매우 곤란하다. 그러나, 지질학적으로 비교적 안정된 미국의 대서양 연안의 저평지, 또는 국토의 40%가 해면 이하인 네덜란드에서는 해면 변화의 영향을 받기 쉽다. 따라서 지구의 온난화에 따르는 평균 해면의 상승 경향에는 사람들은 신경질적이라고 생각될 정도로 중대한 관심을 갖고 있다. 또 맬다이버와 같이 해발 2m 정도의 산호초에 의해 형성된 나라들이, 갠지즈 강 하구에 위치하는 방글라데시의 Dacca 시 등에서는 평균 해면의 상승에 의해, 파랑 또는 고조에 의한 재해가 크게 증폭됨으로써, 국가로서의 존립에도 중대한 영향을 미칠 것이라 지적되고 있다. 일본에 있어서도 평균해면이 상승하면 해안 방재 대책에 대하여 근본적으로 재검토해야 할 것은 틀림없을 것이며, 이 문제는 해안공학상의 새로운 과제가 될 것이다. ㉞



<그림 4> 평균 해면 상승 추산치