

하구생태복원의 국제적 추세 및 충남도 적용 방안

장동호(공주대학교)

1. 서론

간석지 또는 갯벌(tidal flat)은 조류에 의해 운반된 점토, 실트, 모래 등이 파랑의 작용을 적게 받는 해안에 퇴적되어 만든 지형으로, 만조 시에는 해수면 아래로 잠기고 간조 시에는 해수면 위로 노출되는 특성을 가진다. 갯벌은 후미나 내만으로 어느 정도 폐쇄되어 파랑작용이 약하고, 하천에 의한 토사의 퇴적작용이 있는 곳에서 잘 발달한다. 또한, 완만한 지형경사와 풍부한 부유물이 공급되는 연안환경, 그리고 조차가 크고 수심이 얕은 곳에 넓게 형성된다(해양수산부, 2005).

한국의 갯벌은 주로 서해안과 남해안에 다양한 형태로 발달되어 있고, 매우 좁지만 일부 동해안에도 갯벌이 형성되어 있다. 서·남해안은 해안선이 복잡하고 섬이 많아 갯벌의 발달에 유리한 조건을 갖추고 있으며, 주로 황해로 유입되는 한강, 금강, 만경강, 동진강, 영산강 등의 하구와 해수면 상승에 따른 해침에 의해 형성된 만입지에 대규모의 갯벌이 발달하였다. 특히, 거대한 내만의 형태를 띠고 있는 서해안은 갯벌의 발달이 탁월하여 유럽의 북해 연안, 캐나다 동부 및 미국의 남동부 연안, 아마존강 하구 등과 더불어 세계 5대 갯벌 지역으로 손꼽히고 있다(고철환, 2004).

황해는 여러 하천이 유입하면서 특히 여름철의 홍수기에 대량의 토사를 운반한다. 그런데 하구가 나팔 모양으로 벌어진 이들 하천은 조류의 영향을 많이 받으며, 이로 인해 하천의 토사는 조류에 의해 바다로 잘 제거된다. 바다로 제거된 토사 중 뿔과 같은 물질은 조류에 의하여 멀리까지 운반되면서 해수면이 잔잔한 후미진 해안에 퇴적된다. 그리고 모래와 같은 조립물질은 하구 가까이의 해안에 주로 퇴적되면서 사질 갯벌을 형성한다. 또한 삼각강의 형태를 가진 소하천의 하구에서는 하천의 토사 유출량보다 조류에 의하여 바다로 부터 들어오는 뿔의 양이 훨씬 많기 때문에 점토질 갯벌이 넓게 발달한다. 이러한 점토질 갯벌 사이에 뿔러 있는 하도는 유역분지의 지표수 유출로 보다는 바닷물이 드나드는 갯골의 역할을 주로 한다.

일반적으로 갯벌의 지면은 안쪽이 높고 바깥쪽이 낮는데, 지면이 높아져서 바닷물이 침입 회 수가 줄어들면 염생식물이 정착하기 시작한다. 식생은 또한 퇴적물의 집적을 크게 돕는다. 염생습지는 조차가 큰 유럽의 대서양 연안에는 널리 나타나며, 네덜란드와 같은

일부 인구 조밀지역을 제외하면 염생습지가 자연 상태로 보존되어 있는 곳이 많다. 그러나 우리나라에서는 서해안과 남해안을 불문하고 국지적으로만 분포한다. 염생습지는 간척의 최적지이기 때문에 거의 전부 농경지로 개간되었다. 간척사업은 과거부터 추진되어 왔으며, 우리나라에서는 염전뿐만 아니라, 관개를 요구하는 논으로 간척지를 이용하기 때문에 용수의 활용이 가능한 곳에서는 일찍부터 방조제를 바다 쪽으로 막아 나갔었다. 그러나 대대적인 간척사업이 추진되기 시작한 20세기 초반 하더라도 염생습지는 광범하게 분포하였다(권혁재, 1974).

국토면적이 협소한 우리나라는 지난 40여 년 동안 서해안의 지형도가 바뀔 정도로 갯벌에서 많은 간척사업을 수행하여 국토면적을 늘려왔다. 간척사업은 농경지를 확보한다는 장점이 있지만 많은 부분에 공단이나 산업시설이 입주하여 연안생태계를 오염시키고 있으며, 농업용수 확보를 위해 조성하는 담수호는 부영양화 과정을 통해 오염이 심각한 상태에 있다. 특히, 연안개발의 영향으로 갯벌 원래의 기능을 발휘하지 못하고 오히려 다양한 환경문제를 야기하였다.

갯벌은 해양생물의 산란장, 자연정화, 연안보호 등 환경적으로 중요한 역할을 하는 것으로 널리 인식되고 있어 최근 들어 많은 사람들의 관심 대상이 되고 있는 지역이다. 따라서 오늘날 갯벌은 과거와는 달리 체계적인 관리 지침을 만들어서 이용하고 관리하여야 한다. 또한 최근 들어 갯벌의 생태적·경제적 가치가 돈으로 따질 수 없을 만큼 무궁무진하다는 사실을 인식하면서 기존의 간척지 제방이나 육지화한 땅을 허물어 간척하기 이전의 상태로 돌려놓는 갯벌 복원사업인 역간척 사업에 관심이 증대되었다.

국외에서도 갯벌의 생태적 가치와 소중함이 새롭게 부각되면서 네덜란드를 비롯하여 미국, 독일, 일본 등의 여러 선진국에서는 간척지를 다시 갯벌로 환원하는 역간척 사업을 추진하고 있다. 특히, 이러한 사업을 추진하기 위해서는 그동안 갯벌이 어떻게 사용되었는지, 그리고 그에 따라서 어떠한 문제들이 야기되었는지에 대한 분야별 현황조사와 함께, 유형별 문제점에 대한 대책 수립이 필요하다. 따라서 국내에서 역간척 사업을 수행하기 위해서는 해외에서 이와 관련된 유사한 사례 또는 선행사례가 있었는지 파악하고 비판적으로 검토하여, 필요한 부분들은 우리 현실에 적합하도록 수정하여 적용하여야 한다. 또한 역간척 사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 대상지역의 이해관계자들 간의 합의가 반드시 필요하다. 이러한 합의를 도출하기 위한 구체적인 방안 제시가 필요하다. 최종적으로는 우리나라 실정에 맞는 갯벌습지 복원 가이드라인 및 기준 등을 마련하여 역간척 사업에 따른 문제점을 최소화하고, 지역발전 및 생태계복원에 기여할 수 있는 중장기 관리지침을 만들어야 한다.

2. 갯벌의 형성 및 지형분류

1) 갯벌의 형성

갯벌은 퇴적물이 퇴적되는 속도와 퇴적물의 공급량, 해수면 상승 등의 다양한 조건에 의해 형성되는 지형이다. 일반적으로 갯벌은 지형이 완만하고 파랑에너지가 약한 지역에서 발달하며, 해수면의 상승이 점진적이고 육지로부터 퇴적물의 공급이 지속적으로 충분히 이루어져야 성장하게 된다. 또한 조차가 커서 부유물의 퇴적이 잘 일어날 수 있는 대조차 환경 지역에서 발달한다.

제4기(Quaternary)는 지구적 규모에 걸친 빙하의 소장이 반복된 시기로서, 빙하성 해수면 변동에 따른 해수면의 승강이 갯벌 발달에 커다란 영향을 끼쳤다. 즉, 갯벌의 규모와 퇴적구조는 후기 홀로세 동안의 해수면 변화와 밀접한 관계가 있다. Bloom & Park(1985)에 의하면, 지난 1만 5천~1만 8천 년 전의 마지막 빙하기 동안 한반도 대륙붕의 해수면은 현 해수면 아래 약 130m에 있었고 그 후 해수면은 비교적 빠르게 상승하였다고 한다. 그리고 약 7천~8천 년 전부터는 느리게 상승하였거나 거의 현 위치에 도달한 상태에서 소규모의 상승과 하강을 반복한 것으로 보고하였다. 그들의 해수면 변동 곡선에 의하면 6,000년 전의 해수면은 -5m 부근, 10,000년 전의 해수면은 -10m 부근에 나타난다. 장진호(1995)는 갯벌이 마지막 간빙기 이후 약 6,000~7,000년 동안 해수면이 현재 위치에 도달한 후 형성되고 성장된 것으로 보았으며, 신동혁(1998)은 해수면이 현 위치에 도달한 상태에서 소규모의 상승과 하강을 반복하였음을 보고하였다.

한편, 서해안의 하천 하류부 충적평야 연구에서도 후빙기 해수면 변동에 관한 다양한 고찰이 이루어졌는데, 황상일(1994)은 고양시 일산충적평야를 대상으로 고해수면을 복원한 결과 이 지역에서는 약 7,000년 전에 해면(평균고조위)이 현 수준까지 상승하였고, 5,000년 전에는 해발 5.5m에 도달했다. 이후 3,200년 전까지 거의 같은 고도를 유지하다가 2,300년 전에 해면이 낮아져 해수면은 후퇴하였고, 1,800년 전의 해수면은 해발 5.8m까지 상승했다가 이후 현 수준으로 수렴된다는 사실을 밝혔다.

이상의 결과로 종합하여 보면, 우리나라 황해안의 갯벌은 해수면이 거의 현재 높이까지 상승한 이후에 형성된 것으로 추정된다. 김여상(1998)의 연구에 의하면, 실제로 갯벌을 형성하는 미고결 현생퇴적층 바로 아래에 위치하는 반고결 상태의 산화퇴적층 상부에서 얻어진 토탄층의 연대를 측정한 결과 약 7천 년 전으로 밝혀졌고, 이들 토탄층 위에 쌓인 간석지 퇴적층은 그 이후에 형성된 것이다. 따라서 오늘날 간석지가 형성되어 있는 대소의 만입지나 큰 강하구의 삼각강(estuary)은 모두 이때의 해수면 상승에 따른 침수에 의해 생긴 것이다.

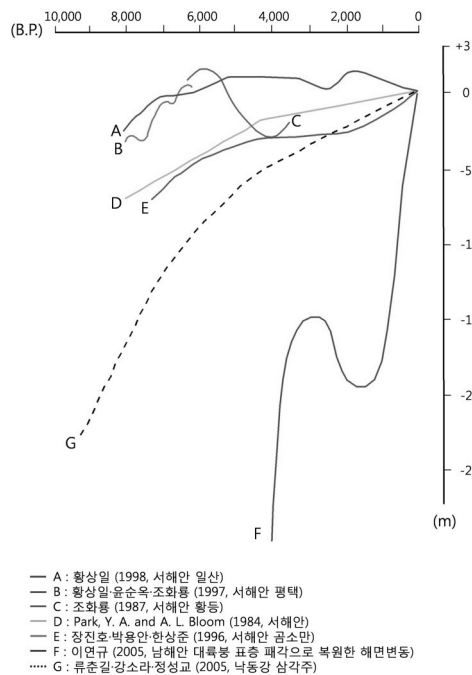


그림 53. 한반도 Holocene 해면 변동 곡선(황상일·윤순옥, 2002 자료 수정)

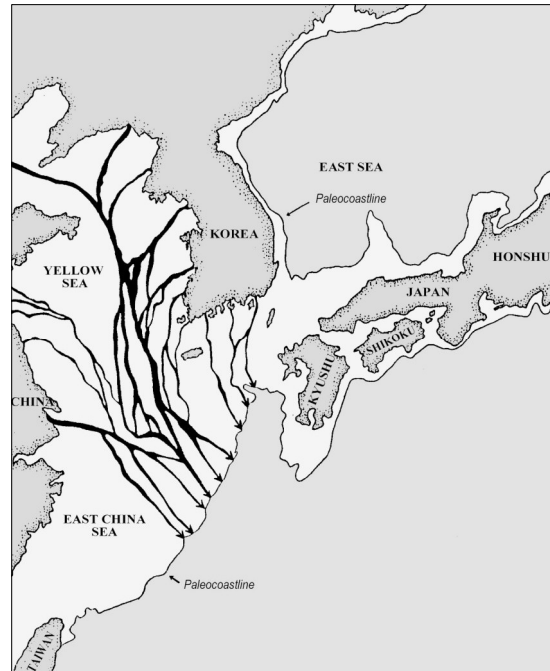


그림 54. 위스콘신 빙하기의 LGM 때에 위치한 고해안선(paleocoastline)(박용안, 1992)

일반적으로 갯벌은 해수면 상승이 점진적으로 일어나고, 퇴적물 공급이 지속적으로 일어나야만 형성된다. 따라서 서해안의 해수면 변동 곡선에서 보는 것처럼, 홀로세 초기에는 해수면의 상승이 매우 급격하게 일어나 갯벌이 형성되기 어려웠을 것이다. 또한 급격한 해수면 상승에 따라 수심이 깊어져 퇴적물의 공급량이 많아도 퇴적층이 형성되기는 어려웠다. 그러나 홀로세 후기에는 해수면의 상승이 점진적으로 일어나 갯벌이 형성될 수 있었다. 특히, 현재보다 해수면이 높았던 시기이거나 해수면 상승이 거의 없었던 시기에서는 퇴적물의 공급이 충분하고 또 계속적으로 이루어져 갯벌은 바다 쪽으로 성장하였을 것이다. 따라서 우리나라 서해안의 갯벌 퇴적층의 증서는 바다 쪽으로 성장하여 상향 세립화하는 수직증서를 보인다.

2) 갯벌분류

갯벌은 먼저 지형학적, 생물학적 특징에 따라 분류가 이루어지는데, 특히 해수면의 기준 높이에 따라 퇴적물의 입자 크기가 달라지기 때문에 지형분류가 가능하다. 밀물과 썰물 현상은 대조 때와 소조 때의 고조선과 저조선의 위치를 크게 다르게 한다. 이것의 1차 요인은 조석 차이로 인한 주기적인 해수면 변화 때문이다. 일반적으로 평균만조선(고조선)과 평균간조선(저조선)을 기준으로 하여 세부적 지형면으로 분류할 수 있는데, 육지에서 바다 쪽으로 향하면서 조상대(supratidal zone), 조간대(intertidal zone), 조하대

(subtidal zone)로 구분된다. 조간대는 다시 상부조간대(high-tidal flat), 중부조간대(mud-tidal flat), 하부조간대(low-tidal flat) 등으로 구분된다(고철환, 2009).

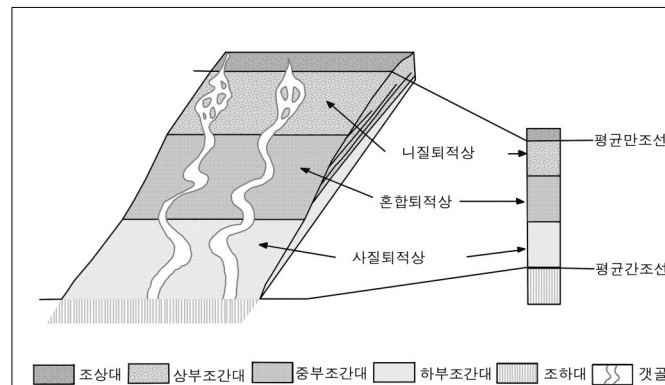


그림 3. 갯벌 구분(고철환, 2009)

이런 조석의 차이는 생물의 분포와 퇴적환경에 매우 중요한 영향을 미친다. 갯벌의 퇴적작용은 밀물과 썰물의 조류에 의해 이루어지며, 퇴적환경은 밀물이 우세한 부분과 썰물이 우세한 부분으로 구분할 수 있다. 조간대와 조하대에서는 퇴적물이 무거워서 퇴적 속도가 빠른 물질의 운반이 우세하고, 조상대에서는 퇴적물이 가벼워서 퇴적 속도가 느린 물질의 운반이 우세하다. 이와 같은 갯벌 전반의 퇴적작용의 현상에 따라 만조선에서 간조선에 이르는 갯벌 표층퇴적물의 조직 특성은 일반적으로 입자 크기가 바다 쪽으로 갈수록 조립화하는 경향을 나타낸다.

두 번째로 조차에 의한 갯벌 분류를 살펴보면, 크게 대조차, 중조차, 소조차 지역으로 나눌 수 있다(최성길, 1998). 대조차 지역은 보통 조차가 4m 이상 되는 지역으로 연안은 넓게 발달한 조간대 환경이 특징적이다. 우리나라 서해안은 좋은 예라 할 수 있으며, 조차에 의한 갯벌 분류에 의하면 서해안의 대부분은 대조차 환경에 속한다. 서해는 북으로 갈수록 조차가 커지는데 이는 황해가 좁고 수심이 얕으며 해안선의 출입이 심하고 긴 만이라는 지형적 특성과 관계가 있다. 이밖에 중조차 지역은 조차가 2~4m에 해당하는 지역으로 남해안이 중조차 환경에 속하며, 소조차 지역은 조차가 2m 미만인 지역으로 동해안이 소조차 환경에 포함된다.

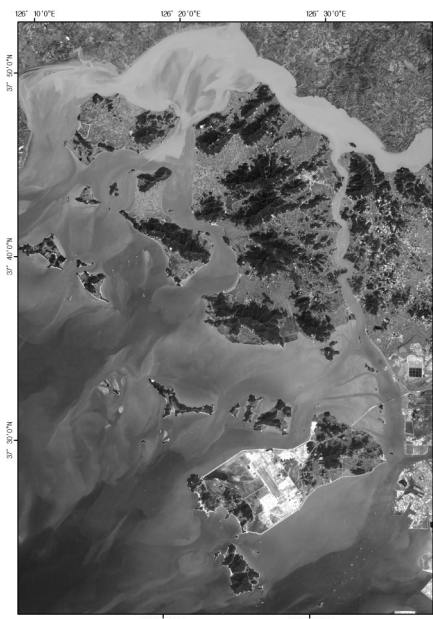
세 번째로 해안지형의 특성에 의해 갯벌을 개방형, 하구형, 폐쇄형(만입형) 및 반폐쇄형으로 분류될 수 있다(해양수산부, 2005). 개방형 갯벌은 우리나라의 서남해안에서 외해를 향하여 열린 상태로 발달한 갯벌을 지칭한다. 서해안에서는 주로 연안이나 섬의 서쪽과 북쪽에 분포하는 갯벌에서 이러한 형태를 보이는데, 안면도 서쪽 해안이 대표적이다. 개방형 갯벌은 조류의 영향뿐만 아니라 파랑의 영향도 매우 강하게 받아 최상부에 해빈이 발달하거나 사질갯벌이 우세하게 나타난다. 서해안에 형성되어 있는 대부분의 해수욕장

이 개방형 갯벌에 해당된다.

하구형 갯벌은 비교적 규모가 큰 하천이 유입하는 연안에 형성된 갯벌로 한강 하구의 강화도 갯벌, 금강하구 갯벌, 만경강·동진강 하구의 새만금 갯벌 등이 대표적이다. 이밖에 충남에서는 아산만과 남양만 사이에 하구형 갯벌과 사주와 함께 나타난다. 하구 갯벌은 지형 특성상 하구를 향하여 길게 발달하며 때로는 갯벌로 노출이 되지 않는 경우도 있지만 대부분 하구 입구에 사주를 형성하기도 한다.



(a) 개방형(안면도 동쪽 해안)



(b) 하구형(한강하구)



(c) 폐쇄형(탄도만)



(d) 반폐쇄형(곰소만)

그림 4. 해안지형 특성에 의한 갯벌 유형분류

폐쇄형 갯벌은 만의 입구가 좁아서 파랑으로부터 보호를 받는 만의 내측에 발달하는 갯벌로 대부분 점토질 갯벌이 우세하다. 대표적인 지역으로는 함평만의 동측, 탄도만의 동측, 가로림만의 동측 지역이다. 남해안의 큰 만에는 이러한 영향이 나타나기는 하나 서해안만큼 뚜렷하게 나타나지는 않는다. 서남해안의 많은 만입지에는 대부분 폐쇄형 점토질 갯벌이 매우 광범위하게 발달하였으나 오랜 간척사업의 결과 상당히 많은 갯벌이 사라지거나 그 특성을 잃어버렸다.

반폐쇄형 갯벌은 만의 입구가 넓어서 만의 입구 쪽에서는 파랑의 영향이 강하지만 만의 안쪽으로 들어가면서 상대적으로 조류의 영향이 증가하여 전체적으로 만의 입구에서 만의 안쪽으로 점차 세립해지는 경향을 보이는 간척지를 의미한다. 대표적인 지역으로는 고평만이나 가로림만 간척지가 이에 해당된다. 이들 갯벌은 부분적으로 파랑을 막아 주어 상대적으로 조류의 영향이 강하게 나타나는 갯벌로서 만에 형성된 특징과 유사하기 나타난다. 특히 남해안의 육지와 섬 사이 또는 섬과 섬 사이에 분포하는 갯벌들은 모두 이러한 특성을 가진 반폐쇄형 간척지로 분류될 수 있다.

마지막으로, 퇴적상에 따른 분류는 크게 사질 갯벌과 점토질 갯벌, 그리고 혼성갯벌로 구분된다(박동원, 1975). 사질 갯벌은 퇴적물이 주로 모래가 90% 이상을 차지하는 갯벌로 안면도 바람아래 해변 등이 해당된다. 반면, 모래가 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하고 펄 함량이 90% 이상에 달하는 점토질 갯벌은 금강하구, 강화도, 순천만 갯벌 등이 있다. 또한, 모래와 펄이 각각 90% 미만으로 섞여 있는 혼성 갯벌은 천수만 주변 갯벌이 대표적이다. 우리나라에서 이들 퇴적물에 의한 갯벌 분류는 한 지역 내에서도 계절적 변화를 보인다. 또한 한 갯벌 내에 점토질, 혼성 및 사질 갯벌이 모두 존재하는 경우도 있으며, 이 셋 중의 하나 또는 두 종류의 갯벌이 우세하게 분포하기도 한다. 갯벌 퇴적물 중에는 간혹 자갈이 포함되는 경우가 있는데, 이들은 주로 갯골을 중심으로 분포하며 조류의 이동에 의해 잔류하는 자갈들이 전형적인 갯벌 퇴적물에 협재한다. 이밖에 해안의 구릉지와 만나는 지역을 중심으로 사면퇴적물에서 유입된 자갈들이 분포하기도 한다.



그림 5. 해안지형 퇴적상에 따른 갯벌 유형분류

3. 우리나라 및 충청남도의 갯벌 현황

1) 우리나라의 갯벌 현황

우리나라 서·남해안의 갯벌은 2008년을 기준으로 약 2,489.4km²이며, 그 중 약 84%인 2,109.7km²가 서해안 지역에 분포하며, 나머지는 남해안에 형성되어 있다. 지역별로 보면 전남 지역이 약 41.7%로 가장 많으며, 인천·경기 지역이 약 35.1%, 충남지역이 약 14.4%, 전북 4.7%, 경남·부산 지역이 약 4.1%의 비율로 분포한다.

표 1. 우리나라 갯벌의 분포 현황(단위 : km², %)

구분	1987	1998	2008
합계	2,815.4	2,393.0	2,489.4
경기도/인천	1,076.6	835.5(35%)	872.7(35.1%)
충청남도	502.9	304.2(12.7%)	358.8(14.4%)
전라북도	218.9	113.6(5%)	117.7(4.7%)
전라남도	946.6	1,054.1(44%)	1,036.9(41.7%)
경상남도 (부산/제주 포함)	70.4	82.6(3.3%)	103.3(4.1%)

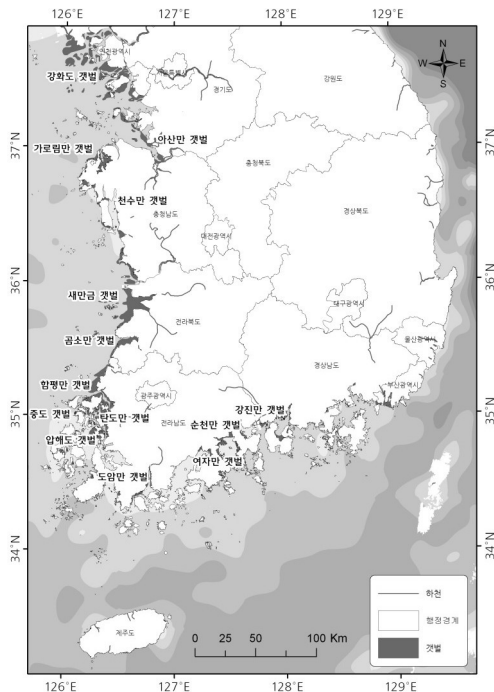


그림 6. 우리나라 갯벌 현황

우리나라 황·남해안은 조차가 크고 바다가 얕으며 큰 강이 유입되고, 해안선이 복잡하며 섬들이 많아 갯벌 발달에 유리한 모든 조건을 갖추고 있다. 한반도의 갯벌 분포 현황을 크게 경기만, 충청남도, 군산만 및 전라북도, 전라남도, 경상남도 및 부산 지역으로 나누어 볼 수 있다.

경기만과 충청남도의 해안은 큰 조차와 얕은 바다, 육상퇴적물의 풍부한 공급, 비교적 양호한 해안 굴곡과 섬들의 분포 등 모든 조건을 고루 갖추고 있기 때문에 갯벌이 넓게 발달되어 있다. 군산만은 조차가 작음에도 불구하고 여러 개의 강이 많은 퇴적물을 공급하는 조건이 두드러져 해안선 길이에 비하여 가장 넓은 갯벌이 형성된 지역이다. 전남 특히 전남서해안

지역은 조차가 작지만 해안선이 길고 굴곡이 심하며 많은 섬들이 인접 분포하는 등 해안

선의 조건이 두드러지게 양호하여 우리나라에서 가장 넓은 갯벌이 형성되어 있다.

2) 충청남도 갯벌 현황

충남해안지역은 거의 전부가 갯벌을 간척한 해성충적평야와 표고 200m 미만의 침식기원의 구릉지로 형성된 노년기 지형이다. 충남해안은 인위적인 지형변화가 심하게 일어난 지역으로, 과거에는 조수간만의 차가 심하여 리아스식 해안을 이루고 있었으며, 갯벌이 대규모로 발달되어 있었다. 최근 국가공단 및 하구둑, 방조제 건설 등으로 인한 간척사업으로 일부 구릉지를 제외한 전체 해안선이 일련의 직선구간으로 이루어지게 되었다.

충남 갯벌은 2008년을 기준으로 약 358.8km²이며, 그 중 태안군이 38.6%로 가장 많으며, 다음으로 서천군 지역이 약 19.9%, 서산시가 약 18.8%, 보령시가 9.1%, 당진시가 약 7.8%의 비율로 분포한다.

표 2. 충남 갯벌의 분포 현황(단위 : km², %), 2008

시 · 군	면적(km ²)	비율(%)
아산시	6.5	1.8
당진시	28.1	7.8
서산시	67.3	18.8
태안군	138.4	38.6
홍성군	14.4	4.0
보령시	32.8	9.1
서천군	71.3	19.9

현재 충남의 주요 갯벌로는 아산만갯벌, 당진갯벌, 서산갯벌, 가로림만갯벌, 이원갯벌, 원북갯벌, 근흥갯벌, 남면갯벌, 천수만갯벌, 보령갯벌, 비인만갯벌, 장항갯벌 등이다. 아산만의 갯벌들은 1970년대 중반에 완공된 아산방조제와 삼교방조제로 막혀져 지금은 농토나 산업단지 개발용지로 전환되었다. 대호 · 석문단지가 들어 선 당진갯벌은 현재 산업단지 전면에 일부 갯벌이 분포하며, 서산 간척지 A, B지구가 속한 천수만 갯벌은 전형적인 내만 갯벌이다. 그리고 태안화력발전소 배후부지로 매립되었던 이원 갯벌은 작지만 내만 갯벌이라 할 수 있다. 금강하구에 위치한 장항과 서천 주변 갯벌은 내만이 아닌 곳에 위치한 대형 모래 갯벌이지만 현재 간척 · 매립사업이 진행되고 있다.

충청남도의 갯벌은 1970년대 이후부터 지속적으로 개발되었고, 지난 십년 동안에만 충청남도 내의 갯벌 중에 약 40%가 사라졌다. 이제는 가로림만 갯벌이 거의 유일하게 남아 있는 대형 내만 갯벌이라고 할 수 있다. 이러한 간척지의 매립은 생태계 전반에 걸쳐 영향을 미치고 있어서 갯벌보호 대책이 시급한 실정이다. 충남서해안의 대표적인 간척사업으로는 천수만, 석문지구, 아산만, 가로림만, 보령시 일대의 홍보지구 간척사업 등이다.

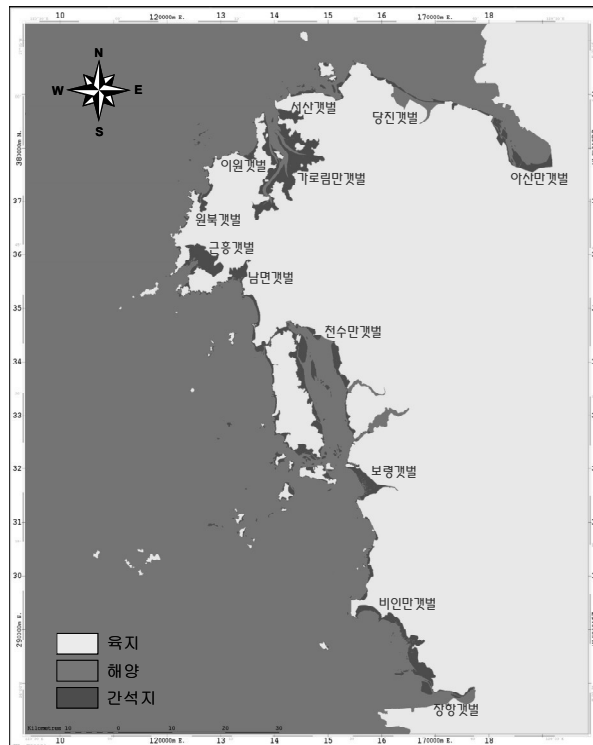


그림 7. 충남 갯벌 분포도



4. 갯벌의 가치와 기능

갯벌은 환경적인 측면에서 가치가 매우 높은 지역이다. 갯벌은 육상생태계와 해양생태

계를 연결하는 접이대 지역으로 두 생태계의 완충기능을 가지고 있다. 갯벌의 기능 중 중요한 것은 자연정화 활동으로 흔히 갯벌을 ‘자연의 콩팥’ 이라고 부른다. 갯벌에 서식하는 많은 생물들은 염생식물과 함께 하천에서 바다로 유입된 육상의 오염물질을 분해하는 정화조와 같은 역할을 한다. 이밖에 갯벌은 어류 및 패류의 생산 및 서식지 기능과 태풍과 홍수의 완충 기능, 심미적 기능 등이 탁월하여 그 가치가 중요하게 부각되며, 뿐만 아니라 해안지역의 생물을 관찰할 수 있는 자연학습장 역할까지 하고 있어 가히 인간과 생물의 공생 장소라고 할 수 있다.

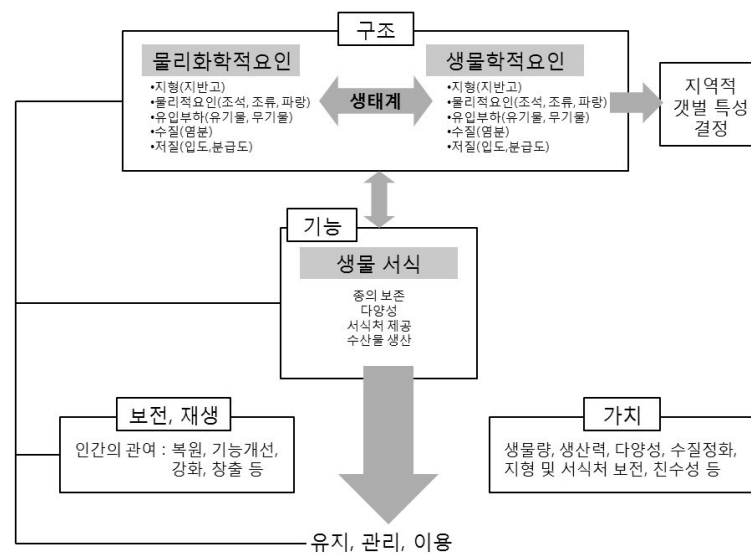


그림 8. 갯벌 생태계의 구조, 기능, 가치의 상호관계(국토해양부, 2008).

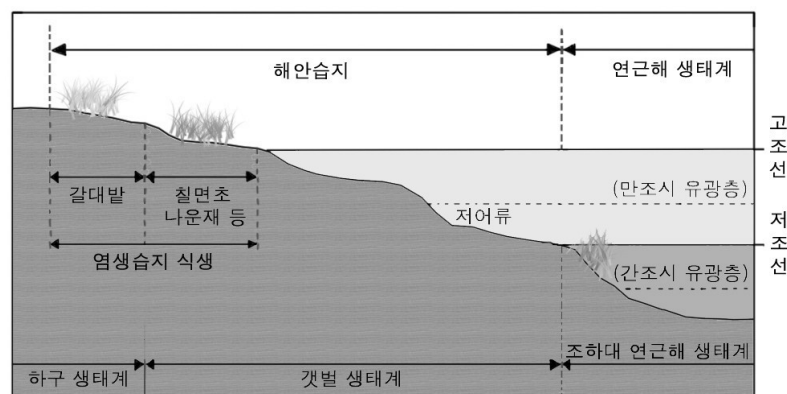


그림 9. 간석지 주변의 생태계 모식도(고철환, 2004).

첫 번째로, 갯벌에는 영양염류와 에너지가 풍부하기 때문에 1차생산량이 높아 생물의 종류가 다양하다. 우리나라 서해안 갯벌에 서식하는 어류는 230종, 게류가 193종, 새우류가 74종, 조개류가 58종 이상이다. 미국에서는 현재 멸종 위기에 처하거나 위협을 받고

있는 생물종의 약 3분의 1 이상이 습지 생태계에서만 발견된다는 보고가 있다. 또한 미국의 전체 생물 다양성의 거의 절반이 습지 생태계에 의존하고 있다고 한다. 최근에는 염습지 식생과 갯벌을 구성하는 해안습지가 전체 해양생물의 다양성을 부양하는데 있어서 가장 중요한 역할을 담당하는 해양생태계의 보고이다.

갯벌에는 유기물이 풍부하고 산소의 공급이 원활하여 각종 해산 동물들이 생육하기에 알맞은 환경을 갖추고 있어 다양한 생물상을 보인다. 갯벌은 1차 생산성이 육지보다 약 9배 높은 지역으로서 다양한 저서동물과 어류, 유연성 연체류, 갑각류 등의 동물과 해조류 등이 서식하고 있다. 또한 갯벌 습지 생태계는 생산성이 대륙붕보다는 10배, 외해보다는 거의 30배 이상 높아 지구상에서 가장 높은 생산성을 보인다. 이와 같이 갯벌은 생물에게 다양한 서식처와 풍부한 영양물질을 제공하고 있어 생물다양성과 생산성이 가장 높은 생태계 중 하나이다.



금강하구의 갈대군락지. 금강하구는 겨울철 우리나라를 찾아오는 철새인 가창오리의 중간기착지
순천만 대대동의 갈대군락지. 습지식생은 부유물질을 퇴적시켜 생물학적 여과 기능을 수행한다.

두 번째로, 갯벌에 서식하는 많은 생물들은 염생식물과 함께 하천에서 바다로 유입된 육상의 오염 물질을 분해하고, 부영양화와 질소, 인 등의 영양염을 흡수하여 성장하면서 천연의 정화조와 같은 역할을 한다. 즉, 인구가 증가하고 산업이 발달하면서 많은 오염물질이 바다로 유입되는데, 이렇게 유입된 오염물질을 먼저 여과하는 곳이 염습지이거나 갯벌이다. 바다로 유입된 오염물질들은 주로 무기영양염인 질산염, 인산염, 암모니아 등으로 초기에는 식물성 플랑크톤의 성장을 촉진시킨다. 그러나 나중에는 생물의 순환체계를 악화시키는 부영양화의 원인이 된다. 갯벌은 이렇게 과잉 공급되는 영양염류나 오염물질을 흡수하여 정화하는데 일익을 담당한다. 특히 우리나라 서남해안의 갯벌은 질소와 인을 정화하는 데 있어 영국 염습지에 비해 15~200배까지 우수한 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 규조와 같은 식물성 플랑크톤은 지구에서 만들어지는 산소량의 약 70%를 광합성으로 배출할 정도로 뛰어난 자정 능력을 가지고 있다.

세 번째로, 갯벌은 육지와 바다가 만나는 장소로 급격한 변화를 완화시키는 역할을 한다. 즉, 갯벌은 마치 ‘자연의 스펀지’처럼 홍수나 빗물 등 표면수의 급류를 일차적으로 차단하여 흡수한 뒤 천천히 방류시키는 동시에 많은 양의 물을 저장할 수 있기 때문에 순간적으로 일어날 수 있는 높은 수위를 낮출 수 있다. 따라서 해안의 침식을 막고 홍수량을 조절하여 인명 및 재산피해를 최소화하고, 태풍의 영향을 감소시키는 완충제 역할을 한다. 이렇듯 갯벌은 해안침식을 막고 홍수를 조절하는 능력이 매우 크기 때문에 미국의 일부 주정부에서는 허리케인 등으로 일어나는 거센 파랑을 완화시키기 위하여 습지를 복원하고 있다. 갯벌을 포함한 염생습지의 식물들은 퇴적물을 고정시키고 파도 에너지를 흡수하여 강한 유속을 완화시킨다. 특히 염생습지는 토사를 고정시켜 지반을 상승시키기 때문에 최근 지구 온난화로 인하여 해수면이 상승함으로써 일어날 수 있는 피해를 줄이는데에 큰 역할을 하고 있다.

네 번째로, 갯벌은 사람들에게 낚시·해수욕·아름다운 경치 등 레저공간으로 이용되기도 하고, 자연탐구·조류관찰·학술연구 등의 대상으로서의 가치를 지니고 있다. 우리나라의 갯벌은 중요한 자연유산이라는 인식이 확대되고 있으며 문화적 가치도 증대되고 있다. 최근에는 갯벌이 한반도의 가장 중요한 생태계로 인식되어 자연관찰과 탐조 등을 위한 자연학습장과 학술 연구의 장으로 이용되고 있다. 특히, 충남 금강 및 천수만 일대의 갯벌은 철새들의 중요한 중간기착지로 좋은 자연학습장이 되고 있다.

마지막으로 과학전문지인 네이처에 의하면, 갯벌의 생태적 가치는 1ha 당 9,900달러로 농경지의 가치보다 100배 이상의 가치를 가지고 있는 것으로 평가하였다. 우리나라 갯벌의 경제적 가치 추정에 대한 여러 연구결과를 보면, 갯벌의 연간 가치 평균치는 ha당 3,919만원이고, 수산물 생산 가치가 1,199만원으로 가장 높았으며, 보존 가치 1,026만원, 서식지 제공 가치 904만원, 수질정화 가치 444만원, 여가 가치 174만원, 재해예방 가치 173만원 순으로 나타났다. 이를 단위면적으로 재산정할 경우 m^2 당 3,919원 km^2 당 3,919백만 원으로서 우리나라 간석지 총면적을 2,550 km^2 로 적용하여 간석지 가치를 산정할 경우 연간 9조 9,934억원의 가치를 가지고 있는 것으로 평가 되었다(갯벌정보시스템, <http://www.tidalflat.go.kr>)

5. 간척사업에 따른 갯벌의 훼손

1) 한반도 간척의 역사

해안선 변화에 직접적인 영향을 미치는 간척은 그 역사가 매우 오래 전으로 거슬러 올라간다. 최근에 비해 토목기술이 떨어지던 과거에는 소규모 만입지를 중심으로 간척이 이루어져 왔으며, 현대에 들어 토목기술과 건설장비의 발달로 대규모의 간척이 이루어지고

있는 실정이다. 특히 우리나라 서남해안은 넓은 간척지와 얕은 수심, 리아스식 해안으로 짧은 방조제를 축조하고도 넓은 땅을 개발할 수 있어 간척하기 유리한 조건을 가진 곳이다. 또한 연안일대에 산재하는 다수의 섬들이 바람을 막아 파도가 낮아 방조제를 쉽게 축조할 수 있게 해주고, 방조제 축조에 필요한 재료를 주변에서 쉽게 구할 수 있다.

우리나라 갯벌은 지반 토질 또한 방조제 축조 및 토지로의 이용에 적합하여 시공이 용이하여 간척 사업비가 네덜란드나 일본에 비하여 월등히 적게 소요된다. 또한 태풍이나 해일에 의해 해면이 상승하는 기상조건 일본이나 네덜란드의 3.5m에 비해 우리나라는 1.5m 정도이기 때문에 방조제 높이를 2m 정도 낮추어 건설할 수 있어 공사비 절감효과가 있다(농어촌진흥공사, 1996). 이러한 연유로 반세기 동안 세계에서 간척사업이 가장 활발했던 곳은 네덜란드의 북해안과 우리나라의 서해안인 것으로 알려졌다.

우리나라의 간척지 개간은 고려 때부터 문헌에 등장하며 조선시대를 거쳐 15~16세기를 지나면서 서남 해안의 저습지에서 개간이 활발히 이루어졌다(이태진, 1989). 즉, 우리나라 간척의 역사는 고려 고종 22년(1235)으로 거슬러 올라가며 몽고의 침입을 피하여 강화로 천도한 후, 해상방어를 목적으로 연안제방을 구축한 것이 시초이다(최운식, 2000). 그 후 농지조성을 목적으로 하는 간척사업은 1248년 몽고 항전시 청천강 하구의 갈대섬에 제방을 축조하여 농지를 조성한 후 군량미를 조달한 데에서 비롯된다.

고려 및 조선시대에는 농지 확보로 인한 양곡증산 및 군량미 조달을 위해, 일제 강점기에는 식민지에서 미곡증산과 토지개량 사업을 목적으로 간척이 진행되었다. 해방 후에는 기근해결을 위한 식량증산 목적으로 소규모 간척이 이루어졌고, 1970년대 이후에는 농업종합개발 목적으로 간척이 이루어졌으며, 1990년대 이후에는 다목적 종합개발로 간척사업이 추진되었다(표 3).

한반도는 황해안과 남해안에 넓은 갯벌이 발달되어 있어서 일찍부터 간척이 행해져 왔다. 조선시대까지는 전통적인 방식에 의해 소규모로 이루어지지만, 일제강점기부터는 근대적인 방식에 의한 간척이 대규모로 진행되었다. 광복 이후에도 농경지 확보 등을 위해 대규모 간척이 서해안 일대를 중심으로 이루어져 왔으며, 1980년대 후반에 들어서면서 이른바 '서해안 개발'이라는 명분으로 간척을 하여 공장, 도시, 하구둑을 건설하는 등 무분별한 개발 행위가 이루어졌다.

표 3. 우리나라 간척사업의 변천

시대 및 년도	사업내용
1248 ~ 1909	<ul style="list-style-type: none"> • 군량미 조달목적 • 안북부(평남) 위도 간척사업, 강화 제포·와포 등 간척사업
1910 ~ 1945 (일제시대)	<ul style="list-style-type: none"> • 군량미 확보를 위한 미곡증산 목적 • 국가에서 직접시행
1946 ~ 1960 (재건기)	<ul style="list-style-type: none"> • 1950년까지는 일본인 철수에 따른 사업마무리 • 농경지 확보를 위한 소규모 간척사업 활성화
1961 ~ 1972	<ul style="list-style-type: none"> • 공유수면 매립법 제정으로 간척사업 본격화 • 경제개발 계획에 의한 식량증산 목적 • 금강, 평택지구 등 대단위 농업종합개발사업 시행
1973 ~ 1990	<ul style="list-style-type: none"> • 아산, 삽교천, 영산강, 금강하구둑, 대호, 화옹 등 대단위 간척사업 시행 • 김포, 서산A, B지구 등 민간기업 참여 대규모 간척사업 시행 • 간척지는 물론 배후지까지 포함한 지역 농업종합개발사업 시행
1991 ~ 현재	<ul style="list-style-type: none"> • 시화, 새만금 지구 등 다목적 종합개발 시행 • 지역별 농어촌 광역종합개발 차원에서 거점개발

농어촌진흥공사, 1996, 한국의 간척

농어촌진흥공사(1996)의 자체 간척사업을 집계한 통계에 따르면 새만금, 시화, 영산강, 대호 등의 대단위 간척사업을 비롯하여 영종도 신공항 간척 면적, 송도 신도시 등을 합하면 거의 1,600km² 이상이 간척되었다.

이러한 간척으로 인한 갯벌의 소실과 방조제 건설 등과 같은 물리적 요인 때문에 많은 해양생물의 서식처 및 생계수단의 변화와 파괴를 초래하게 되었다. 갯벌이 육지화 되면서 광활하게 식생경관을 형성하고 있던 염생식물은 많은 지역에서 사라졌고, 해안선의 급격한 변화는 생태계의 변화를 가져오게 되었다. 뿐만 아니라, 전지구적인 해수면의 상승으로 인해 해안지역에 침수와 침식이 잦아져 생태 환경 변화에 큰 영향을 미치고 있다. 즉, 해수면 상승은 조류와 조석의 물질운반력 또는 침식 에너지를 강화시켜 토사의 퇴적보다는 침식을 가속화시키고 있다.

더 큰 문제는 농지확보를 위해 개간한 연안지역의 간척지가 기존의 농경지보다 더 범람에 취약하고, 해수욕장 주변의 건축물을 보호하기 위해 축조한 방조제는 해수욕장의 모래를 유실시키는 등 피해가 가중되어 더욱 크게 나타나고 있다. 게다가 한반도 갯벌의 약 83%가 산재되어 있는 서해안역 전역에 걸쳐 영종도 신공항, 금강 및 영산강 하구언 등의 인공구조물을 건설하여, 육지로부터 공급되는 퇴적물의 양이 감소하여 갯벌이 위협을 받고 있다.

연안 방조제의 축조 공사는 갯벌의 이동에 의한 퇴적상의 변화로 나타나는데 특히, 유속의 증감에 따른 갯벌의 운반 및 집적 변화가 나타난다. 그러나 이와 같은 연안 갯벌 환경변화는 매우 느리며, 장기적으로 나타나므로 그 변화의 정도 및 피해영향의 심각성이

쉽게 인식되지 않는다. 일례로 천수만은 방조제 건설의 영향으로 그 면적이 50% 정도 줄어들었고, 해수의 유동량이 약 40% 줄어들었다. 이에 따라 만 내부의 순환이 약해져 세립퇴적물이 쌓이고 있고, 유속이 감소하여 만 내에서 강한 조류를 이용한 정치만 어업과 조간대에서 주로 하던 김양식업을 할 수 없게 되었으며, 바지락 생산량도 크게 감소하였다. 또한, 갯벌의 소실로 인해 이곳에서 살던 생물들이 서식처를 잃게 되었고, 더불어 어민들의 일터도 잃게 되었다. 게다가 갯벌의 자정작용이 약화되어 부영양화된 민물이 만 내로 흘러들어 수질이 크게 악화되고 있다.

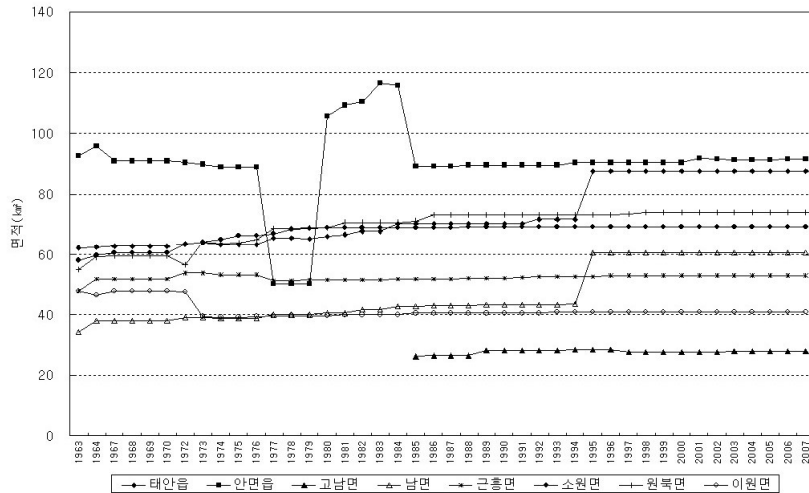
표 4. 갯벌 주변지역의 해안선 현황

구분		전체			육지부			도서부		
		총길이	자연 해안선	인공 해안선	총길이	자연 해안선	인공 해안선	총길이	자연 해안선	인공 해안선
전국		11,914.05 (100.0)	10,406.20 (87.3)	11,507.85 (12.7)	6,228.42 (100.0)	4,953.28 (79.5)	1,275.14 (20.5)	5,685.63 (100.0)	5,452.92 (95.9)	232.71 (4.1)
갯 벌 주 변	계	10,772.35 (100.0)	9,583.70 (89.0)	1,188.65 (11.0)	5,246.88 (100.0)	4,280.79 (81.6)	966.09 (18.4)	5,525.47 (100.0)	5,302.91 (96.0)	222.56 (4.0)
	경기 인천	1,174.22 (100.0)	893.64 (76.1)	280.58 (23.9)	543.65 (100.0)	306.95 (56.5)	236.70 (43.5)	630.57 (100.0)	586.69 (93.0)	43.88 (7.0)
	충남	978.34 (100.0)	865.07 (88.4)	113.27 (11.6)	690.26 (100.0)	579.96 (84.0)	110.33 (16.0)	288.08 (100.0)	285.11 (99.0)	2.97 (1.0)
	전북	504.41 (100.0)	435.24 (86.3)	69.17 (13.7)	264.76 (100.0)	205.95 (77.8)	58.81 (22.2)	239.65 (100.0)	229.29 (95.7)	10.36 (4.3)
	전남	5,540.01 (100.0)	5,120.41 (92.4)	419.60 (7.6)	2,103.61 (100.0)	1,810.96 (86.1)	292.65 (13.9)	3,436.40 (100.0)	3,309.45 (96.3)	126.95 (3.7)
	경남 부산	2,233.64 (100.0)	1,961.00 (87.8)	272.64 (12.2)	1,403.46 (100.0)	1,161.54 (82.8)	241.92 (17.2)	830.18 (100.0)	799.46 (96.9)	30.72 (3.7)
	제주	341.73 (100.0)	308.34 (90.2)	33.39 (9.8)	241.14 (100.0)	215.43 (89.3)	25.71 (10.7)	100.59 (100.0)	92.91 (92.4)	7.68 (7.6)

<국토해양부, 2009>

2) 충남 태안반도 지역의 간척의 역사 및 주민의식

조선시대 이전부터 간척이 이루어진 태안반도 지역은 2000년대까지 간척사업이 진행되어 태안군의 읍면별 면적은 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. <그림 10>은 1963년부터 2007년까지 태안군 읍면별 면적변화를 나타낸 것이다. <그림 10>을 보면 전체적으로 간척사업에 의해 면적이 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 면적이 감소하는 구간이 3번(1972년 이원면, 1978년 안면읍, 1995년 안면읍) 나타나는데, 이원면의 경우 원북면으로 2개리가 분리되면서 감소하였고, 1995년 안면읍의 경우 안면읍에서 고남면이 분리되면서 감소한 것으로 조사되었다. 그러나 1978년을 전후해 안면읍의 면적감소는 통계연보 자체의 오류로 보여 진다.



<그림 10> 1963~2007년까지 태안군 읍면별 면적변화
(서산시·태안군 통계연보: 1963년~2007년)

태안반도 지역에는 간척을 위한 대소의 방조제가 건설되었고, 현재 농어촌공사에서 관리하고 있는 태안군내의 방조제 현황은 <표 5>와 같다. 대하천이 없는 태안반도에서는 간척으로 형성된 농지에 공급할 농업용수를 저장할 대소의 저수지와 경작지에 농업용수를 공급 할 양수시설이 반드시 필요하다. 현재 농어촌공사에서 관리하고 있는 양수장은 총 9개소이며, 저수지는 총 18개소이다(표 6, 표 7). 또한 저지에 방조제를 쌓아 만든 간척지의 특성상 홍수기에 범람에 매우 취약하다.

표 5. 태안반도 지역의 방조제 현황

시설명	종 별	위 치	제체길이 (m)	제체높이 (m)	착공 년도	준공 년도
원북	3중	태안군 원북면 신두리	310	3	1928	1930
근흥	1중	태안군 근흥면 안기리	480	4.5	1925	1933
창기	2중	태안군 안면읍 창기리	336	3	1938	1940
사창	2중	태안군 이원면 사창리	467	7	1948	1950
승언	1중	태안군 안면읍 승언리	630	6.5	1938	1959
지포	3중	태안군 안면읍 중장리	528	4.2	1956	1960
의항	2중	태안군 소원면 의항리	990	4.5	1975	1977
미포	1중	태안군 안면읍 창기리	506	6	1983	1983

농어촌공사 농업기반시설물정보: <http://rims.ekr.or.kr>



1940년 준공된 안면읍 창기리의 창기방조제 창기방조제로 형성된 간척지(1959년) 창기저수지 축조
표 6. 태안반도 지역의 양수장 현황

시설명	종 별	위 치	착공년도	준공년도
장산	3종	태안군 태안읍 장산리	1997	1997
미포	3종	태안군 안면읍 창기리	1992	1996
신야	3종	태안군 안면읍 신야리	1982	1985
지포	3종	태안군 안면읍 중장리	1998	1998
안기	3종	태안군 근흥면 안기리	1992	1992
의항2	3종	태안군 소원면 의항리	1985	1985
송현	3종	태안군 소원면 송현리	1998	1998
승언	3종	태안군 안면읍 승언리	2001	2001

농어촌공사 농업기반시설물정보: <http://rims.ekr.or.kr>

표 7. 태안반도 지역의 저수지 현황

시설명	종 별	위 치	제체길이 (m)	제체높이 (m)	착공 년도	준공 년도
인평	1종	태안군 태안읍 인평리	527	7	1937	1938
승언1호	2종	태안군 안면읍 승언리	280	3.5	1954	1959
승언2호	1종	태안군 안면읍 승언리	290	5.5	1954	1959
승언3호	2종	태안군 안면읍 승언리	416	3.5	1954	1959
창기	2종	태안군 안면읍 창기리	294	4	1954	1959
미포	1종	태안군 안면읍 창기리	895	11	1979	1983
신야	1종	태안군 안면읍 신야리	596	6	1978	1982
지포	2종	태안군 고남면 장곡리	529	3.6	1956	1960
수룡	1종	태안군 근흥면 수룡리	211	7.5	1957	1960
송현	2종	태안군 소원면 의항리	234	6	1978	1982
구들	2종	태안군 소원면 의항리	127	2.5	1975	1977
반계1호	2종	태안군 원북면 반계리	324	7.5	1929	1930
황촌3호	2종	태안군 원북면 황촌리	146	4	1929	1930
신두2호	2종	태안군 원북면 신두리	268	4.92	1929	1930
사창	2종	태안군 이원면 사창리	407	6.3	1948	1952
중장	1종	태안군 안면읍 중장리	624	15.8	1999	2002

농어촌공사 농업기반시설물정보: <http://rims.ekr.or.kr>

1915년 조선총독부에서 발행된 1:50,000 지형도를 이용하여 태안반도 지역의 해안선 및 면적을 살펴보면, 해안선의 총 길이는 815.5km, 면적은 394.9km²이었다. 1967년 국립지리정보원에서 발행된 1:25,000 지형도를 이용하여 태안반도 지역의 해안선 및 면적을 살펴보면, 해안선의 총 길이는 269.0km가 감소한 546.5km이었으며, 면적은 47.3km²가 증가한 442.2km²이었다. 1972년 10월 31일 촬영된 Landsat-1 MSS 영상을 이용하여 해안선 및 면적을 살펴보면, 1967년 지형도에 비해 길이는 30.3km가 줄어든 516.2km이었으며, 면적은 4.9km² 증가한 447.1km²이었다. 1976년의 태안반도 지역의 해안선 및 면적은 1972년에 비해 해안선 길이가 16.4km 감소한 499.9km, 면적은 5.5km² 증가한 452.5km² 인 것으로 나타났다. 1984년 7월 30일 촬영된 Landsat-5 MSS 영상을 분석해보면 1976년 지형도에 비해 해안선의 길이는 67.1km가 감소한 432.7km, 면적은 48.5km²가 증가한 501.1km²로 나타났다.

지형도를 이용한 1986년의 분석 결과를 보면 1984년에 비해 해안선의 길이는 2.1km 증가한 434.8km, 면적은 0.4km² 감소한 500.6km²로 나타났으며, 1991년 10월 22일 촬영된 Landsat-5 TM 영상을 이용한 분석 결과 1986년에 비해 해안선의 길이는 21.2km 감소한 413.6km, 면적은 6.0km² 증가한 506.6km²로 나타났다. 또한 지형도와 Landsat 영상을 이용하여 나머지 다른 시기의 태안반도 지역 해안선 길이를 살펴보면 1996년에는 416.0km, 2000년에 401.4km, 2003년에 398.1km, 2008년에 401.5km로 나타났으며, 면적은 1996년 508.2km², 2000년 520.7km², 2003년 520.7km², 2008년 520.5km²로 나타났다(표 8).

표 8. 태안군 해안선 길이 및 면적 변화 결과

년도	길이(km)	증감	면적(km ²)	증감	년도	길이(km)	증감	면적(km ²)	증감
1915	815.5	-	394.9	-	1991	413.6	▼ 21.2	406.6	▲ 6.0
1967	546.5	▼ 269.0	442.2	▲ 47.3	1996	416.0	▲ 2.4	508.2	▲ 1.6
1972	516.2	▼ 30.3	447.1	▲ 4.9	2000	401.4	▼ 14.6	520.7	▲ 12.5
1977	499.9	▼ 16.4	452.5	▲ 5.5	2003	398.1	▼ 3.3	520.7	0.0
1984	432.7	▼ 67.1	501.1	▲ 48.5	2008	401.5	▲ 3.4	520.6	▼ 0.2
1986	434.8	▲ 2.1	500.6	▼ 0.4	Total	-	▼ 414.1	-	▲ 125.6

위성영상 및 지형도를 이용한 1915년~2008년 태안반도 지역의 해안선 길이 및 면적의 변화는 815.5km에서 414.1km가 감소한 401.5km, 면적은 394.9km²에서 520.5km²가 증가한 520.5km²인 것으로 조사되었다. 이러한 수치는 본 연구지역인 태안반도 지역에서 간척에 의한 해안선 변화가 장기적으로 발생하였음을 보여 주고 있으며, 최근 들어 작은 수치의 해안선 길이가 증가하는 모습은 해안에 설치한 항만시설에 의한 것으로 여겨진다.

1915년에서 1967년 사이에 태안반도 지역에서 해안선 변화가 심했던 지역은 주로 안면도 전 지역과 남면 신온리, 태안읍 평천리, 근흥면 정죽리, 소원면 모항리·소근리·의항

리, 원북면 신두리·이곡리·방갈리, 이원면 포지리·당산리·내리 등으로 대부분 간척에 의해 해안선의 변화가 발생하였다. 이 시기 국내의 간척사업을 살펴보면, 일제강점기의 간척은 일본의 식량문제를 해결하기 위해 일본보다 간척하기 유리한 식민지 조선의 서해안에서 대규모의 간척사업이 이루어졌고, 해방 후 1960년까지 간척사업은 해방이나 한국 전쟁으로 중단되었던 간척사업을 마무리 짓는 소규모의 간척사업만이 실시되었다. 1952년 FAO(국제연합 식량농업기구)의 주선으로 1953년 UNKRA(국제연합 한국재건단)와 수리 및 간척사업에 필요한 협정을 체결하고 식량증산 및 농촌근대화 방안으로 간척사업이 정부주도로 이루어지고 있었다(농어촌진흥공사, 1996). 이 기간 동안 47.3km²의 면적이 본 지역에서 증가한 것으로 나타났다.

1967년에서 1972년 사이에 태안반도 지역에서 해안선 변화가 심했던 지역은 태안읍 산후리·도내리, 안면읍 신야리·정당리, 소원면 의항리·소근리, 원북면 동해리 등으로 이 시기 또한 간척에 의해 해안선의 변화가 발생하였다. 이 시기 국내에서는 2차 경제개발 5개년계획의 일환으로 식량자급자족을 위해 정부주도의 간척사업이 이루어지고 있었다. 이 기간 동안 4.9km²의 면적이 연구지역에서 증가한 것으로 나타났다.

1972년에서 1976년 사이에 태안반도 지역에서 해안선의 변화가 발생한 지역은 태안읍 어은리, 안면읍 창기리, 남면 당암리, 소원면 동해리, 원북면 방갈리 등이다. 이 시기 국내에서는 외국 차관을 이용한 대단위 농업개발사업을 추진하였으며, 국내에서 약 2만 ha가 간척되었다(농어촌진흥공사, 1996). 이 기간 동안 5.5km²의 면적이 연구지역에서 증가하였다.

1976년에서 1984년 사이 국내에서는 농지기금 조성을 위한 서남해안 간척사업을 추진하였고, 민간기업도 대규모 간척사업을 시행할 수 있는 법적 근거가 마련돼, 태안반도 지역에서 국내 최초로 민간기업이 주관하는 대형 간척사업인 서산 A·B지구 사업이 행해졌다(농어촌진흥공사, 1996). 이 기간 동안 태안반도 지역에서 간척이 행해진 지역은 태안읍과 남면에 위치한 서산B지구, 태안읍 도내리·삭선리·산후리, 안면읍 정당리·둔두리·신야리, 고남면 고남리·누동리, 소원면 송현리·모항리, 원북면 대기리 등이다. 이 기간 동안 연구지역에서는 48.5km²의 면적이 증가하였다.

시기적으로 짧은 1984년에서 1986년 사이에 본 연구지역에서 해안선 변화가 발생한 지역은 원북면 방갈리, 근흥면 용신리 등이다. 이 기간 동안 면적이 0.4km² 감소하였다. 면적 감소의 원인을 찾기 위해 이 기간 동안의 서산시·태안군 통계연보와 비교해 본 결과, 이는 위성영상과 지형도의 해상도 차이에서 오는 오류로 판단된다.

1986년에서 1991년 사이 연구지역에서는 아직 간척되지 않은 소규모 만입지를 중심으로 간척이 이루어졌다. 연구지역에서 해안선 변화가 발생한 지역은 남면 당암리, 근흥면 신진도리, 소원면 소근리, 원북면 황촌리, 이원면 내리 등이다. 이 시기 동안 6.0km²의 면적

이 증가하였다.

1991년에서 1996년 사이 연구지역에서 태안화력발전소 건설을 위한 매립이 이루어진 원북면 방갈리 지역의 해안선 변화가 가장 심하였다. 이 시기 동안 태안반도 지역에서 1.6km²의 면적이 증가하였다. 1996년에서 2000년 사이의 시기는 1990년 착공된 이원지구의 방조제 공사가 끝난 시기로 태안반도 지역에서는 마지막이 될 수 있는 대규모 간척사업이 진행되고 있었다. 이원방조제 공사 및 기타 소규모 간척 사업으로 12.5km²의 면적이 본 연구지역에서 증가하였다.

2000년~2003년과 2003년~2008년의 변화지역을 분석해 보면, 이 기간 동안 연구지역에서 더 이상의 대규모 간척사업은 행해지지 않았고(가로림만을 제외하고 대소의 만입지 대부분이 간척되어 간척을 할 수 있는 지역이 거의 사라졌음), 자연적 침식과 퇴적에 의해 약간의 변동과 항만개발과 같은 행위에 의해 해안선의 길이는 약간 늘어난 시기임을 알 수 있었다.

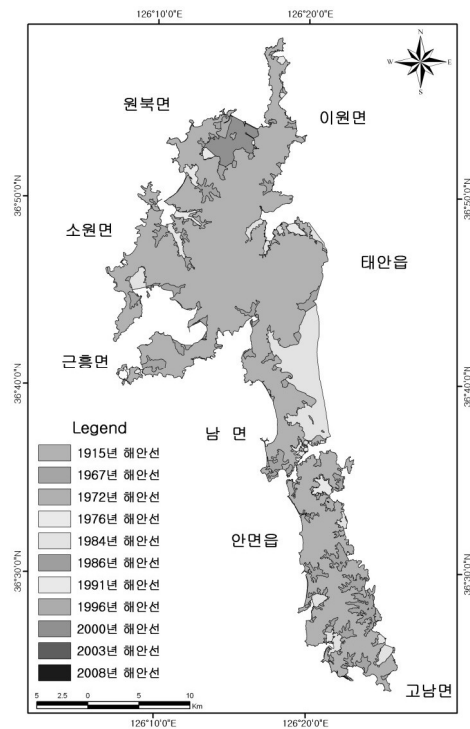


그림 11. 태안반도 일대의 간척지(1915~2008) 변화(장동호 등, 2010).

다음 <그림 11>은 지형도와 위성영상 자료를 이용한 각 시기별 태안반도 지역의 해안선 모습으로, 해안선의 형태가 점차 변하고 있음을 알 수 있으며, 특히, 태안반도 남단의 안면도의 경우 일제강점기 이후부터 섬 곳곳에서 간척이 이루어져 현재는 그 원형을 확인하기 어려운 정도로 변형되어있는 것을 알 수 있다.

해안선의 변화가 지역거주민들에 미친 영향을 살펴보기 위해 본 연구지역 해안선 변화

에 가장 큰 영향을 미친 간척지 지역거주민에 대한 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰를 실시하기 앞서 문헌조사를 통하여 태안반도 지역에서 과거 간척사업이 행해졌거나 혹은 진행 중인 지역 중 총 8개의 마을을 선정하였다. 선정된 지역은 이원면 관리, 소원면 의항리·송현리·파도리, 안면읍 승언리, 고남면 장곡리·고남리·누동리 등이다. 이 중 고남면 고남리(1967년 이전에 이미 간척이 되었지만, 1980년대 들어서 현재의 모습을 갖추었음)와 이원면 관리는 1980년대 이후 간척이 진행된 곳이며, 나머지 지역은 일제강점기부터 간척이 조금씩 진행되어 1980년 이전에 간척이 완료된 것으로 조사되었다.

이원면 관리 18명, 소원면 의항리 16명, 송현리 9명, 파도리 17명, 안면읍 승언리 7명, 고남면 장곡리 8명, 고남리 12명, 누동리 17명 등 총 104명이 인터뷰에 응하였고, 인터뷰는 2009년 10월 13, 14, 15일 3일에 걸쳐 실시하였다.

간척사업이 지역주민들에게 미친 영향을 알아보기 위해 인터뷰를 통해 고찰한 결과 지역별로 간척에 대한 호불호(好不好)가 확연히 구분되는 결과를 얻었다. 1980년대 이전에 간척한 지역(소원면 의항리·송현리·파도리, 안면읍 승언리, 고남면 장곡리·누동리)은 식량 자급과 자연재해로부터의 탈피라는 긍정적인 견해를 보이고 있는데 반하여, 그 이후에 간척하거나 간척이 진행되고 있는 지역(고남면 고남리, 이원면 관리)은 지역주민의 소득이 감소했다는 측면에서 부정적인 견해를 보이고 있다.

태안반도 지역은 구릉성 산지가 침수를 받아 형성된 지형으로 곡물 생산을 위한 논이 절대적으로 부족하였다. 따라서 외지에서 들어오는 곡물의 가치는 그만큼 높았고, 곡물 자급에 대한 지역주민들의 바람 또한 매우 컸다고 한다. 또한 들쭉날쭉한 해안선으로 인해 인근 마을까지 혹은 중심지까지의 이동에 제약을 받았고, 백중사리나 폭풍해일과 같은 자연재해에 취약점을 드러내고 있었다. 이러한 시기에 갯벌에서 생산되는 생산물은 자급 자족 수준에 머물렀고, 이러한 사실은 이 시기 갯벌의 경제적 가치가 작물보다 못했음을 의미한다. 이러한 상황에서 갯벌의 간척은 경작지의 증대에 따른 곡물수급 완화와 풍수해로부터의 방어, 접근성의 증대를 가져오는 긍정적인 효과를 보여주었다.

그러나 1980년대를 지나서 자급자족을 넘어서는 곡물의 생산량에 의한 곡물가격의 하락과 이미 간척된 지역을 중심으로 교통 및 교통시설이 발달해 접근성이 증대됨으로써 간척에 대한 긍정적인 부분은 많이 상쇄되었다. 또한 냉장기술의 발달과 편리해진 교통수단은 갯벌에서 생산되는 수산물의 장거리 수송을 가능케 하였고, 내륙지역에서의 수요 증가는 수산물 가격의 상승을 가져왔다. 이러한 결과는 결과적으로 지역주민들의 갯벌에 대한 경제적 가치에 대한 인식변화를 가져왔고, 간척에 대한 부정적인 견해를 가지게 한 요인으로 작용한 것으로 여겨진다.

6. 연안습지 복원에 대한 국제적 추세

최근 기후변화 문제가 국제적 현안으로 대두하면서 갯벌의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 갯벌, 홍수림(맹그로브), 갈피술(바닷물에 완전히 잠겨서 사는 식물) 등 연안습지의 탄소 흡수 기능은 강력하다. 이를 바다의 탄소 저장고라는 의미의 '블루카본(Blue Carbon)'이라고 하는데, 육지의 주요 탄소 흡수원인 열대림과는 비교할 수 없을 정도로 크다고 한다.

간척사업으로 국토를 확장한 대표적인 국가들로는 네덜란드, 독일, 덴마크 등을 들 수 있다. 그러나 독일에서는 해안선을 일직선으로 그어 갯벌이나 바다를 메꾸는 간척사업은 1930년대부터 중단되었다. 1980년대 후반부터는 법으로 정해 모든 간척사업을 금지하였다. 네덜란드나 덴마크도 1980년대 이후에는 간척사업을 하지 않는다. 최근에는 갯벌의 생태적 가치와 소중함이 새롭게 부각되면서 네덜란드를 비롯하여 미국, 독일, 일본 등의 여러 선진국에서는 메웠던 간척지를 다시 갯벌로 환원하는 역간척 사업을 추진하고 있다.

미국의 경우 사유지를 갯벌로 복원할 때 국비와 지방비로 충당하고, 일부는 기부를 통해 조달된 자금으로 사유지를 매입하고 있다. 또 복원과 관련하여 연관된 기관이 모두 참여하고 또한 주민의 참여를 통하여 사업의 성과를 높이고 있다. 복원방식은 순응적으로 하며, 사업초기에는 소규모로 하면서 점진적으로 규모를 늘려가는 방법을 취하고 있다. 또한 모든 갯벌복원의 과정은 모니터링을 통하여 각 단계를 평가하고 있다. 특히 캘리포니아 사우스베이 지역의 폐염전 갯벌의 복원과정을 알 수 있는 웹사이트 등을 운영하여 대중을 위한 교육기회를 동시에 제공하기도 한다. 또한 습지복원은 다양한 환경의 습지복원 이외에도 홍수관리와 레크리에이션 기회 제공에 많은 배려를 하고 있다.

캘리포니아의 경우 사업의 주체는 캘리포니아 연안관리국, 미국 어류·야생동식물보호국이며 이에 따라 중앙정부와 지방정부가 사업의 주체이다. 캘리포니아 사우스베이의 복원 기간은 30년으로 장기적인 계획을 하고 있다.

독일의 갯벌 정책은 전통적으로 해일로부터 연안 주민의 안전에 최우선을 두고 있으며, 최근에도 방조제의 높이를 높인 이력이 있다. 그러나 최근 지질학자를 중심으로 일부 방조제를 터서 습지를 조성하는 것이 연안주민을 더욱 효과적으로 보호할 수 있다는 의견에 제기되고 있으며, 실제 일부 지역에서는 방조제를 터서 긍정적인 효과를 본 곳이 나타나고 있다. 복원 방식은 방조제를 후퇴시키거나 방조제 배후지의 습지를 복원하는 방식을 채택하고 있다. 복원함에 있어서 콘크리트와 같은 강성재를 사용하지 않고, 대나무와 같은 연성재를 사용하는 것을 권장하고 있다.

물리에너지의 감쇠방안으로 방조제에 갑문을 설치하고, 배후습지를 조성하려는 주장이 확산되고 있으며, 과거에 설치하였던 각종 방조제를 제거하는 시도도 점점 확산되고 있

다.

바덴해는 독일, 네덜란드, 덴마크 등 3개국이 공유하고 있으므로 지속적인 발전을 위하여 3개국이 참여한 바덴해 포럼을 발족시켰다. 갯벌의 모니터링은 일반항목, 화학, 생물, 서식지, 인간의 이용으로 구분하여 조사하고 있다. 방조제 전면에 인공습지를 조성하여 성공한 사례가 있었지만, 갯벌의 훼손이 심각한 지역에서는 양빈과 식물이식을 하였어도 효과적이지 못한 것으로 나타났다. 염습지를 조성하는 경우에는 평균 해수면보다 높은 지형으로 만들어야 하며, 니질 퇴적물을 잡아두기 위해서는 콘크리트와 같은 강성재보다 목책같은 연성재를 권장하고 있다.

일본은 갯벌을 복원함에 있어 다음과 같은 복원의 목표를 5가지 기본 원칙을 정해 놓고 이 범주 안에서 복원하고 있다. ① 육지와 바다의 연속성 회복, ② 생물다양성의 회복, ③ 수산자원의 회복, ④ 인간과 자연의 조화, ⑤ 지속가능한 이용 등이다. 일본의 경우 갯벌복원의 주요 원칙은 순응의 원칙과 반복의 원칙을 엄격히 준수하고 있다. 미국과 독일, 일본의 갯벌복원에 관한 공통적인 사항은 순응적 관리를 통해 점진적으로 복원하는 방식을 채택하며, 이 중간과정의 모니터링을 실시하여 복원과정의 진행상황을 평가하고 있다. 또한 복원과정을 실시함에 있어 관계주민 및 관계기관이 모두 참여하는 거버넌스를 구성하여 복원방법의 문제들을 사전에 조율하고 있다. 복원기간은 10년 이상으로 장기간에 걸쳐 시행하고, 그 동안 복원성과를 바탕으로 대략 5년 주기로 계획을 수정하고 있다.

1) 미국(캘리포니아 사우스베이 염전복원 사례)

샌프란시스코만 하구의 약 85~90%의 습지는 도시개발, 농경지, 염전으로 이용되어 지난 2세기 동안 사라지거나 그 용도가 변경되었다. 특히, 샌프란시스코 만에서 1854년부터 상업적인 소금생산이 시작되면서 염전 개발이 사우스베이 대부분 지역으로 확산되어 염전의 총 넓이는 150.2km² 정도 였다. 이로 인해 이곳에 서식하는 어류와 야생동식물이 사라졌고, 수질이 저하되고 탁도가 증가되었으며, 하구가 축소되면서 물리적 변화와 함께 준설이 필요하게 되었고 홍수의 위험이 증가되었다.

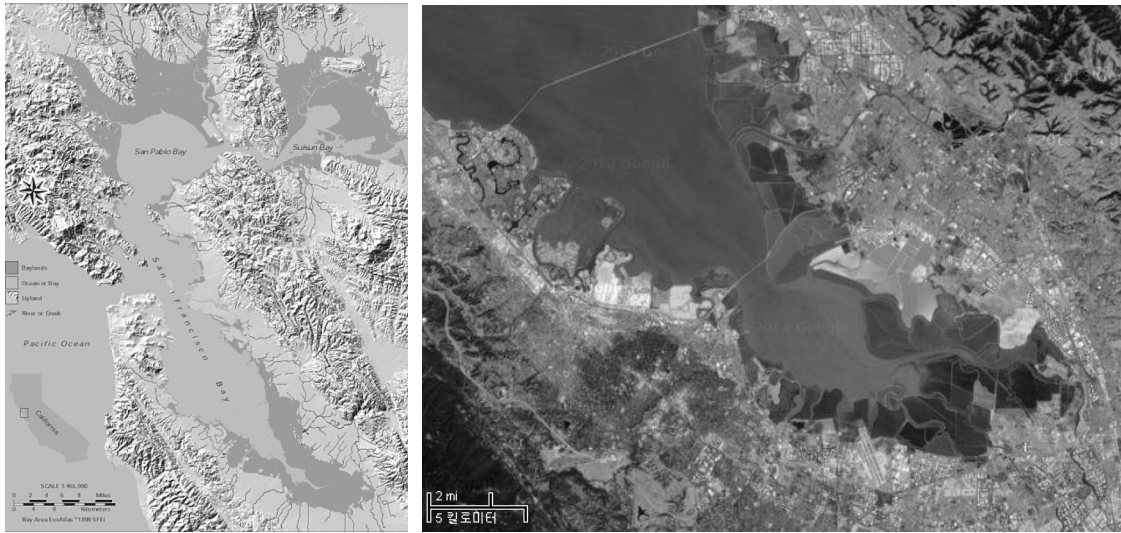
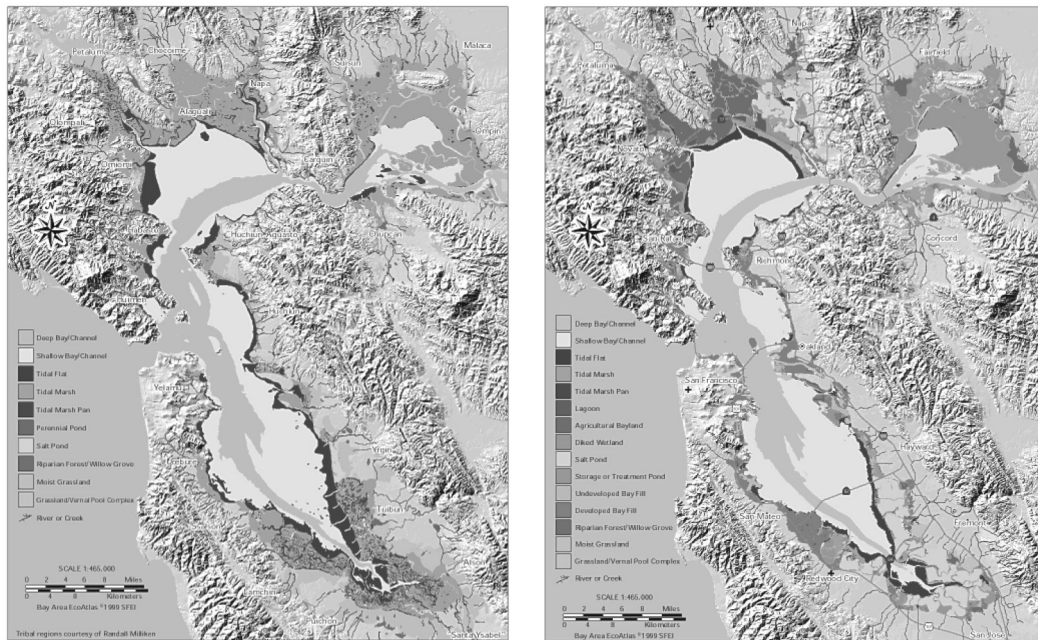


그림 12. 사우스베이 프로젝트 지역



<1850년 토지피복도>

<1998년 토지피복도>

그림 13. 사우스베이 토지피복 변화

사우스베이 염전의 장기 복원 계획은 샌프란시스코만의 물리, 화학, 생물학적 건강성을 향상시켜 주기 위하여 캘리포니아 연안관리국이 미국 어류, 야생동식물 보호국과 캘리포니아 자원청 산하 야생동물 보호국 등과 함께 다음과 같은 목표를 설정하였다.

- ① 갯벌 습지 서식처의 보존과 개선 : 복원된 갯벌은 멸종위기인 캘리포니아 갈색뿔부기, 소금물맷발쥐, 다양한 어류, 바다표범 그리고 수생태동식물의 서식지가 될 것, 오염물질을 정화하고 많은 늪지가 형성되어 철새와 물새의 먹이공급처와 휴식처로서의

기능을 다 할 것

② 홍수관리개선 : 홍수조절의 기능을 담당하게 될것

③ 대중에게 오염되지 않은 자연에의 접근성 향상과 레크리에이션 기회제공 : 자전거도로와 도보용도로가 건설되며 낚시의 기회 제공, 환경교육 기회 제공 할 것

샌프란시스코 만의 습지 복원 사업은 최종적으로 홍수조절, 수질개선, 레크리에이션 기회 제공, 멸종위기 동식물 종과 철새 서식지 제공 등의 편익을 위해서 반드시 필요한 평가사업으로 추진되었다.

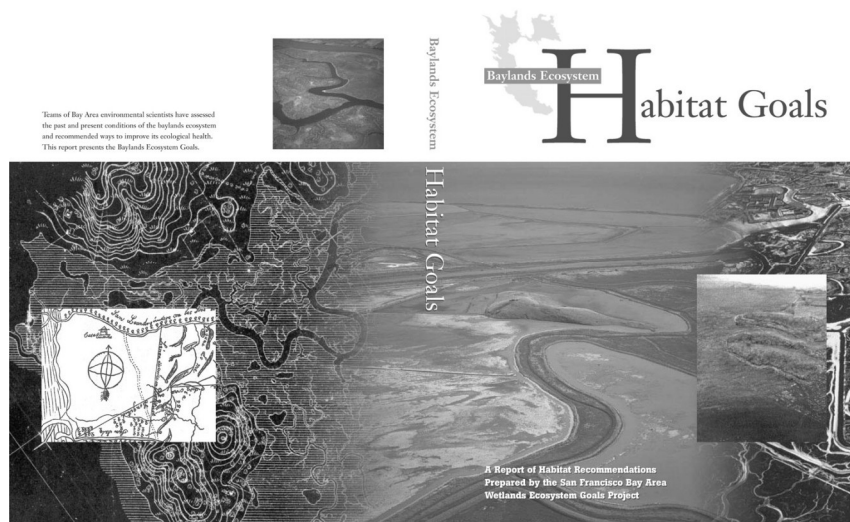


그림 14. 사우스베이 염전 복원 프로젝트 report

사업의 관리는 미국 어류, 야생동식물보호국과 캘리포니아 자원청 산하 야생동물 보호국이 토지 보유와 관리의 임무를 가지고 카길의 기술적 보조를 받으면서 복원기본계획을 시행하고 있다. 캘리포니아주 연안관리국은 미국 어류, 야생동식물보호국과 캘리포니아 자원청 산하 야생동물 보호국과 파트너쉽을 가지고 장기복원계획이 가능하도록 노력하고 있다. 이밖에 연안관리국은 공동사업자인 캘리포니아 자원청과 긴밀한 관계를 유지하고, 신탁기구, 규제기관, 지방정부, NGO, 시민들과 유대관계를 가지고 사업을 진행하고 있다.

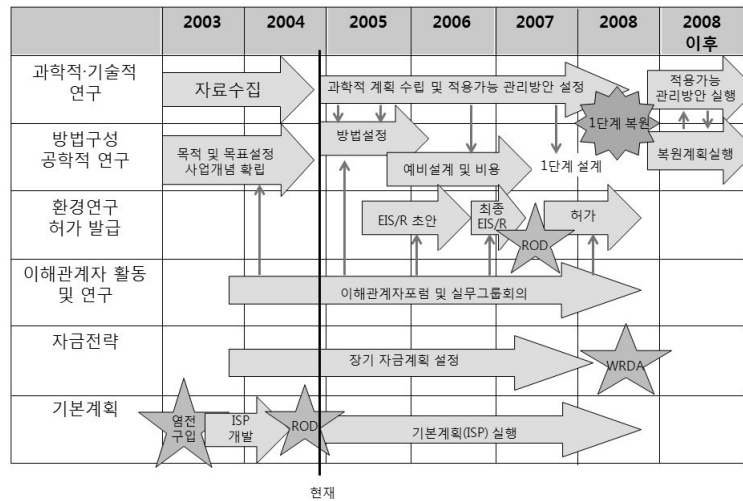


그림 15. 사우스베이 염전 복원 프로젝트 추진 계획

사업의 수행절차는 ①상황분석 : 사업이 진행될 지역의 지형과 해류 흐름 또는 습지의 깊이 등 심층 조사를 우선적으로 하며, 수질분석과 퇴적물 분석을 위하여 표본을 채취하고 수리·지형학적 상황 즉 퇴적, 수생식물 등 염습지 또는 염습지와 인접한 지역에 서식하는 야생동식물에 대한 정밀 조사 등을 하며 홍수관리의 필요 타당성, 수량조절을 위한 구조물의 수용량과 현 상황 등에 대한 면밀한 조사, 기본관리계획 수립, 문화자원 조사, 대중의 접근성과 천연자원에 기반을 둔 레크리에이션 기회 등에 대한 조사를 한다.

②복원계획의 목표와 목적설정에서는 사업관리팀이 복원사업의 목표와 목적을 설정하고, 이해당사자들간의 포럼, 과학지원팀, 규제기관과의 협력 하에 사업을 개발 발전시키고, 계획 실행을 위한 방법이 사업의 목적에 부합하는지 평가하고 보존관리 계획, 어류 및 멸종야생동식물 복원계획, 샌프란시스코 만 개발계획, 샌프란시스코 만 수질관리 위원회의 유역관리계획 등 기존 계획과의 연관성을 분석한다.

③홍수관리 계획과의 복합적인 전략 개발에서는 사업관리팀이 산타클라라 밸리의 수질 관리구역, 앨러미다 카운티의 홍수조절구역, 산마테오 카운티의 홍수조절구역, 산호세와 그 외 도시의 지역사회, 미육군공병단과 협력하여 복원과 홍수관리계획을 통합 관리한다.

④서식지 복원을 위한 대안적 방법 개발에서는 포괄적인 목표와 목적에 기초하여 정의하며, 복원계획의 대안은 단계에 따른 선택적 방법, 준설을 할 때와 하지 않는 경우, 장기적으로 염전과 염습지를 서식지로 개발할 것인지 등 다른 대안을 포함한다. ⑤대안적 방법들의 기술적인 분석 시행에서는 예측모델을 이용하여 효과적인 복원 전략을 계획하고 또한 대안적 복원 계획들이 미치는 영향을 분석하며, 지반공학적 분석과 예측모델을 사용하여 사업의 홍수관리 기능을 평가한다. 사업관리팀은 비용 효과적 방법의 공학적 설계를 선택하여 각 대안적 방법에 대해 영향을 평가하고 비용편익 분석을 하여 최종적으로 실

행이 가능한 방법을 결정한다. ⑥대안적 방법의 환경 평가에서 사업관리팀은 캘리포니아 자연환경법/국립환경정책법에 준하여 환경영향보고서/환경영향평가서를 작성하여 첫 단계의 복원사업을 실행 할 때, 사업의 특성을 자세히 기술하도록 하고 있다. 사업특성에 대한 자연환경법/국립환경정책법에 대한 검토 후 사업의 다음 단계를 실행한다. ⑦대안적 방법 결정과 결정된 방법 설계에서는 기술과 환경분석을 통하여 실행방법이 결정되며 방법은 최대한 세부적인 설계과정을 거쳐 실행되며 다음과 같이 세 가지 대안이 제시되고 있다. 복원계획의 대안에서 서식지 유형의 혼합방안은 특수 종 또는 철새 등을 포함한 야생동식물의 다양성 보존, 사우스베이 토종 생물의 다양성 보존 등의 이익을 우선으로 하며, 복원계획의 대안은 홍수방지와 대중의 접근성을 향상시키면서 레크리에이션 기회를 제공한다. ⑧모니터링, 유지보수, 관리 방법 개발에서 염전 복원은 단계적으로 수행하는 것을 원칙으로 하며, 사업이 진행되면 문제점이 발생되고, 복원계획이 변경될 수 있다. 또한 적용 가능한 방법들은 각 단계마다 이전 단계의 결과를 고려하여 적용될 수 있고 새로운 복원 기술이 도입될 수 있다. 모니터링은 복원 목적에 맞게 수행되는지, 허가를 받기 위한 요구사항에 맞는지, 또한 복원의 다음 단계를 분석하고 관리방법을 결정하고 확인할 수 있는지 등을 단계적으로 결정하여 진행하여야 한다. 마지막으로 사업 완성과 다음 단계를 위한 준비하는데, 여기서는 사업관리팀과 경영 지도자그룹, 동반자 부서와 기관들은 복원, 개선, 장기적 사업지역관리를 위한 실행계획, 자본 전략을 협력하여 개발한다.

본 프로젝트에서는 지역사회와 이해관계 기관과의 대화를 통하여 공청회, 워크숍, 웹사이트 개설 및 운영, 이메일을 통한 뉴스레터 발송, 대언론 공식발표, 설명회 등을 개최하여 일반 대중에게 사업진행 사항을 공유할 수 있게 한다. 하지만, 이러한 프로젝트에서 몇 가지 극복할 문제점이 있는데, 먼저 사우스베이 염전복원과 관리사업은 과학적이고 기술적인 달성을 보여주었지만, 자원청과 NGO 사이는 복원계획의 목표에 대한 의견 충돌이 있었다. 또한 관리 또는 사회기반시설의 통제로 계획된 습지 복원과 자금유지가 어려운 복잡한 문제도 발생하였다. 이밖에 염전의 인공적 관리와 염습지 환경을 어느 정도로 할지, 지류 또는 배수시설과 제방을 만들기 위한 퇴적층의 이용가능성 여부, 홍수관리 구조물의 설계여부, 송전선 등 현존 사회기반시설 보존 여부, 침수성 동식물의 종 조절 등의 문제들이 노출되었다.

사우스베이 복원사업의 최종 임무는 5년 안에 수행될 수 있는 계획으로서 과학적으로 건전하고 대중에게 레크리에이션 기회와 용이한 접근성을 제공하는데 있으며, 목표는 염습지, 염전, 연안갯벌을 포함한 다양한 환경의 습지복원, 홍수관리, 자연에게 대중의 접근성 향상과 레크리에이션 기회 제공에 있다. 관리팀은 사업개발업무와 총 행정업무를 관리하며 최종 지도와 감독업무를 맡고, 관리팀은 주요 정책결정의 주체로서 최종 사업계획을

설계할 때 권한을 가진다. 관리팀은 캘리포니아주 연안관리국, 미국 어류·야생동식물보호국과 캘리포니아 자원청 산하 야생동물보호국의 임원들로 구성된다.

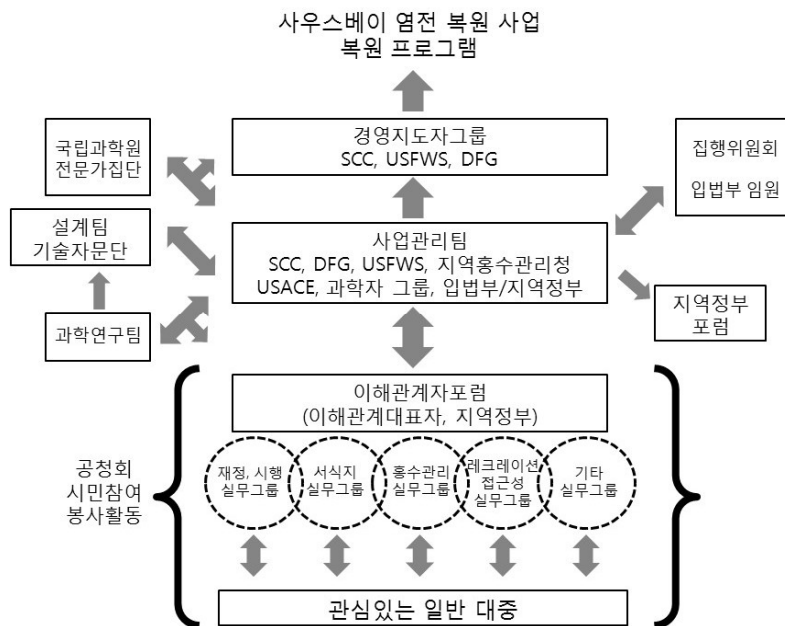


그림 16. 사우스베이 염전 복원사업의 조직도

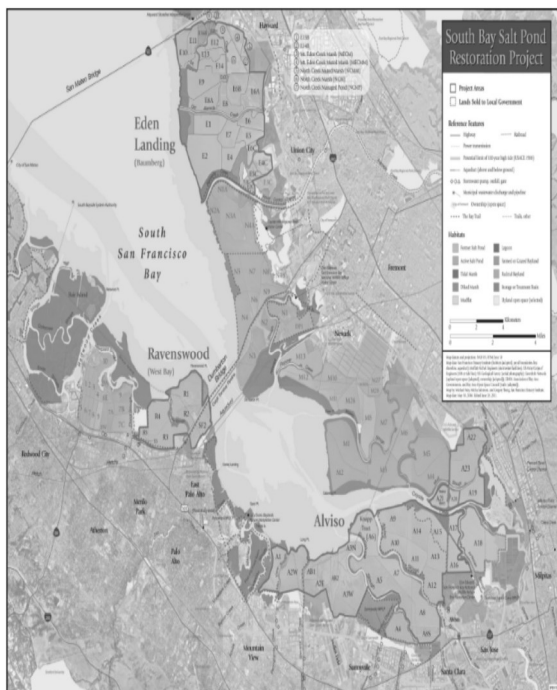


그림 17. 기본계획이 시행된 이든랜드염전, 알비소염전, 라벤스우드염전

2) 독일(바덴해 갯벌)

바덴해는 세계 5대 갯벌의 하나로, 1976년 처음으로 람사르습지 보호지역으로 지정되었으며, 2009년에는 유네스코 세계자연유산으로 등록되었다. 본 갯벌은 네덜란드, 독일, 덴마크의 3국에 걸쳐 위치해 있어, 단일 정부의 갯벌 보호 정책으로는 그 실효성이 의문 시되고 있으며, 1987년 독일 니더작센의 빌헬름스하펜에 그 본부를 두고 바덴해 갯벌 조사, 정책 생산, 관리 업무를 시작하게 되었다.

바덴해 지역의 간척은 약 11세기부터 시작되었으며, 주로 해수의 침수를 막기 위한 자연재해 방재가 목적이었으며, 이후 방조제 배후 지역을 간척하면서 간척 역사가 시작되었고, 16세기 후반에는 상당 부분의 갯벌이 간척되었다. 20세기 이르러서는 방조제는 7.8m 높이에 이르게 되었고, 약 20km까지 외해로 전진하였고, 습지 및 갯벌의 면적은 약 50% 가량 감소하였다. 그 결과, 극심한 지형 및 생태계의 변화를 겪어왔지만, 개발압력(항만 기능유지 외) 및 자연재해로부터 인근 주민 삶과 터전의 보호라는 구호 아래, 예상 외로 방조제의 높이는 지난 50년 동안 더욱 높아지고 있다.

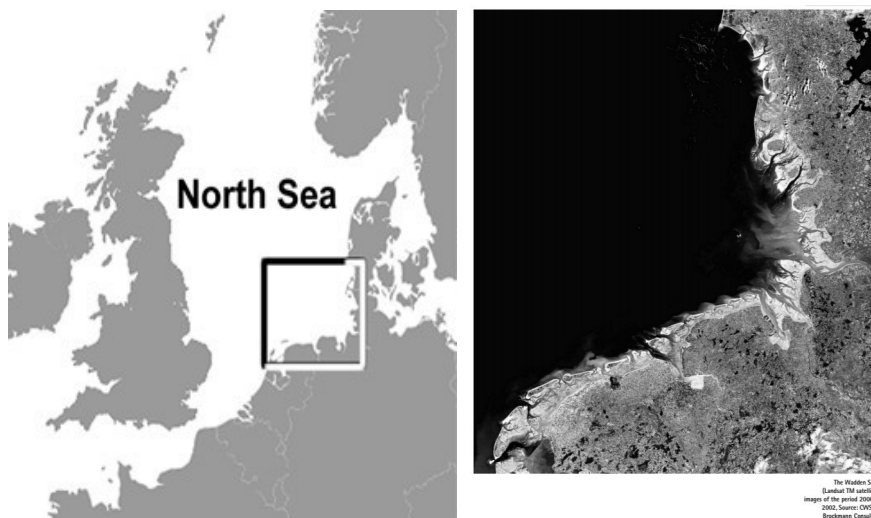


그림 18. 바덴해 위치도

이렇듯 갯벌의 감소는 필연적으로 갯벌 퇴적물의 재분배 및 지형변화를 야기하게 됨으로서 해안선 및 방조제 전면부의 침식현상은 두드러지게 나타났으며, 일부 부분적으로 남아 있던 염습지 또한 높은 에너지로 사라지게 되었고, 바덴해 전체의 해수면 상승을 가져와 침식현상은 가속화되고, 해수면 상승과 더불어 자연재해 증가, 생태계 및 지형변화까지 오게 되면서, 갯벌의 보호 및 보존에 머물지 않고 능동적인 갯벌복원의 필요성이 제기되었다.



그림 19. 북해연안의 바닷해 갯벌 보존지역 위치 및 분포

독일의 갯벌은 일차적으로 국립공원으로 지정하여 보호되고 있으며, 3국 바덴해 공동위원회 CWSS(Common Wadden Sea Secretariat)의 조사 및 정책에 따라 관리되고 있다. 과거 위원회에서는 갯벌의 보존 및 보호에 중점을 두고 있다면, 21세기에는 방조제를 높여 자연재해를 방재하기에는 역부족으로 인식되면서, 점진적으로 방조제의 일부를 허물어 자연 갯벌로 복원/회복하는 방안이 재해를 최소화하고 기후변화 적응의 방책으로 여겨지고 있다. 특히, 일부지역에서는 외래종의 유입을 차단하고 소멸된 생태계를 회복하기 위해서는 방조제를 뒤로 후퇴시키거나 혹은 일부 방조제를 허물어 방조제 배후에 갯벌을 조성하려는 계획을 최근에 제기하고 있다.

기존의 갯벌복원 사례를 살펴보면, 먼저 갯벌을 가능한 현재의 자연 상태로 보호하는 것이 목적이며, 불가피하게 인간이 다시 개입하는 갯벌 복원에는 매우 신중한 입장을 취하였다. 그럼에도 불구하고 자연재해로부터 방조제를 보호하고자 방조제 전면에 인공습지를 조성하는 복원 시도가 몇몇 지역에서 이루어졌으며, 매우 성공적인 사례도 있었다. 하지만, 사주 전면의 침식을 최소화하고자 침식이 심각한 일부지역에서 양빈 및 사구 식물 이식을 실시하였지만, 그 효과는 만족스럽지 못하였다. 즉 낮은 높이의 T형 그로인은 파랑의 일차적인 방지용으로 작용하였지만 세굴현상이 미약하였다. 그러나 니질 퇴적물을 붙잡아둘 수 있는 목책의 설치는 매우 효과적으로 나타났다. 지형을 높이면서 염생식물이 자라나게 되어 염습지가 조정되었고, 방조제 전면부는 육지화가 진행되고 있다. 현재 이곳은 철새들의 서식지로 활용되고 있고, 방조제 위로 갯벌 및 조류 관찰로를 만들어 관광객을 불러들이고 있어 갯벌 복원의 성공사례로 알려지고 있다.

하지만 이러한 조치에도 불구하고 지구온난화로 인한 폭풍해일의 빈도 및 강도가 증가하면서 모래 유실은 불가피한 현상으로 받아지고 있다. 현재 전 지구적으로 약 70% 이상

의 해안이 침식을 겪고 있으며, 이 원인은 주로 산업화에 따른 모래 고갈뿐만 아니라, 모래를 공급하는 하천 혹은 산악지역에 설치된 댐의 영향으로 알려지고 있다. 따라서 바덴해 지역 또한 모래의 결핍은 불가피하여 보다 근본적인 대책 마련이 필요하다는데 공감하고 있다.

현재 진행 중인 독일의 갯벌 복원 계획은 인간활동의 부작용 결과를 천문학적인 비용으로 감당하기에는 한계에 도달하였다. 따라서 복원 계획의 중심은 방조제를 허물어 부작용 방재를 위해 지불했던 경제적 비용을 줄이는 것으로서 자연 상태로 되돌리는 계획이 필요하게 되었다. 현재 이러한 논의가 활발하게 진행되고 있다.

3) 일본(산반제 갯벌)

일본 동경만에는 약 136km²의 갯벌이 있었지만 1960년대부터 육지의 공업화와 도시화, 항만의 발전과 함께 매립이 급격히 진전되었고 그 결과 현재는 90%에 이르는 갯벌이 손실되었다. 동경만 안쪽의 산반제는 2차 세계대전이후 대규모 매립과 배후지의 도시화에 의해 산반제와 그 주변은 큰 변화를 맞게 되었다. 매립으로 조성된 공업용지 조성은 생태계 변화, 어업생산의 감소, 수질오염을 유발시키는 원인이 되었고, 이 이외에도 파랑과 흐름의 변화뿐만 아니라 하천으로부터 공급되는 담수나 토사의 흐름도 변화시켰다.

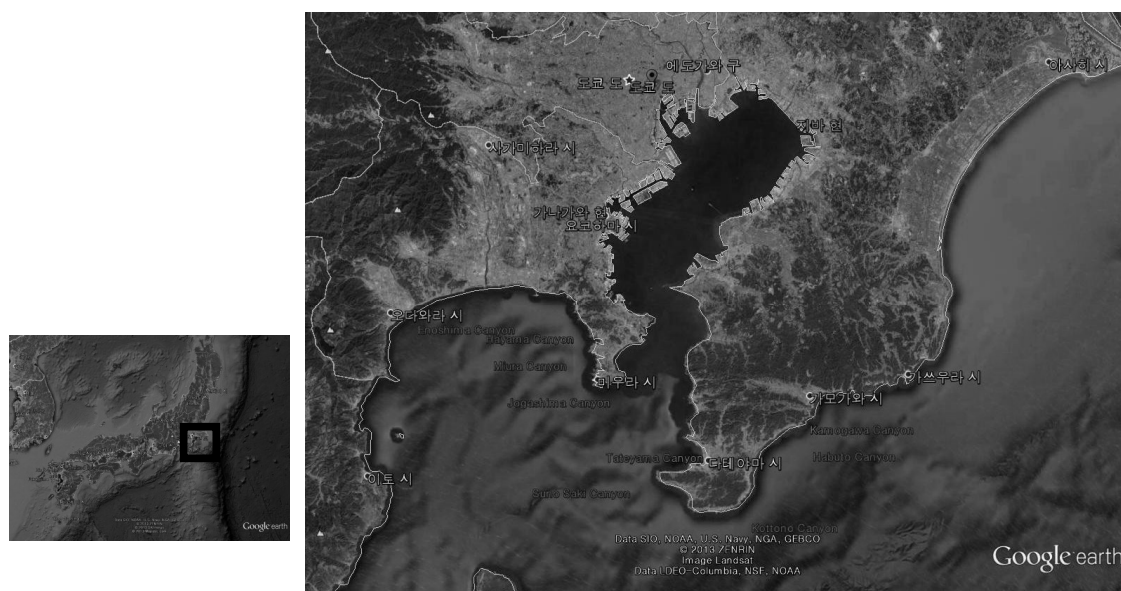


그림 20. 일본 산반제 갯벌 위치도

현재 산반제는 개발전의 환경과는 크게 달라졌지만, 남아 있는 갯벌은 동경만에서 다양한 자연환경을 가진 귀중한 곳으로 부각되어 지바현은 개발로부터 자연과 인간이 공생하기 위하여 원래의 산반제 매립계획을 중지하고 산반제 갯벌을 복원하기 위한 계획을 수립하는 한편 다양한 계층의 주민이 참여한 “산반제 복원검토회의(원탁회의)”를 설치하였다.

사업의 목표는 조간대·천해역, 생태계·조류, 어업, 수·저질환경, 바다와 육지와의 연속성·호안, 산반제를 활성화한 마을 만들기, 바다와 연안이용, 환경학습교육, 유지·관리, 재생보전이용을 위한 제도 및 랍사르 등록추진, 홍보, 동경만 복원과 연결되는 광역적 대응이다. 상시 12개의 시행사업은 부문마다 별도의 목표를 설정하고 이를 실행할 수 있는 실천계획 및 체계를 작성하고 주요 사업내용을 결정하였다.

산반제 복원에 있어서 인간은 자연, 생물, 생태계 등 자연환경을 모두 알 수 없다는 점을 인식하고, 항상 겸허하게 그리고 신중하게 행동하는 것을 기본으로 하고, 4가지 측면을 고려하여 복원을 추진하였다. ①전문가 지식과 어업인 경험의 조화, ②사업실시에 따라 영향 예측의 불확실하게 하기 때문에 이 영향을 받을 수 있는 경우는 예방적 태도를 기반으로 하고, 필요에 따라 수정하여 순응적 관리의 원칙을 통해 갯벌복원을 하도록 하였다. ③자연 생태계의 특징을 그대로 유지시키고, 현 세대의 단기적인 이익뿐만 아니라 다음 세대까지 계속적인 재산으로써 장기적인 관점을 가지고 현명한 이용의 원칙을 기초로 하였다. ④협동조직(행정, 현민, 지역주민, 어업자, NPO(Non-Profit Organization), 사업자 등 분담을 원칙으로 협력하여 노력한다 등이다.

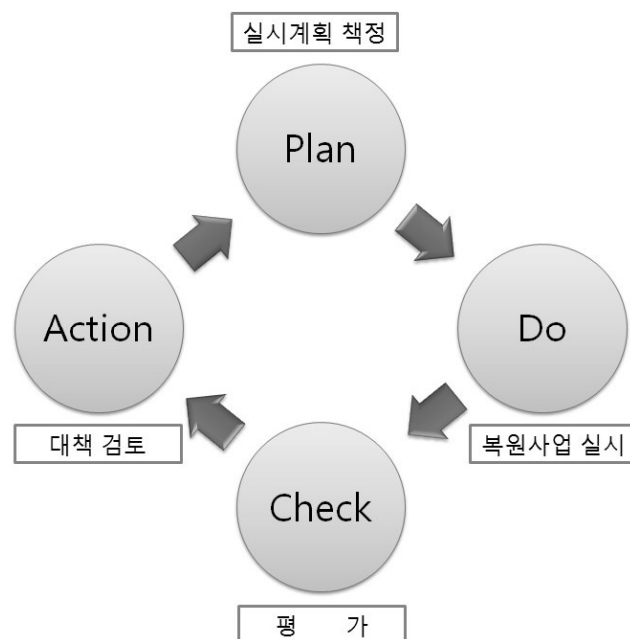


그림 21. 효율적인 갯벌 복원 과정(일본 산반제 PDCA 사이클)

7. 연안습지 복원의 목표 및 가이드라인

1) 연안 습지복원 정의 및 구성요소

- **생태복원** : 자연적 또는 인위적인 간섭에 의해 훼손된 생태계(중요한 서식처나 생물종)를 원래의 생태계로 회복시키거나 유사한 생태계로 대체·창출하는 것
- **습지의 복원** : 과거에 훼손된 습지의 생태계 및 자연환경을 원상태로 되돌리는 것을 목적으로 습지를 재생·창출하면서 인공습지를 조성하거나 또는 원상태를 유지하는 것

복원(restoration)의 문헌적 의미는 원상태의 회복이라고 할 수 있다. 그러나 현재 복원이라는 단어는 단순한 원상태의 회복 이상의 포괄적인 의미로 사용되고 있다. 보통은 생태계의 기능회복(ecological rehabilitation)과 결합하여 생태환경이나 연안환경의 복원에 대해서는 생태계 복원(ecological restoration)이라는 용어가 빈번히 활용된다. 따라서 여기서 의미하는 복원의 개념은 인간활동에 의한 생태계의 변화를 방지하고 나아가 훼손되기 이전의 상태로 되돌리고자 하는 일체의 행위를 의미한다. 이러한 의미에서 살펴보면 연안환경의 복원(restoration of coastal environment)은 인간활동에 따라 파괴되거나 변형된 연안지역의 환경을 이전의 상태로 되돌리려는 일체의 노력을 뜻하는 것으로 이해될 수 있다. 또한 생태적 복원(ecological restoration)은 건강성, 보전, 지속가능성의 관점에서 생태계의 회복을 도모 또는 가속화시키는 계획된 활동이라 할 수 있다. 보다 구체적으로 정의를 내리면 “생태적 복원은 퇴화 또는 손상되거나 파괴된 생태계의 회복을 돕는 과정” 또는 “생태적 건강성의 재생과 유지”라고 할 수 있다.

그러나 복원된 생태계는 여타 제약조건들로 인해 반드시 과거의 상태로 회복될 수 있는 것은 아니며, 현재의 이용여건과 상황을 고려하지 않은 채 과거로의 복귀만을 의미하는 것도 아니다. 실제로 심각하게 손상된 생태계의 역사적 조건이나 과거상태를 정확하게 파악하는 것은 어려우며, 실제로는 불가능할 수도 있다. 그럼에도 불구하고 손상된 생태계의 구조와 기능에 대한 이해, 손상되지 않은 생태계와의 비교·연구, 지역별 환경여건에 대한 정보, 기타 생태적·문화적·역사적 정보에 대한 분석의 조합(combination)을 통해 역사적 조건의 일반적 방향과 범위를 설정할 수 있다.

생태계 복원계획은 신중한 접근이 필요하며, 공동의 의사결정이 일방적으로 만들어진 의사결정보다 더 효력을 발휘한다. 이러한 이유로 모든 이해관계자들의 합의를 통해 복원

계획에 대한 의사결정에 도달하는 것이 필요하다. 왜냐하면 지난 1990년대 이후 수많은 사회적 논란을 일으켜온 간척 및 매립사업과 마찬가지로 생태계 복원에도 많은 이해관계자들의 다양한 이해관계와 의사가 얽혀있기 때문이다. 일단 복원 계획이 착수되면, 생태계 복원에 대한 시스템적 계획수립과 모니터링 접근법이 필요하다. 복원대상이 인접 생태계와 복잡하게 관련되어 있을 경우 계획수립의 필요성은 더욱 커진다.

한편, 바람직한 역사적 경로(historical trajectory)에 따라 복원이 이루어질 때 인위적 조작하의 생태계는 미래의 건강성과 보전을 위해 더 이상의 외부적 도움이 필요하지 않게 되며, 이때 복원은 완료된 것으로 간주된다. 그럼에도 불구하고 복원된 생태계는 외래종의 침입, 다양한 인간활동의 영향, 기후변화, 기타 예측 불가능한 영향 등을 막기 위해 지속적인 관리가 필요하다. 이러한 측면에서 복원된 생태계는 손상되지 않은 생태계와 다를 바가 없으며, 모두 일정 수준의 생태계 관리를 필요로 한다.

복원의 사례와 유형은 앞서 복원의 개념에서 언급한 것과 같이 인간활동에 기인한 생태계 위협요인으로 인해 변화된 생태계의 일부 재생에서부터 상대적으로 많은 영향을 받은 지역에 대한 완전한 관리에 이르기까지 그 대상과 범위가 매우 광범위하다. 연안환경 복원의 주요 대상이 되는 갯벌 및 습지와 같은 서식지의 복원은 ① 훼손된 지역에 어류, 조류와 같은 야생 동물의 서식지를 복구하고, ② 변화된 생태계 지역에 서식하는 동식물의 서식밀도와 양을 복구하거나, ③ 변화된 지역 인근에 그 이전과 유사한 형태로 생물종의 서식지를 창출하고, 마지막으로 ④ 인간이 받아들이는 심리적 가치와 만족감을 그 이전 수준으로 회복하는 총체적인 과정을 포함한다.

생태계 복원의 몇 가지 단계 및 유형을 간략히 도식화하면 다음과 같다. 즉, 생태계의 복원과 관련된 여러 유형은 생태계의 구조와 기능의 두 가지 축으로 표시된 이차원 상에 표현이 가능하다. 우상방의 '원래 생태계'는 종의 다양성이 높고 생태계의 기능이 활발하게 일어나고 있는 복잡한 상태를 의미한다. 만일 인간의 간섭이나 자연적 현상으로 인해 종 다양성이 감소하고 생태계 기능의 저하가 발생한다면 그러한 상태를 '훼손된 생태계'라 명명할 수 있을 것이다. 원래의 생태계에서 훼손된 생태계로 변하는 과정을 훼손이라 한다면 그 반대의 과정은 복구나 복원으로 생각할 수 있다. 물론 이러한 과정은 자연발생적으로 일어날 수도 있다.

복구(rehabilitation)가 원래 상태로 생태계의 기능과 구조를 되돌리기는 하지만 그 정도가 완전한 수준에 이르지 못한 것임에 반해 엄밀한 의미의 복원은 훼손되기 이전의 상태로 되돌려 놓는 것을 의미한다. 반면에 훼손되기 이전의 상태로 완전히 되돌리는 것에 대한 현실적 어려움으로 인해 원래의 상태는 아니나 그와 유사한 상태로 회복시켜 주는 복구도 복원의 유형에 해당한다. 또한 원래의 상태와 비교해 볼 때 종 다양성이나 생태계의 기능은 다르지만 훼손의 정도를 완화하고 치유하는 개선 및 대체도 복원의 한 유형으로

볼 수 있다.

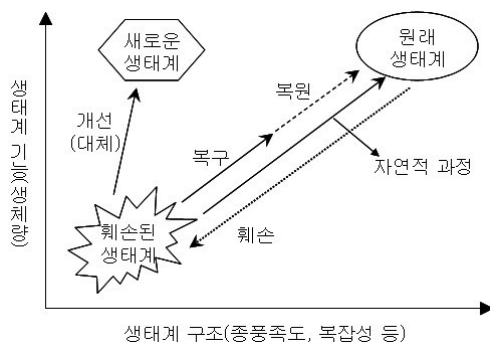


그림 22. 생태계 복원의 형태(Bradshaw, A. D., 1995)

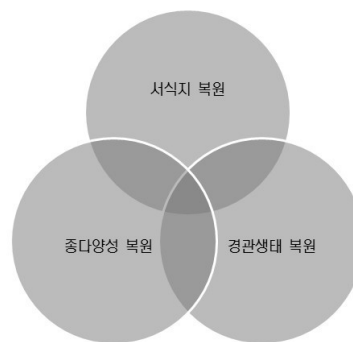


그림 23. 생태계 복원의 유형(한국해양수산개발원, 2007)

또한 복원의 유형을 원래 생태계와의 유사성 정도와는 다르게 복원의 관점이나 주요 대상에 따라 구분할 수도 있다. 서식지 복원은 주로 특정 종의 복원과 관련되는 개념인 반면 종다양성 복원은 그보다 폭넓은 대상을 목표로 삼는다. 비교적 최근 들어 관심이 높아지고 있는 분야인 경관생태 복원은 종다양성과 밀접한 관련을 지니면서 인간이 자연에 대해 갖는 심미적인 측면을 주로 강조하는 개념이라고 할 수 있다.

연안환경 복원의 역사가 깊고, 다양한 복원사업이 광범위하게 이루어지고 있는 미국에서는 복원과 관련된 다양한 연구를 통해 복원사업의 시스템적 접근에 대한 이해가 축적되어 왔다. 예를 들어, 국가연안복원전략(RAE and NOAA, 2002), 생태복원협회(Society for Ecological Restoration)의 가이드라인(Clewell *et al.*, 2000), 국가기술 매뉴얼(Sea Grant Oregon, 2002) 및 기타 다방면에 걸친 관련 연구를 통해 가장 바람직한 시스템적 접근법이 마련되었다.

이러한 시스템적 접근은 연안환경 복원과 관련된 이해당사자들 즉, 환경계획자, 엔지니어, 컨설턴트, 대학생 그리고 기타 연안복원 계획에 포함된 사람들에게 일반적인 접근법을 제공함과 동시에 연안복원 계획에서 효율적임이 입증된 틀을 제시하고 있다. 복원사업에 대한 시스템적 접근의 다섯 가지 주요 구성요소는 계획(planning), 실행(implementation), 성과평가(performance assessment), 적응적 관리(adaptive management), 결과의 보급(dissemination of results)과 같다. 이러한 접근법은 복원 방법론에 초점을 맞춘 Borde *et al.* (2003)의 연구와 관련하여 개발되었다.

(1) 계획(Planning)

계획 단계는 사업의 목표 및 세부목적, 사업에 대한 성과지표의 수립이 포함된다. 목표와 성과지표의 설정에서 고려해야 될 요인으로서는 시간 및 공간규모, 구조적 및 기능적

조건, 교란된 생태계의 잠재적 복원력 등이 있다. 본 단계에서 복원되는 시스템의 유형이 결정되고 장소가 선택된다. 장소선택은 역사적 조건, 현재 변화의 정도, 현재의 생태적 조건, 기타 요인 등이 고려된다. 물리적 노력의 결정, 공학적 설계, 원가 계산, 스케줄링, 긴급사태 대책의 수립이 계획수립에 포함된다.

(2) 실행(Implementation)

실행단계는 현장 오염(contamination)의 평가와 같이 요구되는 평가로 시작된다. 건설과정에서의 일반적인 실수를 피하기 위해 공사는 사업의 목적을 잘 인지하고 있는 누군가에 의해 관리되어야 하며, 사업의 성공을 위한 파트너로서 엔지니어와 계약자는 건설과정에서의 의사결정이 시스템의 개선에 기여할 수 있도록 중요한 역할을 수행한다.

(3) 성과평가(Performance Assessment)

모니터링 프로그램은 모니터링 파라미터의 측정을 통해 성과지표의 관점에서 복원된 시스템의 개발에 대한 직접적 결과를 제공한다. 현장 표본추출법(Field sampling methods)이 각 파라미터 측정을 위해 이용된다. 복원사업 부근의 적절한 통제지역 선택은 모니터링 데이터 분석에 있어서 매우 중요하다.

(4) 적응적 관리(Adaptive management)

모니터링 프로그램은 사업공정에 영향을 미칠 수 있는 문제점을 확인하고, 계획의 성공을 평가하기 위한 도구로서 이용된다. 대략적으로 관리자가 이용가능한 선택은 시스템의 유지, 사업목표의 수정 등이 있다. 만약 모니터링 프로그램이 예정된 생태계 개발의 과정에서 벗어날 경우 이에 대한 조정이 이루어져야 한다. 이러한 적응적 관리는 국가 단위에서 권장되고 있으며, 많은 주요 복원계획에서 이용되고 있다.

(5) 결과의 보급(Dissemination of results)

사업에 대한 완결된 정보를 가능한 한 광범위하게 보급하는 것은 중요하다. 그러나 복원계획에 대한 국가적 검토와 뉴잉글랜드에서의 습지계획에 대한 최근의 검토(Shreffler *et al.*, 1995)는 기록 보존이 많은 사업에서 중요하지 않게 다루어져 왔음을 나타내고 있다. 사업의 모든 측면이 문서화되어야 하며, 미래계획에 대한 설계는 비용을 최소화시키고 성공가능성을 최대화시키기 위한 정보를 요구하고 있다.

앞에서는 연안생태계의 복원에 대한 일반적인 사항들을 알아보았다. 위와 같이 기술된 연

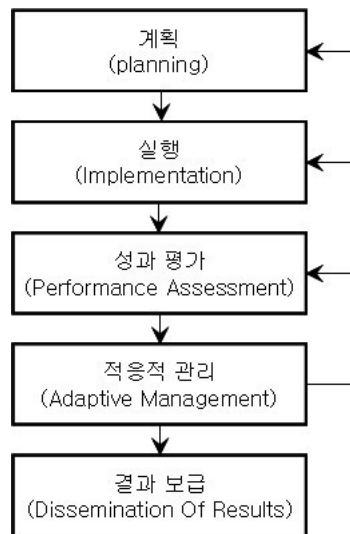


그림 24. 복원의 5가지 구성요
소 흐름도 (Diefenderfer and
Thom, 2003)

안생태계 복원에 있어서 일반적인 사항 외에 실제적으로 연안습지를 복원할 시에 필요한 기본원칙이 필요하며, 이는 다음과 같다(mitcsh and jorgensen, 2004).

①습지 생태학과 그 주요 원칙들에 대한 이해는 자연경관의 일부로 습지를 성공적으로 조성 및 복원하기 위해 필수적이다. ②집중시킬 수 없는 자연의 에너지 흐름을 집중시키려 혹은 바꾸려 하거나 경관이나 기후에 맞지 않는 생물종을 도입하려는 등의 과도한 엔지니어링 접근을 피해야 한다. ③최소 유지관리를 위한 자연 스스로의 설계에 의존한 설계를 진행해야 한다. ④자연에너지를 활용하는 설계를 해야 한다. ⑤수문학적, 생태학적 경관, 지형학적 경관, 해당 지역의 기후에 적합한 시스템을 설계해야 한다. ⑥다목적성을 지향하는 시스템을 설계해야 한다. 그러나 하나 이상의 핵심적인 개념을 갖는 것이 중요하다. ⑦시스템의 정착·유지에 충분한 시간을 투자해야 한다. ⑧형태·구조가 아닌 기능을 위한 시스템을 설계해야 한다. ⑨직사각형의 구역, 융통성 없는 구조와 수로들, 규칙적 형태 등 필요 이상으로 습지 설계를 과도하게 하지 말아야 한다.

2) 갯벌 습지복원의 목표 및 절차

갯벌복원의 목표는 훼손된 갯벌을 과거 훼손되지 않은 상태와 가능한 가깝게 복원함을 원칙으로 하여야 한다. 그러나 복원 대상지의 갯벌은 갯벌마다 훼손 정도가 다를 뿐만 아니라 갯벌 특성(해양지형, 해양물리, 해양생물, 해양화학, 해양공학)도 다르기 때문에 구체적인 목표를 설정하는 것은 실질적으로 매우 어려운 것으로 판단된다(한국해양수산기술진흥원, 2010). 따라서 넓은 범위의 공통적인 기본목표를 설정하고, 실행단계에서는 기본 목표를 벗어나지 않는 범위에서 세부적인 목표를 설정하여 추진하도록 하여야 한다.

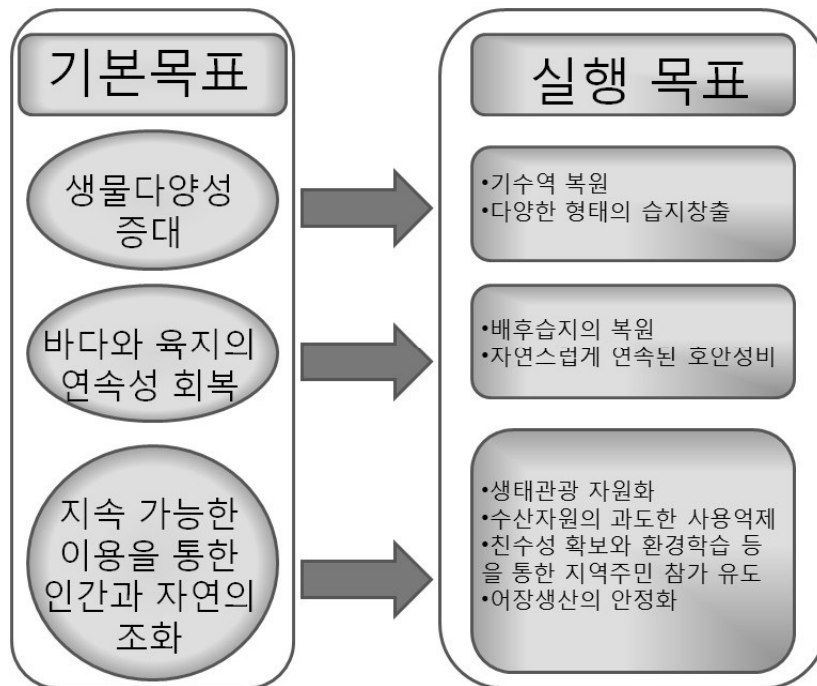


그림 25. 갯벌복원 기본목표 및 실행목표(한국해양수산기술진흥원, 2010)

3) 갯벌복원의 유형 및 추진절차

- **간척지의 갯벌 복원(역간척)** : 폐염전, 양식장, 농경지 등 간척지 또는 매립지에 대한 제방제거, 지반개량, 해수유통 등을 통해 건강한 갯벌로 복원
- **연륙도로의 해수유통 복원** : 육지와 섬 또는 섬과 섬을 연결하는 방조제 형태의 연륙도로에 해수유통 통로를 설치하여 건강한 갯벌로 복원하는 사업

갯벌복원의 유형은 간척지(양식장, 매립지, 폐염전 포함)의 갯벌복원, 연륙도로의 해수유통 복원, 갯벌 기능 개선 등으로 구분할 수 있다. 이중 갯벌기능 개선은 훼손 형태가 다양하고 원인 파악도 어려우며, 역간척과 맞지 않아서 본 갯벌복원의 유형에서는 제외하였다.



갯벌복원의 추진절차는 복원을 희망하는 지자체가 해양수산부에 신청하고, 심의를 거쳐 최종적으로 선정된다. 선정된 지자체에서 갯벌복원사업의 구체적인 세부 시행계획을 작성하여 최종적으로 해양수산부에 제출한다.

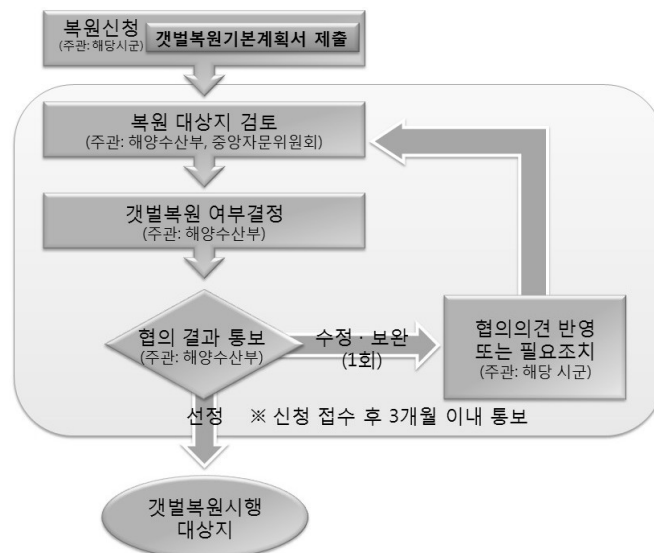


그림 26. 갯벌복원시행 대상지 선정
절차(한국해양수산기술진흥원, 2010)

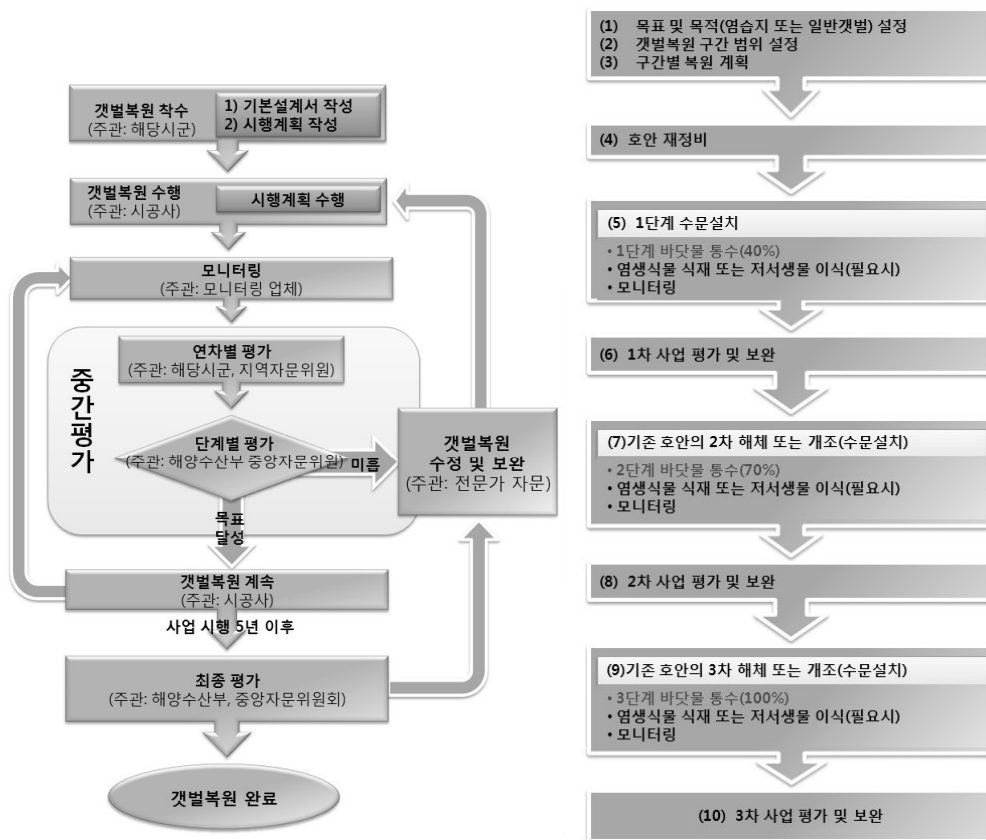


그림 27. 갯벌복원시행
절차(한국해양수산기술진흥원, 2010)

그림 28. 갯벌복원과정의 일반적
순서(한국해양수산기술진흥원, 2010)

3) 갯벌 습지복원 대상지역 선정의 원칙 및 기준

지난 40년 동안 우리나라 연안에서는 수많은 개발에 의해 다양한 형태로 갯벌이 훼손되었고, 그로 인해 정량화 할 수 없는 피해들이 발생하였다. 이러한 갯벌의 훼손을 복원하는데 있어서 우선적으로 고려해야 할 대상은 복원을 하였을 때 생물다양성이 풍부한 곳을 먼저 선정하여야 한다. 즉, 갯벌이 위치하고 있는 지역의 특성에 따라 그 가치와 훼손 정도가 다르기 때문에 경제적인 가치를 우선적으로 평가하여 대상지역을 선정하여야 한다. 이를 위해서는 갯벌의 가치를 판단할 수 있는 과거 자료들을 수집하여야 한다. 이를 통하여 갯벌 복원의 당위성이 확립될 수 있을 것으로 판단된다.

또한 갯벌 복원 계획에서 대상지역을 선정하는데 있어서 고려해야 할 것은 투자비용이며, 갯벌의 복원은 투자하는 비용과 비교하여 그 효과가 반드시 더 있어야 한다. 이를 위해서는 기존의 폐염전, 양식장, 소규모 농경지 등의 간척지를 대상으로 갯벌 복원 계획을 수립하는 것 타당하다. 이밖에 방조제 형태의 소규모 연륙도로에 해수유통 통로를 설치하는 것이 경제적으로 유리하다. 특히 연륙도로는 만조시에 노출되지 않는 곳을 우선순위로 정하는 것이 바람직하다. 이러한 연륙도로는 다른 습지 훼손사례에 비교하여 비교적

단기간에 개선효과가 나타날 수 있을 것으로 추정되므로 복원사업의 우선 대상이 될 수 있다.

이밖에 갯벌복원 사업은 사전에 반드시 갯벌의 상태를 파악할 수 있는 모니터링 조사가 수행되어야 하며, 이를 바탕으로 복원사업이 진행되어야 한다. 또한 복원사업의 환경 개선 효과나 경제적 가치에 대한 정량적인 평가가 진행되어야 한다. 특히, 토지매입 비용이 비교적 적고, 지역주민들이 적극적으로 참여 할 수 있는 지역을 우선적으로 선정하여야 한다.

- **갯벌 복원 우선순위에 따른 사업 시행 :** 갯벌 유형, 주변 기후, 지형, 생물종, 수질, 토양, 토지이용현황, 토지소유관계 등 현지조사와 문헌자료를 분석을 통하여 경제성을 평가한 후 복원이 필요하다고 판단되는 습지를 우선적으로 선별함
: 영국의 습지생태복원 50년 프로젝트의 경우 문헌 및 현지조사를 통하여 습지 잠재구역을 파악한 후 우선적으로 복원이 필요한 습지부터 복원사업을 진행
- **계획수립에 근거한 사업 대상지역 선정 :** 복원대상지의 각종 정보와 목표상을 바탕으로 기본계획(안) 수립하고 복원사업자, 관계기관, 전문가, 이해관계자 등의 의견수렴 과정을 거쳐 최종 계획을 수립
- **지역민이 참여하는 복원사업 시행 :** 외국사례 대부분이 사업주에 의한 일방적인 사업시행보다는 지역 전문가, 주민 등과 함께 복원사업을 시행함, 미국 환경청은 5Star 프로그램을 통해 지역 지자체가 지역주민들을 자원봉사자로 모집하여 복원사업에 참여함
- **복원전문인력의 양성 :** 미국 뉴햄프셔주의 경우 복원전문인력 자격제를 통해 서식지 복원 등 전문기술인력을 통해 습지관리가 이루어지고 있음, 습지생태복원 사업을 수행할 수 있는 전문 인력의 배출 및 양성제도를 보유 필요
- **커뮤니티가 습지생태복원사업을 할 수 있는 체계 :** 미국 뉴햄프셔주의 경우 복원전문인력 자격제를 통해 서식지 복원 등 전문
- **커뮤니티가 복원전문인력의 양성 :** 토지소유자, 주민, 학생 등 일반인들도 습지생태복원 사업을 쉽게 할 수 있도록 매뉴얼을 제공함. 미국 환경청은 인공습지 핸드북을 작성 및 배포하여 습지를 복원사업의 성공유무를 자가판단할 수 있도록 체크리스트를 제공하고 있음

8. 습지복원에 대한 지역주민과의 협의체 구성

갯벌이라는 지역은 장소가 갖는 특수성으로 인해, 간척지의 토지 이용을 통한 개발가치와 다른 한편에서의 갯벌 등 환경·생태계 보전을 위한 보전가치가 동시에 발생하며, 이 중 어느 하나의 가치만을 추구하게 되면 상대편 가치는 불가피하게 희생될 수밖에 없는 이른바 상충관계(trade offs)에 서 있다는 점에서 갈등과 대립이 공존하고 있다.

게다가 환경보호와 개발 목표가 기능적으로 분절된 행정부처에 의하여 개별적으로 기능이 수행됨으로써 행정부처 간 우선적 목표가 상이하고, 심지어 상반될 수 있다는 것은 현대 행정체계의 필연적인 결과이다.

과거 우리나라에서 간척사업이 활기를 띠었을 때에는 주로 개발가치에 주로 힘이 실려 보전가치는 목소리를 내지 못했기 때문에, 갯벌 복원 사업이 당시에 잠재적으로 존재했던 갈등과 대립이 역간척 사업이 진행되는 요즘, 다시 수면 위로 부상하여 지금에 이르렀다. 이는 당시의 의사결정 과정에서 단일 가치에 중점을 두고 다양한 여론을 제대로 반영하지 못한 탓이다. 그 결과 생태적·경제적으로 무한한 가치를 지닌 갯벌이 간척되어 서·남해안의 리아스식 해안은 현재와 같이 단조로워졌으며, 갯벌이 갖는 생태계의 잠재적인 경제적 가치 및 경관적 가치 등이 제대로 평가를 받지 못하였다.

그러나 최근에는 상황이 역전되어 간척된 지역을 다시 갯벌로 환원해야하는 논의가 진지하게 진행되고 있다. 하지만 상황이 역전되었다고 해서 개발가치를 무시해야 한다는 것은 어불성설이다. 이는 또 다른 잠재적인 갈등과 대립을 초래할 뿐이다. 따라서 또 다시 초래될 수 있는 가치 대립은 현재 지역 주민이 누리고 있는 가시적인 경제적 효과를 고려·반영할 수 있는 제도적인 방안을 통한 방향으로 진행되어야 하며, 사전환경성검토 및 환경영향평가에 대한 불신, 사업타당성 검토에 대한 불신, 주민의견 수렴방식에 대한 불만과 사업추진에 따른 이익 또는 보상에 대한 불만 등과 같은 전통적인 갈등의 원인을 해소할 수 있는 방향으로 진행되어야 한다.

이러한 전통적인 갈등 원인의 해결 방법으로는 의사 결정에서 지역 주민(단체)가 정책수립의 부분적인 주체로 참여하는 협의적 의사결정 방식(거버넌스)이 있다. 이는 일련의 의사결정체계 안에서 환경·사회·경제적 영향 등이 적절히 고려·반영할 수 있는 기초가 될 수 있으며, 전통적으로 가치의 대립에서 파생되는 갈등과 대립을 제도적으로 완화할 수 있는 장치가 될 것이다.

- 사업주체는 습지의 복원을 기본으로 하되, 다음 사항을 고려하여 해당 습지에 대한 장소 마케팅 및 지역경제 활성화 계획을 수립 : 지역적 자립심, 애착심 및 지역경제 활성화를 위한 참여기반 시스템 계획 및 실천, 지역 특성을 활성화 하기 위한 브랜드 개발, 전문가, 지역민, 관, 기타 유관기관이 합리적이고 유기적으로 연계되는 협의체 구성, 지속적으로 발전되는 지역 참여시스템 및 운영재원의 합리적 조달, 지역 주민의 참여 정도가 주민의 경제력과 직결될 수 있는 경제순환 시스템 기반의 구축
- 습지를 복원하여 습지보전을 전제로 지속가능한 활용이 이루어 질 때 해당지역의 커뮤니티 및 경제 활성화에 기여할 수 있음. 라벨링과 습지탐방가이드제도를 적극 도입하여 지역주민이 참여하고, 지역의 자원보전 욕구와 의식을 고무시키면서 습지탐방자원으로 활용
- 국가급, 광역급, 지역급 습지 복원지가 인증이 되면 각 지역에서는 그 지역을 대표하는 로고 및 마크를 제작하고 라벨링함. 로고 및 마크를 각 탐방로의 시설물(안내판, 이정표, 해설판 등)에 사용하고 지역의 2, 3차 생산물에 로고를 부착함으로써 지역생산품에 대한 인증 및 질의 유지, 관리, 장소마케팅 시스템의 수단으로 활용할 수 있음
- 로고의 개발·활용을 통한 습지자원의 브랜드화는 지역활성화를 위한 필수적인 요소이며 원활한 정착과 파급속도를 고려하여 초기에는 1, 2차 산업 생산물을 대상으로 시작하고 그 효과를 검토하여 점차 확대하는 방안이 필요함
- 해당지역 주민이 직접 습지탐방 해설가이드를 함으로써 지역민의 참여효과를 기대할 수 있음. 위원회에서는 습지탐방해설에 관한 기본 프로그램안을 지역민과 관련 단체 등에게 권고하고 교육함으로써 지속가능한 환경교육과 탐방이 이루어 질 수 있도록 방향과 지침을 제공하여야 함
- 지역협의체 구성 : 사업주체는 지역주민과 지역의 습지복원전문가로 구성된 지역협의체를 구성, 지역협의체는 습지생태복원 기본계획, 실시설계 등 계획수립과정에서부터 습지관리에 이르기까지 다음과 같은 복원사업을 주도할 수 있음

참고문헌

- 고철환, 2004, 한국의 갯벌, 서울대학교출판문화원.
- 국토해양부, 2008, 갯벌복원을 위한 현황조사 및 중장기 계획연구
- 권혁재, 1974, 황해안의 간석지 발달과 그 퇴적물의 기원 -금강·동진강 하구간의 간석지를 중심으로-, 대한지리학회지, 9(2), 1-12.
- 김여상, 1988, 한국 서해 천수만 사장포 해안의 조간대층의 퇴적환경과 진화, 서울대학교 박사학위논문.
- 김장수·장동호, 2010, 침수 취약성 평가 : 안면도 바람아래 조간대 지역을 사례로, 한국 지형학회, 17(2), 29-39.
- 류상옥, 1998, 한국 서남해안 함평만의 퇴적환경과 층서, 전남대학교 박사학위논문.
- 박노옥·장동호, 2009, 광역 퇴적물 입도분포도 작성에서 지상관측 입도자료와 원격탐사 자료의 통합을 위한 회귀 모형의 비교, 한국지형학회지, 16(4), 23-34.
- 박동원, 1976, 원격탐사방법에 의한 천수만 간석지 지형연구, 대한지리학회지, 12(1), 1-15.
- 박용안, 1992, 한국 황해(서해)의 프라이스토세 후기 및 홀로세(현세)의 해수면 변동과 기후, 제4기학회지, 6(1), 13-19.
- 박용안·최경식·도성재·오재호, 1999, 경기만 김포 조간대 지층의 제4기 후기 층서, 한국제4기학회지, 13(1), 79-89.
- 신동혁, 1998, 한국 서해안 가로림만 조간대 퇴적환경과 홀로세 해수면 변동, 인하대학교 박사학위논문.
- 한국해양수산개발원, 2007, 연안환경복원의 경제적 편익 분석.
- 윤순옥, 1997, 화분분석을 중심으로 본 일산지역의 홀로세 환경변화와 고지리복원, 대한지리학회지, 32(1), 15-30.
- 장동호·김만규·김광훈, 2003, 안면도 바람아래 해수욕장 주변의 퇴적환경체계 변화, 한국 지형학회지, 10(2), 143-155.
- 장동호·김장수·박노옥, 2010, 표층퇴적물 분석을 통한 동계 안면도 바람아래 해수욕장 주변의 퇴적환경 변화특성, 한국지형학회, 17(1), 15-27.
- 장동호·김장수·윤정미, 2010, 지형도와 위성영상 자료를 이용한 태안반도 지역의 해안선 변화 분석, 한국사진지리학회지, 20(1), 57-70.
- 장동호·지광훈·이현영, 2002, Landsat TM 자료와 표층퇴적물 분석을 통한 천수만 간석지 퇴적물 분류, 환경영향평가, 11(4), 247-258.
- 장진호, 1995, 한국 서해안 곰소만 조간대의 퇴적 작용, 서울대학교 박사학위논문.
- 조명희·조화룡, 1997, "한국의 간석지 분포", 한국지역지리학회지, 3(2), 195-208.

- 최성길, 1999, "충청남도 서해안의 갯벌 보전", 지역개발연구논총, 8, 7-23.
- 한국환경정책평가연구원, 2003, 하구역 환경보전전략 및 통합 환경관리방안 수립-한강하구역을 중심으로-.
- 한국해양수산기술진흥원, 2010, 갯벌복원을 위한 기술지침 및 계획수립.
- 한상준, 1992, 제4기 해수면 변화의 모델개발 및 퇴적환경 변화에 대한 종합연구(I), 한국해양연구원.
- 해양수산부, 1999, 갯벌 생태계 조사 및 지속가능한 이용방안 연구.
- 황상일, 1998, "일산충적평야의 홀로세 퇴적환경 변화와 해면변동", 대한지리학회지, 33(2), 143-163.
- Bloom, A. L. and Park, Y. A., 1985, Holocene sea-level history and tectonic movements" Republic of Korea, Quaternary Research, 24, 77-84.
- Borde, A. B., L. K. O'ourke, R. M. Thom, G. W. Williams, and H. L. Diefenderfer, 2004, Rational Review of Innovative and Successful Coastal Habitat Restoration, Battelle.
- Clewell A, J Rieger and J Munro, 2000, Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, A Society for Ecological Restoration, Publication.
- Diefenderfer, H. L. and R. M. Thom, 2003, Systematic Approach to Coastal Ecosystem Restoration Battelle.
- Sea Grant Oregon. National Coastal Ecosystem Restoration Manual, 2002, ORESU-H-02-002, NOAA Office of Sea Grant and Extramural Programs, and Oregon State University Extension Service, Corvallis, OR.
- Shreffler D. K, R. M. Thom, M. J. Scott, K. F. Wellman, M. A. Walters, and M Curran, 1995, National Review of Non-Corps Environmental Restoration Projects, IWR Report 95-R-12. U.S. Army Corps of Engineers and Waterways Experimental Station, Vicksburg, Mississippi.