

환경친화적 간척개발 접근방식

변 양 석

(농어촌진흥공사 이사)

1. 서 론

13세기 고려(고종)시대 몽고의 침입시 강화도에서 제방을 막고 경작한 기록이 우리나라 간척의 시작으로 알려져 있으며, 그후 고려와 조선시대에 서해안의 여러 지역에서 소규모로 간척한 기록이 남아있다. 일제시대에도 산미증산계획의 일환으로 1917~1938년에 서남해안 전역에서 178개지구 약 4만ha의 간척농지 개발이 활발히 이루어졌다. 1940년대와 1950년대의 혼란기를 거쳐 1960년대는 외국의 양곡과 FAO 등 국제기구의 지원을 통하여 서남해안 간척지조사와 동진강 간척 등의 규모가 큰 간척이 시작되었으며, 특히 1,000지구 이상의 소규모 간척이 민간에 의해 추진되었다.

1970년대에는 아산만, 남양만, 삼교천, 금강, 영산강 등 주요강의 하구를 막는 대규모 간척사업이 추진되었다. 이 시기에 완공된 간척지구는 233지구 총 19,372ha의 간척지가 개발되었으며 지구당 평균농지면적도 83ha로 커지는 등 간척이 가장 활발하게 시행된 시기였다. 이 시기를 대표하는 대단위 간척의 특징은 하구에 대규모 담수호를 조성하여 상습가뭄피해지역이었던 인근지역 농지의 물걱정을 해소하고 새로 조성된 간척지에 관개하여 쌀의 자급달성에 크게 기여하였음은 물론, 연안지역의 산업기지에 공급할 수자원 확보와 하구양안을 방조제로 연결하여 육운 교통을 개선함으로써 지역발전에 중심적인 역할을 해온 국가와 지역의 발전에 지대한 영향을 끼친 종합개발사업이었다. 1980년대에 완공된 간척사업은 63개지구 9,199ha로 1970년대의 반에도 미치지 못한 것은 주곡의 자급이 이루어진 후에 농지조성을 위한 투자가 급격히 감소된 결과로 생각된다.

1990년대에는 새만금사업 등 소수의 사업을 제외하고는 대부분 1980년대부터 진행해 오던 사업이 계속되고 있다. 조성이 완료된 간척농지 면적은 22,578ha로 규모가 큰 김포지구, 서산 A, B지구 등 민간간척지구와 영산강, 대호 등의 간척사업이 완료되어 지구당 개발면적은 1,100ha로 커졌다. 해방 이후부터 1998년까지 조성된 간척농지 면적은 약 7만5천ha이며 1999년 현재 6만ha 정도의 간척사업이 진행 중에 있다.

그러나 1970년부터 시작된 급속한 산업화, 인구의 도시집중 및 생활수준의 향상으로 인한 공장폐수, 생활하수, 축산폐수 등의 점오염원과 비료와 농약의 과다사용으로 인한

비점오염 배출량 증가로 강과 하구 및 연안지역의 환경훼손과 수질오염이 사회적 문제로 대두되면서 간척사업의 환경영향에 대한 인식이 확산되기 시작하였다.

근래에 간척에 대한 환경단체들의 비판의 목소리가 커지는 것은 지구환경에 대한 세계적인 인식증대, 국제곡물시장의 안정, 쌀의 자급달성, 환경오염의 확산 등 국내외적 환경여건 변화에도 원인의 일부를 돌릴 수 있을 것이다. 그러나 이제까지 간척을 개발이익의 극대화에 치중하면서 자연환경에 조화되는 친환경적 개발에 소홀하였던 간척사업 관련자들에게도 큰 책임이 있다고 생각된다.

2. 간척의 필요성

간척의 필요성은 농지와 산업단지 등의 토지확보를 포함하는 여러 가지 면에서 찾을 수 있으나, 대부분의 간척이 농업과 관련되어 추진되어 왔으므로 농업중심으로 간척의 필요성을 살펴본다.

1985년 대비 1995년의 식량 총생산량은 22%, 식량작물 재배면적은 24%, 쌀 생산량은 17%, 논 면적은 15%나 감소하여, 농업생산이 '90년대에 들어 점차 줄어들고 있다. 또한 북한의 식량자급률이 45% 정도에 불과한 것을 고려하면 통일을 대비한 식량의 안정적 확보를 위한 방안이 강구되어야 한다. 그러나 우리의 현실은 식량자급률이 30% 정도로 낮은데도 국제곡물시장의 장기적 안정에 따른 식량수입에 어려움이 적었기 때문에 국내 식량생산의 중요성에 대한 인식이 낮고, 수입으로 식량문제를 해결하려는 생각이 만연되고 있는 것은 식량안보 차원에서 우려할 만한 수준이라 생각된다.

표 1. 남북한 쌀 생산과 수요전망

구 분		1985	1995	2005	2015
총생산량 (천톤)	남한	5,628	4,695	4,906	4,245
	북한	2,116	1,459	2,260	2,378
총소요량 (천톤)	남한	5,380	5,137	5,670	5,330
	북한	1,837	1,852	2,432	2,627
부족량 (천톤)	남한	-	442	764	1,085
	북한	-	393	172	249
추가소요 논면적(천ha)	남한	-	99	104	216
	북한	-	120	51	72

표 1에서 보는 바와 같이 2005년에는 남한에서만 논 면적이 104천ha나 부족하고 북한도 51천ha가 부족하며 앞으로 더욱 늘어날 전망이다. 또한 국제적으로는 UN, FAO 등 국제기관에서 21세기의 세계식량위기를 지속적으로 경고하고 있다. 특히 기상이변 등으로 국내외의 곡물 생산이 감소되어 식량사정이 악화될 경우, 식량의 부족이 우리 나라의 경제와 국민에게 미칠 엄청난 충격을 예방하기 위해서도 주곡인 쌀의 자급만이라도 지키기 위한 노력은 계속되어야 한다. 그러므로 우리의 농업 특히 쌀 농사를 어떻게 지킬 것인가는 농업인 뿐만 아니라 모든 국민의 과제라고 생각된다.

농지를 지키기 위해서는 농지전용을 제한하는 소극적 방법과 새로운 농지를 조성하는 적극적 방법이 있다. 그러나 국가나 지역의 토지수급계획에 따라 농지관리자의 의지에 관계없이 타용도 전용이 불가피한 경우가 많아 농지전용을 제한하는 것은 한계가 있다. 새로운 농지는 개간과 간척으로 조성될 수 있으나 개간은 개발가능면적이 적고, 토양침식, 산사태 등의 환경재해와 기계화 영농이 어려운 등의 문제가 있어 대규모 조성을 기대하기 어렵다. 그러므로 최소한의 농지를 확보하기 위한 수단으로 서남해안의 간척지를 농지화하는 간척이 추진되고 있다. 간척에 의한 농지조성은 보통 10년 이상 소요되고 많은 비용이 투자되어야 하기 때문에 국가적인 차원에서 계획적, 미래지향적 시행이 필요하다.

3. 간척의 일반적 환경영향

방조제가 축조되면 방조제의 외측은 갯벌에 서식하던 생물은 줄어들고 깊은 수심과 압초해안에 서식하는 여러 종류의 동식물이 번성한다. 방조제의 내측은 경사가 완만하고 파랑작용이 적기 때문에 상부에는 육상식물이 자라고 하부는 담수호의 염분과 수위변화 등에 따라 갈대와 같은 수변식물 군락이 형성된다.

또한 간척개발은 해안의 갯벌을 축소시켜 갯벌에서 서식하는 동물을 먹이로 하는 조류의 새들은 서식지 축소 또는 먹이의 감소로 다른 곳으로 이동하거나 감소한다. 그러나 간척사업으로 형성된 담수호, 농경지, 방조제 외측사면은 다른 조류들이 먹이를 찾는 장소로 이용되어 새로운 조류생태계를 조성한다.

방조제 건설 후 주변의 간척지는 빠르게 지형변화를 겪게되며, 그 결과는 대체적으로 세립퇴적물이 퇴적되어 갯벌이 외측으로 확대되는 것으로 나타난다. 강화도, 아산만 일대, 금강하구 등의 현재 지형은 간척후에 지형변화과정을 거쳐서 만들어진 것이 확인되었으며, 강화도 주변과 아산만 일대에는 생태적인 측면과 퇴적학적 측면에서 매우 건강하고 지속개발 가능성을 가진 넓은 갯벌이 생성되었고, 금강하구에서도 빠른 속도로 새로운 갯벌이 형성되고 있다.

갯벌을 간척하여 조성된 농지는 농산물의 생산 이외에도 정화기능, 지하수원 함양, 대기온도조절, 홍수조절, 경관조성 등을 통하여 생태계에도 영향을 끼친다. 홍수기에 내리는 빗물이 논에 저장되어 유출이 감소됨으로서 홍수피해를 줄이는 효과가 크며, 논에 담수를 하는 기간에는 논바닥을 통하여 침투되는 물의 일부가 지하에 저장되어 지하수원을 함양함으로써 건기에 생태계에 수분을 공급해 준다.

방조제가 축조되면 내측은 해양환경에서 담수환경으로 바뀌어 수질이 변하며, 기존 담수호를 대상으로 조사한 결과는 간척이 수질에 미치는 영향보다 지역 특성의 차이에 따른 영향이 큰 것으로 판단된다. 하구를 막아 담수호가 조성되면 그 곳에 살던 바다 물고기는 바다로 이동하고 바다와 하천을 이동하며 사는 은어, 뱀장어 등의 물고기는 배수갑문에 어도를 설치하면 이동이 가능해진다. 하구지역의 하천에 서식하던 담수어 중 붕어, 잉어 등의 호소 담수어는 방조제 내측의 담수면적이 넓어짐으로서 서식조건이 좋아져 크게 증가하여 새로운 담수어 생태계가 생성된다.

간척지에 넓은 논이 조성되면 오리류들이 낮에는 담수호에서 쉬고 밤에는 농경지에 떨어진 곡식을 먹을 수 있어 내륙에 조성된 다목적댐에 보다 더 많이 도래한다. 물때새류는 담수호의 수변에서 곤충이나 작은 물고기 등의 먹이를 구하고, 담수호 주변에 둥지를 만들어 왕성하게 번식한다.

또한 담수호에는 갈대, 부들 등의 식물군락이 형성되어 어류와 조류의 서식을 돕고 수질정화효과를 높이며 낚시 등 관광객들에게 휴양장소를 제공한다.

간척이 대기에 미치는 영향은 공사기간 중 장비작업으로 인한 먼지와 가스의 발생으로 생활환경에 영향을 미치는 경우가 있으며 이러한 영향을 저감시키기 위해서는 환경비용이 발생된다. 간척개발지를 농지로 이용하면 대기에 좋은 영향을 끼치나, 도시용지, 산업용지 등으로 조성되면 배출가스가 대기에 큰 영향을 줄 수 있다.

위에서 설명한 내용을 종합하면 간척이 일방적으로 환경을 파괴하거나 나쁜 영향을 미친다고 할 수 없으며, 환경이 변화하므로 변화하는 과정에서 환경피해를 최소화하고 새롭고 유익한 환경으로 조성하기 위하여 노력하면 환경친화적 간척이 가능할 것이다.

4. 간척의 효과

간척사업은 국토의 확장으로 공업화·도시화에 따른 대체농지를 공급하여 토지수급의 균형유지에 기여해 왔다. 또한 기계화가 가능한 대규모 영농단지를 조성함으로써 경쟁력 있는 우량농지 창출, 농업용수, 공업용수 및 생활용수 확보, 내수면 개발, 인근지역의 토지이용도 제고 등의 직접 효과와 관광자원의 개발, 교통개선에 의한 지역간 균형발전, 농어촌종합개발, 고용창출 등의 다양한 간접효과도 기대할 수 있다.

간척개발이 계획대로 추진된다면 총 간척농지 면적은 약 135천ha에 달하여 쌀 생산량은 약 675천톤(10a당 평균생산량 500kg적용)에 이를 것으로 추정된다. 이 양은 '96년의 쌀 생산량 6,323천톤의 12.7%에 해당되며 5백만명 이상이 먹을 수 있는 양으로 우리나라의 식량수급에 크게 기여할 것이다. 특히 간척지에는 담수호의 풍부한 수자원을 활용하여 가뭄과 홍수를 걱정하지 않고 기계화영농이 가능한 경쟁력이 높은 식량단지가 조성된다.

우리나라는 연평균 강수량이 1,274mm로 적지 않은 양이나 여름철에 2/3가 집중되는 계절적 차이와, 하구평야지와 상류지역의 이용가능 수자원이 균등하게 분포되지 않아 용수수급에 불균형이 나타나고 있다. 이러한 불균형을 해소하는데 서남해안의 하구에 방조제를 축조하여 조성한 담수호가 큰 역할을 하고 있다.

간척사업의 대상지가 되는 하구연안지역은 상습적으로 갈수기에는 물부족으로 가뭄피해를, 홍수기에는 만조시 높아진 바닷물의 역류로 침수피해를, 태풍이나 해일시에는 해수면 상승에 의한 범람으로 염해와 시설의 파괴를 당하던 자연재해가 심한 곳이었다. 이러한 지역이 간척사업으로 방조제가 건설되고 담수호가 조성되어 물부족, 침수 및 범람을 잊게하는 가장 안전한 지역으로 변하였다.

대부분의 하구지역은 교통망이 미비하여 양안을 따라 먼길을 돌아다니거나 나룻배를 이용하는 등 교통체계가 정비되지 못하여 지역이 낙후되고 주민들의 불편이 심하였던 지역이었다. 이러한 지역을 방조제로 연안을 연결하여 새로운 도로를 건설함으로써 육운 교통을 획기적으로 개선하여 지역발전의 전기를 마련하고 지역주민들에게는 큰 교통편의를 제공하게 되었다.

간척사업이 시행되어 교통이 개선되고 수자원이 확보됨으로서 평택시, 아산시, 당진군, 목포시, 영암군, 해남군 등의 여러 지역에서는 국가산업단지와 지방산업단지 같은 크고 작은 공단이 조성되어 고용창출과 지역발전에 크게 기여하고 있다.

간척사업은 장기간에 걸쳐 시행되는 규모가 큰 사업이기 때문에 많은 비용이 투자되고 투자된 비용은 지출되어 재생산에 투입되기 때문에 지역경제의 활성화에 기여한다. 이와 함께 건설공사 현장의 노동력과 공사자재의 공급은 많은 고용기회를 창출한다.

5. 친환경적 간척개발

간척은 육지와 해양이 접하는 지역을 대상으로 개발하게 되므로 다양한 법규가 적용되며 소관부처도 다원화되어 효율적인 추진이 어려운 경우가 있다. 그러므로 개발의 초기 단계에서부터 국토개발상의 토지활용 및 인근지역의 개발계획과 연계하여 토지의 용도를 결정하고 사업시행에 따른 기상, 해양환경, 생태계, 수산자원의 관리 등에 미치는

영향과 파급효과를 검토하여 계획을 수립하고 추진해 나가야 한다.

간척은 수산자원의 서식처, 물질의 순환, 각종 해상활동에 중요한 공간을 제공하는 것
벌을 육지화하는 것이므로 국토의 확장이라는 개념보다 환경을 생각하는 미래지향적 차
원에서 최소한의 식량생산 및 산업기지 확보방안으로 접근할 필요가 있다. 또한 사업시
행전후에 발생할 환경영향을 최소화하고, 일시적 개발이익보다 장기적인 관점에서 환경
비용을 포함한 사업비용과 사업효과를 충분히 분석하여 새롭게 생성되는 육지공간의 환
경기능 극대화 및 환경개선 노력이 요구된다.

5.1 환경관리 제도

1970년대 초반까지는 산업화와 도시화의 초기과정으로 환경오염이 비교적 덜하였고
경제발전이 시급하였기 때문에, 사업의 경제성과 기술성에 중점을 두고 간척을 추진하였
고 환경에 대해서는 소홀하였으며, 이 시기에는 환경보전을 위한 법적, 제도적인 장치도
마련되지 못하였다. 그러나 1980년대부터 인구증가와 산업의 발전으로 인하여 환경오염
이 심화되면서 환경에 대한 국민적 관심도 높아지고, 환경관리에 관련된 법도 정비되었
으며, 환경청이 설립되어 환경을 관리하기 시작하였다.

간척사업으로 인한 환경피해를 방지하기 위하여 사업계획단계에는 환경영향평가를 실
시하고 사업시행 기간과 시행후에는 환경영향조사를 실시하여 환경을 관리한다.

5.1.1 환경영향평가

환경영향평가는 대상사업의 사업계획을 수립함에 있어 당해 사업의 시행으로 인하여
환경에 미치는 해로운 영향을 미리 예측, 분석하여 환경영향을 줄일 수 있는 방안을 강
구하여 개발사업으로 인한 환경오염을 예방하기 위한 제도이다. 즉 사업의 계획단계에서
사업의 효율성, 경제성, 기술성뿐만 아니라 사업이 환경에 미칠 영향을 미리 예측하여
나쁜 영향을 최소화할 수 있는 대책을 사업계획에 포함하여 사업을 시행함으로써 개발
과 보전이 조화를 이루도록 하는데 목적을 두고 있다.

환경영향평가제도는 1977년에 도입하여 준비기간을 거친 후 환경청이 발족되면서
1982년부터 시행하게 되었다. 농어촌진흥공사에서도 1982년 금강(I)지구를 시작으로 현
재까지 30여 간척지구의 환경영향평가를 실시해오고 있다.

환경영향평가는 간척사업의 시행으로 영향을 받게될 자연환경, 생활환경 및 사회경제
환경분야의 23개 평가항목으로 규정하고 있으며 그 내용은 다음과 같다.

- 자연환경(5) : 기상, 지형·지질, 동식물, 해양환경, 수리·수문
- 생활환경(11) : 토지이용, 대기질, 수질(지표·지하), 토양, 폐기물, 소음·진동, 악취,

전파장해, 일조장해, 위락·경관, 위생·공중보건

- 사회경제환경(7): 인구, 주거, 산업, 공공시설, 교육, 교통, 문화

이와 같이 환경영향평가는 간척사업으로 영향을 미칠 사업지역, 상류유역 및 하류연안 해역의 환경을 종합적으로 평가하는 작업이다. 작성된 환경영향평가보고서는 환경부에 제출되어 조사와 평가의 적정성에 대한 확인과 협의를 거쳐 확정된다. 환경부는 환경영향 평가의 협의과정을 1996년부터 환경정책평가연구원에 위탁하여 시행하고 있다.

표 2. 농어촌진흥공사의 간척사업지구 환경영향평가 실적

연 도	간 척 사 업 지 구	지 구 수
1982~1990	금강 I, 영산강Ⅲ, 시화, 남포, 석문, 보전, 완도, 이원, 소원·소근	9
1990	새만금, 화옹, 고금, 군내, 진촌	5
1991	홍보, 고흥, 함해, 가로림, 창선	5
1992	금당, 칠량, 충도, 여호, 원포, 해남	6
1993	안좌, 황산	2
1994	서포	1
1995	구봉	1
1996	-	-
1997	삼산, 범송, 마동	3
계		32

5.1.2 환경영향조사

환경영향평가를 실시하여 협의과정을 마치고 간척개발을 착수한 지구는 환경영향평가법 제23조 및 제26조에 의거 사업시행자는 환경부와의 협의내용을 중심으로 현장의 환경을 관리하기 위하여 공사중에는 물론 공사가 완료된 후에도 환경이 안정될 때까지 환경영향조사를 실시하여 사후환경을 모니터링을 하도록 되어 있으며 사업지역의 지방환경관리청이 환경관리를 총괄한다. 협의사항이 공사지구의 여건변화로 불가피하게 변경되어야 될 경우에는 재협의를 거쳐 현장과 조화되도록 개선방안이 마련되며, 사업시행자가 협의를 지키지 못하여 환경에 중대한 영향을 미친다고 판단될 때에는 해당 환경관리청에서 공사의 시정 또는 중단을 요청하기도 한다.

표 3은 농어촌진흥공사에서 환경영향평가를 실시하여 1990년 이전부터 사업을 시행하

고 있는 지구를 포함하여 전국의 중요 간척사업지구를 장기간에 걸쳐 환경영향조사를 해오고 있는 지구를 보여준다.

표 3. 간척사업 환경영향조사 지구(농어촌지흥공사)

연 도	간 척 사 업 지 구	지구수
~1990	금강 I, 영산강Ⅲ, 시화, 남포, 석문	5
1991~현재	금강 I, 영산강Ⅲ, 시화, 남포, 석문, 새만금, 화옹, 홍보, 고금 군내, 진촌, 사내·만덕, 이원, 고흥, 완도	16

5.2 환경개선 및 관리

간척사업의 환경관리는 시간적으로는 공사중과 완공후로, 공간적으로는 상류유역, 담수호 및 연안해역으로 구분할 수 있으며 환경영향평가 및 환경영향조사를 기초로 시간적, 공간적으로 환경개선을 위한 대책을 수립하고 지속이용이 가능하도록 관리하여야 한다.

5.2.1 설계 및 시공

친환경적 간척을 시행하기 위해서는 환경영향평가에 제시된 사항과 각종 조사, 시험 및 분석내용을 사업지구 시설의 계획, 설계 및 시공에 반영하여 부정적인 환경영향을 최소화하고 유익한 환경이 조성되도록 설계단계부터 노력하여야 한다.

간척사업지구의 선정도 사업시행과 관련된 기술적 사항, 사업비 및 사업의 효과에만 국한하여 검토하지 말고 수산물의 생산성, 생태계 등 해양환경 환경에 미치는 영향을 고려하여 보존가치가 적고 환경에 나쁜 영향을 적게 미치는 갯벌의 개발이 우선적으로 검토되어야 한다. 공사용 재료도 가능한 환경에 부담을 적게 주는 자연재료를 선택하고 흙, 모래, 돌 등의 채취도 환경조사를 실시하여 소음, 진동, 지형변동 등으로 인한 환경문제의 발생을 줄이고 공사후에 환경을 복원하여야 한다.

방조제의 시공중에 부유물이 해역으로 확산되어 해역의 환경에 미치는 영향을 줄이기 위하여 오타방지망 등을 설치하고 조류의 이동이 작은 시기를 택하여 시공하는 시공관리 노력도 요구된다. 시공중의 조류속, 지형 등의 변화와 공사재료의 유실 등을 미리 예측하여 적절한 대책을 수립하도록 충분한 현지조사와 수리시험 등을 실시하여야 한다.

5.2.2 상류유역 환경

하구담수호의 환경은 상류유역의 환경과 밀접하게 연결되므로 간척지구의 환경을 개

선시하기 위해서는 상류유역의 환경개선이 필수적이므로 상류유역 환경인자에 대하여 지속적으로 조사하고 개선해 나가야 한다. 상류유역의 중요환경영향인자는 수자원, 이·치수 상황, 하천유황, 지하수 등의 수리·수문, 오염원, 환경기초시설, 하천의 수질현황, 동·식물 등의 생태, 대기질, 폐기물의 발생량, 분포, 수거, 처리 등이 있다. 또한 지역의 기상, 수위, 토양, 농지이용, 재배작물, 농업기반시설, 시비량, 생산량 등의 농업분야와 지역의 쾌적성, 경제성, 편의성, 안정성을 중심으로한 사회경제분야도 중요한 환경인자이며 이들을 종합적으로 평가하여 유역내의 수원함양과 수질보전을 위한 환경개선 노력이 필요하다.

5.2.3 상류유역 수질개선대책

상류유역의 수질을 개선하기 위해서는 상류유역의 하천수질에 영향을 주는 인자들에 대한 조사자료와 정확한 분석이 필요하므로 지형 및 지세, 토지이용 등의 유역현황, 하천, 강수, 유출, 하천의 유황, 수자원 이용, 물수지, 용수수급계획 등의 유역수문, 수질현황, 부영양화 상태 및 식물플랑크톤의 종류, 퇴적물의 입도, 유기물, 총질소, 총인, 중금속 함량과 오염원 및 환경기초시설 등을 조사하여야 한다.

간척사업으로 조성되는 담수호의 환경은 상류유역의 다양한 환경인자가 복합적으로 영향을 미치지만 그 중에도 호로 유입하는 하천의 수질이 가장 큰 영향을 주므로 수질관리 현황과 문제점을 파악하여 담수호 유입전에 처리해야할 대상과 목표를 정하여 장·단기 수질개선대책을 수립하여 관리하여야 한다. 하천의 수질개선을 위해서는 오염원 배출량을 줄이고 오염원이 하천으로 유입하기 전에 오폐수를 처리할 수 있는 생활하수처리장, 분뇨 및 축산분뇨처리장, 공장 및 축산폐수처리장 등의 환경기초시설의 확충 및 하수관거의 정비가 필요하다. 또한 축산분뇨의 관리 및 처리효율을 개선하여 퇴비화율을 높이고 축산폐수공공처리장 및 분뇨처리장과 하수처리장을 연계하여 1차 처리된 축산폐수와 분뇨를 하수처리장에서 2차 처리하여 오염배출량을 줄이도록 하여야 한다.

질소, 인산 등의 영양염류가 많이 포함된 유입수가 호내에서 정체되고, 수생식물이나 플랑크톤이 번성하기에 적절한 수온이 유지되면 부영양화 현상이 발생하여 수질이 악화되므로 하폐수처리장의 처리과정에 인제거를 위한 고도처리를 추가하고, 농업지역으로부터의 오염원은 침전지, 습지 등을 이용하여 처리할 수 있다.

상류 오염하천 정화, 축산분뇨 퇴비율 개선, 비료와 농약 사용량 감축, 퇴비 사용량 증가 등을 포함하는 환경농업의 확대실시가 요구하며, 저수지나 논에 어류 양식장이 설치되면 양식장에서 오염된 물이 바로 하천으로 흘러들어 하천을 오염시키므로 양식장의 허가를 제한하고 오염관리를 철저히 하여야 한다.

5.2.4 담수호

담수호는 호와 연결된 연안지역의 해양환경에 직접 영향을 미치며, 상류유역과 연안해역을 연결시켜 주는 공간으로 상류유역과 지구내의 다양한 조건에 의하여 지배된다. 그러므로 상류지역의 환경개선과 함께 담수호의 수질, 생태 등의 환경개선을 위한 노력이 요구된다. 농업용수로 사용하기 위한 하구담수호의 수질목표는 IV등급(COD 8mg/l, 총질소 1.0mg/l, 총인 0.1mg/l)으로 관리되고 있다.

담수호 중심의 간척지구에서 가장 중요한 환경은 수질과 생태분야이며, 이 두분야는 밀접하게 연결되어 서로 영향을 주고 받는다. 담수호의 수질은 유입수의 수질에 가장 큰 영향을 받지만 호의 크기, 유입수량, 수심, 호내의 순환기관, 습지 등의 호내시설, 관리방법 등과도 관련되므로 습지와 침전지 설치, 유입수량 확대, 관리수위 조정 등의 호내 개선방안도 검토되어야 한다.

담수호의 수질과 생태환경을 개선하기 위하여 인공습지, 생태공원, 호안습지, 환배수로, 자연형수로, 연못조성 등의 여러 가지 방법이 있으며 현지여건에 조화되는 공법을 선정하여 담수호 환경을 조성하여야 한다.

5.3 인공습지 및 생태공원

인공습지는 호내의 수심이 얇은 곳에 습지식물을 심어 습지를 통과하는 물을 정화하고 생태계의 서식환경을 조성하는 것이다. 인공습지의 조성에는 부레옥잠, 개구리밥류 등의 부유식물, 갈대, 부들 등의 정수식물과 수초, 물수세미 등의 침수식물이 이용된다. 습지식물은 1년생 또는 다년생이 있으며 성장을 완료한 습지식물이 썩어 수질을 악화시키지 않도록 관리하여야 한다.

생태공원은 간척지내에 육지식물, 수생식물, 어류, 조류, 곤충류, 파충류 등의 다양한 동식물이 어우러져 살 수 있는 공원을 조성하여 휴양, 관광 및 자연학습장으로 활용함으로써 인간과 자연이 조화롭게 살아가는 공간을 조성하는 것이며 네덜란드와 일본에서도 간척지에 생태공원을 조성하고 있다.

5.4 주거단지 하수처리장

간척농지에 주거단지가 조성되면 주거지로부터 배출되는 생활하수가 담수호로 바로 유입되어 수질을 악화시키므로 하수처리장을 설치하여 처리한 후 습지나 배수로, 연못 등을 통하여 정화하여 호내의 수질에 미치는 영향을 줄여야 한다.

5.5 외부 유입수 도입

담수호의 크기에 비하여 유입수량이 적으면 담수호내의 물 순환이 지연되어 수질이 나빠지고 제염기간도 길어진다. 남양호의 제염을 위하여 아산호에서 용수로를 통하여 남양호로의 도수, 영산호에서 영암호와 금호호로의 도수 및 금강호의 물을 새만금호로의 도수계획 등과 같이 인근유역의 물을 끌어들이 수량을 증가시키는 것은 호내의 제염촉진 및 수질개선에 효과적이다.

5.6 조류 서식지

기존의 간척지에는 다양한 종의 텃새와 철새들이 서식하고 있는 것이 확인되었다. 그러므로 희귀조류를 포함한 각종 조류들의 서식에 적합한 조건을 조사하여 조류의 도래와 서식을 유도하기 위한 조류서식지 확보도 고려하여야 한다.

5.7 어도

담수호와 상류하천의 어류생태계를 보전하기 위하여 바다와 강을 이동하며 살아가는 회유성 어류의 이동통로를 제공하는 어도를 담수호의 배수갑문에 설치한다. 담수호에는 하천에서 주로 이용되는 계단식 어도보다 갑문식 어도가 효과적이다.

5.8 호안습지

간척지 내의 수심이 얕은 부분에 갈대, 부들 등의 습지식물이 자생할 수 있는 환경을 조성하여 수질정화 및 생태계에 서식처를 제공한다. 이러한 호안습지도 호내의 수리현상에 지장을 주지 않도록 계획적으로 조성하고 관리하여야 한다.

5.9 환배수로

상류하천이나 간척지내 배수로를 통하여 오염된 물이 담수호로 직접 유입되어 수질을 악화시킬 우려가 있는 경우에는 환배수로를 설치하여 배수로내에서 부유물의 침전 및 산화작용에 의한 자연정화를 유도하여 호내로 유입시키거나 호외로 배제한다. 환배수로내의 자연정화가 충분하지 못하면 호내의 저류지에서 2차정화를 하여 수질에 부담을 줄이도록 한다.

5.10 자연형 수로 및 침전지

이제까지의 간척지 개발은 농지의 확보를 위하여 갯고랑 등의 낮은 부분을 매립하여 용배수계통을 재구성하고 농지를 조성하였으나, 앞으로는 간척지내 낮은 부분을 매립하지 않고 배수로로 이용하거나 습지를 조성하면 수질정화 및 환경개선을 유도할 수 있고 공사비도 절감할 수 있을 것이다.

상류유역이나 농경지에서 배수되는 물에 부유물의 함량이 높으면 연못이나 저류지 또는 자연배수로를 이용하여 부유물을 침전시키면 수질개선 효과가 높은 것으로 알려져 있다. 침전물은 주기적으로 준설하여 농지에 활용하면 토양개선 효과도 높일 수 있다.

5.11 저층수 배제시설

담수호 바닥에 고인 물과 침전물로부터 영양염류가 용출되어 수질을 악화시키므로 저층수와 침전물을 배제하는 시설이 필요하다. 저층수 배제시설로는 제염암거가 주로 사용되고 있으나 많은 양을 한꺼번에 배제하면 인근해역의 오염을 유발할 수 있으므로 배수갑문을 열 때마다 저층수가 섞여서 조금씩 배출되도록 관리하여야 한다.

담수호로 유입되는 하천에서 중금속이나 기타 유해한 물질로 오염된 유사가 운반되어 올 경우 호수 바닥이 오염되어 인간에게 유해한 환경을 조성하게 된다. 이러한 예로 라인강의 지류인 아이젤강 하구에 위치한 네덜란드의 케텔미어호는 1970년대 라인강의 상류인 독일과 스위스에서 운반되어온 오염물질 때문에 국가적으로 문제가 되었던 곳이다. 현재 네덜란드에서는 호바닥의 오염물질을 처리하기 위하여 직경 1km, 깊이 45m에 달하는 투기장을 건설하여 오염된 퇴적층을 준설하여 투기장에 저장하고 주변은 인공해빈과 자연환경보전지역으로 조성하여 많은 사람이 이용하고 다양한 조류 등 새로운 생물이 서식할 수 있는 공간으로 활용하는 사업을 추진하고 있다. 우리 나라의 담수호에도 환경에 조화되는 오염물질 처리방법에 대한 기술적인 검토가 필요하다.

5.12 환경농업

우리 나라의 농지는 화학비료와 농약의 과도한 사용으로 토양의 산성화, 지력저하 및 토양 미생물의 감소등 토양환경 악화로 지속농업이 위협받고 있다. 그러므로 간척지에 조성될 농지는 물론 상류유역의 농지에서도 비료와 농약의 사용량을 감축하고 퇴비나 축분등 자연비료를 사용하는 환경농업을 장려하고 있다. 그리고 농지로부터의 오염배출량을 줄이도록 물관리를 개선하고, 배수로 말단의 저류시설 설치에 의한 배출수의 정화

및 재이용 확대도 고려되어야 한다.

5.12.1 연안해역

연안해역의 환경은 간척사업이 시행되기 전에는 상류유역의 하천과 강을 통하여 직접 연결되었으나 간척사업이 시행된 후에는 상류유역의 환경영향은 하구담수호에서 일차 걸러지고 담수호의 영향을 크게 받게 된다. 연안해역의 환경영향은 공사중에 부유물의 확산으로 인한 수산물 피해 및 조류속의 변화로 인한 지형적인 변화 등이 있으며, 공사후에는 유출입량의 불균형, 담수호 오염수의 방출에 의한 오염등이 있다. 또한 방조제 축조로 인한 해안지형변화에 따라 수산물, 조류 및 갯벌에 서식하는 동식물이 영향을 받게 될 것이다.

5.13 친환경 수리시설

방조제 외측에 퇴적을 촉진하여 인공간석지를 조성하고, 암석, 콘크리트 블록, 로프, 닻 등을 이용한 인공적인 생물의 서식공간 제공으로 해양생태기능을 강화하기 위하여 환경사 방조제, 이안제, 잠재, 보조방조제, 인공간석지 또는 인공해빈 등의 조성이 필요하다.

5.13.1 환경사방조제

경사면 및 주변해역이 새로운 생물의 생육장으로 훌륭한 역할을 할 것으로 기대되는 구조이다. 1994년에 완공한 일본의 관서공항의 매립호안 11km 중 9km를 환경사로 만든 예가 있다. 그 후 이 호안을 조사한 결과에 의하면 수초의 종류는 53종, 어류도 110종류에 달하여 풍부한 해역생물의 생육장 기능을 하고 있는 것으로 나타났다. 우리 나라의 새만금방조제도 내측경사가 1:20, 외측경사가 1:9.3에 이르는 환경사방조제로 훌륭한 해역생물의 생육장 기능을 할 것으로 기대된다.

돌이나 건축폐기물 등을 활용하여 축조할 수 있는 이안제 또는 잠재는 침식성 해안에서 파랑에 의한 수리에너지를 감쇄시켜 해안을 보호할 목적으로 설치하는 구조물이나 최근 친환경간척과 환경영향의 저감 및 해양생물의 생육장 기능을 복원하는 차원에서 인공어초 기능과 자연정화작용의 대체기능을 할 수 있는 구조물로 각광받고 있다.

5.13.2 보조방조제

개념상 환경사 방조제와 비슷하나 보조방조제 안쪽에 퇴적을 촉진시켜 자연환경을 복원하며 인간이 해빈이나 기타 다른 용도로 활용할 수 있다는 점에서 보다 친수환경적

개념의 시설이라 할 수 있다. 네덜란드의 후트리브(Houtrib)방조제가 하나의 예로 설치 후 몇 년이 지나면 자연환경이 잘 복원되고 여름철이면 요트의 정박지 등으로도 활용되고 있는 예를 볼 수 있다.

5.13.3 인공간석지

간척에 의해 사라지는 갯벌을 보상하고 복원하고자 하는 미티게이션 개념 중 적극적 개념에 속한다. 이와 같은 인공간석지는 현재 일본 항만기술연구소 등에서 실험적 연구를 진행하고 있으며 주로 자연에 의존하는 갯벌을 모방하는 것에서 시작되었기 때문에 간석지의 생물상과 간석지를 조성하는 기술의 개발이 동시에 필요하다. 일본의 예로는 팜도항의 오일시지구에 인공간석지를 조성한 예가 있다.

5.13.4 인공해빈

인간활동의 편의성을 고려하여 자연의 보전, 회복 및 이용을 지향하는 시설로 미국, 유럽 및 일본에서는 이미 1970년대부터 조사 및 연구가 되어 왔다. 일본의 예로 1989년에 조성한 동경항 부근 임해공원이 대표적인 것으로 공원이 완공됨에 따라 동경만의 수질과 저질이 서서히 개선되었고 저서생물의 종류와 물새의 종류도 증가하여 연간 140만 명이 이용하는 공원이 되었다는 보고가 있다. 네덜란드는 북해연안개발사업의 일환으로 흑벤홀랜드지구에 준설모래를 이용하여 인공해빈을 조성하는 사업을 수행 중에 있다.

친환경 간척사업의 특징적인 기술은 정화기술, 오염부하경감기술 등 간석지와 관련한 환경기술이지만 시설물을 설치해야 하는 경우에는 수리학적 이론과 실험이 기초가 되어야 한다. 방조제, 보조방조제, 어도, 어초 등 해양구조물에 대한 기능의 다양화와 지능화가 요구될 뿐만 아니라 파랑, 조류, 유사 등 해안공학 및 물리환경의 규명을 위하여 수리시험과 수치모델 연구가 필요하다.

6. 결 론

하구 담수호 수질 악화의 가장 중요한 원인은 유역에서 오염물질이 정화되지 않고 유입되는 것이며 담수호 자체가 수질을 악화시키는데 결정적인 역할을 하는 것은 아니다. 만일 담수호가 없으면 연안해역이 오염되어 갯벌이 죽어갈 것이므로 이러한 면에서 담수호는 해역오염의 완충역할을 하고 있으므로 담수호를 살리면 해역도 같이 살릴 수 있다. 그러므로 상류유역의 환경을 개선하고 간척지구를 친환경적으로 조성하며 담수호의 수질을 개선함으로써 해역의 오염을 방지하고 신선하고 생산적인 해역공간을 조성하게 된다.

또한 간척으로 조성된 방조제의 외측 해안, 내측 담수호와 내륙의 전원풍경이 어우러진 아름다운 경관이 생겨나 휴양 및 관광공간으로 제공되며 이밖에도 세계적 희귀조인 황새의 간척지 희귀, 천연기념물인 노랑부리저어새의 월동, 가창오리, 도요새, 장다리물새, 검은머리 물떼새 등의 발견, 수많은 철새들의 도래와 방조제 사면에 해달이 서식하는 등은 간척지에 이전에 볼 수 없었던 새로운 생태계가 조성되고 있다.

결론적으로 장기적인 국가경영의 관점에서 최소한의 식량생산을 위한 농지 및 용수 확보차원에서 간척이 추진되어야 하며 환경보전과 지속가능개발을 위하여 적극적이고 체계적인 계획, 설계 및 조사실험을 거친 과학적인 개발기법을 간척지 환경이 갖는 사회, 문화 및 시대적 배경을 고려하여 도입하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 농림수산부, 농어촌진흥공사, 1990, 지방자치단체관리 방조제실태조사보고서.
2. 농어촌진흥공사, 1996, 농공기술50년사.
3. 어대수, 최강원, 1997, 방조제 축조후 연안의 해안지형과 퇴적환경 변화연구(Ⅰ), 농어촌진흥공사 정병호, 1998, 간척개발의 효과, 농공기술 59호, 농어촌진흥공사.
4. 엄기철외, 1993, 논외의 공익기능, 한국토양비료학회지, Vol 26(4).
5. 한국수자원공사, 1997, 시화지구 간척지 종합개발사업 사후환경영향조사보고서.
6. 조진훈, 박상현외, 1997, 하구둑 설치연안의 조석특성 연구, 농어촌진흥공사.