

沿岸域의 環境과 미티게이션 技術

Water Environment and Mitigation Technique of Coastal Zone

The mitigation technique is to minimize influences to the environments, and it is one of the environmental management(or administration) techniques.

Its objective is to create sustainable environment by keeping human assistance to the environment as minimal as possible. It restores, creates, enhances, and most importantly preserves the environment by avoiding, minizing, rectifying, eliminating, and compensating the natural circumstances.

The evaluation of adverse effects to the environment and their reduction is as follow:

HEP(Habitat Evaluation Procedure)

WET(Wet land evaluation technique)

HGM(Hydro Geomorphic Assessment)

BEST(Biological Evaluation Standardized Technique)

Since there are both pro and cons in the American and Japanese mitigation methods, it is hard to choose which one is better.

머리말

“미티게이션”(mitigation) 즉, 「環境의 緩和」란 것은 미국에 있어서 制度化된 環境관리기법의 일종이다. 이것은 자연이 주는 環境자원에 인간의 손을 보태서 이용코자 할 때 가능하면 環境에 대한 나쁜 영향을 회피하여 최소화하고 그래도 남는 분에 대해서는 여기에 알맞은 環境창조를 함으로써 보상시키고자 하는 사고방식이다.

그 배경에는 특히 생태계에 대해 매우 중요한 環境이 되는 습지(wet land)가 과거 200년 사이



글 | 崔 榮 博

(Choi, Young Bak)

수자원개발기술사, 이학박사,
수원과학대 학장.

에 반감했다는 것을 받아들이고 이 이상의 상실이 생기지 않도록 하는 것이다.

代償措置를 행하자면 環境의 創生·수복·증강을 행할 필요가 있다. 이때는 지형을 포함하는 수리현상을 소정의 상태로 안정적으로 유지 가능하도록 설계·시공기술이 축적되어야 한다. 또한 잃어버린 環境과 대상조치에 의해 창출되는 環境을 평가하기 위한 여러 기법도 개발되어야 한다. 하지만 “미티게이션”의 결과를 조사하면 실패 사례도 많으며 최근에 와서 제3자가 대상조치를 정리해서 시행하는 “미티게이션 뱅킹”(mitigation banking)이 증가되고 있다.

環境의 정의는 다양하나 광의로 보면 生態, 防災와 利用의 3측면을 가지고 있다. 이것을 지탱하는 것이 環境基盤이고, 氣圈, 水圈, 地圈의 경계를 형성하는 지형과 각각의 質, 大氣質, 水質, 地質과 動態(氣象, 水象, 地象)로 성립되고 있다. 이 環境기반을 안정하게 保持하는 것이 環境의 3측면 전체를 지탱하기 위해 필요불가결하며 “미티게이션”에 있어서 지형의 계획·설계·시공이 중요시되는 것과 통하는 것이 있다.

1. 미국에 있어서의 “미티게이션”이란

1.1 미티게이션의 定義

사전에 의하면 “미티게이션”(mitigation)이란 「부드럽게 하는 것, 진정시키는 것, 停減, 緩和」라는 것이며 災害 완화에 대해 사용하는 동시에 환경에 대한 나쁜 영향을 부드럽게 하는 의미로서 사용되었다. 하지만 제도로서의 미티게이션은 후자에 관계되는 것인 동시에 환경보전에 있어서 독자적인 의미를 가지고 있다. 미티게이션은 1960, 70년대의 미국에서는 환경에 대한 높은 의식에서 환경영향을 가능한 작게 하는 동시에 어떻게 해서라도 상실되는 환경의 대상조치(代償措置)를 수행해야 한다는 취지의 것으로 「環境緩和」라 부르는 것이었다. 미국환경보전심의회(Council on Environmental Quality, C E Q)의 1978년 규정에 의하면 미티게이션의 정의는 다음과 같다.

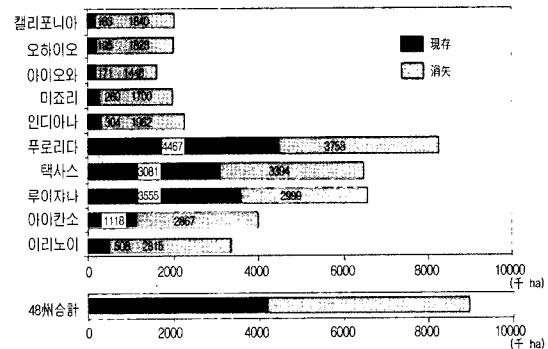
- ① 어떤 行爲 또는 그 일부를 시행하지 않음으로서 환경영향을 회피한다.(avoid)
- ② 그 행위와 실시에 해당하는 규모나 정도를 제한함으로써 환경영향을 최소화한다(minimize)
- ③ 영향을 받는 환경을 修復, 回復, 復元하므로써 환경영향은 矯正한다.(rectify)
- ④ 그 행위의 기간 중에 유지·보존 작업을 시행함으로써 환경영향을 감소하든가(reduce), 소거한다.(eliminate)
- ⑤ 代替 될 資源이나 환경을 치환하든가, 제공하든가 해서 환경영향의 代償措置를 시행한다.(compensate)

미티게이션을 환경정책에 대한 대상 또는 대가로서 새로운 환경을 창출하는 것으로 받아들이는 경우가 많다. 하지만 엄밀한 정의로서는 회피, 최

소화, 교정, 감소, 소거 및 대상조치라 하는 다양한 환경완화 수단이 포함되고 있다.

1.2 미티게이션의 對象과 역사

미국에 있어서 미티게이션의 대상은 wetland일 경우가 많다. wetland란 담수(freshwater), 기수(汽水, brakishwater), 해수를 불문하고 수계선 부근의 육역·수역을 말하며 어류의 산란·생육을 비롯해서 생태계(生態系) 중에서 없어서는 안될 생산성의 높은 영역이다. 하지만 다른 면으로서는 매립 등에 의해서 소실되기 쉬운 영역이기도 하다.



〈그림 1〉 過去 200年間の wetland 消失

〈그림 1〉은 어류·야생생물국(Fish and Wildlife)이 과거 200년간의 간석·염습지의 감소(Dahl, 1990)에서 소실율과 소실면적의 각각에 대해서 상위 5위까지의 주를 뽑아낸 것이다. 그 중에 캘리포니아주는 샌프란시스코만 보전개발심의회(San Francisco Bay Conservation and Development Commission)나 캘리포니아 연안역심의회(California Coastal Commission)에 의한 엄격한 규제로 알려져 있는데 간석·염습지의 소실율이 91%에 미치고 있다. 또한 소실면적에서는 플로리다주가 가장 큰 375만8000ha이며 우

리 나라 국토면적의 3.8%에 미친다. 이와 같은 배경에서 1988년의 대통령선거 당시 Bush 후보는 no "net loss"(정미로서의 무상실)라는 공약을 내걸게 되어 미티게이션의 사고방식이 결정적으로 되었다. 들여다보면 미티게이션이 제도화되기까지는 환경에 관한 여러 법규가 제정되어온 배경이 있다. 1890년 제정의 「하천·항만법」(River and Harbunr Ace)에서는 미 육군공병(Corps of Engineers)은 항행가능 수역의 준설·매립행위의 규제권한을 갖고 있는데 1960년대가 되어 이것이 수질오탁 물질의 배출제한을 사용하게 되었다. 또, 1965년의 어류·야생생물의 보호조정법(Fish and Wildlife Coordination Ace)의 개정법에서는 하천·항만법에서의 허가인정에 있어서 생물자원에 대한 영향을 고려해야 할 것이 감소되었다. 그리하여 1967년 미육군공병감과 내무성(Department of the Interior) 사이의 합의 메모가 교환되고 하천·항만법에 있어서 허가인정에 있어서는 어류·야생생물에의 영향에 대해서는 내무성의 의견을 청취하게끔 되었다. 동시에 육군공병감은 하천·항만법을 수질오염제어를 하게끔 되었다. 이들로 말미암아 토사를 포함한 물질의 수역에의 투기에 의한 수질이나 생물에의 영향을 규제하게끔 되었다. 1969년에 「국가환경정책법」(National Environmental Act, NEPA)이 제정되고 「환경선행평가」가 의무화되었다.

1972년에는 연안역 관리법(Coastalzone Management Act)에 의해 보조금의 지급에 의한 주마다 연안역 계획의 책정을 지원 받게 되었다.

이와 같은 흐름 중에 미티게이션을 실행하기 위한 제도가 이루어졌다. 미연방수질오염관리법이 1972년 개정된 (Federal Water Pollution Contral Act Amedments of 1972, FWPCA : 통상 Clean Act, CWA라고 부른다) 이것은 간석·염습지 즉, 습지보호를 위한 중요한 법률이

고, 그 중에도 404조가 가장 중요한 조항이다. 미국연방의 물의 물리적, 화학적, 생물학적 건전성은 회복, 유지하는데 목적을 두고 운영되고, 404조(a)에 있어서 준설·매립재료를 가항수역(可航水域)에 투기하기 위한 허가근한을 주로서 실질적으로 습지의 매립 등에 의한 소실을 방지코자하였다. 이 허가근한은 육군공병단에 주로 있는데 404조(b)(1)에 규정되는 바와 같이 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)와 정한 가이드라인을 적용하는 것으로 되어 있다. 그 가이드라인에 관해 육군공병대와 환경보호청과의 합의 메모가 1990년에 교환되어 있으며 그 중에서 회피(回避, avoidance), 최소화(minimization) 및 대상조치(代償措置, compensatory mitigation)를 이 순번으로 검토하지 않으면 안 된다는 것의 미티게이션을 의무화하고 있다. (ELI, 1993(b)(c)주 수준에서의 미티게이션의 규정은 주마다의 법률에서도 규정되어 있는 것을 볼 수 있으며, 예컨대 캘리포니아주에서는 캘리포니아연안법(California Coastal Act)30607.1조에 있어서 최제한으로서 동등이상의 생물생산을 가지는 토지의 매수 또는 조석의 끌어넣기가 규정되고 있다. 또한 플로리다주에 있어서도 사업의 악영향에 대한 미티게이션이 수행되도록 되어 있다.

1.3 미티게이션의 種類

a) 수복, 창생, 증강, 보존

대상해야할 환경가능에는 홍수조절기능, 수질정화기능, 생태계유지기능 등이 있으나 이들을 현상에 대해 어떻게 개선하는가에 따르는 분류가 있다. 수복(修復, restoration)이란 이전에 존재한 좋은 환경이 어떠한 원인으로 파괴되었을 때, 그 원인을 재거하므로써 원래의 환경으로 수복하는 것이다. 해안도로에 의해 그 것보다 육지 측에 존

재한 습지로 물이 들어오지 못하게 되어 있는 경우에 도로아래에 터널을 굴장해서 물이 들어오게 해서 습지를 회복하는 것이 그 한 예이다. 창생(創生, creation)이란 환경을 새롭게 인공적으로 창출하는 것이나 현재의 기술수준으로는 곤란한 것이 많다. 또한 창생과 수복과의 차이는 별로 확실하지 않은 경우도 있다. 증가(增強, enhancement)란 환경의 기능을 현상보다도 향상시키는 것이라고 하나, 면적 그 자신이 늘어나는 것이 아니므로 그 의의를 소극적으로 생각하는 인사도 있다. 보존(保存, preservation)이란 방치해두면 없어지고 마는 환경을 사들여서 보존하는데 있다. 하지만 보존은 결국 없어진 환경분의 대상조치가 될 수 없으므로 이것은 예외적인 대상조치이다.

수복, 창생, 증강 중에서 없어지는 환경의 면적에 대한 필요한 미티게이션의 면적(대상비율)을 비교하면 이 순수로 크게 된다. 수복은 확실성이 높고 큰 환경개선이 기대 가능한데 창생에서는 좋은 환경이 가능한가 어떤가의 불확실성이 남고 또한 증강에서 그 만큼의 환경개선을 기대할 수 없다.

b) on · side, off · side

미티게이션을 수행하는 장소가 개발지구내에 있는 경우 on · side라 말하고 지구밖에 떨어진 곳에 있는 경우는 off · side라고 말한다. 이 한계는 확실하지 않으나, 동일유역, 동일만내, 유사한 생태계 등이 기준으로 될 수 있다. 지역의 환경변화를 작게 한다는 과정에서 on · side가 바람직하나, 규모나 주변과의 관계 등에서 off · side로 할 수밖에 없는 경우도 있다.

c) in · kind, out · off · kind

미티게이션에 의해 같은 종류의 생물이 생육하

는 경우가 in · kind이고, 다른 종류의 경우는 out · off · kind 원칙으로서 대상조치로서의 미티게이션에서는 in · kind가 바람직하다.

d) 사전, 동시, 사후

개발사업의 실시시기와 미티게이션의 실시시기와의 시가적 관계에 따라 분류 될 수 있다. 개발행위에 대하여 대상조치를 앞서 행하는 것이 사전(事前), 병행해서 행하는 것이 동시(同時), 뒤에 행하는 것이 사후(事後)이다.

1.4 환경평가기법

대상조치를 수행하는 일에 있어서 창출되는 환경은 소실하게 될 환경이상이 되어야 하나 이것을 뒷받침하기 위해서는 환경평가법이 필요하다. 소규모인 미티게이션에서는 에카레이지(acreage)라 해서 단순히 면적만을 비교하고 있는 경우가 많으나 환경의 질을 정량적으로 평가하는 기법으로서 HEP(Habitat Evaluation Procedures), WET(Wetland evaluation technique)와 그 개량형인 HGM(Hydrogeomorphic Assessment) 및 BEST(Biological Evaluation Standardized Technique)라고 부르는 것 등이 개발 사용되고 있다.

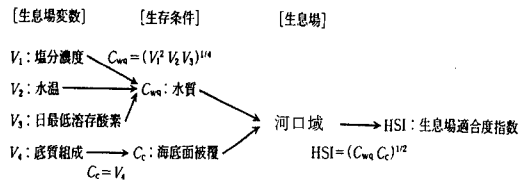
HEP(USFWS, 1980)에서는 <표 1>에서 보는 바와 같이 생태계의 최상위에 위치하는 생물을 수 종류 선택한다.

<표 1> HEP에 의한 생식장 환경평가의 예시(Knatg, 1987)

평가종 번호	명 칭	생식장면적 (acre)	생식장적합 도지수(HSI)	생식장평가 점(HU)
1	켈리포니아청표	102.5	0.88	90.20
2	거양웃나무	102.5	1.00	102.5
...
20	갈매기/까마귀	102.5	0.95	97.38
	합 계			1327.43

다음에 각각 이상적 환경아래에서의 밀도에 대해 어느 정도의 비율로 서식(할 것이라고 예측되는가)을 나타내는 생식장적합도지수(Habitat Suitability Index, HSI)를 구하고 이것에 면적을 곱해서 각각의 생식장평가점(Habitat Unit, HU)으로 한다.

그리하여 선택된 모든 생물의 총합점을 계산한다. 이것을 사용해서 대상조치에 따라 얻어진 총합점이 개발에 의해 상실된 총합점 이상이 되도록 대상조치의 질과 양을 결정한다. 그리고 HSI의 산정에는 <그림 2>에 표시한바와 같이 생식장의 물리화학적 특성을 나타내는 변수로부터의 적상시키는 방법이 있으나 각각의 변수에서는 최적범위가 1이 되고 여기서 벗어나면 작게 되는 거와 같은 함수형이 주어지고 있다. 그리고 기본적으로는 이들의 값의 상승 평균을 취함으로 HSI를 산정한다.



<그림 2> HEP에 있어서 넓치의 生息場 適合度指數(HSI)의 算定法

또한 이것과 교체되는 방법으로서 전문가들이 경험에 기본을 두고 결정하는 방법(Best Professional Judgment, BPJ)도 있다. HED는 생태, 그것도 대표적 생물종류만을 평가하는 것이나 결과가 단일 값으로 나타나는 명확성이 있다. WET(Adamus et al., 1987,1991)은 준비된 질문의 답을 입력하므로써 지하수지류·유독성물질보지·다량성, 레크레이션 및 독자성, 전통의 10 항목의 기능의 각각에 대해서 고, 중, 저 및 불명

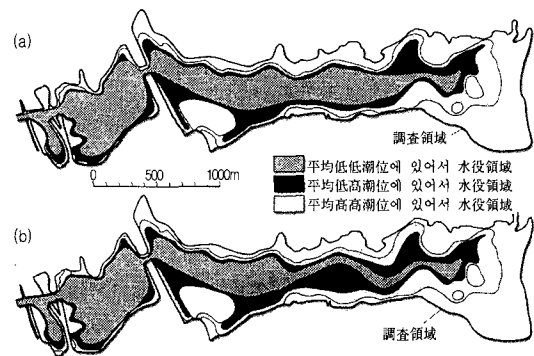
이라고 말하는 정상적인 평가가 시행되고 대상조치가 충분한가의 여부를 검토한다.

최근 유역 중에서 습지의 위치부여를 시행한다고 말하는 방향성을 볼 수 있게 되어 그 표현의 하나로써 WET를 개량한 HGM이 개발되고 있다. 공표되고 있는 하천 습지의 평가에서는 수리, 생물화학, 식물, 동물에 관한 15기능의 각각에 대해서 표면수, 지하수의 수리조건이나 생물생기 등을 나타내는 여러 매개 변수값에서 간단한 식에 의해 0에서 1의 평가를 시행할 수 있게 되었다.(Brinson et al, 1995)

1.5 미티게이션의 실시상황과 평가

a) 미티게이션의 사례

최대규모의 미티게이션의 실시 예로서 캘리포니아 주의 아나하임 만의 수복·증강 프로젝트(Knatg, 1987 : Muslin, 1985 : Purcell and Johnson, 1991) 이나 Batiguitos 리아군의 증강 프로젝트(Marcus, 1987 : Kawaski et al, 1987 : City of Carsbad and USACE, 1990 : Paeterson, 1993) 등을 열거할 수 있다. 이들과 같은 대규모의 미티게이션 사업은 사회적 영향이 큰 까닭에 자주 소개된다. 권수상으로는 1ha 전후의 소규모의 미티게이션이 많다.



<그림 3> Batiguitos리아군에 있어서 環境増強計面に 있어서 代替案의 例(City of Carsbad and USACE, 1990)

또한 Kusler and Kentula(1990)에서는 습지의 창생·수복의 기술 등에 관한 견해가 정리되고 있다. Batigitos 라이군사업은 LA 항의 확장에 수반해서 매립에 대한 대상조치로서 사전에 미티게이션 बैं킹의 형으로 실시되는 것이며 계획에서 실시까지 오랜 기간을 소요했다. <그림 3>은 계획에 있어서 대체인을 2개 예시했는데, 11종류의 대체인중에서 미티게이션이 부속의B인이 주로 현상에서의 생식장의 변화가 적은 점이나 조감대의 면적이 많은 점에서 뛰어나 있어서 최종적으로 채택되었다. 이 시공은 1997년 1월에 완료했다.

이 프로젝트에 있어서 기술검토항목을 보면 라이군을 외화와 연결하는 개구부(開口部)의 형상과 라이군 내의 토사 퇴적이 중요항목으로 되어 있다. 요컨대 1조석에서 출입되는 해수량(tidal prism)이나 파랑에 대해서 출입구가 폐쇄되는 것이 없도록 해야 한다. 또한 주변에 반입되어오는 토사의 퇴적에 의해 라이군이 바로 묻히는 일이 없도록 해야 한다. 이와 같이 최종적으로는 생물 서식장으로서의 기능을 중요시하지만 실제 설계에 있어서는 지형의 안정성을 첫째로 생각하고 있다.

b) 미티게이션의 추적조사 결과

플로리다주의 환경규제국(Department of Environmental Regulation)에서 미티게이션의 결과를 비평하고 있다(FDER,1991). 그 결과에 의하면 총 63건 중 54건이나 미티게이션이 끝났는데 하가 조건에 기술된 성공의 기준에 적합한 것은 4건만이 고 또한 생태적으로 봐서 성공이라고 판정된 것은 5건 만이다. 그 이외에도 개선의 경향이 보이는 것이나 약간의 추가적 조치로서 성공한다고 판단하는 것도 있으나 그래도 성공률은 저조하다. 플로리다 외의 다른 예를 포함해서 성공률은 낮다(Lewis, 1992). 미티게이션의 효과

가 의문시되는 것은 이 까닭이다. 하지만 허가조건에 부친 미티게이션을 그대로 완전히 실시하고 있는 것은 3건 만이고, 이것이 성공률을 낮게 하고 있는 것이라고 본다. 의무적으로 미티게이션이 강제되고 있는 개발측에 있어서는 미티게이션을 성공시키는 동기부여가 약하고 또한 기술, 지식도 불충분하다.

실제, 판단기준이 동일하지 않은 것, 캘리포니아 주연안보전사업단(California State Coastal Conservancy)이(개발에는 관계없음) 습지대의 수복·창생을 목적으로 한 사업에서 성공률이 60%에 달하고 있다.(Josselyn et al, 1993)

(6) 미티게이션 बैं킹

미티게이션의 성공률이 낮다고 말하는 배경 중에서 미티게이션 बैं킹(mitigation banking)에 의한 환경개선이 주목을 받게 되었다. 미티게이션 बैं킹은 사업마다 소규모의 대상조치를 시행하는 대신 몇 개를 정리해서 대규모의 대상조치를 행하는 것이다. 원리적으로는 제3자(mitigation banking)가 환경개선을 실행해서 미티게이션 그레딧트를 획득하고 이것을 대상조치를 필요로 하는 사업자에게 매각하는 것이다.

이것은

- ① 대규모로서 집약적 환경개선의 쪽이 수리학적이나 생물학적으로 질이 높은 것으로 될 수 있다.
- ② 동시에 경제적으로 될 수 있다.
- ③ 전문지식, 기술을 가지는 실시주체가 대상 조치를 행할 수 있게 된다.
- ④ 대상조치를 강구한 후에 모니터링이 시행된다.
- ⑤ 개발사업에 대해서 사전에 대상조치를 행하는 것으로 되기 위해 대상조치의 실패의 리

스크가 경감된다.

등 이와 같은 장점이 있다고 생각되고 있다. 단, off·side로서 out·of·kind의 미티게이션이 되든가 개발자에 있어서 금전의 지불만으로서 환경대책이 해결되기 위해 개발을 촉진하는 것으로 된다는 비판도 있다. 미티게이션 뱅킹은 1992년 7월 시점에서 46으로 생각되었다.(ELI, 1994) 그중 캘리포니아 주에서 11건, 플로리다주에서 8건이고 다른 주는 각각 4건 이하이다.

조직별로는 항만, 도로를 포함한 교통관계의 기구가 시행한 것이 27건으로 59%를 차지하고 민간은 8건이다. 또한 불특정다수에게 크래딧트를 매각코자 한 것은 공공기관이 3건, 민간 1건(실질은 자회사만에 제공)이다. 하지만 동시점에서 예정된 64건의 미티게이션 뱅크에서는 32건으로서 불특정다수에게 크래딧트를 제공한 것으로 되어 있어서 그 확대의 징후를 볼 수 있다. 미티게이션 뱅크가 법제도가 된 것은 1993년 시점에서 캘리포니아주를 비롯해서 9주이다. 그 후 플로리다주에서는 1993년의 수자원 개정법의 조문373.4135에 있어서 「미티게이션 뱅크는 미티게이션에 있어서 불확실성을 최소화하고 생태적인 효용을 새로 만들어 내는 것이 될 수 있다」라고 적극적인 표현을 하고 있다. 그래서 1994년 제정의 행정규칙에서는 미티게이션 뱅킹에 의한 크래딧트는 위치적으로서 동일한 구역 내에서 사용되는 것으로 되었다.

1.7 미티게이션제도의 해석

a) 현재의 환경수준의 유지

미티게이션의 회피, 최소화부터 대상조치도 포함하므로 이론적으로는 개발에 수반해서 환경의 가치가 상실되는 것은 없다. 이점으로는 미소한 환경의 나쁜 영향을 허용할 수 있는 것이므로 환

경선행평가보다는 진보된 제도이고 미소한 환경영향이 축적되어 도움이 되는 영향이 된다는 문제를 피하고 있다. 이와 같은 의미로서는 현상의 환경질을 保持하면 지속 가능한 개발을 지향하는 것이 있다고 하지만 “no net loss”의 사고방식이 그 바닥에 깔려있다. 환경을 넓게 잡고 자연환경에 보태어서 개발이용 등의 인공환경도 광의의 환경에 포함해서 생각하면 자연환경을 보전하면서 개발을 진행시키는 것이 되므로 광의의 환경을 총체적인 질을 향상시키는 제도이라고 본다.

b) 경제적 관점

경제적 관점에서 보면 미티게이션은 환경의 가치를 편익으로 해서 화폐가치로 환산하는 것이 아니고 환경을 보전하기 위한 비용으로 계상하는 기법이라고 생각된다. 현상태의 자연환경을 보존하는 것을 전제조건으로 해서 개발자는 직접적 개발비용에 환경조치에 수반하는 비용을 보태서 총비용으로 하고 이것이 편익(수입)에 알맞은 것이라면 사업을 실시하는 것으로 된다. 이와 같은 의미에서 화폐가치로 환산하는 것과 같은 곤란한 문제를 피할 수 있고 HEP나 WET와 같은 측면사이의 환경상호의 총량의 증가성을 보장하기 위한 환경평가기법이라면 미티게이션을 실시하는 것이 가능하다.

1.8 미국 沿岸域에서 볼 수 있는 미티게이션의 개념

미티게이션이 가장 명확하게 제도화되어 있는 것은 미국이라고 보나, 유럽의 법제도에서도 미티게이션의 개념을 찾아 볼 수 있다. 독일에서는 생태학적 보상제도가 법제도가 되어 개발에 있어서 생태계에 대한 보상조치를 강구하도록 되어 있다. 또한 화란에 있어서는 1953년의 큰 고조(해일)재해의 발생을 계기로 해서 델타(delta)프로젝트라

는 고조대책사업을 실시하게 되었다. 그 중에 고조제방을 공사해 갔는데 동스헤루데에 도달해서 내륙측의 수역이 해수에서 담수화되고 만다는 것에 생태계가 변화되는 것이 문제가 되었다. 결국 수문(gate)형식으로 함으로서 평상시에 수문을 열어 해수가 내부로 들어갈 수 있게 하고 고조 때는 수문을 닫게 함으로서 방재(防災)기능을 다하게 하고 1986년에 운전이 시작되었다.

화란에서는 지구온난화에 수반하는 해면상승의 문제에 대응해서 1990년에 있어서 해안선을 양빈(養濱)으로서 유지하는 것을 결정했다.(rijks-waterstaat, 1990) 이것은 생태계만이 아니고 방재난이용을 포함한 의미에서의 "no net loss"를 지양하는 환경완화조치라고 말할 수 있다. 동남아시아에 있어서 급속한 경제발전에 수반해서 해안침식이나 수질악화가 격심하게 되었다. 하지만 개발도상국에 있어서는 경제발전의 우선도가 높아서 미국의 미티게이션과 같이 "no net loss"를 기본으로 하는 것은 어려운 상황이다. 하지만 일본을 포함한 선진국의 경험을 살려서 환경악영향의 회피, 최소화를 도모해 가는 것은 실행가능하며 거기에다 큰 효과를 기대 할 수 있으므로 앞으로 우리 나라에 있어서도 중요한 과제가 될 것이다.

1.9 미티게이션에 있어서의 과제

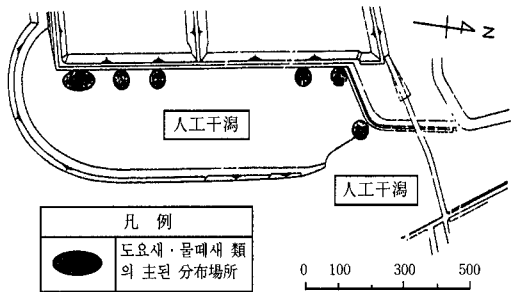
미티게이션의 외국사례를 기술적 관점에서 살펴보면 먼저 설계에 있어서 중요하게 되는 것이 지형의 결정이고 이것을 소정의 상태에서 인정하게 되도록 여러 가지 면으로서의 검토가 이루어진다. 그리고 지형이 안정되는 것은 생식장을 유지하는데 불가결한 조건이고 환경창출의 성부를 결정하는 열쇠가 된다. 이와 같은 의미에서 미티게이션은 생물의 생식에 큰 비중을 두고 있는 것이지만 지형과 같이 그것을 지탱하는 기반이 중요한

역할을 다한다고 말할 수 있고 이 점에 대한 계획이나 설계 단계에서 인식이 중요하다. 미국에 있어서 미티게이션의 목적은 기본적으로 개개사업마다 환경이 현상태에 비해 악화되지 않도록 하는데 있다. 하지만 환경의 복잡성이나 상호영향을 생각하면 개별적인 환경완화에 의해 큰 시스템으로 볼 때의 환경이 유지되는가 라는 문제가 생긴다. 거기에다 미티게이션의 성공률이 낮다는 조사 결과를 보면 개개사업에 있어서 정미의 상실(net loss)이 생기고 있지 않은가라는 문제도 일어난다고 본다. 이들 문제를 해결하기 위해 고안된 것이 미티게이션 बैं킹이며 유역접근(watershed approach)라는 말이 자주 사용되고 있는 것도 이것에 관계하고 있는 것이라고 본다. 즉 밀접하게 연관되는 환경시스템은 일체적으로 유지 관리하는 것이 필요하다.

2. 일본에 있어서 미티게이션

2.1 미티게이션의 응용예

일본에 있어서 미티게이션은 아직 제도화되어 있는 것은 아니다. 종래의 환경영향평가에 있어서는 환경에 대한 악영향을 가능한 한 회피하고 최소화한다는 노력이 경주되어 왔다는 점에서 미티게이션의 관점이 포함되어 왔다. 하지만 대상조치에 있어서 환경을 창출하는 것 등의 적극적 평가나 희소종류 이외를 포함시킨 생물의 정량적 평가는 없었다. 그래도 개발행위에 수반하는 환경영향의 대상조치로서 조장(藻場), 간석, 사빈, 여울, 못(淵) 등의 조성이 시행되는 것 등 미티게이션에 비슷한 행위가 있음을 볼 수 있고 또 이에 수반된 다양한 환경창조기술이 개발되었다. 일본 히로시마항의 항만환경정비사업에 있어서 기존의 하구간석을 매립하게 되어 이 까닭에 <그림 4>에 나타낸바와 같이 인공간석을 조성하도록 했다.



〈그림 4〉 일본 廣島市 五日市地區에 있어서 人工干溝의 造成例(1996)

방과제의 외측에 따라서 연약한 점토로 되는 바닥파기 흙을 투입하고 표면을 모래로서 덮는 복사(覆砂)와 함께 토사의 유출을 방지하기 위해 외해측에 수중독을 설치하는 구조로 하였다. 조선전 후의 저생생물이나 날아오는 조류 등에 대해서 모니터링이 시행되는데 변동이 크지만 상당히 좋은 간석이 조성되었다는 자료가 얻어졌다. 하지만 토사의 압밀침하 등에 의한 지형변화가 생기므로 앞으로 주의를 요한다고 한다.

2.2 미티게이션 도입의 방향성

미티게이션은 환경에 대한 대상조치를 명확하게 포함한다는 의미에서 종래의 환경선행평가에서 한발 앞서는 제도로 볼 수 있다. 특히 개발이 진전되어 소위 환경의 유한성이 인식된 단계에서 환경의 질·량을 현상태 이상으로 저하하지 않게 하는 환경관리기법으로서 우수한 제도라고 할 수 있다.

일본은 선진국으로 개발이 진전되어 소위 환경의 유한성이 인식된 단계에 있어서 환경의 질량을 현 상황이상으로 저하되지 않도록 하기 위한 환경관리기법으로서 우수한 제도로 미티게이션을 평가하고 있다. 하지만 아직도 미국에 있어서 개별적 미티게이션 사업의 성공률이 반드시 높다고

는 할 수 없고 또한 지역환경을 계획적으로 유지·관리하는 시점에서 충분하다고 할 수 없는 문제점이 있다고 본다. 나아가서는 나라에 따라 발전단계의 차이를 고려하면 미국에 있어서 미티게이션 제도를 모든 국가나 지역에 적용하는 것은 적당하다고 볼 수 없다. 따라서 미티게이션의 개념은 일본에 도입하기 위해서는 약간의 수정이 필요하다고 본다. 미티게이션의 특징은 환경의 전용량을 유지한 뒤에 개발을 진전시키는 데 있으며 이것은 합리적인 토지이용을 앞으로 나아가도록 하기 위한 수단이라고 해석된다. 즉, 생태적 가치가 낮은 지구에 있어서도 개발을 위해 필요한 고통기만 등이 없는 곳이라면 여기서 개발하기 위해 새롭게 기반정비를 하는 것은 유리한 계책이 아니다. 오히려 기존 개발지구의 확장에 의해 가능성을 확보하고 여기서 생기는 환경영향을 생태적 가치가 낮은 지구에서 환경창조를 시행하므로써 대상하는 방책이 합리적이며 결과적으로 토지이용이 효율화된다. 이 경우 미국의 미티게이션은 no net loss를 구하는 것이나 그것으로 충분한가, 또한 그 필요가 있는 가라는 물음에 대한 해답은 나라나 지역에 따라 상이하다. 우리 나라와 같은 개도국에서는 국민의 복지를 실현하기 위해 경제발전은 우선화 해야 할 사정이 있으며 no net loss를 구하는 것은 최적으로 되지 않는다. 또한 내만의 수질 등의 경우에는 현상의 개선, 바꾸어 말하면 net gain이 필요하다. 즉, 현 상황에서 비교하는 환경의 목표수준은 전세계·전지역에서 고통이 되는 것은 아니며 지역마다 환경요소마다 다르다. 공통적으로 말할 수 있는 것은 모든 환경요소의 순환이 확보되고 평형상대가 보존되는 것이 불가결하다는 것이다. 수자원이나 수질에 관해서는 수계를 통한 순환이 확보되지 않으면 안되고 토사에 관해서는 산지부터 해안에 이르는 유사계(流砂系)에 있어서 연속성이 구해져야 한다. 이와

같이 평형상태를 확보한다는 관점에서 지역에 있어서 환경목표를 정하는 것이 먼저 첫째로 필요하다. 그래서 이것이 현상유지라는 것이라면 미국식의 미티게이션을 도입하는 것이 적당하다. 또한 현상이상의 수준을 지향한다고 한다면 미국에서 행하는 것 같이 개발에 있어서 미티게이션을 보태어서 순수하게 환경수복을 목적으로 한 사업을 추가하는 것도 한 방법이다. 하지만 사업면의 미티게이션에서는 각각의 성공·실패도 물론이지만 환경관리의 계획성이라는 점에서 불인이 잔존하다. 자연조건이 좋지 못한 동아시아 문순지대에 속하는 우리 나라나 일본에 있어서는 집중호우, 태풍 등에 의한 치수반재사업이 긴급과제가 되는 경우가 많고 이와 같은 경우에 개별적인 미티게이션을 시행한다면 재해에 대한 기동적인 대응을 할 수 없는 위험이 있다. 그래서 미티게이션 बैं킹의 사고방식을 도입해서 정해진 환경목표를 달성하기 위해 필요한 환경창생사업을 먼저 행하여 두는 것이 좋다고 생각된다. 그리고 개발 등에 필요한 경우에는 그래짓트를 이용하면 좋다. 이 경우 미티게이션 बैं킹에서 그 그래짓트의 이용까지 시간

차가 있다해도 그 사이에 주민을 환경창생에 의한 은혜를 받고 있는 것이 되므로 환경창생사업이 헛되이 되는 것은 아니다. 따라서 미티게이션 बैं킹 자체가 국가나 지방자치체의 사업으로 성립될 수 있다. net gain을 목표로 하는 지역의 환경요소에 대해서는 그래짓트를 개발에 이용하는 비율을 내리게하므로써 이 요소의 net gain을 실현하는 것이 된다. 나아가서는 개도국 등에서는 net loss를 각오해서 개발을 우선시키는 경우는 먼저 각 개발사업자에게 그래짓트를 주어 그 범위 내에서 개발을 인정하므로써 적어도 환경악영향의 회피와 최소화를 꾀하는 동기부여가 가능하다. 앞으로 미티게이션 बैं킹은 취입한 환경관리는 일본이나 우리 나라에서 크게 참고가 되는 제도라고 본다. 그리고 미티게이션 बैं킹에 있어서 특히 환경창생 기술의 개발·확립이 중요한 것은 말할 것도 없으며 또한 그래짓트의 평가라는 것에서 환경평가 기법이 필요하다. 모두 수계(水系), 유사계(流砂系), 생태계 등의 시스템기구의 이해 면에서 성립되는 것이므로 앞으로의 연구진정이 기대된다.

(원고 접수일 1999. 11. 12)